

Penulis:

Agung Kurniawan

DASAR-DASAR ANALISIS KUALITAS LINGKUNGAN



DASAR-DASAR ANALISIS KUALITAS LINGKUNGAN

DASAR-DASAR ANALISIS KUALITAS LINGKUNGAN

PENULIS:
Agung Kurniawan



DASAR-DASAR ANALISIS KUALITAS LINGKUNGAN

Agung Kurniawan

ISBN: 978-623-7607-06-9

Copyright © 2019

Penerbit Wineka Media



Anggota IKAPI No.115/JTI/09
Jl. Palmerah XIII N29B, Vila Gunung Buring Malang 65138
Telp./Faks : 0341-711221
Website: <http://www.winekamedia.com>
E-mail: winekamedia@gmail.com

Hak cipta dilindungi Undang-Undang. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh isi buku ini dengan cara apapun, termasuk dengan cara penggunaan mesin fotokopi, tanpa izin sah dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan kami kemudahan sehingga kami dapat menyelesaikan buku ini dengan tepat waktu. Tanpa pertolongan-Nya tentunya kami tidak akan sanggup untuk menyelesaikan buku ini dengan baik. Shalawat serta salam semoga terlimpah curahkan kepada baginda tercinta kita yaitu Nabi Muhammad SAW yang kita nanti-natkan syafa'atnya di akhirat nanti.

Penulis mengucapkan syukur kepada Allah SWT atas limpahan nikmat sehat-Nya, baik itu berupa kesehatan fisik maupun pikiran, sehingga penulis mampu untuk menyelesaikan pembuatan buku yang kami beri judul "Dasar-dasar Analisis Kualitas Lingkungan ".

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi terkait penulisan khususnya kepada:

1. Ibu drg. Rara Warih Gayatri SKG, MPH atas dorongan dorongan semangat dari beliau buku ini dapat kami buat
2. Ibu Septa Katmawanti, SGz M.Kes yang juga telah mendorong kami agar menulis buku ini
3. Teman teman dosen Kesmas FIK UM yang juga telah menyemangati saya untuk memulai menulis dan mengedit buku ini

Penulis tentu menyadari bahwa buku ini masih jauh dari kata sempurna masih banyak terdapat kesalahan serta kekurangan di dalamnya. Untuk itu, penulis mengharapkan kritik serta saran dari pembaca, agar supaya buku ini lebih baik di masa masa mendatang.

Demikian, semoga buku ini dapat bermanfaat sebagai bahan kuliah untuk mahasiswa kesehatan masyarakat di manapun dia berada

Terima kasih.
Penulis

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	ii
Daftar Gambar	v
Daftar Tabel	vi
BAB 1	
KONSEP DASAR ANALISIS KUALITAS LINGKUNGAN	1
1.1 Pengertian Analisis Kualitas Lingkungan	1
1.2 Tujuan Analisis Kualitas Lingkungan	2
1.3 Istilah-istilah dalam Analisis Kualitas Lingkungan.....	2
1.4 Nilai-nilai Standar Parameter Kualitas Lingkungan.....	6
BAB II	
KINETIKA BAHAN PENCEMAR DALAM LINGKUNGAN	21
2.1 Pengertian Pencemaran Lingkungan	21
2.2 Sumber Pencemaran Lingkungan	23
2.3 Perubahan Bentuk Zat Polutan	31
2.4 Mekanisme Pergerakan Bahan Pencemar di Tanah.....	37
2.5 Mekanisme Pergerakan Bahan Pencemar di Air	44
2.6 Mekanisme Pergerakan Bahan Pencemar di Udara	49
BAB III	
INSTRUMEN ANALISIS KUALITAS LINGKUNGAN	54
3.1 Instrument Analisis Kualitas Lingkungan	54
3.2 Jenis-Jenis Instrument Standar untuk Pengukuran Sampel.....	53
3.3 Manfaat Instrument Analisis Kualitas Lingkungan	56
3.4 Prinsip dan Metode Instrumen Analisis Kualitas Lingkungan	66

BAB IV	
METODE DAN TEKNIK SAMPLING ANALISIS FISIK, KIMIA, DAN BIOLOGI AIR	73
4.1 Pengertian Titik Sampling dan Sampel Air	73
4.2 Jenis-Jenis Sampel Air	74
4.3 Metode dan Teknik Pengambilan Sampel Air	75
4.4 Tujuan Pengukuran Sampel	80
4.5 Parameter Kualitas Fisik, Kimia, dan Biologi Air	82
4.6 Interpretasi Kualitas Fisik, Kimia, dan Biologi Air	89

BAB V	
METODE DAN TEKNIK SAMPLING ANALISIS FISIK, KIMIA, DAN BIOLOGI UDARA	93
5.1 Pengertian titik sampling dan sampel udara	94
5.2 Jenis Sampling Udara	94
5.3 Tujuan Pengukuran Sampel Udara	97
5.4 Jenis-Jenis Parameter	97
5.5 Interpretasi Fisika dan Kimia Kualitas Udara	108
5.6 Interpretasi Biologi	108
5.7 Sumber Bahan Pencemar Primer Dapat dibagi lagi Menjadi Dua Golongan Besar	109
5.8 Jenis Bahan Pencemar Udara	109
5.9 Dampak Pencemaran Udara	109

BAB VI	
METODE DAN TEKNIK SAMPLING ANALISIS FISIK, KIMIA, BIOLOGI MAKANAN	115
6.1 Pengertian Titik Sampling dan Sampel Makanan	116
6.2 Jenis-Jenis Sampel Makanan	116
6.3 Metode dan Teknik Pengambilan Sampel Makanan dan Sampel Usap Alat Makan	122
6.4 Tujuan Pengukuran Sampel Makanan	116
6.5 Parameter Analisis Kualitas Fisik , Kimia, dan Biologi Makanan	125
6.6 Parameter Interpretasi Kualitas Lingkungan Tempat-tempat Umum	126

BAB VII

Pengenalan dan Penilaian Parameter Tempat-Tempat Umum (Pasar, Pelayanan Kesehatan, dan Terminal)	145
7.1 Tujuan Pengukuran Kualitas Lingkungan TTU	150
7.2 Parameter dan Interpretasi Kualitas Lingkungan TTU	152
7.3 Studi Kasus Pengukuran Kualitas Lingkungan	178

BAB VIII

Analisis Kualitas Lingkungan Tempat Pembuangan Akhir	191
8.1 Pengertian Tempat pembuangan Akhir	191
8.2 Tujuan Pengukuran Kualitas Lingkungan TPA	192
8.3 Parameter Kualitas Lingkungan TPA	192
8.4 Persyaratan Lokasi TPA	198
8.5 Kriteria Pemilihan Lokasi TPA	203
8.6 Metode Pengolahan Sampah	205

BAB IX

Vektor dan Pengendaliannya	209
9.1 Pengertian Vektor	209
9.2 Bionomik dan Ekologi Vektor	211
9.3 Penyakit yang Ditularkan Vektor	218
9.4 Pemberantasan Terpadu Vektor	225
Daftar Pustaka.....	236
Glosarium.....	247

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Baku Mutu Udara Ambien Nasional.....	12
Gambar 2. Baku Mutu Limbah Cair untuk Industri Susu.....	13
Gambar 3. Baku Mutu Cair untuk Industri Minuman Ringan ..	13
Gambar 4. Baku Mutu Limbah Cair untuk Industri Sabun, Diterjen, dan Produk-Produk Minyak Nabati	14
Gambar 5. Parameter Wajib	15
Gambar 6. Proses terjadinya hujan asam	33
Gambar 7. Mekanisme Pencemaran Air	48
Gambar 8. Bogorov Troy	56
Gambar 9. Hemocytometer	57
Gambar 10. Plankton Net	57
Gambar 11. Sedgwick Rafter Cell	58
Gambar 12. Current Meter	58
Gambar 13. Salinometer	59
Gambar 14. Termometer Air	59
Gambar 15. Turbidity Meter	60
Gambar 16. DO Meter	60
Gambar 17. Spektroometer	61
Gambar 18. Thermometer	64
Gambar 19. Higrometer	64
Gambar 20. Light Meter/ Lux Meter	65
Gambar 21. Tahap Analisis Kualitas Lingkungan	68
Gambar 22. Sampling	69
Gambar 23. Pengambilan Keputusan	70

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Parameter Fisik Higiene Sanitasi	14
Tabel 2. Parameter Biologi Higiene Sanitasi	14
Tabel 3. Parameter Kimia Higiene Sanitasi	16
Tabel 4. Aktivitas manusia dan hasil samping yang ditimbulkan	25
Tabel 5. Indeks standar pencemaran udara untuk setiap parameter pencemaran	36
Tabel 6. Agen dan Penyakit yang ditimbulkan	47
Tabel 7. Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Fisik Penyimpanan Bahan Pangan	125
Tabel 8. Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Suhu Penyimpanan Pangan Siap Saji	126
Tabel 9. Proporsi Jumlah Toilet yang Harus Tersedia di Pasar	157
Tabel 10. Indeks Kadar Gas dan Bahan Berbahaya dalam Udara Ruang Rumah Sakit	165
Tabel 11. Indeks Angka Kuman yang Disesuaikan dengan Ruang atau Unit	166
Tabel 12. Indeks Pencahayaan Berdasarkan Fungsi Ruang atau Unit di Rumah Sakit	166
Tabel 13. Indeks Perbandingan Jumlah Tempat Tidur, Toilet, dan Kamar Mandi	167
Tabel 14. Indeks Perbandingan Jumlah Tempat Tidur, Toilet, dan Kamar Mandi	168
Tabel 15. Indeks Kebisingan Fungsi Ruang atau Unit \ Rumah Sakit	170
Tabel 16. Indeks Kebisingan Fungsi Ruang atau Unit Rumah Sakit	170
Tabel 17. Standar Suhu, Kelembaban, dan Tekanan Udara Berdasarkan Fungsi Ruang atau Unit Rumah Sakit	172
Tabel 18. Standar Suhu, Kelembaban, dan Tekanan Udara Berdasarkan Fungsi Ruang atau Unit Rumah Sakit	172

Tabel 19. Hasil Penilaian Sanitasi Pasar di Sragen	180
Tabel 20. Hasil Penilaian Sanitasi Pasar di Bali	181
Tabel 21. Penilaian Inspeksi Sanitasi Rumah Sakit	182
Tabel 22. Distribusi Pengukuran Suhu pada RS A	183
Tabel 23. Distribusi Pengukuran Kelembaban pada RS A	184
Tabel 24. Ditribusi Pengukuran Cahaya pada RS A	184
Tabel 25. Distribusi Pengukuran Kadar Debu pada RS A	184
Tabel 26. Distribusi Angka Kuman dalam Udara pada RS A .	185
Tabel 27. Distribusi Kumulatif Tingkat Kebisingan di Area Keliling Terminal Antar Kota Kampung Rambutan Tahun 2012	186
Tabel 28. Distribusi Kumulatif Tingkat Kebisingan di Area Kedatangan Bus Terminal Antar Kota Kampung Rambutan Tahun 2012	187
Tabel 29. Analisa Hasil Pengukuran Tingkat Kebisingan Terminal Antar Kota Kampung Rambutan Tahun 2012	187
Tabel 30. Analisa Hasil Pengukuran Kadar Debu Terminal Antar Kota Kampung Rambutan Tahun 2012	188
Tabel 31. Beberapa Agen Penyakit yang Dapat dipindahkan Oleh <i>M. Domestica</i>	224

BAB | KONSEP DASAR ANALISIS

I | KUALITAS LINGKUNGAN

Tujuan

Setelah membaca bagian ini, mahasiswa diharapkan dapat

1. Menjelaskan pengertian analisis kualitas lingkungan
2. Menjelaskan tujuan analisis kualitas lingkungan
3. Istilah-istilah dalam Analisis Kualitas Lingkungan
4. Nilai-nilai Standar Parameter Kualitas Lingkungan

Deskripsi Materi

Pada bab ini akan diuraikan tentang; (1) Menjelaskan pengertian analisis kualitas lingkungan (2) Menjelaskan tujuan analisis kualitas lingkungan (3) Istilah-istilah dalam Analisis Kualitas Lingkungan (4) Nilai-nilai Standar Parameter Kualitas Lingkungan

Kata Kunci: analisis kualitas lingkungan, parameter, nilai standar parameter

1.1 Pengertian Analisis Kualitas Lingkungan

Analisis Kualitas Lingkungan merupakan kajian terhadap keadaan lingkungan yang dapat memberikan daya dukung optimal bagi kelangsungan hidup manusia pada suatu wilayah (Suryani, 2018). Kualitas lingkungan dicirikan antara lain dari suasana yang membuat orang merasa betah atau kerasan tinggal ditempatnya sendiri. Lingkungan hidup yang baik dapat memungkinkan manusia dapat berkembang secara optimal, secara selaras, serasi, dan seimbang.

Analisis Kualitas Lingkungan adalah kegiatan untuk menentukan apakah suatu hal terkait lingkungan dan ekologi dalam keadaan baik atau tidak dan juga dampak apa saja yang ditimbulkan terhadap lingkungan dan ekologi serta makhluk hidup di dalamnya. Subjek yang dianalisis bisa bermacam-macam, misal: kualitas air, tanah, udara, bangunan, tanaman, dan sebagainya.

1.2 Tujuan Analisis Kualitas Lingkungan

Tujuan dari analisis kualitas lingkungan antara lain sebagai berikut:

1. Memperoleh keselamatan hubungan antara manusia dan lingkungan
2. Melindungi lingkungan terhadap dampak dari setiap perilaku yang dapat menyebabkan kerusakan dan pencemaran lingkungan
3. Memberikan informasi kepada para pengambil keputusan ditingkat pusat dan daerah
4. Memperoleh informasi tentang besarnya masalah yang ada dan langkah-langkah pengendaliannya
5. Menentukan besar kecilnya masalah, untuk meningkatkan kewaspadaan terhadap penyakit yang berkaitan dengan lingkungan

1.3 Istilah-istilah dalam Analisis Kualitas Lingkungan

Terdapat istilah-istilah dalam Analisis Kualitas lingkungan yaitu sebagai berikut

a) Baku Mutu Lingkungan (BML)

Dalam UU RI no 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup pasal 1 ayat 13 Baku mutu lingkungan hidup diartikan sebagai ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada atau harus

ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam suatu sumber daya tertentu sebagai unsur lingkungan hidup.

Baku Mutu Lingkungan (*Environmental Quality Standart*), atau biasa disingkat dengan BML, berfungsi sebagai suatu tolok ukur untuk mengetahui apakah telah terjadi kerusakan atau pencemaran lingkungan (Siahaan, 2004:288). Berikut ini beberapa kegunaan dari Baku Mutu Lingkungan Hidup (BMLH) : (Syapriillah, 2018:63)

- a. Sebagai alat evaluasi bagi badan-badan yang berwenang atas mutu lingkungan suatu daerah atau kompartemen tertentu
- b. Berguna sebagai alat penataan hukum administratif bagi pihak-pihak yang berkaitan dengan pengelolaan lingkungan hidup, seperti perusahaan industri, usaha agribisnis, perikanan, peternakan, dan lain-lain untuk mengontrol tingkat pencemaran, sehingga dapat dilakukan upaya-upaya preventive.
- c. Dapat berguna bagi pelaksanaan AMDAL yang merupakan konsep pengendalian lingkungan sejak dini.
- d. Sebagai alat kontrol untuk memudahkan pengelolaan dan pengawasan perizinan. Misalnya, parameternya telah melewati ambang batas yang ditolerir, maka dapat dianggap telah melanggar ketentuan perizinan. Dengan demikian BMLH dapat berfungsi sebagai hukum administratif.
- e. Dapat berguna bagi penentuan telah terjadinya pelanggaran hukum pidana, terutama dalam penentuan pelanggaran delik formal. Bilamana ketentuan BMLH dilanggar.

b) Nilai Ambang Batas (NAB)

Nilai Ambang Batas (NAB) ialah batas tertinggi (maksimum) dan terendah (minimum) dari kandungan zat-zat, makhluk hidup atau komponen-komponen lain yang diperbolehkan dalam setiap interaksi yang berkenaan dengan lingkungan, khususnya yang berpotensi mempengaruhi mutu tata lingkungan hidup atau ekologi (Siahaan, 2004:288).

c) Acceptable Daily Intake (ADI)

Acceptable Daily Intake (ADI) didefinisikan sebagai jumlah maksimum bahan kimia yang dapat dikonsumsi setiap hari seumur hidup tanpa risiko kesehatan yang berarti, dan didasarkan pada asupan tertinggi yang tidak menimbulkan efek samping yang dapat diamati (Denness & Wilson, 2003).

Acceptable Daily Intake (ADI) atau biasa disebut Asupan Harian yang dapat diterima tubuh menurut PERMENKES RI No. 033 Tahun 2012 adalah jumlah maksimum bahan tambahan pangan (BTP) dalam miligram per kilogram berat badan yang dapat dikonsumsi setiap hari selama hidup tanpa menimbulkan efek merugikan terhadap kesehatan. Sedangkan Bahan Tambahan Pangan (BTP) adalah bahan yang ditambahkan ke dalam pangan untuk mempengaruhi sifat atau bentuk pangan.

d) Threshold Limit Values (TLV) atau Nilai Ambang Batas

TLV adalah besarnya konsentrasi suatu bahan kimia diudara yang diijinkan memapar manusia secara continue, tanpa menyebabkan efek samping yang merugikan bagi tubuh. Ada 3 kategori TLV, yaitu: (Sumarna, Dkk, 2018:9)

a. TLV-TWA (Threshold Limit Value-Time Weighted Average)

merupakan besarnya konsentrasi suatu bahan kimia diudara yang diijinkan memapar manusia secara continue selama 8 jam setiap hari, 40 jam dalam satu minggu, tanpa menyebabkan efek samping yang merugikan pada tubuh.

b. TLV-STEL (Threshold Limit Value-Short Term Exposure Limit)

merupakan besarnya konsentrasi yang diijinkan dari suatu bahan kimia, memapar pekerja secara terus-menerus dalam waktu singkat (15 menit), tanpa menyebabkan suatu cedera, iritasi yang hebat, efek kronis terhadap jaringan lunak, efek membus. Diperbolehkan tidak lebih dari 4 kali pemaparan, dengan sedikitnya istirahat 60 menit disetiap periode pemaparan, asalkan TLV-TWA harian tidak terlampaui.

- c. TLV-Ceiling (Threshold Limit Value-Ceiling) merupakan batas paling maksimum. Konsentrasi yang tidak boleh dilanggar, dan seketika itu juga harus diambil tindakan.
- d. **NOAEL (No Observed Adversed Effect Level/** Efek Buruk yang Tidak Teramati). NOAEL adalah konsentrasi atau dosis terbesar suatu zat kimia yang dapat menimbulkan efek buruk yang tidak teramati dalam sebuah populasi uji (WHO terjemahan Widyastuti, 2000:94).. NOAEL merupakan landasan pengkajian risiko dan merupakan dasar untuk menetapkan dosis paparan pada manusia yang masih dapat ditoleransi oleh kesehatan (WHO terjemahan Widyastuti, 2000:94).. NOAEL dinyatakan dalam mg atau μg per kg berat badan per hari, dan merupakan tolok ukur pengkajian risiko terhadap zat kimia ambang serta merupakan turunan dari tingkatan paparan pada manusia yang dapat ditoleransi oleh kesehatan (WHO terjemahan Widyastuti, 2000:94).
- e. **LOAEL (Lowest Observed Adversed Effect Level/** Tingkatan Efek buruk terendah yang teramati). LOAEL merupakan dosis/konsentrasi terendah suatu zat kimia yang ditemukan melalui percobaan atau observasi dan dapat menyebabkan efek buruk pada organisme dalam kondisi pernapasan yang kuat (WHO terjemahan Widyastuti, 2000:94). Jika NOAEL tidak dapat diukur, LOAEL dapat digunakan untuk menurunkan tingkat paparan pada manusia yang dapat ditoleransi oleh kesehatan (WHO terjemahan Widyastuti, 2000:94).
- f. **Tolerable Weekly Intake (TWI)** Asupan mingguan yang dapat ditoleransi atau biasa disebut TWI merupakan perkiraan jumlah per unit berat badan dari zat yang berpotensi berbahaya atau kontaminan dalam makanan atau air yang dapat dicerna seumur hidup tanpa risiko efek kesehatan yang merugikan.

1.4 Nilai-nilai Standar Parameter Kualitas Lingkungan

Air bersih, kualitas udara, kontaminasi makanan mempunyai ukuran-ukuran kapan dikategorikan bersih, tak terpolusi, tak terkontaminasi. Ukuran-ukuran tersebut disebut parameter. Parameter mempunyai nilai baik yang bersifat kuantitatif maupun kualitatif. Parameter kualitas lingkungan harus kuantitatif supaya ukuran menjadi objektif. Untuk menetapkan parameter tidaklah mudah, banyak yang mengadopsi ketentuan-ketentuan badan dunia dan dijadikan referensi untuk digunakan sebagai acuan.

1.4.1 Ketentuan Badan Dunia (Internasional)

a. *World Health Organization (WHO)*

Organisasi ini didirikan pada tanggal 7 April 1948 dan bermarkas di Jenewa, Swiss. Tugasnya adalah melakukan koordinasi kegiatan dalam hal peningkatan kesehatan masyarakat di berbagai belahan dunia (Suhardi, 2010:10).

WHO terdiri dari Lembaga Perwakilan (*The World Health Assembly*) dan Badan Eksekutif (*Executive Board*). Lembaga perwakilan beranggotakan 193 negara dan bersidang setiap bulan Maret untuk merumuskan keputusan-keputusan penting WHO. Melalui lembaga ini pula para delegasi anggota WHO menentukan siapa yang menjadi Direktur Jendral, merencanakan anggaran organisasi, dan membahas laporan Badan Eksekutif WHO (Suhardi, 2010:10).

Contoh peran WHO adalah pelaksanaan *Africa Health Infoway* yang dilaksanakan pada tahun 2009. Program ini merupakan jaringan berbasis teknologi informasi untuk mendukung pembangunan kesehatan di 53 negara Afrika. Dukungan itu berupa penyediaan data bagi para pekerja, pengelola kesehatan, dan para pengambil keputusan dalam bidang kesehatan (Suhardi, 2010:10).

b. *American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)*

ACGIH dibentuk pada tanggal 27 Juni 1938, di Washington DC. Pendiri ACGIH ini ada 2 orang yaitu John J. Bloomfield and Royd S. Sayers. Pada awalnya ACGIH hanya terbatas 2 anggota saja namun seiring berjalannya waktu organisasi ini berkembang menjadi 59 anggota. Setelah usai perang duniake 2, anggota ACGIH terus bertambah, di tahun 1960 ada sekitar 511 anggota, di tahun 1977 ada sekitar 1.800 anggota (ACGIH, 2019).

ACGIH bertujuan untuk meningkatkan kompetensi masyarakat di bidang komunikasi, metode, proses, penelitian di bidang kebersihan tempat kerja, industry, lingkungan, epidemiologi pekerja dan sebagainya (ACGIH, 2019)

c. The Environmental Protection Agency (EPA)

Environmental Protection Agency (EPA) adalah agen independen dari pemerintah federal Amerika Serikat untuk perlindungan lingkungan. Presiden Richard Nixon mengusulkan pembentukan EPA pada 9 Juli 1970 dan mulai beroperasi pada 2 Desember 1970, setelah Nixon menandatangani perintah eksekutif (U.S EPA).

EPA memiliki kantor pusat di Washington, D.C., kantor regional untuk masing-masing dari sepuluh wilayah agensi, dan 27 laboratorium. Badan tersebut melakukan penilaian lingkungan, penelitian, dan pendidikan. Ia memiliki tanggung jawab untuk memelihara dan menegakkan standar nasional di bawah berbagai undang-undang lingkungan, dengan berkonsultasi dengan pemerintah negara bagian, suku, dan lokal. Badan ini juga bekerja dengan industri dan semua tingkat pemerintahan dalam berbagai program pencegahan polusi sukarela dan upaya konservasi energi. Pada tahun 2018, agensi memiliki 14.172 karyawan penuh waktu. Lebih dari setengah karyawan EPA adalah insinyur, ilmuwan, dan spesialis perlindungan lingkungan; karyawan lain termasuk hukum, urusan publik, keuangan, dan teknologi informasi (U.S EPA).

d. Occupational Safety and Health Administration (OSHA)

Occupational Safety and Health Administration (OSHA) adalah bagian dari Departemen Tenaga Kerja di Amerika Serikat yang dibentuk di bawah Undang-Undang Keselamatan dan Kesehatan, yang ditandatangani oleh Presiden Richard M. Nixon, pada 29 Desember 1970. OSHA memiliki misi mencegah cedera yang terkait dengan pekerjaan, penyakit, dan kematian dengan menegakkan peraturan (standarisasi) untuk kesehatan dan keselamatan kerja (US Department Of Labor)

e. NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health)

National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH; "Institut Nasional untuk Keselamatan dan Kesehatan pada Pekerjaan") adalah sebuah kantor federal Amerika Serikat yang bertanggung jawab untuk melaksanakan riset dan memberi rekomendasi bagi pencegahan luka-luka dan penyakit yang berhubungan dengan pekerjaan. NIOSH adalah bagian dari Centers for Disease Control and Prevention (CDC) dalam Department of Health and Human Services Amerika Serikat (CDC, 2018).

NIOSH berkantor pusat di Washington, D.C., dengan sejumlah laboratorium riset dan kantor di Cincinnati, Ohio; Morgantown, West Virginia; Pittsburgh, Pennsylvania; Denver, Colorado; Anchorage, Alaska; Spokane, Washington; dan Atlanta, Georgia. NIOSH merupakan sebuah organisasi profesional beragam dengan jumlah pekerja 1.300 orang yang mewakili cakupan luas disiplin ilmu termasuk epidemiologi, kedokteran, industrial hygiene, keselamatan, psikologi, teknik, kimia dan statistik. Direktur NIOSH adalah John Howard (CDC, 2018).

f. Food and Drug Administration (FDA)

Food and Drug Administration (FDA) atau badan pengawasan obat dan makanan yang ada di Amerika Serikat adalah lembaga

pemerintahan yang mengatur tentang makanan, makanan sehat, dan obat. Lembaga ini berada dibawah pengaruh kuat sejumlah perusahaan makanan olahan internasional dan perusahaan farmasi (Jae-kwang, sun, 2014:51).

FDA adalah divisi regulasi dari Department of Health dan Human Services yang mengawasi labeling kemasan, daftar bahan, unsur produk dan advertising untuk makanan dan minuman (Moriarty, dkk, 2011:106). FDA juga memeriksa keamanan dan kemurnian makanan, kosmetik dan secara khusus, FDA adalah pengawasan iklan obat, terutama iklan obat yang langsung ke konsumen. Tugasnya pertama-tama adalah memeriksa apakah obat-obat itu aman dan kemudian memeriksa apakah obat itu dipasarkan secara bertanggung jawab, pemasaran mencakup materi promosi yang ditujukan kepada dokter dan konsumen (Moriarty, dkk, 2011:106).

Sebagian besar mandat FDA didasarkan pada Undang-undang Makanan, Obat, Kosmetik Federal (Federal Food, Drug, and Cosmetic Act) yang dibuat Kongres AS. Undang-undang tersebut memberi berbagai tanggung jawab kepada FDA, termasuk tanggung jawab untuk memastikan perdagangan antar Negara bagian bebas dari makanan, obat-obatan, dan peranti medis yang tercemar atau salah label.

g. United Nations Conference on the Human Environment (UNCHE)

Stockholm, Swedia, 5-16 Juni 1972. Kebijakan atau pengaturan yang terkait dengan pembangunan berkelanjutan di dunia internasional berada dalam lingkup Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB). Pengaturan mengenai pembangunan berkelanjutan di dunia internasional di mulaisejak 1972, dimana UN Conference on the Human Environment (UNCHE) atau Konferensi PBB tentang Lingkungan Hidup Manusia diselenggarakan di Stockholm, Swedia, dihadiri oleh 113 negara, 21 badan atau organisasi PBB, dan 16

organisasi antar pemerintah (IGOs). Di samping itu, 259 organisasi nonpemerintah (NIGOs) yang mewakili berbagai kelompok, termasuk di dalamnya organisasi atau lembaga swadaya masyarakat, seperti Ierra Club, The International Association of Art Critics sebagai peninjau (Silalahi, 2001)

Hasil dari konferensi tersebut dinamakan dengan Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment, dimana hasilnya pernyataan bahwa: (Silalahi, 2001)

- a) Manusia adalah makhluk yang baik sekaligus merusak bagi lingkungan, yang menyediakan kelangsungan fisik dan mengupayakan kesempatan bagi manusia untuk pertumbuhan moral, sosial, dan spiritual.
- b) Perlindungan dan peningkatan lingkungan manusia adalah isu utama yang mempengaruhi kesejahteraan manusia dan pembangunan ekonomi di seluruh dunia; hal tersebut merupakan keinginan yang mendesak dari masyarakat di seluruh dunia dan kewajiban dari seluruh pemerintahan.
- c) Manusia telah secara konstan menambah pengalaman dan terus menemukan, menciptakan, membuat, dan melakukan mengembangkan.
- d) Di Negara Berkembang kebanyakan permasalahan-permasalahan lingkungan disebabkan oleh tidak adanya pembangunan.
- e) Pertumbuhan alami populasi secara terus menerus menciptakan permasalahan bagi pelestarian lingkungan dan kebijakan yang memadai dan tindakan yang harus diadopsi, yang sesuai, untuk menghadapi permasalahan ini.
- f) Kesimpulan telah dicapai dalam sejarah pada saat kita harus membentuk aksi-aksi kita keseluruhan dunia dengan perlakuan yang lebih hati-hati bagi konsekuensi lingkungan mereka.
- g) Untuk mencapai tujuan lingkungan ini akan membutuhkan penerimaan tanggung jawab oleh warga negara dan komunitas

dan oleh perusahaan dan institusi di setiap tingkatan, semua upaya umum dibagi secara adil.

h. United Nations Environment Programme (UNEP)

United Nations Environment Programme (UNEP) berperan mengkoordinasikan aktivitas-aktivitas alam sekitar Perserikatan Bangsa-Bangsa dengan membantu negara-negara berkembang melaksanakan kebijakan mengenai alam dan menggalakkan sustainable development di dunia. Organisasi ini didirikan setelah United Nations Conference on the Human Environment (UNCHE) pada Juni 1972 dan bermarkas di Nairobi, Kenya. UNEP juga memiliki enam kantor regional. Misi UNEP adalah “melengkapi kepemimpinan dan mendorong hubungan kerjasama dalam kepedulian terhadap lingkungan melalui pembentukan inspirasi, pemberian informasi yang memungkinkan rakyat dan bangsa untuk memperbaiki kualitas hidup mereka tanpa membahayakan generasi penerus bangsa”. UNEP terdiri dari beberapa divisi, termasuk Divisi Teknologi, Industri dan Ekonomi (DTIE).

1.4.2 Peraturan tentang lingkungan hidup (dalam negeri)

a. UU RI No. 32 Th 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup

Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945 menyatakan bahwa lingkungan hidup yang baik dan sehat merupakan hak asasi dan hak konstitusional bagi setiap warga negara Indonesia. Oleh karena itu, negara, pemerintah, dan seluruh pemangku kepentingan berkewajiban untuk melakukan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup dalam pelaksanaan pembangunan berkelanjutan agar lingkungan hidup Indonesia dapat tetap menjadi sumber dan penunjang hidup bagi rakyat Indonesia serta Mahluk hidup lain.

b. PP RI No 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air

Air merupakan sumber daya alam yang memenuhi hajat hidup orang banyak sehingga perlu dilindungi agar dapat tetap bermanfaat bagi hidup dan kehidupan manusia serta makhluk hidup lainnya. Untuk menjaga atau mencapai kualitas air sehingga dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan sesuai dengan tingkat mutu air yang diinginkan, maka perlu upaya pelestarian dan atau pengendalian. Pelestarian kualitas air merupakan upaya untuk memelihara fungsi air agar kualitasnya tetap pada kondisi alamiahnya.

c. PPRI No. 41 Th 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara

BAKU MUTU UDARA AMBIEN NASIONAL

No.	Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	Metode Analisis	Peralatan
1	SO ₂	1 Jam	900 ug/Nm ³	Pararosanilin	Spektrofotometer
	(Sulfur Dioksida)	24 Jam	365 ug/Nm ³		
		1 Thn	60 ug/Nm ³		
2	CO	1 Jam	30.000 ug/Nm ³	NDIR	NDIR Analyzer
	(Karbon Monoksida)	24 Jam	10.000 ug/Nm ³		
		1 Thn	-		

d. Kep-51/Menlh/10/1995 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri

**BAKU MUTU LIMBAH CAIR UNTUK INDUSTRI SUSU,
MAKANAN YANG TERBUAT DARI SUSU**

PARAMETER	KADAR MAKSIMUM (mg/L)	BEBAN PENCEMARAN MAKSIMUM	
		PABRIK SUSU DASAR (kg/ton)	PABRIK TERPADU (kg/ton)
BOD ₅	40	0,14	0,2
COD	100	0,35	0,5
TSS	50	0,175	0,25
pH		6,0 - 9,0	6,0 - 9,0
Debit Limbah Maksimum		3,5 L per kg total padatan susu	5,0 L per kg produk

BAKU MUTU LIMBAH CAIR UNTUK INDUSTRI MINUMAN RINGAN

PARAMETER	KADAR MAKSIMUM (mg/L)	BEBAN PENCEMARAN MAKSIMUM (gram/m ³)			
		DENGAN PENCUCIAN BOTOL DAN DENGAN PEMBUATAN SIROP	DENGAN PENCUCIAN BOTOL DAN TANPA PEMBUATAN SIROP	TANPA PENCUCIAN BOTOL DAN DENGAN PEMBUATAN SIROP	TANPA PENCUCIAN BOTOL DAN TANPA PEMBUATAN SIROP
BOD ₅	100	600	500	300	200
TSS	90	540	450	270	180
Minyak dan Lemak	12	72	60	36	24
pH		6,0 - 9,0	6,0 - 9,0	6,0 - 9,0	6,0 - 9,0
Debit Limbah Maksimum		5 L pper L produk minuman	5 L pper L produk minuman	3 L pper L produk minuman	2 L pper L produk minuman

**BAKU MUTU LIMBAH CAIR UNTUK INDUSTRI SABUN, DITERJEN, DAN
PRODUK – PRODUK MINYAK NABATI**

PARAMETER	KADAR MAKSIMUM (mg/L)	BEBAN PENCEMARAN MAKSIMUM (kg/ton)		
		SABUN	MINYAK NABATI	DITERJEN
BOD ₅	125	2,50	7,50	0,75
COD	300	6,0	18,0	1,8
TSS	100	2,0	6,0	0,6
Minyak dan Lemak	25	0,50	1,5	0,15
Fosfat (sbg PO ₄)	3	0,06	0,18	0,018
MBAS	5	0,1	0,3	0,03
pH		6,0 - 9,0		
Debit Limbah Maksimum		20 M ³ per ton produk sabun	60 M ³ per ton produk minyak nabati	6 M ³ per ton produk diterjen

**e. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor
1405/Menkes/Sk/Xi/2002 Tentang Persyaratan Kesehatan
Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri
LINGKUNGAN KERJA PERKANTORAN**

AIR BERSIH :

Kualitas air bersih harus memenuhi syarat kesehatan yang meliputi persyaratan fisik, kimia, mikrobiologi dan radioaktif sesuai dengan peraturan dan perundang-undangan yang berlaku.

UDARA RUANGAN :

1. Suhu 18-28 °C dan kelembapan 40%-60%
2. Kandungan Debu juga disesuaikan
3. Pertukaran Udara 0,283 M³/menit / orang dengan laju ventilasi 0,15-0,25
4. Gas pencemar disesuaikan
5. Mikrobiologi (angka kuman kurang dari 700 koloni/ M³ udara dan bebas kuman patogen)

LIMBAH :

Pemisahan antara Limbah padat dan Limbah cair

PENCAHAYAAN DI RUANGAN :

Insentitas cahaya di ruang kerja minimal 100 lux

KEBISINGAN DI RUANGAN :

Tingkat kebisingan di ruang kerja maksimal 85 dBA

I. PARAMETER WAJIB

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter Mikrobiologi		
	1) E.Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0
	2) Total Bakteri Koliform	Jumlah per 100 ml sampel	0
	b. Kimia an-organik		
	1) Arsen	mg/l	0,01
	2) Fluorida	mg/l	1,5
	3) Total Kromium	mg/l	0,05
	4) Kadmium	mg/l	0,003
	5) Nitrit, (Sebagai NO ₂ ⁻)	mg/l	3
	6) Nitrat, (Sebagai NO ₃ ⁻)	mg/l	50
	7) Sianida	mg/l	0,07
	8) Selenium	mg/l	0,01
2	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
	a. Parameter Fisik		
	1) Bau		Tidak berbau
	2) Warna	TCU	15
	3) Total zat padat terlarut (TDS)	mg/l	500
	4) Kekeruhan	NTU	5
	5) Rasa		Tidak berasa
	6) Suhu	°C	suhu udara ± 3
	b. Parameter Kimiawi		
	1) Aluminium	mg/l	0,2
	2) Besi	mg/l	0,3
	3) Kesadahan	mg/l	500
	4) Klorida	mg/l	250
	5) Mangan	mg/l	0,4
	6) pH		6,5-8,5

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
	7) Seng	mg/l	3
	8) Sulfat	mg/l	250
	9) Tembaga	mg/l	2
	10) Amonia	mg/l	1,5

g. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, Dan Pemandian Umum

Tabel 1. Parameter Fisik dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi

No.	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
1.	Kekeruhan	NTU	25
2.	Warna	TCU	50
3.	Zat padat terlarut (<i>Total Dissolved Solid</i>)	mg/l	1000
4.	Suhu	°C	suhu udara ± 3
5.	Rasa		tidak berasa
6.	Bau		tidak berbau

Tabel 2. Parameter Biologi dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi

No.	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
1.	Total coliform	CFU/100ml	50
2.	E. coli	CFU/100ml	0

Tabel 3. Parameter Kimia dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi

No.	Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
Wajib			
1.	pH	mg/l	6,5 - 8,5
2.	Besi	mg/l	1
3.	Fluorida	mg/l	1,5
4.	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/l	500
5.	Mangan	mg/l	0,5
6.	Nitrat, sebagai N	mg/l	10

7.	Nitrit, sebagai N	mg/l	1
8.	Sianida	mg/l	0,1
9.	Deterjen	mg/l	0,05
10.	Pestisida total	mg/l	0,1
Tambahan			
1.	Air raksa	mg/l	0,001
2.	Arsen	mg/l	0,05
3.	Kadmium	mg/l	0,005
4.	Kromium (valensi 6)	mg/l	0,05
5.	Selenium	mg/l	0,01
6.	Seng	mg/l	15
7.	Sulfat	mg/l	400
8.	Timbal	mg/l	0,05

RANGKUMAN

1. Analisis Kualitas Lingkungan adalah kegiatan untuk menentukan apakah suatu hal terkait lingkungan dan ekologi dalam keadaan baik atau tidak dan juga dampak apa saja yang ditimbulkan terhadap lingkungan dan ekologi serta makhluk hidup didalamnya.
2. Salah satu tujuan dari analisis kualitas lingkungan adalah Memperoleh keselamatan hubungan antara manusia dan lingkungan. Terdapat istilah-istilah dalam analisis kualitas lingkungan, meliputi : Baku Mutu Lingkungan, Nilai Ambang Batas, ADI, TLV, NOAEL, LOAEL, TWI. Dalam analisis kualitas lingkungan terdapat standar parameter untuk mengetahui kualitas lingkungan baik internasional maupun nasional.

SOAL LATIHAN

Jawablah soal di bawah ini pada lembar jawaban yang disediakan dengan memberi tanda silang (X) pada salah satu jawaban yang Anda anggap paling benar.

1. Undang-undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup menjelaskan baku mutu lingkungan hidup adalah ukuran batas atau kadar: yang ada atau harus ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam suatu sumber daya tertentu sebagai unsur lingkungan hidup.

Isian dari titik-titik di atas yang tidak tepat adalah

- a. makhluk hidup
- b. zat
- c. energi
- d. komponen
- e. bahan kimia saja

2. Fungsi dari adanya *Environmental Quality Standart* meliputi

a. Sebagai alat evaluasi bagi badan yang berwenang atas mutu lingkungan suatu daerah

b. alat penataan hukum administratif bagi pihak yang berkaitan dengan pengelolaan lingkungan hidup

c. alat kontrol untuk memudahkan pengelolaan dan pengawasan perizinan

d. Semua benar

e. Bukan salah satu di atas

Untuk soal nomor 3-7

Jodohkan pernyataan pada lajur kiri dengan lajur kanan

3. ADI a. besarnya konsentrasi suatu bahan kimia diudara yang diijinkan memapar manusia secara continue selama 8 jam setiap hari, 40 jam dalam satu minggu, tanpa menyebabkan efek samping yang merugikan pada tubuh.

4. NOAEL b. jumlah maksimum bahan kimia yang dapat dikonsumsi setiap hari seumur hidup tanpa risiko kesehatan yang berarti, dan didasarkan pada asupan tertinggi yang tidak menimbulkan efek samping yang dapat diamati

5. TLV- TWA c. dosis tertinggi di mana tidak ada efek toksik atau efek samping yang diamati.

6. LOAEL d. konsentrasi yang tidak boleh dilampaui setiap saat.

7. TLV-Ceiling e. dosis terendah di mana ada efek toksik atau efek samping yang diamati.

Untuk soal nomor 8-12

Jodohkan pernyataan sebelah kiri dengan penjelasan di sebelah kanan

8. FDA a. bagian dari Departemen Tenaga Kerja di Amerika Serikat yang dibentuk di bawah Undang-Undang Keselamatan dan Kesehatan

9. NIOSH b. bertujuan untuk meningkatkan kompetensi masyarakat di bidang komunikasi, metode, proses, penelitian di bidang kebersihan tempat kerja, industry, lingkungan, epidemiologi pekerja

10. EPA c. badan pengawasan obat dan makanan yang ada di Amerika Serikat

11. ACGIH d. sebuah kantor federal Amerika Serikat yang bertanggung jawab untuk melaksanakan riset dan memberi rekomendasi bagi pencegahan luka-luka dan penyakit yang berhubungan dengan pekerjaan

12. OSHA e. agen independen dari pemerintah federal Amerika Serikat untuk perlindungan lingkungan

BAB II | KINETIKA BAHAN PENCEMAR DALAM LINGKUNGAN

Tujuan

Setelah membaca bagian ini, mahasiswa diharapkan dapat

1. Menjelaskan Pencemaran Lingkungan
2. Menjelaskan Sumber Pencemaran Lingkungan
3. Menjelaskan Perubahan Bentuk Zat Polutan
4. Menjelaskan Mekanisme Pergerakan Bahan Pencemar di Tanah
5. Menjelaskan Mekanisme Pergerakan Bahan Pencemar di Air
6. Menjelaskan Mekanisme Pergerakan Bahan Pencemar di Udara

Deskripsi Materi

Pada bab ini akan diuraikan tentang; (1) Menjelaskan Pencemaran Lingkungan (2) Menjelaskan Sumber Pencemaran Lingkungan (3) Menjelaskan Perubahan Bentuk Zat Polutan (4) Menjelaskan Mekanisme Pergerakan Bahan Pencemar di Tanah (5) Menjelaskan Mekanisme Pergerakan Bahan Pencemar di Air (6) Menjelaskan Mekanisme Pergerakan Bahan Pencemar di Udara

Kata Kunci: pencemaran lingkungan, sumber pencemaran, karakteristik bahan pencemar, polutan

2.1 Pengertian Pencemaran Lingkungan

Environmental pollution is the unfavourable alteration of our surroundings, wholly or largely as a by-product of man's actions, through direct or indirect effects of changes in energy patterns,

radiation levels, chemical and physical constitution and abundances of organisms. These changes may effect man directly, or through his supplies of water and of agricultural and other biological products, his physical objects or possessions, or his opportunities for recreation and appreciation of nature (Andrews, 1972).

Dalam Bahasa Indonesia, polusi lingkungan adalah perubahan yang tidak menguntungkan dari lingkungan kita, seluruhnya atau sebagian besar sebagai produk sampingan dari tindakan manusia, melalui efek langsung atau tidak langsung dari perubahan pola energi, tingkat radiasi, konstitusi kimia dan fisik dan kelimpahan organisme. Perubahan-perubahan ini dapat mempengaruhi manusia secara langsung, atau melalui persediaan air dan hasil pertanian dan produk biologis lainnya, benda atau harta benda fisiknya, atau kesempatannya untuk rekreasi dan apresiasi terhadap alam (Andrews, 1972).

Pollution is an undesirable change in the physical, chemical, or biological characteristics of our air, land and water that may or will harmfully affect human life or that of desirable species, our industrial processes living conditions, and cultural assets; or that may or will waste or deteriorate our raw material resources (Odum, 1971).

Dalam Bahasa Indonesia, polusi adalah perubahan yang tidak diinginkan dalam karakteristik fisik, kimia, atau biologis udara, tanah, dan air kita yang dapat atau akan membahayakan kehidupan manusia atau spesies yang diinginkan, proses kehidupan industri kita, dan aset budaya, atau yang dapat atau akan menya-nyiaikan atau memperburuk sumber daya bahan baku kita (Odum, 1971).

Pollution can be defined as an undesirable change in the physical, chemical, or biological characteristics of the air, water, or land that can harmfully affect health, survival, or activities of humans or other living organisms (Miller, 1979).

Dalam Bahasa Indonesia, polusi dapat didefinisikan sebagai perubahan yang tidak diinginkan dalam karakteristik fisik, kimia, atau biologis dari udara, air, atau tanah yang dapat membahayakan kesehatan, kelangsungan hidup, atau aktivitas manusia atau organisme hidup lainnya (Miller, 1979).

Perubahan faktor abiotik, baik secara alamiah maupun karena ulah manusia yang telah melebihi ambang batas toleransi ekosistem biotik disebut sebagai pencemaran atau polusi (Darmono, 2001).

Definisi-definisi di atas menunjukkan bahwa polusi yang disebabkan oleh bahan pencemar (*pollutants*) tidak mudah didefinisikan. Pencemaran dapat menimbulkan berbagai masalah kompleks dan polusi bukan masalah ilmuwan saja, tetapi masalah semua manusia. Bahan pencemar merupakan sisa-sisa dari segala sesuatu yang kita buat, kita gunakan, dan kita buang.

Secara umum masalah polusi dapat digambarkan sebagai berikut:

- a. Bila polusi mempengaruhi kehidupan manusia, ia adalah masalah kesehatan. Bila polusi yang terjadi mempengaruhi kepemilikan dan kesehatan, ia adalah masalah ekonomi.
- b. Bila polusi yang terjadi mempengaruhi kehidupan organisme, ia adalah masalah konservasi sumber daya alam. Bila polusi yang terjadi mempengaruhi perasaan, ia adalah masalah estetika.

2.2 Sumber Pencemaran Lingkungan

Pencemaran lingkungan dapat berasal dari berbagai sumber. Sumber pencemaran lingkungan dapat berasal dari aktivitas atau proses alam dan kegiatan manusia. Berikut rincian sumber pencemaran lingkungan: (Setiawan, 2018).

2.2.1 Aktivitas atau Proses Alam

Lingkungan dalam suatu ekosistem dapat mengalami perubahan sebagian atau menyeluruh. Biasanya perubahan total

terjadi akibat bencana alam, seperti banjir, lahar panas atau lahar dingin, letusan gunung berapi yang mengeluarkan partikel-partikel debu yang dapat mencemari udara, gempa, gelombang tsunami, angin topan dan lain-lain. Terjadinya kerusakan atau perubahan yang diakibatkan oleh faktor alam dapat merusak habis semua komunitas yang ada di lingkungan tersebut. Komunitas itu akan muncul kembali (suksesi) yang membutuhkan waktu cukup lama, bahkan sampai ratusan tahun, contohnya suksesi pada Gunung Krakatau akibat letusan dahsyat yang terjadi lebih dari 150 tahun yang lalu. Meskipun alam menjadi sumber pencemar tetapi relatif jarang terjadi dan umumnya berdampak lokal dan sesaat (Setiawan, 2018).

2.2.2 Kegiatan Manusia

Pencemaran lingkungan yang utama berasal dari kegiatan manusia seperti kegiatan rumah tangga dan perumahan, industri, pertanian dan transportasi. Pencemaran tersebut berlangsung terus menerus dan dampaknya juga terus dirasakan, bahkan beberapa diantaranya berdampak luas atau global. Faktor-faktor penyebab terjadinya pencemaran lingkungan sebagai hasil samping perbuatan manusia meliputi: faktor Industrialisasi, faktor urbanisasi, faktor, faktor kepadatan penduduk dan faktor perkembangan ekonomi. Faktor-faktor di atas saling mempengaruhi secara kompleks. Apabila salah satu faktor terjadi, maka faktor lainnya dapat terjadi, dengan demikian terjadinya pencemaran lingkungan tidak dapat dihindari. Contoh masing-masing faktor tersebut sebagai berikut: (Setiawan, 2018).

a. Faktor industrialisasi

- a) Pertambangan, transportasi, penyulingan dan pengolahan bahan hingga menghasilkan barang yang dapat digunakan.
- b) Pertambangan, transportasi, penyulingan dan penggunaan bahan bakar untuk menghasilkan energi.

c) Sisa-sisa buangan yang dihasilkan sebagai hasil sampingan selama proses-proses di atas.

b. Faktor urbanisasi

a) Pembukaan hutan untuk perkampungan, industri dan sistem transportasi.

b) Penimbunan atau menumpuknya sisa-sisa buangan/sampah dan hasil samping selama proses-proses di atas.

c. Perkembangan/pertumbuhan penduduk yang pesat

a) Meningkatnya kebutuhan tempat tinggal/perumahan.

b) Meningkatnya kebutuhan pangan dan kebutuhan energy.

c) Meningkatnya kebutuhan barang-barang konsumsi dan bahan-bahan untuk hidup.

d. Faktor cara hidup

Tabel 1. Aktivitas manusia dan hasil samping yang ditimbulkan

No.	Jenis aktivitas	Hasil samping yang ditimbulkan
1.	Rumah tangga	<ul style="list-style-type: none"> a. Pembuangan kotoran, air kotoran b. Sampah c. Pencemaran udara d. Kebutuhan tempat tinggal, dan lain-lain
2.	Transportasi	<ul style="list-style-type: none"> a. Pencemaran Udara b. Pencemaran Air c. Pencemaran Suara d. Kecelakaan e. Kebutuhan tanah untuk jalan, dan lainlain
3.	Industri dan Pabrik	<ul style="list-style-type: none"> a. Pencemaran Udara b. Pencemaran Air c. Pencemaran tanah d. Sampah/sisa-sisa sebagai buangan e. Pencemaran panas f. Suara/kebisingan

		g. Kebutuhan tanah, dan lain
4.	Pertambangan	a. Pencemaran udara karena debu b. Pencemaran air c. Sampah/sisa-sisa sebagai buangan d. Kebutuhan tanah, dan lain-lain
5.	Pertanian	a. Pencemaran Air b. Pencemaran tanah c. Buangan kotoran d. Kebutuhan tanah, dan lain-lain

a) Penggunaan barang kebutuhan secara berlebihan sehingga terbuang percuma.

b) Tuntutan akan kemewahan.

c) Pemborosan energi.

e. Faktor perkembangan ekonomi

a) Meningkatnya penggunaan bahan sumber, misal BBM, hasil hutan.

b) Meningkatnya sisa-sisa buangan sebagai hasil sampingan produksi barang-barang kepentingan dalam pabrik dan meningkatnya bahan pencemar.

f. Pencemaran lingkungan akibat kegiatan rumah tangga dan perorangan

Kegiatan rumah tangga biasanya terdiri atas kegiatan memasak, mencuci dan buang air. Selain itu, dalam rumah tangga juga terdapat kegiatan konsumsi, baik bahan organik maupun anorganik yang sisanya dibuang ke lingkungan. Kegiatan-kegiatan tersebut menghasilkan limbah dalam berbagai bentuk diantaranya bentuk padat maupun cair dan bentuk organik maupun anorganik. (Setiawan, 2018).

Kegiatan memasak menghasilkan limbah organik dan anorganik. Limbah organik berasal dari sisa sayuran dan makanan lainnya yang tidak termakan. Sampah atau limbah ini mudah hancur dan bisa dimanfaatkan untuk keperluan lain seperti pakan ikan dan pembuatan kompos. Limbah anorganik biasanya berupa plastik dan kaleng yang berasal dari pembungkus makanan. Limbah ini relatif sulit untuk dihancurkan walaupun ditimbun. Kegiatan rumah tangga juga menghasilkan limbah dari kegiatan mencuci berupa sabun dan detergen serta bahan pembersih lainnya (misanya pembersih lantai). Detergen yang dibuang ke lingkungan perairan (selokan, sungai, kolam, danau) akan mengganggu kehidupan yang ada dalam air diantaranya: (Setiawan, 2018).

- a) Larutan sabun akan menaikkan pH atau keasaman air sehingga dapat mengganggu kehidupan organisme dalam air.
- b) Bahan antiseptik yang ditambahkan ke dalam sabun/detergen dapat mengganggu atau mematikan mikroorganisme normal dalam air.
- c) Ada bahan sabun dan detergen yang tidak diurai oleh mikroorganisme sehingga dapat merusak lingkungan. Meskipun demikian, saat ini mulai banyak sabun dan detergen yang dapat dipecah atau diurai oleh mikroorganisme.

Kegiatan rumah tangga lainnya berupa buang air atau tinja dapat mencemari air sungai dan air tanah dengan berkembangnya bakteri *Escherichia coli* (pada tinja). Bakteri ini dapat mengakibatkan gejala diare. (Setiawan, 2018).

g. Pencemaran lingkungan dari kegiatan industri

Pada zaman dahulu jumlah manusia masih sedikit dan kebutuhan mereka masih terbatas berupa makanan, pakaian sederhana dan tempat tinggal yang sederhana. Saat ini jumlah manusia semakin banyak dan kebutuhannya juga semakin beragam. Makanan yang mereka makan semakin beragam jenisnya, begitu juga dengan pakaian dan rumah. Untuk memenuhi

kebutuhan tersebut banyak industri dibangun dan semakin banyak pula sumber daya alam yang diambil dari alam (Setiawan, 2018).

Kondisi tersebut membawa dampak terhadap lingkungan berupa munculnya sampah atau limbah yang jumlahnya semakin banyak dan bervariasi terutama limbah anorganik yang sulit untuk diurai oleh mikroorganisme. Hal ini terjadi karena industri pada dasarnya adalah usaha untuk mengubah atau mengolah bahan mentah menjadi bahan jadi. Setiap pengubah tersebut pasti menghasilkan residu atau sisa berupa sampah atau limbah. Berdasarkan hukum fisika yang disebut dengan hukum termodinamika II yang berbunyi “setiap pemakaian suatu bentuk atau unit energi tidak pernah tercapai efisiensi 100%. Dalam suatu proses tertentu perubahan suatu bentuk energi menjadi energi lain selalu menghasilkan sisa yang tidak terpakai pada proses itu atau disebut “*entropy*” (Setiawan, 2018).

Pada dasarnya bahan mentah yang diolah dalam proses industri juga merupakan bentuk energi karena itu, setiap perubahan bahan mentah menjadi barang jadi maupun setengah jadi pasti menghasilkan sisa atau residu berupa sampah atau limbah yang tidak termanfaatkan dalam proses itu seperti yang disebutkan oleh hukum termodinamika II. Meskipun sampah adalah sisa yang tidak dipakai oleh industri yang menghasilkannya tetapi sampah tersebut juga adalah energi yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan lain. Sebagai contoh, pabrik tahu menghasilkan limbah berupa ampas tahu. Ampas tahu dapat dimanfaatkan untuk kepentingan lain seperti pakan ikan dan ternak. Industri terdiri dari berbagai jenis dengan limbah yang juga beragam. Sebagian limbah tersebut berupa limbah padat (sampah) dan sebagian lainnya berupa limbah cair serta limbah gas. Limbah padat mencemari lingkungan perairan dan daratan, sedangkan limbah gas mencemari udara. Diantara limbah tersebut merupakan limbah berbahaya dan beracun (B3) (Setiawan, 2018).

h. Pencemaran lingkungan dari kegiatan pertanian

Kegiatan pertanian dimulai dari pembukaan lahan hutan, pengolahan lahan, penanaman, pemeliharaan, panen dan kegiatan setelah panen. Setiap kegiatan tersebut menghasilkan berbagai limbah yang dibuang ke lingkungan. Pada saat pembukaan lahan untuk pertanian dilakukan, biasanya didatangkan peralatan berat, sehingga menimbulkan kebisingan. Lahan yang telah dibuka menimbulkan pengikisan atau erosi yang partikel-partikelnya mencemari sungai dan danau. Partikel-partikel hasil erosi tersebut masuk ke dalam sungai sehingga warna sungai tampak kecoklatan. Banyaknya partikel dalam sungai mengakibatkan berkurangnya oksigen dalam sungai dan terbatasnya sinar matahari yang menembus masuk ke dalam sungai. Hal ini dapat mengakibatkan terganggunya pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup yang ada di dalamnya (Setiawan, 2018).

Kegiatan pemeliharaan pada saat tanaman telah ditanam biasanya menggunakan pupuk dan pestisida. Penggunaan pupuk yang berlebihan tidak akan semuanya dipakai oleh tanaman sasaran, melainkan akan hanyut ke perairan sekitarnya. Pupuk yang terbuang tersebut akan menyuburkan wilayah perairan sehingga mempercepat pertumbuhan tanaman air seperti enceng gondok, kayambang dan pandan air. Apabila hal ini terus berlangsung maka sungai atau danau akan tertutup oleh tanaman tersebut sehingga terjadi pendangkalan (Setiawan, 2018).

Penggunaan pestisida juga dapat mencemari lingkungan jika digunakan secara berlebihan. Organisme yang mati tidak hanya hama yang dijadikan sasaran tetapi juga organisme atau makhluk hidup lainnya yang bukan sasaran. Bahkan yang lebih berbahaya adalah jika pestisida diserap oleh akar tanaman dan masuk dalam buah yang akan dimakan. Pestisida juga dapat melekat atau masuk melalui daun atau buah sehingga dapat membahayakan kesehatan manusia (Setiawan, 2018).

Pada saat panen, pencemaran juga dapat terjadi saat sisa tanaman yang tidak terpakai dibuang ke lingkungan. Misalnya, ketika panen padi maka jerami dapat menjadi sampah yang mencemari lingkungan jika tidak dimanfaatkan untuk keperluan lain. Setelah proses panen dilakukan, pencemaran juga dapat terjadi ketika pengolahan hasil panen menghasilkan limbah. Sebagai contoh, proses penggilingan pada menghasilkan limbah berupa sekam. Proses pengalengan hasil panen menjadi makanan kaleng juga dapat menghasilkan limbah berupa biji atau kulit serta bagian lain yang tidak dipakai. (Setiawan, 2018).

2.2.3 Karakteristik Bahan Pencemar

Berdasarkan sifat zat pencemar (polutan), pencemaran lingkungan dapat dibedakan menjadi tiga kelompok, yaitu pencemaran kimiawi, pencemaran fisik, dan pencemaran biologis (Saktiyono, 2004).

a. Pencemaran Kimiawi

Pencemaran kimiawi adalah pencemaran yang disebabkan oleh zat-zat kimia. Misalnya jenis-jenis logam berat yang terdapat dalam limbah pabrik seperti raksa dan timbal. Limbah adalah sisa proses produksi.

b. Pencemaran Fisik

Pencemaran fisik adalah pencemaran yang disebabkan oleh zat cair, padat, atau gas. Zat cair yang menyebabkan pencemaran, misalnya limbah pabrik dan limbah rumah tangga. Zat padat yang menyebabkan pencemaran misalnya sampah. Gas yang menyebabkan pencemaran, misalnya asap dari pabrik.

c. Pencemaran Biologis

Pencemaran biologis adalah pencemaran yang disebabkan oleh berbagai macam mikroorganisme penyebab penyakit. Misalnya sumur atau sumber air yang digunakan sehari-hari tercemar kuman penyebab penyakit.

2.3 Perubahan Bentuk Zat Polutan

2.3.1 Pengertian Polutan

Polusi atau pencemaran lingkungan adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan, atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam sehingga kualitas lingkungan turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (Undang-undang Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup No. 4 Tahun 1982).

Sedangkan menurut Firmansyah (2009) zat atau bahan yang dapat mengakibatkan pencemaran disebut polutan. Syarat-syarat suatu zat disebut polutan bila keberadaannya dapat menyebabkan kerugian terhadap makhluk hidup. Contohnya, karbon dioksida dengan kadar 0,033% di udara berfaedah bagi tumbuhan, tetapi bila lebih tinggi dari 0,033% dapat memberikan efek merusak.

2.3.2 Sifat-Sifat Polutan

Menurut Firmansyah (2009) sifat-sifat polutan sebagai berikut:

- a. Merusak untuk sementara, tetapi bila telah bereaksi dengan zat lingkungan tidak merusak lagi
- b. Merusak dalam jangka waktu lama. Contohnya Pb tidak merusak bila konsentrasinya rendah. Akan tetapi dalam jangka waktu yang lama, Pb dapat terakumulasi dalam tubuh sampai tingkat yang merusak.

2.3.3 Jenis-Jenis Polutan

Firmansyah (2009) mengungkapkan bahwa Komposisi gas di atmosfer dapat mengalami perubahan karena polusi udara akibat dari aktivitas alam maupun dari berbagai aktivitas manusia. Sumber pencemaran udara dapat berasal dari kebakaran hutan, debu, industri dan alat transportasi seperti kendaraan bermotor, mobil dll. Bahan pencemaran udara (polutan) secara umum dapat

digolongkan menjadi dua golongan dasar, yaitu partikel dan gas. Beberapa jenis polutan pencemar udara antara lain sebagai berikut:

1. Gas Karbon Monoksida (CO) dan Karbon Dioksida (CO₂)

Gas karbon monoksida (CO) timbul akibat dari proses pembakaran yang tidak sempurna. Karbon monoksida (CO) dapat bersumber dari proses pembakaran tidak Sempurna. Proses pembakaran tidak sempurna dapat terjadi pada mesin kendaraan, seperti mobil, sepeda motor, mesin, industri, kereta api, dan lain-lain. Proses pembakaran ini akan menghasilkan gas CO. Contoh, jika anda menghidupkan mesin mobil di dalam garasi, maka garasi harus dalam keadaan terbuka. Apabila garasi berada dalam keadaan tertutup rapat, maka gas CO yang keluar dari knalpot akan memenuhi ruangan garasi tersebut. Jika terhirup oleh seseorang dalam jumlah yang banyak dapat menyebabkan keracunan yang ditandai dengan badan lemas dan apabila berlanjut lama dapat menyebabkan kematian.

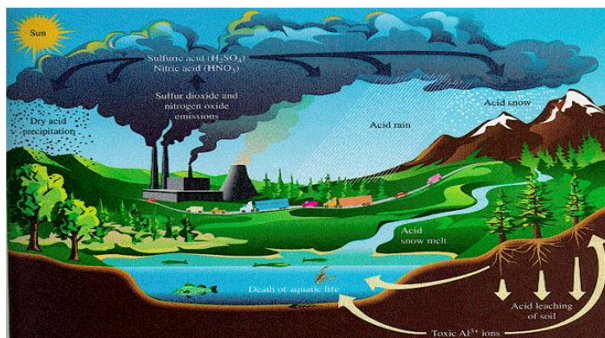
Gas CO merupakan gas yang tidak berbau, tidak berasa, dan tidak stabil. Gas ini sangat reaktif terhadap hemoglobin darah dan afinitas hemoglobin (Hb) terhadap CO lebih tinggi dibandingkan afinitas Hb terhadap O₂. Apabila gas CO ini terhirup melalui saluran pernapasan dan berdifusi ke dalam darah, maka CO akan lebih cepat berikatan dengan Hb dibandingkan dengan oksigen. Akibatnya, CO akan terbawa ke jaringan dan oksigen dalam tubuh menjadi berkurang sehingga tubuh akan mengalami pusing dan sakit kepala. Selain itu, penumpukan CO dalam jaringan dapat menimbulkan keracunan.

Gas karbon dioksida (CO₂) berasal dari hasil pembakaran hutan, industri, pesawat terbang, pesawat luar angkasa, kapal dan mesin-mesin seperti motor, mobil, serta kereta api. Hasil pembakaran tersebut akan meningkatkan kadar CO₂, sehingga udara tercemar. Apabila kadar CO₂ di udara terus meningkat dan melebihi batas toleransi yaitu melebihi 0,0035 % serta tidak segera

diubah oleh tumbuhan menjadi oksigen, maka dapat menyebabkan terbentuknya gas rumah kaca yang efeknya akan meningkatkan pemanasan global suhu bumi (*global warming*). Hal tersebut terjadi karena sebagian sinar matahari yang masuk ke bumi tersebut tetap berada di permukaan bumi dan akan meningkatkan suhu bumi (pemanasan global). Pemanasan global ini dapat mengakibatkan bahaya kekeringan yang hebat yang mengganggu kehidupan manusia dan mencairnya lapisan es di daerah kutub. Gas karbon dioksida ini berasal dari asap pabrik, pembakaran sampah, kebakaran hutan, dan asap kendaraan bermotor. Selain itu, efek dari gas rumah kaca juga dipicu oleh hasil pembakaran fosil (batu bara dan minyak bumi) yang berupa hasil buangan bentuk CO₂ dan sulfur belerang. dipantulkan ke luar angkasa. Karena tertahan oleh adanya rumah kaca, maka sinar.

2. Gas SO dan SO₂

Gas belerang yang terdapat di udara bebas dapat berupa SO, SO₂ dan SO₃. Gas belerang tersebut dihasilkan oleh pembakaran minyak bumi dan batu bara. Jika gas belerang (SO, SO₂ atau SO₃) bereaksi dengan gas nitrogen oksida (NO₂, NO₃) dan uap air membentuk senyawa asam (asam sulfat, asam nitrat) (Gambar 1). Jika senyawa asam bersatu dengan uap air akan membentuk awan, lalu mengalami kondensasi dan presipitasi di udara dan akan turun sebagai hujan asam.



Gambar 1. Proses terjadinya hujan asam (Sulistiyorini A. 2009)

Senyawa asam dalam air hujan (hujan asam) dapat menyebabkan populasi tumbuhan dan hewan akan mati sehingga dapat mengakibatkan menurunnya produksi bahan pangan, barang-barang yang terbuat dari besi atau logam mudah berkarat, gedung-gedung atau jembatan bahkan bangunan candi akan cepat rusak, memudahkan warna cat, menurunkan derajat keasaman tanah, bahkan menyebabkan kematian mikroorganisme tanah.

3. Gas Kloro Fluoro Karbon (CFC)

Bila kita perhatikan, banyak produk-produk yang kita gunakan dalam kegiatan sehari-hari yang menggunakan gas CFC, misalnya parfum yang berwujud aerosol, air conditioner (AC), bahkan beberapa lemari es model lama menggunakan gas CFC pula. Gas CFC memiliki beberapa kelebihan, antara lain tidak berbau, tidak berasa, tidak mudah bereaksi, dan tidak berbahaya secara langsung. Dengan beberapa kelebihan tersebut, maka manusia menggunakan gas CFC untuk keperluan sebagai bahan pengembang seperti semprot rambut (*hair spray*), parfum semprot, pengembang busa, pendingin/lemari es, dan AC (*freon*).

Memang gas CFC tidak berbahaya secara langsung, tetapi ketika kita menyemprotkan *hair spray* atau parfum, maka gas CFC yang keluar akan langsung terbang membubung tinggi ke angkasa dan mencapai stratosfer. Pada stratosfer terdapat lapisan ozon (O₃) dan kita kenal sebagai pelindung bumi dari sinar ultraviolet matahari. Jika gas CFC bereaksi dengan lapisan ozon (O₃), maka akan terbentuk lubang yang kita kenal sebagai lubang ozon. Karena lapisan ozon berlubang, maka sinar ultraviolet matahari langsung menembus dan masuk ke bumi. Sifat sinar ultraviolet memiliki radiasi tertinggi di antara spektrum sinar-sinar yang lain, sehingga bisa mengakibatkan tumbuhan menjadi kerdil, terjadinya mutasi genetik, menyebabkan terjadinya kanker kulit, terbakarnya retina mata, serta matinya ganggang dan mikroorganisme.

Saat ini diperkirakan besarnya lubang ozon sudah hampir tiga kali luas Benua Eropa. Apa akibatnya jika lubang ozon terus menerus bertambah melebar? Coba pikirkan! Untuk mencegah terjadinya pelebaran lubang ozon yang semakin luas dan parah, maka penggunaan gas CFC semakin dibatasi. Pada negara-negara maju penggunaan CFC sudah dihentikan (dilarang) sama sekali, sehingga sekarang kita mudah mendapatkan produk barang non-CFC seperti lemari es, AC.

4. Hidrokarbon (HC) dan Nitrogen Oksida (NO)

HC dan NO yang dipengaruhi oleh sinar matahari akan membentuk *smog* yang berupa gas yang sangat pedih jika mengenai mata dan juga sebagai penyebab penyakit kanker.

5. Gas-gas Lainnya

Selain gas-gas tersebut, pencemaran udara bisa juga disebabkan oleh bau dari sampah membusuk, selokan yang tersumbat, bangkai binatang, debu dan sebagainya. Oleh sebab itu, hendaknya kita menjaga kebersihan lingkungan kita agar tidak menimbulkan pencemaran udara.

6. Partikel

Pencemaran udara dapat terjadi dalam bentuk partikel. Partikel merupakan polutan yang dapat bersama-sama dengan bahan atau bentuk pencemar lainnya. Partikel yang dapat masuk dalam saluran pernapasan adalah partikel yang berukuran 10 mikrometer (PM10). Partikel dapat berupa sebagai berikut :

1. Aerosol (partikel) yang terhambur dan melayang di udara
2. *Fog* (kabut) yang merupakan aerosol berupa butiran air di udara
3. *Dust* (debu) atau aerosol yang berupa butiran padat yang melayang diudara karena tiupan angin
4. *Smoke* (asap) yang merupakan aerosol campuran antara butiran padat dan cair yang melayang di udara
5. *Mist* (mirip kabut), berupa butiran zat cair, terhambur, dan melayang di udara

6. *Plume*, asap dari cerobong pabrik
7. *Smog*, campuran *smoke* dan *fog*
8. *Fume*, aerosol dari kondensasi uap logam

Agar lebih jelas mengenai pengaruh polutan udara terhadap kesehatan organisme dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Indeks standar pencemaran udara untuk setiap parameter pencemaran (Firmansyah dkk, 2009)

Kategori	Rentan g (PPM)	CO	NO ₂	Ozon (O ₃)	SO ₂	Partikel
Baik	0-50	Tidak ada efek	Sedikit berbau	Luka pada beberapa spesies tumbuhan akibat kombinasi dengan SO ₂ (selama 4 jam)	Luka pada beberapa spesies tumbuhan akibat kombinasi dengan O ₃ (selama 4 jam)	Tidak ada efek
Sedang	51–100	Perubahan kimia darah, tetapi tidak terdeteksi	Berbau	Luka pada beberapa spesies tumbuhan	Luka pada beberapa spesies tumbuhan	Terjadi penurunan pada jarak pandang
Tidak sehat	101–199 200–299	Peningkatan pada kardiovaskular pada perokok yang sakit jantung	Bau dan kehilangan warna. Peningkatan reaktivitas pembuluh tenggorok	Penurunan kemampuan pada atlet yang berlatih keras	Bau, meningkatnya kerusakan tanaman	Jarak pandang turun dan terjadi pengotoran debu di

			an pada penderita asma			mana-mana
Sangat tidak sehat		Meningkatnya kardiovaskular pada orang bukan perokok yang berpenyakit jantung dan akan tampak beberapa kelemahan yang terlihat secara nyata	Meningkatnya sensitivitas pasien yang berpenyakit asma dan bronkhitis	Olahraga ringan mengakibatkan pengaruh pernapasan pada pasien yang berpenyakit paru-paru kronis	Meningkatnya sensitivitas pada pasien berpenyakit asma dan bronkhitis	Meningkatnya sensitivitas pada pasien berpenyakit asma dan bronkhitis
Bahaya	300- lebih	Tingkat yang berbahaya bagi semua populasi yang terpapar				

2.4 Mekanisme Pergerakan Bahan Pencemar di Tanah

2.4.1 Pengertian Pencemaran Tanah

Pencemaran tanah menurut Muslimah (2015) adalah keadaan di mana bahan kimia buatan manusia masuk dan merubah lingkungan tanah alami. Pencemaran ini biasanya terjadi karena: kebocoran limbah cair atau bahan kimia industri atau fasilitas komersial; penggunaan pestisida; masuknya air permukaan tanah tercemar ke dalam lapisan sub-permukaan; kecelakaan kendaraan

pengangkut minyak, zat kimia, atau limbah; air limbah dari tempat penimbunan sampah serta limbah industri yang langsung dibuang ke tanah secara tidak memenuhi syarat (illegal dumping).

Ketika suatu zat berbahaya/beracun telah mencemari permukaan tanah, maka ia dapat menguap, tersapu air hujan dan atau masuk ke dalam tanah. Pencemaran yang masuk ke dalam tanah kemudian terendap sebagai zat kimia beracun di tanah. Zat beracun di tanah tersebut dapat berdampak langsung kepada manusia ketika bersentuhan atau dapat mencemari air tanah dan udara di atasnya.

2.4.2 Penyebab Pencemaran Tanah

Tanah adalah bagian penting dalam menunjang kehidupan makhluk hidup di muka bumi. Kita ketahui rantai makanan bermula dari tumbuhan. Manusia, hewan hidup dari tumbuhan. sebagian besar makanan kita berasal dari permukaan tanah, walaupun memang ada tumbuhan dan hewan yang hidup di laut (Muslimah, 2009). Pencemaran tanah bisa disebabkan limbah domestik, limbah industri, dan limbah pertanian :

a. Limbah domestik

Limbah domestik yang bisa menyebabkan pencemaran tanah bisa berasal dari daerah: pemukiman penduduk; perdagangan/pasar/tempat usaha hotel dan lain-lain; kelembagaan misalnya kantor-kantor pemerintahan dan swasta; dan wisata, bisa berupa limbah padat dan cair.

1. Limbah padat berbentuk sampah anorganik. Jenis sampah ini tidak bisa diuraikan oleh mikroorganisme (non-biodegradable), misalnya kantong plastik, bekas kaleng minuman, bekas botol plastik air mineral, dsb.
2. Limbah cair berbentuk; tinja, deterjen, oli, cat, jika meresap kedalam tanah akan merusak kandungan air tanah dan bisa membunuh mikro-organisme di dalam tanah.

b. Limbah industri.

Limbah industri yang bisa menyebabkan pencemaran tanah berasal dari daerah: pabrik, Manufaktur, industri kecil, industri perumahan, bisa berupa limbah padat dan cair.

1. Limbah industri yang padat atau limbah padat yang adalah hasil buangan industri berupa padatan, lumpur, bubur yang berasal dari proses pengolahan. Misalnya sisa pengolahan pabrik gula, pulp, kertas, rayon, plywood, pengawetan buah, ikan daging dll.
2. Limbah cair yang adalah hasil pengolahan dalam suatu proses produksi, misalnya sisasisa pengolahan industri pelapisan logam dan industri kimia lainnya. Tembaga, timbal, perak, khrom, arsen dan boron adalah zat hasil dari proses industri pelapisan logam

c. Limbah pertanian.

Limbah pertanian yang bisa menyebabkan pencemaran tanah merupakan sisa-sisa pupuk sintetik untuk menyuburkan tanah/tanaman, misalnya pupuk urea, pestisida pemberantas hama tanaman, misalnya DDT (Dichloro Diphenyl Trichlorethane). Dua sifat buruk yang menyebabkan DDT sangat berbahaya terhadap lingkungan hidup adalah:

1. Sifat apolar DDT: ia tak larut dalam air tapi sangat larut dalam lemak. Makin larut suatu insektisida dalam lemak (semakin lipofilik) semakin tinggi sifat apolarnya. Hal ini merupakan salah satu faktor penyebab DDT sangat mudah menembus kulit.
2. Sifat DDT yang sangat stabil dan persisten. Ia sukar terurai sehingga cenderung bertahan dalam lingkungan hidup, masuk rantai makanan (foodchain) melalui bahan lemak jaringan makhluk hidup. Itu sebabnya DDT bersifat bioakumulatif dan biomagnifikatif. Karena sifatnya yang stabil dan persisten, DDT bertahan sangat lama di dalam tanah; bahkan DDT dapat terikat dengan bahan organik dalam partikel tanah. Dalam ilmu lingkungan, DDT termasuk dalam urutan ke 3 dari polutan

organik yang persisten (Persistent Organic Pollutants, POP), yang memiliki sifat-sifat berikut:

- a) Tak terdegradasi melalui fotolisis, biologis maupun secara kimia,
- b) Berhalogen (biasanya klor),
- c) Daya larut dalam air sangat rendah,
- d) Sangat larut dalam lemak,
- e) Semivolatile,
- f) Di udara dapat dipindahkan oleh angin melalui jarak jauh,
- g) Bioakumulatif,

2.4.3 Dampak Yang Ditimbulkan Akibat Pencemaran Tanah

Menurut Muslimah (2015) Timbunan sampah yang berasal dari limbah domestik dapat mengganggu/ mencemari karena: lindi (air sampah), bau dan estetika. Timbunan sampah juga menutupi permukaan tanah sehingga tanah tidak bisa dimanfaatkan. Timbunan sampah bisa menghasilkan gas nitrogen dan asam sulfida, adanya zat mercury, chrom dan arsen pada timbunan sampah bisa timbulkan pencemaran tanah / gangguan terhadap bio tanah, tumbuhan, merusak struktur permukaan dan tekstur tanah.

Limbah lainnya adalah oksida logam, baik yang terlarut maupun tidak menjadi racun di permukaan tanah. Yang menyebabkan lapisan tanah tidak dapat ditembus oleh akar tanaman dan tidak tembus air adalah Sampah anorganik tidak terbiodegradasi, sehingga peresapan air dan mineral yang dapat menyuburkan tanah hilang dan jumlah mikroorganisme di dalam tanahpun akan berkurang, oleh sebab itu tanaman sulit tumbuh dan bahkan mati sebab tidak mendapatkan makanan untuk berkembang.

Tinja, deterjen, oli bekas, cat, adalah limbah cair rumah tangga; peresapannya kedalam tanah akan merusak kandungan air tanah dan zat kimia yang terkandung di dalamnya dapat membunuh mikro-organisme di dalam tanah, inilah salah satunya yang disebutkan sebagai pencemaran tanah. Padatan, lumpur, bubur

yang berasal dari proses pengolahan adalah limbah padat hasil buangan industri. Adanya reaksi kimia yang menghasilkan gas tertentu menyebabkan penimbunan limbah padat ini busuk selain itu pencemaran tanah juga menyebabkan timbulnya bau di sekitarnya. Karena tertimbunnya limbah ini dalam jangka waktu lama menyebabkan permukaan tanah menjadi rusak dan air yang meresap ke dalam tanah terkontaminasi bakteri tertentu dan berakibat turunnya kualitas air tanah pada musim kemarau oleh karena telah terjadinya pencemaran tanah. Timbunan yang mengering akan dapat mengundang bahaya kebakaran.

Sisa hasil industri pelapisan logam yang mengandung zat-zat seperti tembaga, timbal, perak, khrom, arsen dan boron adalah limbah cair yang sangat beracun terhadap mikroorganisme. Peresapannya ke dalam tanah akan mengakibatkan kematian bagi mikroorganisme yang memiliki fungsi sangat penting terhadap kesuburan tanah dan dalam hal ini pun menyebabkan pencemaran tanah. Pupuk yang digunakan secara terus menerus dalam pertanian akan merusak struktur tanah, yang menyebabkan kesuburan tanah berkurang dan tidak dapat ditanami jenis tanaman tertentu karena hara tanah semakin berkurang. Dalam kondisi ini tanpa disadari justru pupuk juga mengakibatkan pencemaran tanah. Selain itu menurut Muslimah (2015) pada berbagai bidang dampak yang ditimbulkan akibat pencemaran tanah, diantaranya adalah:

a. Pada kesehatan

Dampak pencemaran tanah terhadap kesehatan tergantung pada tipe polutan, jalur masuk ke dalam tubuh dan kerentanan populasi yang terkena. Kromium, berbagai macam pestisida dan herbisida merupakan bahan karsinogenik untuk semua populasi. Timbal sangat berbahaya pada anak-anak, karena dapat menyebabkan kerusakan otak, serta kerusakan ginjal pada seluruh populasi. Paparan kronis (terus-menerus) terhadap benzena pada

konsentrasi tertentu dapat meningkatkan kemungkinan terkena leukemia. Merkuri (air raksa) dan siklodiena dikenal dapat menyebabkan kerusakan ginjal, beberapa bahkan tidak dapat diobati.

PCB dan siklodiena terkait pada keracunan hati. Organofosfat dan karmabat dapat menyebabkan gangguan pada saraf otot. Berbagai pelarut yang mengandung klorin merangsang perubahan pada hati dan ginjal serta penurunan sistem saraf pusat. Terdapat beberapa macam dampak kesehatan yang tampak seperti sakit kepala, pusing, letih, iritasi mata dan ruam kulit untuk paparan bahan kimia yang disebut di atas. Yang jelas, pada dosis yang besar, pencemaran tanah dapat menyebabkan Kematian.

b. Pada Ekosistem

Pencemaran tanah juga dapat memberikan dampak terhadap ekosistem. Perubahan kimiawi tanah yang radikal dapat timbul dari adanya bahan kimia beracun/berbahaya bahkan pada dosis yang rendah sekalipun. Perubahan ini dapat menyebabkan perubahan metabolisme dari mikroorganisme endemik dan antropoda yang hidup di lingkungan tanah tersebut. Akibatnya bahkan dapat memusnahkan beberapa spesies primer dari rantai makanan, yang dapat memberi akibat yang besar terhadap predator atau tingkatan lain dari rantai makanan tersebut. Bahkan jika efek kimia pada bentuk kehidupan terbawah tersebut rendah, bagian bawah piramida makanan dapat menelan bahan kimia asing yang lama-kelamaan akan terkonsentrasi pada makhluk-makhluk penghuni piramida atas.

Banyak dari efek-efek ini terlihat pada saat ini, seperti konsentrasi DDT pada burung menyebabkan rapuhnya cangkang telur, meningkatnya tingkat Kematian anakan dan kemungkinan hilangnya spesies tersebut. Dampak pada pertanian terutama perubahan metabolisme tanaman yang pada akhirnya dapat menyebabkan penurunan hasil pertanian. Hal ini dapat

menyebabkan dampak lanjutan pada konservasi tanaman di mana tanaman tidak mampu menahan lapisan tanah dari erosi. Beberapa bahan pencemar ini memiliki waktu paruh yang panjang dan pada kasus lain bahan-bahan kimia derivatif akan terbentuk dari bahan pencemar tanah utama.

2.4.4 Langkah Penanganan

Muslimah (2015) Penanganan khusus terhadap limbah domestik yang berjumlah sangat banyak diperlukan agar tidak mencemari tanah. Pertama sampah tersebut kita pisahkan ke dalam sampah organik yang dapat diuraikan oleh mikroorganisme (biodegradable) dan sampah yang tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme (non-biodegradable). Akan sangat baik jika setiap rumah tangga bisa memisahkan sampah atau limbah atas dua bagian yakni organik dan anorganik dalam dua wadah berbeda sebelum diangkut ke tempat pembuangan akhir. Ada beberapa langkah penanganan untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan oleh pencemaran tanah. Diantaranya:

a. Remediasi

Remediasi adalah kegiatan untuk membersihkan permukaan tanah yang tercemar. Ada dua jenis remediasi tanah, yaitu in-situ (atau on-site) dan ex-situ (atau off-site). Pembersihan on-site adalah pembersihan di lokasi. Pembersihan ini lebih murah dan lebih mudah, terdiri dari pembersihan, venting (injeksi), dan bioremediasi.

Pembersihan off-site meliputi penggalian tanah yang tercemar dan kemudian dibawa ke daerah yang aman. Setelah itu di daerah aman, tanah tersebut dibersihkan dari zat pencemar. Caranya yaitu, tanah tersebut disimpan di bak/tanki yang kedap, kemudian zat pembersih dipompakan ke bak/tangki tersebut. Selanjutnya zat pencemar dipompakan keluar dari bak yang kemudian diolah dengan instalasi pengolahan air limbah. Pembersihan off-site ini jauh lebih mahal dan rumit.

b. Bioremediasi

Bioremediasi adalah proses pembersihan pencemaran tanah dengan menggunakan mikroorganisme (jamur, bakteri). Bioremediasi bertujuan untuk memecah atau mendegradasi zat pencemar menjadi bahan yang kurang beracun atau tidak beracun (karbon dioksida dan air).

c. Fitoremediasi

Fitoremediasi adalah teknologi pembersihan, penghilangan atau pengurangan polutan berbahaya, seperti logam berat, pestisida, dan senyawa organik beracun dalam tanah atau air dengan menggunakan bantuan tanaman (hiperakumulator plant). Terdapat beberapa keunggulan dari karakteristik tanaman hiperkumulator yaitu, mampu menyerap lebih dari 10.000 ppm Mn, Zn, Ni; menyerap lebih dari 1.000 ppm untuk Cu dan Se; dan menyerap lebih dari 100 ppm untuk Cd, Cr, Pb, dan Co.

2.5 Mekanisme Pergerakan Bahan Pencemar di Air

2.5.1 Pengertian Pencemaran Air

Air merupakan komponen lingkungan yang penting bagi kehidupan. Makhluk hidup dimuka bumi ini tidak bisa terlepas dari kebutuhan akan air. Air merupakan kebutuhan utama bagi proses kehidupan di bumi. Namun, air juga bisa menjadi malapetaka jika tidak tersedia dalam kondisi yang benar dan baik kualitas dan kuantitasnya (Junaedi dan Yulianti, 2006).

Dalam PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, pencemaran air didefinisikan sebagai : “pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya”.

2.5.2 Penyebab Pencemaran Air

Berdasarkan definisi pencemaran air, penyebab terjadinya pencemaran dapat berupa masuknya makhluk hidup, zat, energy, atau komponen lain kedalam air sehingga menyebabkan kualitas air tercemar. Masukan tersebut sering disebut dengan istilah *unsur pencemar*, yang prakteknya masukan tersebut berupa buangan yang bersifat rutin, misalnya buangan limbah cair (Warlina, 2014). Hal ini disebabkan karena melalui mekanisme alam seperti tiupan angin, aliran air sungai, daya rambat di tanah melalui difusi limbah tersebut dapat menyebar ke mana-mana (Syah, 1995).

Sumber pencemaran air adalah sebagai berikut (Amalia, 2016):

- a. Limbah industri/produksi/pertambangan
- b. Limbah domestik/sanitasi
- c. Limbah pertanian
- d. Pembangkit listrik (BBM dan nuklir)
- e. Limbah rumah tangga
- f. Transportasi air
- g. Erosi sedimen

Sumber-sumber pencemaran air meliputi: (Suprihatin, 1999: 11-14)

- a. Limbah Rumah Tangga

Limbah rumah tangga merupakan pencemar air terbesar selain limbah-limbah industri, pertanian dan bahan pencemar lainnya. Limbah rumah tangga akan mencemari selokan, sumur, sungai, dan lingkungan sekitarnya. Semakin besar populasi manusia, semakin tinggi tingkat pencemarannya. Limbah rumah tangga dapat berupa padatan (kertas, plastik dll.) maupun cairan (air cucian, minyak goreng bekas, dll.). Di antara limbah tersebut ada yang mudah terurai yaitu sampah organik dan ada pula yang tidak dapat terurai. Limbah rumah tangga ada juga yang memiliki daya racun tinggi, misalnya sisa obat, baterai bekas, air aki.

Limbah-limbah tersebut tergolong bahan berbahaya dan beracun (B3). Tinja, air cucian, limbah kamar mandi dapat mengandung bibit-bibit penyakit atau pencemar biologis (seperti bakteri, jamur, virus, dan sebagainya) yang akan mengikuti aliran air.

b. Limbah Lalu Lintas

Limbah lalu lintas berupa tumpahan oli, minyak tanah, tumpahan minyak dari kapal tangker. Tumpahan minyak akibat kecelakaan mobil-mobil tangki minyak dapat mengotori air tanah. Selain terjadi di darat, pencemaran lalu lintas juga sering terjadi di lautan. Semuanya sangat berbahaya bagi kehidupan.

c. Limbah Pertanian

Limbah pertanian berupa sisa, tumpahan ataupun penyemprotan yang berlebihan misalnya dari pestisida dan herbisida. Begitu juga pemupukan yang berlebihan. Limbah pestisida dan herbisida mempunyai sifat kimia yang stabil, yaitu tidak terurai di alam sehingga zat tersebut akan mengendap di dalam tanah, dasar sungai, danau serta laut dan selanjutnya akan mempengaruhi organisme-organisme yang hidup di dalamnya. Pada pemakaian pupuk buatan yang berlebihan akan menyebabkan eutrofikasi pada badan air/perairan terbuka.

d. Limbah Industri/Pertambangan

Air limbah industri dapat mengandung berbagai jenis bahan organik maupun anorganik. Secara umum zat-zat tersebut digolongkan menjadi:

- 1) Garam anorganik seperti magnesium sulfat dan magnesium klorida yang berasal dari kegiatan pertambangan, pabrik pupuk, pabrik kertas, dll.
- 2) Asam anorganik seperti asam sulfat yang berasal dari industri pengolah bijih logam dan bahan bakar fosil yang mengandung kotoran berupa ikatan belerang.
- 3) Senyawa organik seperti pelarut dan zat warna yang berasal dari industri penyamakan kulit dan industri cat.

4) Logam berat seperti kadmium, air raksa (merkuri) dan krom yang berasal dari industri pertambangan, cat, zat warna, baterai, penyepuhan logam, dll. Zat-zat tersebut di atas jika masuk ke perairan akan menimbulkan pencemaran yang dapat membahayakan makhluk hidup pengguna air tersebut, termasuk manusia. Kegiatan pertambangan selain menghasilkan bahan-bahan kimia seperti di atas juga menghasilkan endapan lumpur dalam jumlah besar. Jika turun hujan, lumpur ini bisa terbawa aliran air hujan sampai ke sungai. Hal ini akan meningkatkan kekeruhan air.

e. Kegiatan Penebangan Hutan

Penebangan hutan secara besar-besaran dan berkelanjutan akan menyebabkan hutan gundul dan mengakibatkan erosi pada musim hujan, sehingga terjadi pengikisan humus dan pengikisan tanah. Pengikisan humus ini selain menyebabkan lahan kritis juga akan menyebabkan pencemaran air. Air hujan yang jatuh akan langsung mengalir di permukaan dengan membawa tanah dalam alirannya. Akibatnya kualitas air permukaan menurun (menjadi keruh) karena terlalu banyak partikel-partikel tanah di dalamnya.

2.5.3 Dampak Pencemaran Air

Beberapa penyakit yang dibawa oleh air (Amaliah, 2016):

Tabel 3. Agen dan Penyakit yang ditimbulkan

Agen	Penyakit
Virus	
Rotavirus	Diare pada anak
Virus Hepatitis A	Hepatitis A
Virus Poliomyelitis	Polio (myelitis anterior acuta)
Bakteri	
Vibrio Cholerae	Cholera
Shigella Dysenteriae	Disentri
Salmonella Typhi	Typhus
Salmonella Paratyphi	Paratyphus
Protozoa	
Entamuba Histolytica	Disentri amoeba

Balantida Coli	Balantidiasis
Giarda Lamblia	Giardiasis
Metazoa	
Ascaris Lumbricoides	Ascariasis
Clonorchis Sinesis	Clonorchiasis
Diphyllobothrium Latum	Diphyllobothriasis
Taenia Saginata/Solium	Taeniasis
Schistosoma	Schistosomiasis



Gambar 2. Mekanisme Pencemaran Air

2.5.4 Mekanisme Pencemaran Air

Mekanisme dari pencemaran air tanah adalah, limbah yang mengendap atau dibuang ke sungai dan akhirnya meresap ke dalam tanah sehingga ikut tercampur ke dalam sungai bawah tanah kemudian terjadi pencemaran terhadap air tersebut. Akhirnya air yang telah tercemar dikonsumsi oleh masyarakat yang mengambil air dari sumber air yang tercemar tersebut melalui sumur atau pompa air. Tentu saja ini sangat membahayakan bagi masyarakat yang mengonsumsi air yang telah tercemar tersebut, karena dampak dari pencemaran air adalah air tidak dapat dimanfaatkan sesuai peruntukannya, dan jika dimanfaatkan maka diperlukan pengolahan khusus yang menyebabkan peningkatan biaya pengoperasian & pemeliharaan sungai, air menjadi penyebab timbulnya berbagai penyakit dan masalah kesehatan lainnya. Agar

dapat membedakan air yang tercemar maka kita harus mengetahui cirri-ciri dari air yang telah tercemar (Rahayu, 2018).

2.6 Mekanisme Pergerakan Bahan Pencemar di Udara

2.6.1 Pengertian Pencemaran Udara

Dalam PP No. 41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara, Pencemaran udara (*air pollution*) adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lainnya ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara ambien turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya.

2.6.2 Penyebab Pencemaran Udara

Faktor penyebab pencemaran udara dibagi menjadi dua, yaitu faktor pencemaran udara internal (alamiah) dan faktor pencemaran udara eksternal (antropogenik). Faktor pencemaran udara internal (alamiah) meliputi (Riawati, 2015):

- a. Debu yang beterbangan akibat tiupan angin
- b. Abu dari letusan gunung berapi serta gas vulkanik
- c. Proses pembusukan sampah organik

Faktor pencemaran udara eksternal (antropogenik) meliputi:

- a. Hasil pembakaran bahan bakar fosil atau BBM
- b. Debu atau serbuk dari kegiatan industri
- c. Pemakaian zat kimia yang disemprotkan ke udara
- d. Penambangan batubara
- e. Kebakaran

2.6.3 Dampak Pencemaran Udara

Pertumbuhan aktivitas ekonomi dan urbanisasi yang cukup tinggi baik diperkotaan dan subperkotaan berpotensi besar dalam peningkatan penggunaan konsumsi energi, seperti pada kebutuhan bahan bakar guna pembangkit tenaga listrik, tungku-tungku industri dan transportasi. Pembakaran bahan bakar ini merupakan sumber-sumber pencemar utama yang dilepaskan ke udara, seperti CO_x,

NO_x, SO_x, SPM (suspended particulate matter), O₃ dan berbagai logam berat. Berlebihnya tingkat konsentrasi zat pencemar seperti tersebut di atas, hingga melampaui ambang batas toleransi yang diperkenankan akan mempunyai dampak negatif yang berbahaya terhadap lingkungan, baik bagi manusia, tumbuh-tumbuhan, hewan dan rusaknya benda-benda (material) serta berpengaruh pada kualitas air hujan (hujan asam), yang berakibat pada mata rantai berikutnya yaitu pada ekosistem flora dan fauna (Budiyono, 2001).

1) Dampak terhadap kesehatan manusia

Pada tingkat konsentrasi tertentu zat-zat pencemar udara dapat berakibat langsung terhadap kesehatan manusia, baik secara mendadak atau akut, menahun atau kronis/sub-klinis dan dengan gejala-gejala yang samar. Beberapa gejala yang muncul adalah sebagai berikut:

- Iritasi saluran pernafasan
- Iritasi mata
- Alergi kulit
- Tumbuhnya kanker paru
- Turunnya nilai produktivitas

2) Dampak terhadap kesehatan flora

Tumbuh-tumbuhan memiliki reaksi yang besar dalam menerima pengaruh perubahan atau gangguan akibat polusi udara dan perubahan lingkungan. Hal ini terjadi karena banyak faktor yang berpengaruh, diantaranya spesies tanaman, umur, keseimbangan nutrisi, kondisi tanaman, temperatur, kelembaban dan penyinaran. Penambahan konsentrasi pencemar ke udara dapat secara langsung mempengaruhi pertumbuhan suatu tumbuhan. Beberapa kerusakan yang terjadi pada tumbuhan akibat pencemaran udara, sebagai berikut:

- Penurunan tingkat kandungan enzim
- Perubahan pada proses fotosintesis
- *Chlorosis* (perusakan zat hijau daun/menguning)

- *Flecking* (daun bintik-bintik)
- *Reduced crop yield* (penurunan hasil panen)

3) Dampak terhadap kesehatan fauna

Dampak negatif zat-zat pencemar udara terhadap fauna (hewan) tidak berbeda jauh dengan dampak-dampak lain seperti terhadap manusia dan tumbuhan. Dampak terhadap hewan dapat terjadi secara langsung dan tidak langsung, secara langsung terjadi bila ada interaksi melalui sistem pernafasan sebagaimana terjadi pada manusia. Dampak tidak langsung terjadi melalui suatu perantara, baik tumbuhan atau perairan yang berfungsi sebagai bahan makanan hewan. Terjadinya emisi zat-zat pencemar ke atmosfer (udara) seperti partikulat, NO_x, SO₂, HF dan lain-lain yang kemudian berinteraksi dengan tumbuhan dan perairan baik melalui proses pengendapan atau pun pelan-pelan, akan berpengaruh langsung terhadap vegetasi dan biota perairan hingga dapat menjalar pada hewan-hewan melalui rantai makanan yang telah terkontaminasi zat pencemar tersebut.

4) Dampak terhadap material

- Timbulnya karat karat pada permukaan logam
- Terbentuknya noda/kotoran (*soiling*)
- Pelapukan (*deterioration*)

5) Dampak terhadap terjadinya hujan asam

- Pengasaman danau

2.6.4 Mekanisme Pencemaran Udara

Asal pencemaran udara dapat diterangkan dengan 3 (tiga) proses, yaitu atrisi (*attrition*), penguapan (*vaporization*), dan pembakaran (*combustion*). Dari ketiga proses tersebut diatas, pembakaran merupakan proses yang sangat dominan dalam kemampuannya menimbulkan bahan polutan (Mukono, 2011).

Penyebaran bahan pencemar di udara sangat dipengaruhi oleh cuaca. Tiupan angin dapat bekerja mengencerkan pencemaran udara, sehingga dapat memperkecil cahaya dan

kerugian akibat zat pencemaran udara. Walaupun demikian, sifat tersebut akan mengakibatkan semakin meluasnya daerah yang terkena pencemaran jika dibandingkan seandainya tidak ada tiupan angin (Owen, 1980).

Terdapat dua jenis sirkulasi udara yang dapat memperburuk bahaya zat pencemar yaitu (Fergusson, 1991):

- a. Pergerakan udara yang disebabkan oleh arus pembalikan udara bagian yang lebih tinggi ke bagian yang lebih rendah. Pergerakan udara terjadi secara vertikal, sehingga mengakibatkan bahan pencemar terdapat pada lokasi yang sama dengan jangka waktu yang cukup lama.
- b. Pergerakan udara yang disebabkan oleh angin. Angin dapat menyebarkan udara tercemar secara horizontal, sehingga zat pencemar dapat mencapai daerah-daerah yang cukup jauh sumbernya.

RANGKUMAN

1. Polusi lingkungan adalah perubahan yang tidak menguntungkan dari lingkungan kita, seluruhnya atau sebagian besar sebagai produk sampingan dari tindakan manusia, melalui efek langsung atau tidak langsung dari perubahan pola energi, tingkat radiasi, konstitusi kimia dan fisik dan kelimpahan organisme.
2. Sumber pencemaran lingkungan dapat berasal dari aktivitas atau proses alam dan kegiatan manusia.
3. Bahan pencemaran udara (polutan) secara umum dapat digolongkan menjadi dua golongan dasar, yaitu partikel dan gas.
4. Pencemaran tanah biasanya terjadi karena: kebocoran limbah cair atau bahan kimia industri atau fasilitas komersial; penggunaan pestisida; masuknya air permukaan tanah tercemar ke dalam lapisan sub-permukaan; kecelakaan kendaraan

pengangkut minyak, zat kimia, atau limbah; air limbah dari tempat penimbunan sampah serta limbah industri yang langsung dibuang ke tanah secara tidak memenuhi syarat (illegal dumping).

5. Mekanisme dari pencemaran air dimulai dari limbah yang mengendap atau dibuang ke sungai akhirnya meresap ke dalam tanah sehingga mencemari air tanah. Air yang telah tercemar jika dikonsumsi masyarakat dalam jangka waktu yang cukup lama akan menimbulkan berbagai macam penyakit dan masalah kesehatan lainnya.
6. Asal pencemaran udara dapat diterangkan dengan 3 (tiga) proses, yaitu atrisi (*attrition*), penguapan (*vaporization*), dan pembakaran (*combustion*). Dari ketiga proses tersebut diatas, pembakaran merupakan proses yang sangat dominan dalam kemampuannya menimbulkan bahan polutan.

SOAL LATIHAN

1. Diskusikan dalam kelompokmu berkaitan dengan definisi pencemaran lingkungan!
2. Jelaskan karakteristik bahan pencemar yang ada di lingkungan!
3. Jelaskan mekanisme pergerakan bahan pencemar di tanah!
4. Jelaskan mekanisme pergerakan bahan pencemar di air!
5. Jelaskan mekanisme pergerakan bahan pencemar di udara!

BAB | INSTRUMEN ANALISIS KUALITAS

III | LINGKUNGAN

Tujuan

Setelah membaca bagian ini, mahasiswa diharapkan dapat

1. Menjelaskan Instrument Analisis Kualitas Lingkungan
2. Menjelaskan Jenis-Jenis Instrument Standar Untuk Pengukuran Sampel
3. Menjelaskan Manfaat Instrument Analisis Kualitas Lingkungan
4. Menjelaskan Prinsip Dan Metode Instrumen Analisis Kualitas Lingkungan

Deskripsi Materi

Pada bab ini akan diuraikan tentang; (1) Instrument Analisis Kualitas Lingkungan (2) Menjelaskan Jenis-Jenis Instrument Standar Untuk Pengukuran Sampel (3) Menjelaskan Manfaat Instrument Analisis Kualitas Lingkungan (4) Menjelaskan Prinsip dan Metode Instrumen Analisis Kualitas Lingkungan

Kata Kunci: instrument, instrument pengukuran sampel air, instrument pengukuran sampel makanan, instrument pengukuran sampel udara

3.1 Instrument Analisis Kualitas Lingkungan

Instrumen merupakan sesuatu yang sangat penting keberadaannya dalam melakukan suatu kegiatan penelitian, karena instrumen memegang peranan dalam menentukan mutu dari suatu

penelitian. Terdapat berbagai pendapat mengenai pengertian dari instrumen, antara lain:

- 1) Instrumen penelitian adalah alat yang digunakan untuk mengumpulkan data penelitian, baik data yang kualitatif, berupa gambar, kata, dan benda yang non angka, maupun data kuantitatif, yang berupa angka. Dalam penelitian kualitatif instrumen utamanya adalah peneliti (Kartowagiran, 2009).
- 2) Menurut Kothari (2004:73), instrumen mengungkapkan fakta menjadi data, sehingga jika instrumen yang digunakan mempunyai kualitas yang memadai dalam arti valid dan reliabel maka data yang diperoleh akan sesuai dengan fakta atau keadaan sesungguhnya di lapangan.
- 3) Instrumen merupakan alat bantu yang digunakan oleh peneliti untuk mengumpulkan data dengan cara melakukan pengukuran. Cara ini dilakukan untuk memperoleh data yang objektif yang diperlukan untuk menghasilkan kesimpulan penelitian yang objektif pula (Purwanto, 2010:183).
- 4) Menurut Colton dan Covert (2007:5), *Instrument is a mechanism for measuring phenomena, which is used to gather and record information for assessment, decision making, and ultimately understanding.* Instrumen seperti halnya kuesioner merupakan salah satu bagian yang digunakan untuk memperoleh informasi yang faktual, mengobservasi, atau menilai suatu sikap dan opini.
- 5) Menurut Arikunto (2000:134), instrumen pengumpulan data adalah alat bantu yang dipilih dan digunakan oleh peneliti dalam kegiatan mengumpulkan data agar kegiatan tersebut menjadi sistematis dan lebih mudah.
- 6) Menurut Sugiyono (2006:102), Instrumen penelitian adalah suatu alat yang digunakan mengukur kejadian (variabel penelitian) alam maupun sosial yang diamati.

7) Menurut Sanjaya (2011:84), Instrumen penelitian adalah alat yang dapat digunakan untuk mengumpulkan data atau informasi penelitian.

Berdasarkan berbagai pendapat mengenai pengertian instrument, maka dapat dikatakan bahwa instrumen merupakan suatu alat bantu yang digunakan oleh peneliti, dalam mengolah fakta dan opini yang ada di lapangan untuk dijadikan sebuah data.

3.2 Jenis-Jenis Instrument Standar Untuk Pengukuran Sampel

3.2.1 Sampel Air

Air memegang peranan yang sangat penting untuk kelangsungan hidup makhluk hidup, seperti manusia, hewan, dan tumbuhan. Alat ukur untuk mengetahui tingkat kualitas air dapat dikelompokkan menjadi tiga parameter, yaitu (Hanna, 2015):

A. Parameter Biologi

Untuk mengukur tingkat kualitas air berdasarkan parameter Biologi dapat menggunakan beberapa alat ukur seperti berikut:

1) Bogorov Troy

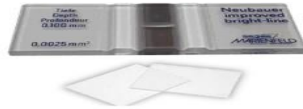
Bogorov Tray adalah mikroskop binokuler dengan 40 kali pembesaran yang digunakan untuk mengamati zooplankton dalam air.



Gambar 1. Bogorov Troy

2) Haemocytometer

Haemocytometer adalah mikroskop dengan 100 kali pembesaran yang digunakan untuk mengamati plankton mikroskopik atau phytoplankton dalam air.



Gambar 2. Hemocytometer

3) Plankton Net

Plankton Net adalah sebuah jaring yang digunakan untuk menyaring plankton dalam air dan biasanya terbuat dari nilon berbentuk kerucut dengan panjang 4-5 kali diameter mulut jaring. Plankton yang ada di dalam air jumlah dan ukurannya sangat banyak, untuk mendapatkan plankton dengan ukuran yang diinginkan harus menggunakan Plankton Net dengan mesh size yang sesuai.



Gambar 3. Plankton Net

4) Sedgwick Rafter Cell

Sedgwick Rafter Cell adalah mikroskop binokuler dengan 100 kali pembesaran yang digunakan untuk mengamati phytoplankton dan mikrozooplanton dalam air.



Gambar 4. Sedgwick

B. Parameter Fisika

Untuk mengukur tingkat kualitas air berdasarkan parameter Biologi dapat menggunakan beberapa alat ukur seperti berikut:

1) Current Meter

Current Meter digunakan untuk mengukur kecepatan arus dan debit air. Berdasarkan metode yang digunakan, Current Meter dibagi menjadi 2 bagian. Pertama Current Meter dengan pengukuran otomatis adalah current meter yang dapat merekam data tentang kecepatan arus dan debit air tanpa harus langsung dilakukan oleh orang yang menggunakannya. Kedua, Current Meter dengan pengukuran non-otomatis adalah current meter yang dapat merekam data tentang kecepatan arus dan debit air yang harus dilakukan langsung oleh orang yang menggunakannya.



Gambar 5. Current Meter

2) Salinometer

Salinometer digunakan untuk mengukur salinitas air. Salinitas air sendiri memiliki pengertian tingkat keasinan yang terlarut atau tingkat kadar garam dalam air. Air tawar memiliki salinitas kurang dari 0,05 part-per-thousand (ppt), air payau atau saline memiliki salinitas antara 3-5 ppt dan brine memiliki salinitas lebih dari 5 ppt.



Gambar 6. Salinometer

3) Termometer Air

Termometer ini digunakan untuk mengukur suhu air berdasarkan sifat termometrik, yaitu sifat yang terjadi karena adanya perubahan suhu air. Selain itu, termometer juga dapat digunakan untuk mengukur suhu tubuh, suhu ruang, hingga suhu alat pemanggang.



Gambar 7. Termometer Air

4) Turbidity Meter

Turbidity Meter digunakan untuk mengukur tingkat kekeruhan air. Kekeruhan pada air terjadi karena adanya kandungan zat organik yang berasal dari hewan dan tanaman atau zat anorganik

yang berasal dari logam dan batu-batuan yang mengalami pelapukan.



Gambar 8. Turbidity Meter

C. Parameter Kimia

Untuk mengukur tingkat kualitas air berdasarkan parameter Kimia dapat menggunakan beberapa alat ukur seperti berikut:

1) DO Meter atau (*Dissolve Oxygen*) Meter

Digunakan untuk mengukur kadar oksigen di dalam air atau di dalam suatu larutan dengan sistem digital. Kadar oksigen dalam air dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti kandungan berbagai macam zat organik dan suhu udara. Kualitas air dapat dikatakan baik jika memiliki Dissolve Oxygen yang tinggi dan dapat dikatakan buruk jika memiliki Dissolve Oxygen yang rendah.



**Gambar 9. DO Meter atau
(*Dissolve Oxygen*) Meter**

2) CO₂ Meter

Selain harus mengukur kadar oksigen dengan menggunakan DO Meter, kadar karbon dioksida juga harus diukur untuk mengetahui tingkat kualitas air. Kadar karbon dioksida dalam air ini

dapat kita ukur dengan menggunakan CO2 Meter, jika kadar karbon dioksidanya tinggi, kualitas air dapat dikatakan buruk dan jika kadar karbon dioksidanya rendah, kualitas air dapat dikatakan baik.

3) Spektrofotometer

Alat ukur air yang ini terdiri atas 2 alat ukur, yaitu spektrometer dan fotometer. Sebagai alat ukur air, spektrofotometer digunakan untuk mengukur kadar amonia, fosfat, nitrat, dan nitrit.



Gambar 11. Spektroometer

4) pH Meter

pH Meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur kadar pH (kadar basa atau kadar keasaman) pada air. pH Meter memiliki sebuah probe atau elektroda pengukur berbentuk batang berstruktur yang biasanya terbuat dari kaca dan ini menjadi bagian yang sangat penting pada pH Meter. Air dapat dikatakan memiliki kadar asam yang tinggi jika elektron yang terdeteksi oleh pH meter jumlahnya banyak dan air dapat dikatakan memiliki kadar basa yang tinggi jika elektron yang terdeteksi oleh pH Meter jumlahnya banyak.

5) Kertas pH Indikator

Pada dasarnya, kegunaan kertas pH Indikator, pH Strips Paper atau Indikator Universal sama seperti pH Meter. Kertas pH Indikator dan pH Meter digunakan untuk mengukur kadar pH pada air. Perbedaannya hanya dari segi bentuk yaitu pH Meter berbentuk alat ukur digital, sedangkan kertas pH Indikator berbentuk kertas

dengan 4 garis warna, yaitu kuning, hijau, jingga, dan jingga kecokelatan.

6) Titrasi

Titration adalah alat untuk mengukur kadar konsentrasi alkalinitas (larutan baku) pada air dengan mencampurkan beberapa volume larutan dan beberapa volume larutan lain yang sudah diketahui kadar konsentrasi alkalinitasnya. Ada 2 jenis titration yang dapat digunakan untuk mengetahui kadar pH air, yaitu:

- a. *Alkalimetri* untuk menentukan konsentrasi larutan asam menggunakan larutan baku basa.
- b. *Asidimetri* untuk menentukan konsentrasi larutan basa menggunakan larutan baku asam.

4. Sampel Makanan

Menurut UU RI No.7 Tahun 1996 mutu pangan (*food quality*) adalah nilai yang ditentukan atas dasar kriteria keamanan pangan, kandungan gizi dan standart perdagangan terhadap bahan makanan dan minuman. Metode pengukuran mutu pangan dengan alat dapat digunakan untuk mengetahui karakteristik atau sifat-sifat mutu pangan yang tersembunyi. Instrumen pengukuran mutu pangan dapat dibagi menjadi 5 metode, yaitu (Hubeis, 2008):

A. Metode Pengukuran Uji Fisik

Digunakan untuk menguji warna, volume, tekstur, viskositas atau kekentalan dan konsistensi, keempukan dan keliatan, serta bobot jenis.

B. Metode Pengukuran Uji Kimia

Metode pengukuran uji kimia dibagi dua kelompok, yaitu:

- 1) Analisis proksimat, yaitu kadar air, kadar protein, kadar lemak, kadar karbohidrat, dan kadar abu;
- 2) Analisis kualitatif/kuantitatif, yaitu komponen makro (protein, lemak, karbohidrat) maupun unsur mikro (kadar asam lemak, kadar gula, kadar asam amino).

C. Metode Pengukuran Uji Fisiko-Kimia

Metode Pengukuran Uji Fisiko-Kimia, antara lain

- 1) AlatpH-Meter untuk mengukur keasaman
- 2) Refraktometer untuk mengukur indeks refraksi atau untuk mengukur kadar total padatan (terlarut).
- 3) Kolorimeter untuk mengukur warna dan untuk menentukan kadar nitrogen, fosfor, sitrat, vanili gula dan sebagainya
- 4) Spektrometer untuk analisis kualitatif.

D. Uji Mikroanalitik dan Histologis

Uji mikroanalitik digunakan untuk menganalisis unsur-unsur mikro seperti vitamin dan mineral, baik dengan teknologi spektrometri, kromatografi, maupun fotomikroskopi. Sedangkan, uji histologis digunakan untuk mendapatkan gambaran (*image*) struktur jaringan maupun pola kehidupan di dalam sel jaringan hewani, nabati maupun mikroorganisme. Histologis dilaksanakan dengan kombinasi mikroskopi, baik sinar tampak, polarisasi maupun elektron.

E. Metode Pengukuran Uji Mikrobiologis

Digunakan untuk analisis kualitatif dan kuantitatif mikroorganisme, seperti bakteri, kapang, ragi dan protozoa. Uji mikrobiologis yang terkenal adalah uji total jumlah mikroba (*total plate counts*) dan uji koliform untuk mikroorganisme yang terdapat dalam kotoran manusia sebagai indikator apakah makanan tersebut tercemar atau tidak.

5. Sampel Udara

Udara ambien adalah udara bebas di permukaan bumi pada lapisan troposfir yang berada di dalam wilayah yurisdiksi Republik Indonesia yang dibutuhkan dan mempengaruhi kesehatan manusia, makhluk hidup dan unsur lingkungan hidup lainnya. Alat ukur untuk mengetahui tingkat kualitas udara dapat dikelompokkan menjadi lima parameter, yaitu

- 1) Thermometer

Digunakan untuk menyatakan besaran derajat panas/dingin suatu benda. Menurut Keputusan Menteri Kesehatan RI No.1405/MENKES/SK/XI/2002 tentang persyaratan kesehatan lingkungan kerja perkantoran dan industri standart suhu adalah suhu 18°C –28°C.



Gambar 15. Thermometer

2) Higrometer

Digunakan untuk mengukur kelembapan udara atau jumlah uap air di udara. Menurut Keputusan Menteri Kesehatan RI No.1405/MENKES/SK/XI/2002 tentang persyaratan kesehatan lingkungan kerja perkantoran dan industri standart kelembapan adalah 40%-60% .



Gambar 16. Higrometer

3) Light Meter/Lux Meter

Digunakan untuk mengukur jumlah penyinaran pada suatu bidang kerja yang diperlukan untuk melaksanakan kegiatan secara efektif. Menurut Keputusan Menteri Kesehatan RI No.1405/MENKES/SK/XI/2002 tentang persyaratan kesehatan lingkungan kerja perkantoran dan industri

standart intensitas cahaya di ruang kerja minimal 100 lux. Prinsip penerangan yang baik adalah jumlah dan intensitas penerangan yang diperlukan hendaknya disesuaikan dengan jenis pekerjaan, daya lihat seseorang dan lingkungannya.



Gambar 17. Light Meter/Lux

4) Sound Level Meter

Digunakan untuk mengukur tingkat kebisingan. Menurut Keputusan Menteri Kesehatan RI No.11 1405/MENKES/SK/XI/2002 tentang persyaratan kesehatan lingkungan kerja perkantoran dan industri standart tingkat kebisingan di ruang kerja tanpa pelindung maksimal 85 dba.

5) Particle Counter

Digunakan untuk mengukur partikulat debu, Partikulat debu merupakan partikel padat yang terbentuk karena adanya kegiatan alami atau mekanik seperti penghalusan, penghancuran, peledakan pengayaan atau pengeboran. Menurut Keputusan Menteri Kesehatan RI No.1405/MENKES/SK/XI/2002 tentang persyaratan kesehatan lingkungan kerja perkantoran dan industri standart kandungan debu maksimal didalam udara ruangan dalam pengukuran rata-rata 8 jam adalah sebagai berikut : debu total 0,15 mg/m.

6. Manfaat Instrument Analisis Kualitas Lingkungan

Instrumentasi sebagai alat pengukuran meliputi instrumentasi survey/statistik, instrumentasi pengukuran suhu, dll. Contoh dari instrumentasi sebagai alat analisis banyak dijumpai di bidang kimia

dan kedokteran, misalnya, sementara contoh instrumentasi sebagai alat kendali banyak ditemukan dalam bidang elektronika, industri dan pabrik-pabrik. Sistem pengukuran, analisis dan kendali dalam instrumentasi ini bisa dilakukan secara manual (hasilnya dibaca dan ditulis tangan), tetapi bisa juga dilakukan secara otomatis dengan menggunakan komputer (sirkuit elektronik). Untuk jenis yang kedua ini, instrumentasi tidak bisa dipisahkan dengan bidang elektronika dan instrumentasi itu sendiri.

Instrumentasi sebagai alat pengukur sering kali merupakan bagian depan/ awal dari bagian-bagian selanjutnya (bagian kendalinya), dan bisa berupa pengukur dari semua jenis besaran fisis, kimia, mekanis, maupun besaran listrik. Beberapa contoh di antaranya adalah pengukur: massa, waktu, panjang, luas, sudut, suhu, kelembaban, tekanan, aliran, pH (keasaman), level, radiasi, suara, cahaya, kecepatan, torque, sifat listrik (arus listrik, tegangan listrik, tahanan listrik), viskositas, density, dll.

Sedangkan Manfaat dari instrumen untuk analisa kualitas lingkungan sebagai berikut:

- a. Membantu dalam perumusan kebijakan
- b. Sarana untuk mengevaluasi efektifitas program lingkungan
- c. Membantu dalam mendesain program lingkungan
- d. Mempermudah komunikasi dengan publik sehubungan dengan kondisi lingkungan

3.4 Prinsip Dan Metode Instrumen Analisis Kualitas Lingkungan

Prinsip Instrumen

Instrumen memiliki karakteristik penting yang dapat menunjukkan kualitas dari suatu hasil penelitian. Karakteristik tersebut adalah validitas dan reliabilitas. Instrumen dikatakan valid (tepat/absah) apabila instrumen digunakan untuk mengukur apa yang seharusnya diukur. Dalam hal ini sasaran kepada siapa instrumen itu ditujukan merupakan salah satu aspek yang harus

dipertimbangkan dalam menganalisis validitas suatu instrumen. Aspek lainnya misalnya kesesuaian indikator dengan butir soal, penggunaan bahasa, kesesuaian dengan kurikulum yang berlaku, kaidah-kaidah dalam penulisan butir soal, dsb. Ada tiga tipe validitas, yakni (Nunnally, 1978):

(1) Validitas Prediktif

Validitas prediktif atau ada juga yang menyebut dengan validitas kriteria terkait, dicari manakala instrumen akan digunakan untuk mengestimasi beberapa bentuk tingkah laku penting yang ada di luar dari hasil pengukuran instrumen itu sendiri. Besar kecilnya harga estimasi validitas prediktif suatu instrumen digambarkan dengan koefisien korelasi antara prediktor dengan kriteria tersebut.

(2) Validitas Isi

Validitas isi suatu instrumen adalah sejauh mana butir-butir dalam instrumen itu mewakili komponen-komponen dalam keseluruhan obyek yang hendak diukur (aspek representasi) dan sejauh mana butir-butir itu mencerminkan ciri perilaku yang hendak diukur (aspek relevansi). Hal ini menunjukkan bahwa tingkat validitas isi suatu instrumen sedikit-banyak tergantung pada penilaian subyektif individual penilai.

(3) Validitas Konstruk

Validitas konstruk adalah validitas yang menunjukkan sejauh mana instrumen mengungkap suatu konstruk teoritik yang hendak diukurnya.

Karakteristik instrumen itu harus reliabel. Sebenarnya reliabilitas itu mengacu pada konsistensi pengukuran, yaitu bagaimana skor tes atau hasil penilaian yang lain tetap (tidak berubah, sama) dari satu pengukuran ke pengukuran yang lain. Allen dan Yen (1979), mengemukakan tiga metode yang umum digunakan untuk menaksir koefisien reliabilitas yaitu:

(1)Metode tes ulang

Metode tes ulang pengambil tes yang sama mengikuti tes dua kali dengan menggunakan tes yang sama kemudian hasilnya dikorelasikan.

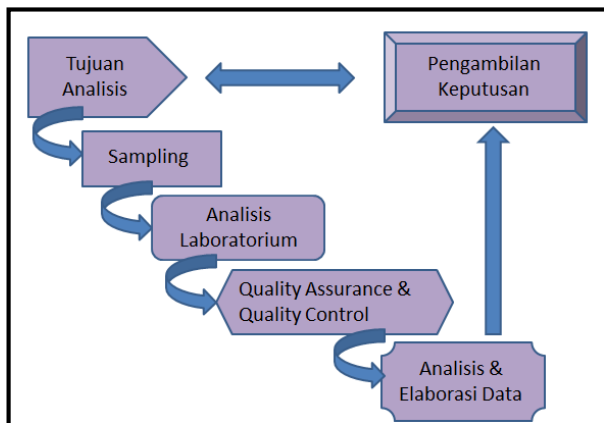
(2)Metode tes paralel

Reliabilitas tes paralel adalah korelasi antara nilai amatan dua tes yang paralel.

(3)Metode konsistensi internal

Reliabilitas konsistensi internal ditaksir dengan satu kali pelaksanaan tes sehingga permasalahan yang menyertai metode tes ulang dapat dihilangkan.

Metode Instrumen



Gambar 18. Tahap Analisis Kualitas lingkungan

Tahapan analisis kualitas lingkungan sebagai berikut. (Badrus Zaman, Syafrudin, 2012)

a. Tujuan Analisis

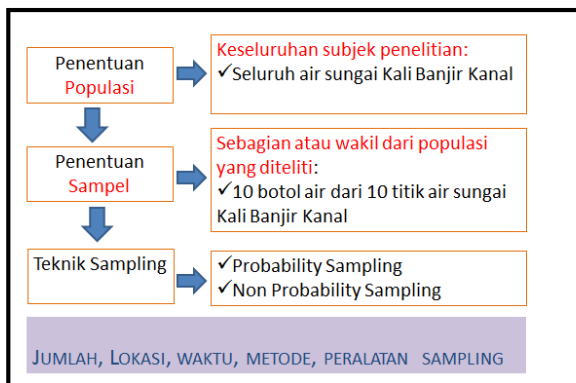
Untuk tujuan disesuaikan dengan tujuan penelitian dan hipotesis, tujuan yang digunakan harus jelas dan logis (dapat dicapai dengan biaya dan waktu yang direncanakan).

b. Pemilihan Parameter

Pemilihan parameter disesuaikan dengan kualitas lingkungan yang akan diukur seperti jenis media lingkungan (tanah, air, udara), sumber pencemaran, ketersediaan dana, waktu dan tenaga.

c. Sampling

Sampling adalah bagian dari metodologi statistika yang berhubungan dengan pengambilan sebagian dari populasi. Jika sampling dilakukan dengan metode yang tepat, analisis statistik dari suatu sampel dapat digunakan untuk menggeneralisasikan keseluruhan populasi. Metode sampling banyak menggunakan teori probabilitas dan teori statistika. (Sari,Lia permata. 2017)



Gambar 19. Sampling

d. Analisis Laboratorium

Cara untuk analisis laboratorium sebagai berikut.

1. Pilih laboratorium yang terakreditasi oleh KAN
2. Pilih metode yang standar (SNI)
3. Pilih instrumen/peralatan yang telah dikalibrasi
4. Dikerjakan oleh tenaga profesional

e. Quality Assurance and Quality Control

Quality Assurance (QA) adalah prinsip-prinsip operasi yang harus diikuti secara disiplin selama pengumpulan sampel sampai dengan analisis sehingga didapatkan data yang berkualitas

(terjamin) atau data hasil analisis yang diperoleh mempunyai akurasi pada level kepercayaan yang tinggi.

Quality Control (QC) berfungsi untuk mendapat data yang kredibel, harus dilakukan oleh analis yang kompeten (sertifikasi kemampuan operator), sehingga mampu menghasilkan analisis yang baik

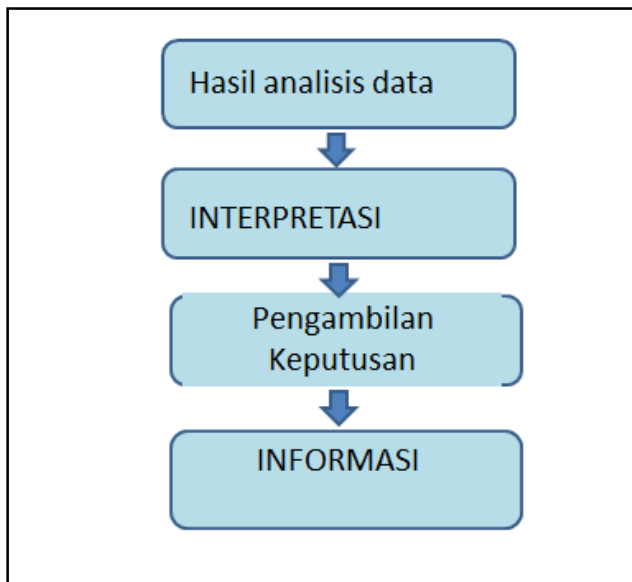
f. Analisis & Elaborasi Data

Data yang terkumpul dianalisis → INFORMASI

Content:

1. Metode Statistik : analisis data menggunakan metode statistika sesuai dengan pendekatan atau permasalahan penelitian
2. Pemodelan Matematik : tiruan dari kondisi nyata dalam bentuk persamaan matematis → memprediksi dan estimasi
3. Optimasi : instrumen pengambilan keputusan dengan mempertimbangkan beberapa aspek
4. Baku Mutu Lingkungan : acuan untuk menilai kualitas lingkungan

g. Pengambilan Keputusan



Gambar 20. Pengambilan Keputusan

Cara mengambil keputusan sebagai berikut.

- a. Data yang telah diperoleh di lapangan akan diolah dan dianalisis menjadi hasil analisis data
- b. Selanjutnya hasil analisis data akan diinterpretasikan
- c. Setelah adanya diskusi mengenai hasil analisis data selanjutnya akan diambil keputusan. Setelah keputusan diambil akan diinformasikan kemasyarakat

RANGKUMAN

1. Menurut Suharsimi Arikunto (2000:134), instrumen pengumpulan data adalah alat bantu yang dipilih dan digunakan oleh peneliti dalam kegiatannya mengumpulkan agar kegiatan tersebut menjadi sistematis dan dipermudah olehnya.
2. Instrumen standar pengukuran sampel air minum menggunakan alat TDS Meter, pH meter. Air sumur gali menggunakan alat seperti pH Meter Digital, TDS Meter, Turbidity Meter dan Termometer Digital sedangkan Instrumen Standar pengukuran Sampel Makanan menggunakan alat Metal Detector, Digital Microbiology Test Kit Untuk peralatan analisis kimia yaitu menggunakan lugol, biuret, benedict, kertas buram
3. Manfaat dari instrumen untuk analisa kualitas lingkungan yaitu membantu dalam perumusan kebijakan, sarana untuk mengevaluasi efektifitas program lingkungan, membantu dalam mendesain program lingkungan, mempermudah komunikasi dengan publik sehubungan dengan kondisi lingkungan
4. Tahapan analisis kualitas lingkungan yaitu: membuat tujuan analisis, sampling, analisis laboratorium, quality assurance

SOAL LATIHAN

1. Jelaskan pengertian instrument!
2. Apa manfaat instrument analisis kualitas lingkungan!
3. Sebutkan jenis instrument standart untuk pengukuran sampel air!
4. Sebutkan jenis instrument standart untuk pengukuran sampel udara!
5. Sebutkan jenis instrument standart untuk pengukuran sampel makanan!

BAB IV | METODE DAN TEKNIK SAMPLING ANALISIS FISIK, KIMIA, DAN BIOLOGI AIR

Tujuan

Setelah membaca bagian ini, mahasiswa diharapkan dapat

1. Menjelaskan Pengertian Titik Sampling dan Sampel Air
2. Menejelaskan Jenis Jenis Sampel Air
3. Menjelaskan Metode dan Pengambilan Sampel Air
4. Menjelaskan Tujuan Pengukuran Sampel Air
5. Menjelaskan Parameter Kualitas Fisik, Kimia, dan Biologi Air

Deskripsi Materi

Pada bab ini akan diuraikan tentang; (1) Menjelaskan pegertian Pengertian Titik Sampling dan Sampel Air (2) Menjelaskan Jenis Jenis Sampel Air (3) Menjelaskan Metode dan Pengambilan Sampel Air (4) Menjelaskan Tujuan Pengukuran Sampel Air (5) Menjelaskan Parameter Kualitas Fisik, Kimia, dan Biologi Air

Kata Kunci: titik sampling, kualitas fisik air, kualitas kimia air, kualitas biologi air

4.1 Pengertian Titik Sampling dan Sampel Air

4.1.1 Titik Sampling

Sampling adalah proses seleksi dan pengambilan sebuah sampel dari populasinya (Dahlan, 2015). Titik sampling secara umum dapat diartikan sebagai kondisi area penelitian, dalam hal ini membahas tentang air. Jadi titik sampling adalah lokasi atau tempat yang dijadikan sebagai sampel penelitian. Lokasi sampling dapat

ditentukan atau dilakukan di berbagai tempat/lokasi sesuai dengan tujuan penelitian (Purnomo dkk, 2018).

Teknik sampling adalah sebuah metode atau cara yang dilakukan untuk menentukan jumlah dan anggota sampel. Setiap anggota tentu saja wakil dari populasi yang dipilih setelah dikelompokkan berdasarkan kesamaan karakter. Teknik sampling yang digunakan juga harus disesuaikan dengan tujuan dari penelitian (Dahlan, 2018).

Sampel Air

Sampel secara umum dapat diartikan sebagai contoh, representan atau wakil dari suatu populasi yang cukup besar jumlahnya atau satu bagian dari keseluruhan yang dipilih dan representatif sifatnya. Aktivitas pengumpulan sampel disebut sampling. Sedangkan sampel air dapat diartikan sebagai air yang dijadikan sebagai bahan/wakil dari seluruh air yang akan diteliti.

4.2 Jenis Jenis Sampel Air

Jenis-jenis sampel air dapat dikelompokkan menjadi tiga sebagai berikut:

1. Sampel sesaat (*grab sample*), yaitu sampel yang diambil secara langsung dari badan air yang sedang dipantau. Sampel ini hanya menggambarkan karakteristik air pada saat pengambilan sampel.
2. Sampel komposit (*composite sample*), yaitu sampel campuran dari beberapa waktu pengamatan. Pengambilan sampel komposit dapat dilakukan secara manual ataupun secara otomatis dengan menggunakan peralatan yang dapat mengambil air pada waktu-waktu tertentu dan sekaligus dapat mengukur debit air. Pengambilan sampel secara otomatis hanya dilakukan jika ingin mengetahui gambaran tentang karakteristik kualitas air secara terus menerus.

3. Sampel gabungan tempat (*integrated sampel*), yaitu sampel gabungan yang diambil secara terpisah dari beberapa tempat, dengan volume yang sama.

4.3 Metode dan Teknik Pengambilan Sampel Air

Metode (*method*), secara harfiah berarti cara. Selain itu metode atau metodik berasal dari bahasa Greeka, metha, (melalui atau melewati), dan hodos (jalan atau cara), jadi metode bisa berarti jalan atau cara yang harus di lalui untuk mencapai tujuan tertentu. Metode adalah prosedur atau cara yang ditempuh untuk mencapai tujuan tertentu.

Teknik yaitu cara yang spesifik dalam memecahkan masalah tertentu yang ditemukan dalam melaksanakan prosedur. Tehnik juga diartikan sebagai cara yang dilakukan seseorang dalam rangka mengimplementasikan suatu metode.

Beberapa hal yang menyangkut teknik pengambilan sampel air dikemukakan dalam Kumpulan Standar Nasional Indonesia Bidang Pekerjaan Umum mengenai Kualitas Air (1990)

1. Pertimbangan dalam Pemilihan Lokasi Pengambilan Sampel

Pertimbangan-pertimbangan yang digunakan dalam pemilihan lokasi pengambilan sampel adalah sebagai berikut.

- a. Sampel air limbah harus diambil pada lokasi yang mewakili seluruh karakteristik limbah dan kemungkinan pencemaran yang akan ditibulkannya.
- b. Sampel air dari badan air harus diambil dari lokasi yang dapat menggambarkan karakteristik keseluruhan badan air. Oleh karena itu, sampel air perlu diambil dari beberapa lokasi dengan debit air yang harus diketahui.
- c. Sumber pencemar yang mencemari badan air yang dipantau harus diketahui, berupa sumber pencemar setempat (*point source*) atau sumber pencemar tersebar (*disperse source*).

d. Jenis bahan baku dan bahan kimia yang digunakan dalam proses industri perlu diketahui.

2. Lokasi Pengambilan Sampel Air

Pada dasarnya, pengambilan sampel air dapat dilakukan terhadap air permukaan maupun air tanah.

a. Air Permukaan

Air permukaan meliputi air sungai, danau, waduk, rawa, dan genangan air lainnya. Pengambilan sampel di sungai yang dekat dengan muara atau laut yang dipengaruhi oleh air pasang harus dilakukan agak jauh dari muara. Adapun pengambilan sampel air sungai dapat dilakukan agak jauh dari muara. Adapun pengambilan sampel air sungai dapat dilakukan di lokasi-lokasi sebagai berikut.

- 1) Sumber alamiah, yaitu lokasi yang belum pernah atau masih sedikit mengalami pencemaran.
- 2) Sumber air tercemar, yaitu lokasi yang telah mengalami perubahan atau di bagian hilir dari sumber pencemar.
- 3) Sumber air yang dimanfaatkan, yaitu lokasi penyadapan/pemanfaatan sumber air.

Pengambilan sampel air danau atau waduk dapat dilakukan di tempat masuknya air (*inlet*), di tengah danau atau waduk, di lokasi penyadapan air untuk pemanfaatan, ataupun di tempat keluarnya air (*outlet*).

b. Air Tanah

Air tanah dapat dibedakan menjadi 2 macam, yaitu air tanah tidak tertekan (bebas) dan air tanah tertekan. Air tanah bebas adalah air dari akifer yang hanya sebagian terisi air, terletak pada suatu dasar yang kedap air, dan mempunyai permukaan bebas. Pengambilan sampel yang berupa air tanah bebas dapat dilakukan di tempat-tempat sebagai berikut:

- 1) Bagian hulu dan hilir dari lokasi penimbunan/pembuangan sampah kota/industri.

- 2) Bagian hilir daerah pertanian yang diperlakukan dengan pestisida dan pupuk kimia secara intensif.
- 3) Daerah pantai yang mengalami intrusi air laut, dan
- 4) Tempat-tempat lain yang dianggap perlu.

Air tanah tertekan adalah air dari akifer yang sepenuhnya jenuh air, dengan bagian atas dan bawah dibatasi oleh lapisan yang kedap air. Pengambilan sampel yang berupa air tanah tertekan dapat dilakukan di tempat-tempat sebagai berikut:

- 1) Sumur produksi air tanah untuk pemenuhan kebutuhan perkotaan, pedesaan, pertanian, dan industri.
- 2) Sumur produksi air tanah PAM maupun sarana umum.
- 3) Sumur pemantauan kualitas air tanah.
- 4) Lokasi kawasan industri.
- 5) Sumur observasi bagi pengawasan imbuhan.
- 6) Sumur observasi air tanah di suatu cekungan air tanah artesis, misalnya cekungan artesis Bandung.
- 7) Sumur observasi di wilayah pesisir yang mengalami penyusutan air laut.
- 8) Sumur observasi penimbunan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3).
- 9) Sumur lain yang dianggap perlu.

3. Penentuan Titik Pengambilan Sampel

Penentuan titik pengambilan sampel pada kolom air bertujuan agar pada saat pengambilan sampel, benda yang terapung di permukaan air dan endapan yang mungkin tergerus dari dasar sungai tidak ikut terambil. Titik pengambilan sampel air yang berupa air permukaan dan air tanah ditetapkan dengan ketentuan-ketentuan sebagai berikut/

a. Titik Pengambilan Sampel Air Permukaan

Pengambilan sampel air permukaan dapat dilakukan terhadap air sungai dan air waduk atau danau. Titik pengambilan

sampel air sungai ditetapkan menurut ketentuan-ketentuan sebagai berikut.

- 1) Pada sungai dengan debit kurang dari 5 m kubik per detik, sampel air diambil pada satu titik di tengah sungai pada 0,5 x kedalaman sungai.
- 2) Pada sungai dengan debit antara 5 – 150 m kubik per detik, sampel air diambil pada dua titik, masing-masing pada jarak $\frac{1}{3}$ dan $\frac{2}{3}$ lebar sungai pada 0,5 x kedalaman sungai.
- 3) Pada sungai dengan debit lebih dari 150 m kubik per detik, sampel air diambil minimum pada enam titik, masing-masing pada jarak $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, dan $\frac{3}{4}$ lebar sungai, pada 0,2 kedalaman sungai dan 0,8 x kedalaman sungai.

Titik pengambilan sampel air danau atau waduk ditetapkan menurut ketentuan-ketentuan sebagai berikut.

- 1) Pada danau atau waduk dengan kedalaman kurang dari 10 m, sampel air diambil dari dua titik, yaitu di permukaan dan di dasar danau/waduk.
- 2) Pada danau atau waduk dengan kedalaman antara 10m – 30m, sampel diambil pada tiga titik, yaitu di permukaan, lapisan termuklim, dan di dasar danau.
- 3) Pada danau atau waduk dengan kedalaman antara 30m-100m, sampel diambil pada empat titik, yaitu permukaan, lapisan termoklin, di atas lapisan hipolimnion, dan dasar danau/waduk.
- 4) Pada danau atau waduk dengan kedalaman lebih dari 100m, titik pengambilan sampel air dapat diperbanyak sesuai dengan keperluan.

b. Titik Pengambilan Sampel Air Tanah

Sampel air tanah dapat berupa sampel air tanah bebas dan sampel air tanah tertekan. Titik pengambilan sampel air tanah bebas ditetapkan menurut ketentuan-ketentuan sebagai berikut.

- 1) Pada sumur gali, sampel diambil pada kedalaman 20 cm di bawah permukaan air. Pengambilan sampel sebaiknya dilakukan pada pagi hari.
- 2) Pada sumur bor dengan pompa tangan atau mesin, sampel diambil dari kran/mulut pompa (tempat keluarnya air). Pengambilan sampel dilakukan kira-kira lima menit setelah air mulai dibuang (dikeluarkan).

Titik pengambilan sampel air tanah tertekan ditetapkan menurut ketentuan-ketentuan sebagai berikut.

- 1) Pada sumur bor eksplorasi, sampel diambil pada titik yang telah ditentukan sesuai dengan keperluan eksplorasi.
- 2) Pada sumur observasi, sampel diambil pada dasar sumur, setelah air dalam sumur bor/pipa dibuang sampai habis (dikuras) sebanyak tiga kali.
- 3) Pada sumur produksi, sampel diambil pada kran/mulut pompa (tempat keluarnya air)

4. Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel air dapat dilakukan melalui langkah-langkah kerja sebagai berikut.

- a. Disiapkan alat pengambil sampel yang sesuai dengan keadaan sumber air.
- b. Alat-alat tersebut dibilas sebanyak tiga kali dengan sampel air yang akan diambil.
- c. Dilakukan pengambilan sampel sesuai dengan keperluan, sampel yang diperoleh dicampur secara merata di dalam penampung sementara.
- d. Jika pengambilan sampel dilakukan pada beberapa titik, maka volume sampel dari setiap titik harus sama.

Dalam pengambilan sampel, sebaiknya digunakan wadah yang baru. Jika terpaksa menggunakan wadah bekas, wadah diperlakukan dengan perlakuan tertentu terlebih dahulu, yang dapat menjamin bahwa wadah tersebut bebas dari pengaruh

sampel sebelumnya. Selain itu, wadah atau peralatan yang dapat bereaksi dengan limbah cair harus dihindarkan, misalkan wadah atau peralatan yang terbuat dari logam yang dapat mengalami korosi oleh air yang bersifat asam.

Setelah pengambilan sampel, air sampel sebaiknya segera dianalisis. Jika terpaksa harus disimpan, setiap parameter kualitas air memerlukan perlakuan tertentu terhadap sampel. Selain perlakuan dengan bahan kimia, pengawetan yang paling umum dilakukan adalah pendinginan suhu 4 derajat C selama transportasi dan penyimpanan. Pada suhu tersebut, aktivitas bakteri terhambat.

Frekuensi Pengambilan Sampel

Menurut kep. No. 51/Men.L.H/10/1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri, pemantauan kualitas limbah cair industri dilakukan sekurang-kurangnya sekali dalam sebulan. Hasil pemeriksaan kualitas limbah cair tersebut harus dilaporkan kepada instansi yang bertanggung jawab dalam pemantauan lingkungan. Adapun frekuensi pengambilan sampel air tergantung pada beberapa faktor, yaitu perubahan beban pencemaran dan debit air, tujuan pemantauan kualitas air, dan kemampuan analisis.

4.4 Tujuan Pengukuran Sampel Air

Pengukuran sampel air dilakukan dengan tujuan untuk mengukur parameter-parameter pada sampel air yang telah diambil sehingga hasil dari pengukuran ini akan dilihat apakah sesuai dengan baku mutu perairan (Putra, 2009).

Sesuai dengan hasil laporan Analisis Parameter Fisika Kimia Air di Danau Buatan Perumnas Griya Martubung Kota Medan yang telah dilakukan di salah satu universitas di Indonesia yaitu, Universitas Sumatera Utara. Dari penelitian ini dikatakan bahwa, pengambilan dan pengukuran sampel air dilakukan pada pagi hari menjelang siang hari. Hasil dari pengukuran menunjukkan, parameter-parameter yang diukur pada setiap stasiun memiliki rata-rata yang sama (Putra, 2009).

Pemantauan Kualitas Air

Peraturan Pemerintah No. 20 Tahun 1990 mengelompokkan kualitas air menjadi beberapa golongan menurut peruntukannya. Adapun penggolongan air menurut peruntukannya adalah sebagai berikut.

1. Golongan A, yaitu air yang dapat digunakan sebagai air minum secara langsung, tanpa pengolahan terlebih dahulu.
2. Golongan B, yaitu air yang dapat digunakan sebagai air baku air minum
3. Golongan C, yaitu air yang dapat digunakan untuk keperluan perikanan dan peternakan.
4. Golongan D, yaitu air yang dapat digunakan untuk keperluan pertanian, usaha di perkotaan, industri, dan pembangkit listrik tenaga air.

Tujuan Pemantauan Kualitas Air

Pemantauan kualitas air suatu perairan memiliki tiga tujuan utama sebagai berikut (Putra, 2009)

1. *Environmental Surveillance*, yaitu tujuan untuk mendeteksi dan mengukur pengaruh yang ditimbulkan oleh suatu pencemar terhadap kualitas lingkungan dan mengetahui perbaikan kualitas lingkungan setelah pencemar tersebut dihilangkan.
2. *Establishing Water-quality Criteria*, yakni tujuan untuk mengetahui hubungan sebab akibat antara perubahan variabel-variabel ekologi perairan dengan parameter fisika dan kimia, untuk mendapatkan baku mutu kualitas air.
3. *Appraisal of Resources*, yakni tujuan untuk mengetahui gambaran kualitas air pada suatu tempat secara umum.

Pada hakekatnya, pemantauan kualitas air pada perairan umum memiliki tujuan sebagai berikut.

1. Menilai nilai kualitas air dalam bentuk parameter fisika, kimia, dan biologi.

2. Membandingkan nilai kualitas air tersebut dengan baku mutu sesuai dengan peruntukannya, menurut Peraturan Pemerintah RI No. 20 Tahun 1990.
3. Menilai kelayakan suatu sumber daya air untuk kepentingan tertentu.

Pemantauan kualitas air pada saluran pembuangan limbah industri dan badan air penerima limbah industri pada dasarnya memiliki tujuan sebagai berikut.

1. Mengetahui karakteristik kualitas limbah cair yang dihasilkan.
2. Membandingkan nilai kualitas limbah cair dengan baku mutu kualitas limbah industri, dan menentukan beban pencemaran menurut Kep. No. 51/MenLH/10/1995.
3. Menilai efektivitas instalasi pengolahan limbah industri yang dioperasikan
4. Memprediksikan pengaruh yang mungkin ditimbulkan oleh limbah cair tersebut terhadap komponen lingkungan lainnya.

4.5 Parameter Kualitas Fisik, Kimia, dan Biologi Air

Menurut KBBI, parameter merupakan ukuran seluruh populasi dalam penelitian yang harus diperkirakan dari yang terdapat di dalam percontoh. Kualitas air adalah kondisi kalitatif air yang diukur dan atau di uji berdasarkan parameter-parameter tertentu dan metode tertentu berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku (Pasal 1 keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 tahun 2003). Kualitas air dapat dinyatakan dengan parameter kualitas air. Parameter ini meliputi parameter fisik, kimia, dan mikrobiologis (Masduqi,2009). Jadi, parameter kualitas air adalah suatu ukuran-ukuran yang digunakan untuk menentukan kualitas suatu air baik secara fisika, kimia, dan biologis.

4.5.1 Parameter Fisik

a. Suhu

Suhu udara adalah derajat panas dan dingin udara di atmosfer. Berdasarkan penyebarannya di muka bumi suhu udara dapat dibedakan menjadi dua, yakni sebaran secara horisontal dan vertikal. Air sebagai lingkungan hidup organisme air relatif tidak begitu banyak mengalami fluktuasi suhu dibandingkan dengan udara, hal ini disebabkan panas jenis air lebih tinggi daripada udara. Artinya untuk naik 1°C , setiap satuan Volume air memerlukan sejumlah panas yang lebih banyak daripada udara. Pada perairan dangkal akan menunjukkan fluktuasi suhu air yang lebih besar daripada perairan yang dalam. Sedangkan organisme memerlukan suhu yang stabil atau fluktuasi suhu yang rendah. Agar suhu air suatu perairan berfluktuasi rendah maka perlu adanya penyebaran suhu. Hal tersebut tercapai secara sifat alam antara lain :

1. Penyerapan (Absorpsi) panas matahari pada bagian permukaan air.
2. Angin, sebagai penggerak pemindahan massa air.
3. Aliran vertikal dari air itu sendiri, terjadi bila disuatu perairan terdapat lapisan air yang bersuhu rendah akan turun mendesak lapisan air yang bersuhu tinggi naik ke permukaan perairan.

Suhu air yang ideal bagi organisme air yang dibudidayakan sebaiknya adalah tidak terjadi perbedaan suhu yang tidak mencolok antara siang dan malam (tidak lebih dari 5°C). Pada perairan yang tergenang yang mempunyai kedalaman minimal 1,5 meter biasanya akan terjadi pelapisan (stratifikasi) suhu. Pelapisan ini terjadi karena suhu permukaan air lebih tinggi dibanding dengan suhu air dibagian bawahnya. Stratifikasi suhu terjadi karena masuknya panas dari cahaya matahari kedalam kolam air yang mengakibatkan terjadinya gradien suhu yang vertikal. Pada kolam yang kedalaman airnya kurang dari dua meter biasanya terjadi stratifikasi suhu yang tidak stabil. Oleh karena itu bagi para

pembudidaya ikan yang melakukan kegiatan budidaya ikan kedalaman air tidak boleh lebih dari 2 meter. Selain itu untuk memecah stratifikasi suhu pada wadah budidaya ikan perlu diperhatikan dan harus menggunakan alat bantu untuk pengukurannya.

b. Kecerahan

Gusriana, 2012, Sentra Edukasi, Budidaya Ikan (Jilid 1) Kecerahan air merupakan ukuran transparansi perairan dan pengukuran cahaya sinar matahari didalam air dapat dilakukan dengan menggunakan lempengan/kepingan Secchi disk. Satuan untuk nilai kecerahan dari suatu perairan dengan alat tersebut adalah satuan meter. Jumlah cahaya yang diterima oleh phytoplankton diperairan asli bergantung pada intensitas cahaya matahari yang masuk kedalam permukaan air dan daya perambatan cahaya didalam air.

Masuknya cahaya matahari kedalam air dipengaruhi juga oleh kekeruhan air (turbidity). Sedangkan kekeruhan air menggambarkan tentang sifat optik yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat didalam perairan. Faktor-faktor kekeruhan air ditentukan oleh:

1. Benda-benda halus yang disuspensikan (seperti lumpur dsb)
2. Jasad-jasad renik yang merupakan plankton.
3. Warna air (yang antara lain ditimbulkan oleh zat-zat koloid berasal dari daun-daun tumbuhan yang terektrak)

c. Bau

Pada kolam budidaya ikan, air pada kolam ikan harus selalu di buang atau diganti, agar tidak akan menimbulkan bau yang menyengat pada air. Faktor yang menyebabkan air pada kolam berbau tidak sedap yaitu diantaranya; Pakan ikan yang tidak sempat termakan oleh ikan, menjadi racun bagi kolam dengan amoniak yang muncul, Feses dari kotoran ikan yang dibudidayakan

dan terjadi dekomposisi di air yang menghasilkan amoniak. Material dalam air dapat berupa jumlah zat tersuspensi (*TDS*) (*Pemuji dan Anthonius, 2010 dalam Suwondo, 2005*).

d. Warna

Kriteria warna air tambak yang dapat dijadikan acuan standar dalam pengelolaan kualitas air adalah seperti di bawah ini:

1. Warna air tambak hijau tua yang berarti menunjukkan adanya dominansi chlorophyceae dengan sifat lebih stabil terhadap perubahan lingkungan dan cuaca karena mempunyai waktu mortalitas yang relatif panjang. Tingkat pertumbuhan dan perkembangannya yang relatif cepat sangat berpotensi terjadinya booming plankton di perairan tersebut.
2. Warna air tambak kecoklatan yang berarti menunjukkan adanya dominansi diatomae. Jenis plankton ini merupakan salah satu penyuplai pakan alami bagi udang, sehingga tingkat pertumbuhan dan perkembangan udang relatif lebih cepat. Tingkat kestabilan plankton ini relatif kurang terutama pada kondisi musim dengan tingkat curah hujan yang tinggi, sehingga berpotensi terjadinya plankton collaps dan jika pengelolaannya tidak cermat kestabilan kualitas perairan akan bersifat fluktuatif dan akan mengganggu tingkat kenyamanan udang di dalam tambak.
3. Warna air tambak hijau kecoklatan yang berarti menunjukkan dominansi yang terjadi merupakan perpaduan antara chlorophyceae dan diatomae yang bersifat stabil yang didukung dengan ketersediaan pakan alami bagi udang (*Putra, 2009*).

4.5.2 Parameter Kimia

a. DO (Disolved Oxigent)

Semua makhluk hidup untuk hidup sangat membutuhkan oksigen sebagai faktor penting bagi pernafasan. Ikan sebagai salah satu jenis organisme air juga membutuhkan oksigen agar proses metabolisme dalam tubuhnya berlangsung. Oksigen yang

dibutuhkan oleh ikan disebut dengan oksigen terlarut. Oksigen terlarut adalah oksigen dalam bentuk terlarut didalam air karena ikan tidak dapat mengambil oksigen dalam perairan dari difusi langsung dengan udara. Satuan pengukuran oksigen terlarut adalah mg/l yang berarti jumlah mg/l gas oksigen yang terlarut dalam air atau dalam satuan internasional dinyatakan ppm (part per million). Air mengandung oksigen dalam jumlah yang tertentu, tergantung dari kondisi air itu sendiri, beberapa proses yang menyebabkan masuknya oksigen ke dalam air yaitu:

1. Diffusi oksigen dari udara ke dalam air melalui permukannya, yang terjadi karena adanya gerakan molekul-molekul udara yang tidak berurutan karena terjadi benturan dengan molekul air sehingga O₂ terikat didalam air.
2. Diperairan umum, pemasukan oksigen ke dalam air terjadi karena air yang masuk sudah mengandung oksigen, kecuali itu dengan aliran air, mengakibatkan gerakan air yang mampu mendorong terjadinya proses difusi oksigen dari udara ke dalam air.
3. Hujan yang jatuh, secara tidak langsung akan meningkatkan O₂ di dalam air, pertama suhu air akan turun, sehingga kemampuan air mengikat oksigen meningkat, selanjutnya bila volume air bertambah dari gerakan air, akibat jatuhnya air hujan akan mampu meningkatkan O₂ di dalam air.
4. Proses Asimilasi tumbuhan. Tanaman air yang seluruh batangnya ada didalam air di waktu siang akan melakukan proses asimilasi, dan akan menambah O₂ didalam air. Sedangkan pada malam hari tanaman tersebut menggunakan O₂ yang ada didalam air.

b. Ph

pH Air - pH (singkatan dari " puissance negatif de H "), yaitu logaritma negatif dari kepekatan ion-ion H yang terlepas dalam suatu perairan dan mempunyai pengaruh besar terhadap

kehidupan organisme perairan, sehingga pH perairan dipakai sebagai salah satu untuk menyatakan baik buruknya sesuatu perairan. Pada perairan perkolaman pH air mempunyai arti yang cukup penting untuk mendeteksi potensi produktifitas kolam. pH Air yang agak basa, dapat mendorong proses pembongkaran bahan organik dalam air menjadi mineral-mineral yang dapat diasimilasikan oleh tumbuh tumbuhan (garam amonia dan nitrat).

pH Air Pada perairan yang tidak mengandung bahan organik dengan cukup, maka mineral dalam air tidak akan ditemukan. Andaikata kedalam kolam itu kemudian kita bubuhkan bahan organik seperti pupuk kandang, pupuk hijau dsb dengan cukup, tetapi kurang mengandung garam-garam bikarbonat yang dapat melepaskan kationnya, maka mineral-mineral yang mungkin terlepas juga tidak akan lama berada didalam air itu. Untuk menciptakan lingkungan air yang bagus, pH air itu sendiri harus mantap dulu (tidak banyak terjadi pergoncangan pH air). Ikan rawa seperti sepat siam (*Tricogaster pectoralis*), sepat jawa (*Tricogaster tericopterus*) dan ikan gabus dapat hidup pada lingkungan pH air 4-9, untuk ikan lunjar kesan pH 5-8, ikan karper (*Cyprinus carpio*) dan gurami, tidak dapat hidup pada pH 4-6, tapi pH idealnya 7,2.

Derajat keasaman pH Air suatu kolam ikan sangat dipengaruhi oleh keadaan tanahnya yang dapat menentukan kesuburan suatu perairan. Nilai pH air asam tidak baik untuk budidaya ikan dimana produksi ikan dalam suatu perairan akan rendah. Pada pH air netral sangat baik untuk kegiatan budidaya ikan, biasanya berkisar antara 7 – 8, sedangkan pada pH air basa juga tidak baik untuk kegiatan budidaya. Pengaruh pH air pada perairan dapat berakibat terhadap komunitas biologi perairan.

c. Salinitas

Salinitas air yang sangat mudah dipahami adalah jumlah kadar garam yang terdapat pada suatu perairan. Hal ini dikarenakan salinitas air ini merupakan gambaran tentang padatan total didalam

air setelah semua karbonat dikonversi menjadi oksida, semua bromida dan iodida digantikan oleh chlorida dan semua bahan organik telah dioksidasi.

Salinitas air yang lainnya adalah jumlah segala macam garam yang terdapat dalam 1000 gr air contoh. Garam-garam yang ada di air payau atau air laut pada umumnya adalah Na, Cl, NaCl, MgSO₄ yang menyebabkan rasa pahit pada air laut, KNO₃ dan lain lain (Putra, 2009).

4.5.3 Parameter Biologi

a. Plankton

Kelimpahan plankton yang terdiri dari phytoplankton dan zooplankton sangat diperlukan untuk mengetahui kesuburan suatu perairan yang akan dipergunakan untuk kegiatan budidaya. Plankton sebagai organisme perairan tingkat rendah yang melayang-layang di air dalam waktu yang relatif lama mengikuti pergerakan air. Plankton pada umumnya sangat peka terhadap perubahan lingkungan hidupnya (suhu, pH, salinitas, gerakan air, cahaya matahari dll) baik untuk mempercepat perkembangan atau yang mematikan.

Berdasarkan ukurannya, plankton dapat dibedakan sebagai berikut:

1. Macroplankton (masih dapat dilihat dengan mata telanjang/biasa/tanpa pertolongan mikroskop).
2. Netplankton atau mesoplankton (yang masih dapat disaring oleh plankton net yang mata netnya 0,03 - 0,04 mm).
3. Nannoplankton atau microplankton (dapat lolos dengan plankton net diatas).

Berdasarkan tempat hidupnya dan daerah penyebarannya, plankton dapat merupakan :

1. Limnoplankton (plankton air tawar/danau).
2. Haliplankton (hidup dalam air asin)
3. Hypalmyroplankton (khusus hidup di air payau)
4. Heleoplankton (khusus hidup dalam kolam-kolam)

5. Petamoplankton atau rheoplankton (hidup dalam air mengalir, sungai) (Putra, 2009).

4.6 Interpretasi Kualitas Fisik, Kimia, dan Biologi Air

Data yang diperoleh dari laboratorium dan lapangan adalah data yang telah memenuhi kriteria penjaminan mutu. Hal ini dapat membantu mengurangi kesalahan data. Oleh karena itu, perlu ketelitian dan pemeriksaan ulang terhadap seri data sehingga dapat mengidentifikasi kesalahan yang dapat menghasilkan kesimpulan yang salah sehingga berakibat pada kesalahan program pengelolaan lingkungan (Putra, 2009).

Setelah data dianalisis, hasil data tersebut disusun dalam suatu kajian yang disesuaikan dengan tujuan pemantauan lingkungan. Salah satu tujuan yang dilakukan adalah menentukan status mutu air. Status mutu air didapatkan dengan menganalisis hasil sampling dengan baku mutu lingkungan. Sebagai contoh, digunakan pedoman penentuan status mutu air dengan Metode Storet seperti arahan dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003.

Setelah dilakukan pengukuran parameter kualitas air baik secara *in situ* maupun di laboratorium, dilakukan analisis mutu air dengan mempergunakan Baku Mutu Air yang disesuaikan antara Peraturan Gubernur Bali Nomor 8 Tahun 2007 tentang Baku Mutu Lingkungan Hidup dan Kriteria Baku Kerusakan Lingkungan Hidup, dan Peraturan Pemerintah RI Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Khusus untuk air laut digunakan juga Baku Mutu Air Laut sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut. Sedangkan untuk air limbah digunakan baku mutu *effluent* pada Peraturan Gubernur Bali No 8 Tahun 2007.

Untuk mengetahui status mutu air dengan Metode Storet Penentuan status mutu badan air dengan metode STORET dilakukan dengan cara berikut:

1. Lakukan pengumpulan data kualitas air secara periodik sehingga membentuk data dari waktu ke waktu.
2. Bandingkan data hasil pengukuran dengan baku mutu yang sesuai dengan kelas air
3. Jika hasil pengukuran memenuhi baku mutu air maka diberi skor 0
4. Jika hasil pengukuran tidak memenuhi baku mutu air maka diberi skor:

Sample quantity	Value	Parameters		
		Physics	Chemical	Biology
< 10	Maximum	-1	-2	-3
	Minimum	-1	-2	-3
	Average	-3	-6	-9
10 ≤	Maximum	-2	-4	-6
	Minimum	-2	-4	-6
	Average	-6	-12	-18

Gambar 4.1 Tabel Storet

Jumlah negatif dari seluruh parameter dihitung dan ditentukan status mutunya dari jumlah skor yang didapat dengan menggunakan kriteria dari US-EPA (*Environmental Protection Agency*) menjadi 4 status :

Status A : baik sekali, skor = 0 → □ memenuhi baku mutu

Status B : baik, skor = -1 s.d -10 → □ cemar ringan

Status C : sedang, skor = -11 s.d -30 → □ cemar sedang

Status D : buruk, skor ≥ □ -31 → □ cemar berat.

RANGKUMAN

1. Titik sampling adalah lokasi atau tempat yang dijadikan sebagai sampel penelitian. Sampel air dapat diartikan sebagai air yang dijadikan sebagai bahan/wakil dari seluruh air yang akan diteliti.
2. Jenis-jenis sampel air digolongkan menjadi 3 yaitu, sampel sesaat, sampel komposit, dan sampel gabungan tempat.
3. Metode (*method*), secara harfiah berarti cara. Selain itu metode atau metodik berasal dari bahasa Greeka, metha, (melalui atau melewati), dan hodos (jalan atau cara), jadi metode bisa berarti jalan atau cara yang harus di lalui untuk mencapai tujuan tertentu. Metode adalah prosedur atau cara yang ditempuh untuk mencapai tujuan tertentu. Teknik yaitu cara yang spesifik dalam memecahkan masalah tertentu yang ditemukan dalam melaksanakan prosedur. Tehnik juga diartikan sebagai cara yang dilakukan seseorang dalam rangka mengimplementasikan suatu metode.
4. Pengukuran sampel air dilakukan dengan tujuan untuk mengukur parameter-parameter pada sampel air yang telah diambil sehingga hasil dari pengukuran ini akan dilihat apakah sesuai dengan baku mutu perairan.
5. Kualitas air yaitu sifat air dan kandungan makhluk hidup, zat energi atau komponen lain di dalam air. Dalam pengukuran kualitas air ada beberapa hal yang harus diperhatikan diantaranya adalah Parameter Fisik, parameter kimia, dan parameter biologis.
 - a. Parameter fisik air terbagi atas beberapa bagian yaitu Suhu, Kecerahan, bau, dan Warna.
 - b. Parameter kimia air yaitu Oksigen Terlarut, pH, dan Salinitas.
 - c. Parameter biologis air yaitu Plankton.

6. Data yang diperoleh dari laboratorium dan lapangan adalah data yang telah memenuhi kriteria penjaminan mutu. Hal ini dapat membantu mengurangi kesalahan data. Oleh karena itu, perlu ketelitian dan pemeriksaan ulang terhadap seri data sehingga dapat mengidentifikasi kesalahan yang dapat menghasilkan kesimpulan yang salah sehingga berakibat pada kesalahan program pengelolaan lingkungan.

SOAL LATIHAN

1. Jelaskan pengertian titik sampling dan sampel air!
2. Sebutkan tujuan pengukuran sampel air!
3. Sebutkan parameter kualitas fisik air!
4. Sebutkan parameter kualitas kimia air!
5. Sebutkan parameter kualitas biologi air!

BAB V | METODE DAN TEKNIK SAMPLING ANALISIS FISIK, KIMIA, DAN BIOLOGI UDARA

Tujuan

Setelah membaca bagian ini, mahasiswa diharapkan dapat

1. Menjelaskan Pengertian Titik Sampling dan Sampel Udara
2. Menjelaskan Jenis Sampling Udara
3. Menjelaskan Tujuan Pengukuran Sampel Udara
4. Menjelaskan Jenis-Jenis Parameter
5. Menjelaskan Interpretasi Fisika Dan Kimia Kualitas Udara
6. Menjelaskan interpretasi Biologi
7. Menjelaskan Sumber Bahan Pencemar Primer
8. Menjelaskan Jenis Bahan Pencemar Udara
9. Menjelaskan Dampak Pencemar Udara

Deskripsi Materi

Pada bab ini akan diuraikan tentang; (1) Menjelaskan pengertian Pengertian Titik Sampling dan Sampel Udara (2) Menjelaskan Jenis Sampling Udara (3) Menjelaskan Tujuan Pengukuran Sampel Udara (4) Menjelaskan Jenis-Jenis Parameter (5) Menjelaskan Interpretasi Fisika Dan Kimia Kualitas Udara (6) Menjelaskan interpretasi Biologi (7) Menjelaskan Sumber Bahan Pencemar Primer (8) Menjelaskan Jenis Bahan Pencemar Udara (9) Menjelaskan Dampak Pencemar Udara

Kata Kunci: titik sampling, kualitas fisik udara, kualitas kimia udara, kualitas biologi udara

5.1 Pengertian titik sampling dan sampel udara

5.1.1 Titik *Sampling*

Sampel adalah sebagian dari populasi yang diambil dengan cara tertentu untuk dikenai pengukuran. Pengambilan sampel dari keseluruhan populasi biasa disebut *sampling*. Sampel harus bisa mewakili populasi, biasa disebut sampel yang representatif. Sampel yang representatif dapat didekati dengan besar sampel dan teknik *sampling* (Cahyono, 2018). Titik atau tempat mengumpulkan sampel biasanya disebut titik sampling (Hariyanto dkk, 2008). Lokasi sampling dapat ditentukan atau dilakukan di berbagai tempat/lokasi sesuai dengan tujuan penelitian (Purnomo dkk, 2018). Alasan dilakukan sampling adalah karena populasi terlalu besar dan sumber daya yang dimiliki seperti tenaga, biaya, waktu, dan sarana prasarana yang terbatas (Cahyono, 2018).

5.1.2 Sampel Udara

Menurut Widiyanto (2013) sampel merupakan sebagian dari jumlah populasi yang dipilih untuk sumber data, dengan demikian sampel adalah sebagian dari anggota populasi dengan karakteristik sama yang dipilih sebagai sumber data penelitian. Jadi, sampel yang dipilih harus mencerminkan populasi.

5.2 Jenis *Sampling* Udara

Menurut Lestari (2009) jenis *sampling* udara dikelompokkan menurut beberapa kategori. Kategori tersebut adalah sebagai berikut.

a. Berdasarkan periode waktunya terdapat empat jenis *sampling* udara, yaitu :

1) *Grab sampling*

Grab sampling adalah *sampling* yang dilakukan sesaat (*grab*). Umumnya cara *sampling* dilakukan untuk memperoleh gambaran pajanan secara umum sebelum dilakukan pengambilan sampel yang lebih komprehensif.

2) *Short term sampling*

Short term sampling adalah sampling yang dilakukan untuk jangka waktu yang pendek (misalnya untuk pajanan yang pendek, yang kemudian dibandingkan dengan *short term exposure limit*, misalnya 15 menit)

3) *Long term sampling*

Long term sampling adalah sampling yang dilakukan untuk jangka waktu selama delapan jam kerja yang kemudian dibandingkan dengan nilai ambang batas delapan jam kerja.

4) *Continous sampling*

Continous sampling adalah sampling yang dilakukan secara kontinu untuk mengetahui *exposure profile* dan konsentrasi kontaminan kimia setiap saat selama proses operasi. Jangka waktu *continous sampling* dapat delapan jam kerja atau lebih dari delapan jam kerja, sehingga dapat diperoleh profil perubahan konsentrasi kontaminan yang ada di udara.

b. Berdasarkan lamanya periode waktu juga dapat diklasifikasikan juga menjadi dua, yaitu:

1) *Instantaneous sample* (sesaat)

Instantaneous sample (sesaat), contohnya adalah *grab samples*. Peralatan yang dapat dipakai untuk melakukan *grab sampling* antara lain adalah *vacutainer*, *indicator tube*, dan *sampling bag*.

2) *Integrated sample*

Integrated sample adalah sampel yang diambil selama periode waktu pajanan tertentu, baik waktu pajanan 15 menit maupun pajanan delapan jam kerja.

c. Berdasarkan penempatan/lokasinya terdapat dua jenis sampling udara, yaitu:

1) *Personal sampling*

Personal sampling dilakukan untuk mengukur pajanan perorangan yaitu pada pekerja. Peralatan sampling ditempatkan pada pekerja, dan dibawa secara kontinu selama pekerja melakukan pekerjaannya. Umumnya personal sampling ini diambil pada daerah “*breathing zone*” yaitu daerah di sekitar saluran pernapasan (berjarak antara 30cm di sekitar mulut dan hidung).

2) *Area/Area General Sampling*

Area/general area sampling dilakukan untuk mengukur pajanan di lingkungan kerja, dan diletakkan pada lingkungan kerja.

d. Berdasarkan ada tidaknya aliran udara ke dalam media sampling, adanya aliran udara dilakukan menggunakan pompa (*active sampling*) atau tidak adanya aliran udara ke dalam media sampling (*passive sampling*)-tanpa pompa.

1) *Active Sampling*, adalah pengambilan sampel udara dengan menggunakan peralatan mekanik, misalnya pompa untuk mengalirkan udara ke dalam media sampling. Pada sampling aktif, terdapat tiga elemen utama, yaitu:

a) *Calibrator*, digunakan untuk menunjukkan berapa banyak udara yang telah didorong atau diisap, dengan kalibrator pompa dapat dikalibrasi sehingga volume udara yang terisap dapat ditentukan secara akurat.

b) *Sampling pump*, pompa yang digunakan untuk mendorong atau mengisap udara.

c) *Sampling media*, media yang digunakan untuk mengumpulkan kontaminan udara.

2) *Passive Sampling* adalah pengambilan sampel udara tanpa menggunakan peralatan pompa, namun melalui proses perpindahan aliran udara secara fisik, yaitu difusi secara alami ke lapisan udara statik, atau media sampling ataupun secara proses permeasi melalui membrane

5.3 Tujuan pengukuran sampel udara

Pemantauan kualitas udara ambien ialah satu kaedah yang sistematik untuk menafsirkan tahap pencemaran udara di komuniti tertentu untuk jangka masa yang panjang. Oleh kerana itu pemantauan dan pengukuran bahan pencemar melainkan peranan yang penting bagi merancang perubahan undang-undang dan polisi sehingga kepada pelaksanaan dan pematuhan undang-undang pencemaran udara yang terkontrol. Tujuan utama pemantauan kualitas udara adalah untuk:

1. Memastikan kualitas udara dan mematuhi standart yang ditetapkan.
2. Menyokong aktivi pematuhan dan tindakan pihak berkuasa.
3. Mendokumentasikan satu kemajuan pengawalan terhadap pematuhan undang-undang persekitaran tertentu.
4. Menumbuhkan satu ukuran azas bagi tahap pencemar untuk bahan-bahan sesuai standart.
5. Membangunkan polisi untuk mengontrol
6. Membekalkan data jangka pendek untuk melaksanakan rencana kontrol
7. Membekalkan data untuk pembelajaran epidemiologi
8. Memastikan IPU dipatuhi
9. Menggunakannya untuk pengesahan pemodelan pencemaran udara
10. Menganalisa tujuan terhadap bahan pencemaran dalam atmosfer.

5.4 Jenis-Jenis Parameter

5.4.1 Parameter Fisik

a. *Particulate Matter*

Debu partikulat merupakan salah satu polutan yang sering disebut sebagai partikel yang melayang di udara (*suspended particulate metter/ spm*) dengan ukuran 1 mikron sampai dengan

500 mikron. Dalam kasus pencemaran udara baik dalam maupun di ruang gedung (*indoor* dan *outdoor pollutant*) debu sering dijadikan salah satu indikator pencemaran yang digunakan untuk menunjukkan tingkat bahaya baik terhadap lingkungan maupun terhadap kesehatan dan keselamatan kerja. Partikel debu akan berada di udara dalam waktu yang relatif lama dalam keadaan melayang-layang di udara kemudian masuk ke dalam tubuh manusia melalui pernafasan. Selain dapat membahayakan terhadap kesehatan juga dapat mengganggu daya tembus pandang mata dan dapat mengadakan berbagai reaksi kimia sehingga komposisi debu di udara menjadi partikel yang sangat rumit karena merupakan campuran dari berbagai bahan dengan ukuran dan bentuk yang relatif berbeda.

b. Suhu

Definisi suhu yang nyaman (*thermal comfort*) adalah suatu kondisi yang dirasakan dan menunjukkan kepuasan terhadap suhu yang ada di lingkungan. Untuk pekerja kantor dimana pekerjaannya harus duduk menetap dan mengerjakan pekerjaan yang berulang-ulang selama beberapa jam, aktivitas personal, pakaian, tingkat kebugaran, dan pergerakan udara merupakan faktor yang cukup berpengaruh terhadap persepsi seseorang terhadap kenyamanan suhu. Sedangkan kelembaban relatif juga turut berpengaruh terhadap suhu dimana kelembaban yang rendah akan membuat suhu semakin dingin dan begitu juga sebaliknya.

Hasil dari *Northern European Studies* bahwa ada hubungan antara peningkatan temperatur sekitar 23°C, kepadatan penghuni dan ventilasi terhadap gejala-gejala ketidaknyamanan dalam ruangan. Menurut Kepmenkes No. 1405 tahun 2002, agar ruang kerja perkantoran memenuhi persyaratan, bila suhu > 28°C perlu menggunakan alat penetral udara seperti *Air Conditioner* (AC), kipas angin. Bila suhu udara luar <18°C perlu menggunakan alat pemanas ruang.

c. Kelembaban Relatif (*Relative Humadity*/RH)

Kelembaban udara yang ekstrim dapat berkaitan dengan buruknya kualitas udara. RH yang rendah dapat mengakibatkan terjadinya gejala SBS seperti iritasi mata, iritasi tenggorokan dan batuk-batuk. Selain itu rendahnya kelembaban relatif juga dapat meningkatkan kerentanan terhadap penyakit infeksi, serta penyakit asma. RH juga merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kelangsungan hidup mikroorganisme. Beberapa jenis virus hidup pada pada tingkat kelembaban yang tinggi atau rendah tapi tidak pada level kelembaban yang sedang. Sedangkan bakteri seperti *legionella* hidup pada range kelembaban yang terbatas yaitu sekitar 55%-65% dan bertahan dalam bentuk aerosol (bioaerosol). Selain itu kelngsungan hidup mikroorganisme dan debu rumah yang terdapa pada permukaan akan meningkat pada RH > 60 % dan dapat menyebabkan gangguan pernapasan seperti asthma. Pada tingkat kelembaban yang rendah, permukaan yang menjadi dingin dapat mempercepat pertumbuhan jamur dan penggumpalan debu.

Menurut SK Gubernur No.54 tahun 2008 tahun 2002, agar ruang kerja perkantoran memenuhi persyaratan, bila kelembaban udara ruang > 60% perlu menggunakan alat *dehumidifier*, dan bila < 40% perlu menggunakan *humidifier* misalnya mesin pembentukaerosol.

d. Pencahayaan

Cahaya merupakan pancaran gelombang elektromagnetik yang melayang melewati udara, *iluminasi* merupakan jumlah atau kualitas cahaya yang jatuh kesuatu permukaan. Apabila suatu gedung tingkat iluminasinya tidak memenuhi syarat maka dapat menyebabkan kelelahan mata.

e. Kecepatan Aliran Udara

Pergerakan udara yang tinggi akan mengakibatkan menurunnya suhu tubuh dan menyebabkan tubuh merasakan suhu yang lebih rendah. Namun apabila kecepatan aliran udara

stagnan (*minimal air movement*) dapat membuat udara terasa sesak dan buruknya kualitas udara.

f. Bau

Bau merupakan salah satu permasalahan buruknya kualitas udara yang dapat dirasakan dengan jelas. Jenis bau dapat berasal dari bermacam-macam sumber antara lain bau dari tubuh manusia, bau kayu dari *furniture* atau kegiatan pengecatan, bau asap rokok, bau masakan, dan sebagainya. Selain itu bau zat kimia yang khas juga dapat mengindikasikan konsentrasi zat kimia yang tinggi seperti bau *formaldehyde*, *acrolein*, *formid acid*, *acetic acid*, dan *acetone*. Untuk polutan lain, nilai ambang bau yang baik adalah apabila pada konsentrasi tertentu tidak menimbulkan gangguan kesehatan.

g. Kebisingan

Menurut Kepmen No.48 tahun 1996, kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. Kebisingan dapat berasal dari mesin-mesin industri, alat perkantoran yang menimbulkan bunyi yang cukup tinggi, dan lain-lain.

5.4.2 Parameter Kimia

a. Karbon Dioksida (CO₂)

Karbon dioksida pada dasarnya bukan merupakan tipe yang mempengaruhi kontaminan udara dalam ruangan, namun CO₂ tetap diukur untuk menilai sistem ventilasi gedung serta mengetahui kontrol yang tepat untuk ventilasi pada ruang yang memiliki aktivitas yang bervariasi dalam rangka investigasi kualitas udara dalam ruangan. Konsentrasi karbon dioksida dalam atmosfer yang tidak tercemar sekitar 0.03%. tetapi 5% udara yang kita keluarkan adalah karbon dioksida, sehingga bila kita berada dalam ruangan yang ventilasinya kurang baik, menyebabkan kenaikan CO₂ dalam ruangan (Pudjiastuti1998).

Sumber CO₂ yang terbanyak berasal dari hasil ekshalasi udara hasil pernapasan manusia, namun *Environmental Tobacco Smoke* (ETS) juga dapat menjadi sumber CO₂. Nilai ambang batas CO₂ yang diperbolehkan menurut OSHA adalah 500 ppm. Pada dasarnya CO₂ tidak menimbulkan efek kesehatan yang berbahaya apabila berada pada konsentrasi diatas 550 ppm namun jika berada pada konsentrasi diatas 800 ppm, CO₂ dapat mengindikasikan kurangnya udara segar dan buruknya pencampuran udara pada area pengguna gedung. Upaya pengendalian CO₂ dalam ruangan adalah dengan menyesuaikan supply udara dalam ruangan tergantung dari tingkat kegunaan ruang yang bervariasi, selain itu sirkulasi udara dalam ruangan dengan luar ruang juga harus ditingkatkan. (BiNardi2003)

b. Karbon Monoksida(CO)

Karbonmonoksida merupakan gas beracun yang tidak berbau dan tidak berwarna. Oleh karena tidak mungkin untuk melihat, merasakan dan mencium uap asap CO, karbonmonoksida dapat membunuh sebelum kita menyadari keberadaannya disekitar kita. (EPA 1991; BiNardi2003)

Karbonmonoksida dibentuk dari hasil pembakaran tidak sempurna material yang tersusun dari karbon (lebih banyak berbentuk bahan bakar fosil). Karbonmonoksida pada udara ruang biasanya berasal dari peralatan-peralatan yang digunakan dan mudah terbakar. Selain itu, karbonmonoksida juga dapat berasal dari kendaraan bermotor yang diparkir di bawah tanah atau parkir tertutup dimana asap dari parker mobil tersebut bisa masuk ke celah bangunan dan melalui sistem ventilasi. Pada rumah tinggal, asap kendaraan bermotor dari garasi masuk ke dalam tempat tinggal melalui pintu dalam. (Pudjiastuti et al. 1998)

CO dapat diukur menggunakan alat aktif dan pasif *direct-rading electrochemical CO monitor* dengan nilai ambang batas menurut ACGIH adalah 25 ppm. Efek kesehatan yang ditimbulkan

oleh CO yang mengikat Hb adalah hipoksia (kurangnya distribusi oksigen ke jaringan), kelelahan, mual, sakit kepala, napas pendek. Sedangkan level COHb diatas 4-5 % dapat mengakibatkan gejala kardiovaskuler. Pengendalian CO pada udara dalam ruangan antara lain dengan pembatasan merokok, menerapkansistem

Ventilasi yang sesuai pada area parkir, danm penempatan udara-udara masuk seperti *exhaust* pada *loading docks*, dan area parkir. (BiNardi 2003)

c. Nitrogen dan Sulfuroksida (NO_x danSO_x)

Nitrogen oksida merupakan pencemar. Sekitar 10% pencemar udara setiap tahun adalah nitrogen oksida. NO yang ada diudara belum lama diketahui, kemungkinan sembernya berasal dari pembakaran pada suhu tinggi. Mula-mula terbentuk NO tetapi zat ini akan mengalami oksidasi lebih lanjut oleh oksigen atau ozon, dan menghasilkan NO₂. Nitrogen oksida yang terdapat dalam udara ambient dapat masuk kedalam ruangan yang akan mempengaruhi kualitas udara dalam ruang. (Pudjiastuti et al.1998).

Sebagian besar oksida nitrogen terbentuk di daerah perkotaan. yang paling utama dari senyawa ini adalah NO (*nitric oxide*). Ada delapan kemungkinan hasil reaksi bila nitrogen bereaksi dengan oksigen yang jumlahnya cukup banyak hanyalah tiga, yaitu N₂O, NO dan NO₂. Yang berhubungan dengan pencemaran udara adalah NO dan NO₂. Nitrogen dioksida dibentuk sebagai hasil pembakaran melalui proses di atmosfer. Sumber dalam ruangan yang potensial memproduksi NO₂ adalah pemanas dan peralatan masak, pemanas dari minyak tanah dan asap rokok.Pada konsentrasi diatas 200 ppm, NO₂ dapat mengakibatkan *acute pulmonary edema* serta *acute building-related disease*, dan kematian. (BiNardi2003).

d. *Environmental Tobacco Smoke (ETS)*

Sebagai pencemar dalam ruangan, asap rokok (*Environmental Tobacco Smoke*) merupakan bahan pencemar yang biasanya mempunyai kuantitas paling banyak dibandingkan dengan pencemar lain. Oleh karena itu, ETS merupakan salah satu hal yang sering dikeluhkan pengguna gedung. Asap rokok merupakan campuran yang kompleks dari kimia dan partikel udara. Zat kimia seperti CO, partikel, nitrogen oksida, CO₂, hidrogen sianida, dan formaldehid juga diproduksi oleh asap rokok bersamaan dengan kandungan gas lainnya yang bervariasi. Walaupun asap rokok telah dinetralkan oleh udara ruangan namun produk sampingannya tetap mengandung zat-zat yang beracun dan bersifat karsinogenik yang dapat membahayakan pengguna gedung. (Pudjiastuti et al. 1998; BiNardi 2003).

Konsentrasi ETS yang ada di udara juga turut mempengaruhi situasi emosional para pengguna gedung yang berada di lingkungan para perokok, bahkan gejala psikososial juga turut dirasakan oleh pengguna gedung yang bukan perokok (perokok pasif). Perokok aktif dapat mengakibatkan penyakit hati dan kanker kanker jantung. Konsentrasi ETS di udara tergantung dari frekuensi dan total jumlah perokok. Rata-rata ventilasi udara luar ruang, efisiensi pembersihan udara dalam ruang, dan pola distribusi dan resirkulasi udara. Pengukuran indikator ETS dapat diukur menggunakan filter yang sama seperti pengukuran *respirable particles*. Salah satu upaya untuk mengendalikan ETS di udara dalam ruangan adalah dengan memberlakukan larangan merokok di dalam ruangan dan menyediakan smoking area tersendiri di luar ruang. (BiNardi2003)

e. *Fibers*

Asbestos dan *fiber glass* dapat berasal dari peralatan yang digunakan dalam perkantoran seperti karpet, bahan-bahan bangunan dan peralatan lainnya. Paparan asbestos dapat

memberikan pengaruh terhadap lingkungan non industri, karena dapat menyebabkan masalah-masalah dengan kualitas udara dalam ruangan, sedangkan pajanan *fiber glass* yang berasal dari bahan- bahan kain, plastik, dan kertas merupakan faktor yang berpengaruh terhadap kesehatan (BiNardi2003).

Gangguan kesehatan yang dikarenakan pajanan fiber glass masih menjadi perdebatan (BiNardi 2003). Namun demikian, beberapa studi menunjukkan bahwa panajan ini dapat meningkatkan tingkat risiko kanker saluran pernafasan meskipun bukan merupakan faktor yang signifikan. Di samping efek kronis, efek akut seperti ruam wajah, gatal-gatal, iritasi mata dan pernafasan juga dapat disebabkan oleh pajanan *fiber glass*. Pengendalian pajanan ini dapat dimulai dari pemeliharaan instalasi *fiber glass*, seperti pembersihan bahan-bahan *fiber glass* agar tetap terawat dan berada dalam kondisi bagus. Nilai ambang batas pajanan *fiber glass* di lingkungan menurut ACGIH adalah 1 fiber/cc atau 5 mg/m³ udara.

f. Ozone

Ozone merupakan gas yang memiliki bau, dan biasanya muncul pada udara ambien dikarenakan pajanan nitrogen dioksida dan hidrokarbon. Di lingkungan perkantoran, gas ini biasanya dihasilkan dari pengoperasian mesin-mesin elektrik ataupun mesin fotokopi. *Ozone* dapat memicu beberapa gangguan/iritasi pernafasan bagian atas, batuk, gatal-gatal pada tenggorokan, dan ketidaknyamanan dalam bernafas. Selain itu, sakit kepala, serak, nafasmengik, *fatigue*, dan iritasi mata juga dapat diasosiasikan dengan pajanan ozon.

Hal yang dapat dilakukan adalah dengan pengadaan ventilasi yang memadai dan pengecekan sistem ventilasi secara teratur. *National Ambient Air Quality Standard* menetapkan bahwa nilai ambang batas pajanan ozon adalah 0,12 ppm dalam rata-rata 1 jam pajanan. Sedangkan ACGIH menetapkan ambang batas

dengan disesuaikan beban kerja selama 8 jam kerja, yaitu 0,05 ppm untuk pekerjaan berat, 0,08 ppm untuk pekerjaan sedang, 0,10 ppm untuk pekerjaan ringan. Pada umumnya, bau ozon akan terdeteksi pada kisaran 0,02 ppm (BiNardi2003).

g. Formaldehyde (HCHO)

Formaldehyde digunakan secara besar-besaran dalam berbagai proses industri, merupakan *volatile organic compounds* (senyawa organik yang mudah menguap) yang sering terdapat pada bahan perekat, tekstil, kertas maupun produk-produk tekstil dan kosmetik. Menurut penelitian yang dilakukan pada tahun 1970, *formaldehyde* memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap masalah kualitas udara dalam ruangan. Pada dosis atau jumlah pajanan yang melebihi nilai 1-3 ppm akan menyebabkan iritasi selaput lendir, gangguan kulit kering secara kronik maupun akut. Selain itu, pajanan yang melebihi nilai 1 ppm akan menyebabkan pajanan kronis dan diduga bersifat karsinogenik.

OSHA menetapkan batas aman pajanan 8 jam untuk lingkungan kerja adalah 0,75 ppm, sedangkan untuk pajanan singkat adalah 2 ppm, sedangkan ASHRAE dan Swedish mengambil batas pajanan adalah 0,1 ppm. Pengendalian bagi zat ini diantaranya adalah dengan pemilihan bahan bangunan yang rendah *formaldehyde*, peningkatan kualitas ventilasi pada saat penggunaan produk *formaldehyde* baru, dan pengendalian suhu dan kelembaban (BiNardi 2003).

h. VOC lain

Gas-gas VOC lain dapat timbul dari penggunaan bahan-bahan *personal care*, bahan pembersih, pestisida, dan produk-produk yang terbuat dari bahan kayu. Selain itu, mikroorganisme juga dapat mengeluarkan VOC (*microbial volatile organic compounds*) yang biasanya timbul dari bau pengap dan jamur. Beberapa jenis VOC seperti benzene diketahui bersifat karsinogenik, jika digunakan dalam jumlah yang besar pada proses

industri. VOC lainnya seperti *karbon tetrachloride, chloroform*) berdasarkan hasil laboratorium juga bersifat karsinogen pada hewan, tetapi belum ada bukti langsung tentang pengaruh yang sama pada manusia. Masuknya VOC ke dalam tubuh dengan cara inhalasi atau terserap dalam pembuluh darah. Pada umumnya bersifat *neurotoxic*. Pada level pajanan yang melewati nilai ambang batas dapat menyebabkan gangguan sistem saraf sentral, vertigo, gangguan penglihatan, tremor, fatigue, anorexia.

Tidak ada standar tertentu untuk total VOC, karena setiap VOC memiliki standard TLV masing-masing. Rata-rata hasil pengukuran VOC pada kualitas udara dalam ruangan masih di bawah nilai ambang batas. Pengendalian yang paling memungkinkan adalah menyediakan sistem ventilasi yang memadai, peningkatan kecepatan ventilasi agar VOC dapat cepat menguap, dan penyimpanan bahan-bahan kimia dengan baik (BiNardi 2003)

i. Radon

Dipasaran beredar beberapa jenis bahan bangunan yang terbuat dari bahan tambang maupun sisa pengolahan bahan tambang maupun sisa pengolahan bahan tambang yang berkadar radioaktif tinggi. Beberapa bahan tersebut antara lain asbes, garnit, *italian tuff*, gipsum, batu bata dari limbah pabrik alumunia, *cone block*, yang terbuat dari limbah abu batubara, aerated concrete, blast-furnace slag dari limbah pabrik besi, mengandung konsentrasi tinggi radium-226 yang dapat menjadi sumber migrasi radon di dalam ruangan (Pudjiastuti et al.1998).

5.4.3 Parameter Biologi

Mikroorganisme dapat muncul dalam waktu dan tempat yang berbeda. Pada penyebaran lewat udara, mikroorganisme harus mempunyai habitat untuk tumbuh dan berkembang biak (Tillman 2007). Seringkali ditemui tumbuh pada air yang menggenang atau permukaan interior yang basah. Selain itu, mikroorganisme juga

dijumpai pada sistem ventilasi atau karpet yang terkontaminasi.

a. Jamur

Menurut Hargreaves dan Parappukaran (1999) menyatakan bahwa pajanan terhadap khamir dan kapang terjadi setiap hari, namun ada 3 faktor yang mempengaruhi populasi fungi adalah teknik konstruksi yang buruk, kegagalan dalam mengidentifikasi atau memperbaiki kerusakan air, kesalahan dalam mengoperasikan dan menjaga sistem AC

Fungi merupakan organisme yang dipercaya memiliki keterkaitan erat dengan SBS pada sistem ventilasi mekanik di gedung perkantoran di kota Sydney (Stephen 2006; Seneviratne et al.1994). Dalam penelitian sampel udara untuk mengetahui kandungan mikroorganisme dalam suatu gedung, dibutuhkan metode yang terstandarisasi. Rekomendasi yang terbaik bagi gedung adalah tidak ada satupun sampel yang melebihi 1000 CFU, tidak lebih dari 5 sampel yang jumlah mikroorganismenya melebihi 100 CFU, dan tidak ada kelompok *microbial pathogen* yang tercatat

b. Bakteri

Selain jamur, bakteri juga merupakan makhluk hidup yang tidak kasat mata, dan dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan serta efek deteriorasi bagi gedung apabila tumbuh dan berkembang biak pada lingkungan indoor. (Stephen 2006; Setzenbach 1998) Gangguan kesehatan yang muncul dapat bervariasi tergantung dari jenis dan rute pajanan. Bakteri dalam gedung datang dari sumber luar (misalnya dari kerusakan tangah, endapan kotoran, dan sebagainya) serta dapat memberi pengaruh bagi manusia seperti saat bernafas, batuk, bersin. Selain itu, bakteri jugadidapati pada sistem *cooling towers* (seperti *Legionella*), bahan bangunan dan *furniture, wallpaper*, dan karpet lantai (Stephen 2006). Di dalam gedung, bakteri tumbuh dalam *standing water* tempat *water spray* dan kondensasi AC.

5.5 Interpretasi Fisika Dan Kimia Kualitas Udara

Terdapat 2 jenis pencemar yaitu sebagai berikut :

- a. Zat pencemar primer, yaitu zat kimia yang langsung mengkontaminasi udara dalam konsentrasi yang membahayakan. Zat tersebut bersal dari komponen udara alamiah seperti karbon dioksida, yang meningkat diatas konsentrasi normal, atau sesuatu yang tidak biasanya, ditemukan dalam udara, misalnya timbal.
- b. Zat pencemar sekunder, yaitu zat kimia berbahaya yang terbentuk di atmosfer melalui reaksi kimia antar komponen-komponen udara.

5.6 Interpretasi Biologi

Agent biologi dalam hal ini mikroba terdapat dimana-mana di lingkungan sekitar kita seperti di tanah, air, dan udara. Udara sebagai salah satu komponen lingkungan merupakan kebutuhan yang paling utama untuk mempertahankan kehidupan. Udara dapat dikelompokkan menjadi: udara luar ruangan (*outdoor air*) dan udara dalam ruangan (*indoor air*). Kualitas udara dalam ruang sangat mempengaruhi kesehatan manusia, karena hampir 90% hidup manusia berada dalam ruangan.

Udara bukan merupakan habitat asli dari mikroba, tetapi udara sekeliling kita sampai beberapa kilometer di atas permukaan bumi mengandung bermacam-macam jenis mikroorganisme dalam jumlah yang beragam. Peran udara dapat juga sebagai sarana infeksi nosokomial (infeksi rumah sakit).

Setiap kegiatan manusia menimbulkan bakteri di udara. Batuk dan bersin menimbulkan aerosol biologi (yaitu kumpulan partikel udara). Kebanyakan partikel dalam aerosol biologi terlalu besar untuk mencapai paru-paru, karena partikel-partikel ini tersaring pada daerah pernapasan atas. Pencemaran udara akibat mikroba dapat berupa bakteri, jamur, protozoa

dan produk mikroba lainnya yang dapat ditemukan di saluran udara dan alat pendingin beserta seluruh sistemnya. Gangguan ventilasi udara berupa kurangnya udara segar yang masuk, serta buruknya distribusi udara dan kurangnya perawatan sistem ventilasi udara.

Berdasarkan pemaparan diatas dapat disimpulkan bahwa semakin besar kadar mikroba dalam udara maka kualitas udara tersebut akan semakin rendah.

5.7 Sumber bahan pencemar primer dapat dibagi lagi menjadi dua golongan besar :

1. Sumber alamiah

Beberapa kegiatan alam yang bisa menyebabkan pencemaran udara adalah kegiatan gunung berapi, kebakaran hutan, kegiatan mikroorganisme, dan lain-lain. Bahan pencemar yang dihasilkan umumnya adalah asap, gas-gas, dan debu.

2. Sumber buatan manusia

Kegiatan manusia yang menghasilkan bahan-bahan pencemar bermacam-macam antara lain adalah kegiatan-kegiatan berikut:

- a. Pembakaran, seperti pembakaran sampah, pembakaran pada kegiatan rumah tangga, industri, kendaraan bermotor, dan lain-lain. Bahan-bahan pencemar yang dihasilkan antara lain asap, debu, grit (pasir halus), dan gas (CO dan NO).
- b. Proses peleburan, seperti proses peleburan baja, pembuatan soda, semen, keramik, aspal. Sedangkan bahan pencemar yang dihasilkannya antara lain adalah debu, uap dan gas-gas.
- c. Pertambangan dan penggalian, seperti tambang mineral and logam. Bahan pencemar yang dihasilkan terutama adalah debu.
- d. Proses pengolahan dan pemanasan seperti pada proses pengolahan makanan, daging, ikan, dan penyamakan. Bahan pencemar yang dihasilkan terutama asap, debu, dan bau.

- e. Pembuangan limbah, baik limbah industri maupun limbah rumah tangga. Pencemarannya terutama adalah dari instalasi pengolahan air buangnya. Sedangkan bahan pencemarnya yang terutama adalah gas H_2S yang menimbulkan bau busuk.
- f. Proses kimia, seperti pada proses fertilisasi, proses pemurnian minyak bumi, proses pengolahan mineral. Pembuatan keris, dan lain-lain. Bahan-bahan pencemar yang dihasilkan antara lain adalah debu, uap dan gas-gas.
- g. Proses pembangunan seperti pembangunan gedung-gedung, jalan dan kegiatan yang semacamnya. Bahan pencemarnya yang terutama adalah asap dan debu.
- h. Proses percobaan atom atau nuklir. Bahan pencemarnya yang terutama adalah gas-gas dan debu radioaktif.

5.8 Jenis Bahan Pencemar Udara

Ada beberapa bahan pencemar udara yang sering ditemukan di kota-kota. Dilihat dari ciri fisik, bahan pencemar dapat berupa :

- a. Partikel (debu, aerosol, timah hitam)
- b. Gas (karbon monoksida / CO , sulfur oksida / SO_x , hidrokarbon, nitrogen oksida / NO_x , H_2S dan oksidant ozon dan PAN)
- c. Energi (suhu dan kebisingan)

Bahan-bahan pencemar ini dikenakan peraturan khusus untuk pengawasannya karena bisa membahayakan kesehatan.

5.9 Dampak Pencemaran Udara

1. Dampak kesehatan

Substansi pencemar yang terdapat di udara dapat masuk ke dalam tubuh melalui sistem pernapasan. Jauhnya penetrasi zat pencemar ke dalam tubuh bergantung kepada jenis pencemar. Partikulat berukuran besar dapat tertahan di saluran pernapasan bagian atas, sedangkan partikulat berukuran kecil dan gas dapat

mencapai paru-paru. Dari paru-paru, zat pencemar diserap oleh sistem peredaran darah dan menyebar ke seluruh tubuh.

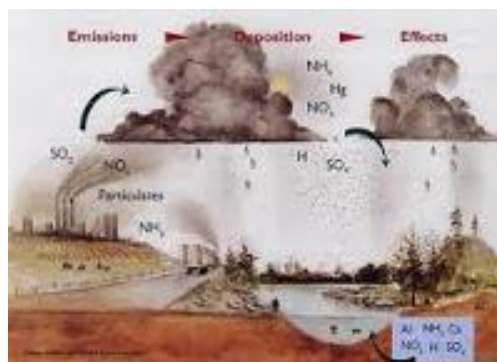
Dampak kesehatan yang paling umum dijumpai adalah ISNA (infeksi saluran napas atas), termasuk di antaranya, asma, bronkitis, dan gangguan pernapasan lainnya. Beberapa zat pencemar dikategorikan sebagai toksik dan karsinogenik. Memperkirakan dampak pencemaran udara di Jakarta yang berkaitan dengan kematian prematur, perawatan rumah sakit, berkurangnya hari kerja efektif, dan ISNA pada tahun 1998 senilai dengan 1,8 trilyun rupiah dan akan meningkat menjadi 4,3 trilyun rupiah di tahun 2015.

2. Dampak terhadap tanaman

Tanaman yang tumbuh di daerah dengan tingkat pencemaran udara tinggi dapat terganggu pertumbuhannya dan rawan penyakit, antara lain klorosis nekrosis, dan bintik hitam. Partikulat yang terdeposisi di permukaan tanaman dapat menghambat proses fotosintesis.

3. Hujan asam

pH biasa air hujan adalah 5,6 karena adanya CO₂ di atmosfer. Pencemar udara seperti SO₂ dan NO₂ bereaksi dengan air hujan membentuk asam dan menurunkan pH air hujan. Dampak dari hujan asam ini antara lain:



- Mempengaruhi kualitas air permukaan
- Merusak tanaman

- Melarutkan logam-logam berat yang terdapat dalam tanah sehingga memengaruhi kualitas air tanah dan air permukaan
- Bersifat korosif sehingga merusak material dan bangunan.

4. Efek rumah kaca

Efek rumah kaca disebabkan oleh keberadaan CO₂, CFC, metana, ozon, dan N₂O di lapisan troposfer yang menyerap radiasi panas matahari yang dipantulkan oleh permukaan bumi. Akibatnya panas terperangkap dalam lapisan troposfer dan menimbulkan fenomena pemanasan global.

Dampak dari pemanasan global adalah:



- Peningkatan suhu rata-rata bumi
- Pencairan es di kutub
- Perubahan iklim regional dan global
- Perubahan siklus hidup flora dan fauna

5. Kerusakan lapisan ozon

Lapisan ozon yang berada di stratosfer (ketinggian 20-35 km) merupakan pelindung alami bumi yang berfungsi memfilter radiasi ultraviolet B dari matahari. Pembentukan dan penguraian molekul-molekul ozon (O₃) terjadi secara alami di stratosfer. Emisi CFC yang mencapai stratosfer dan bersifat sangat stabil menyebabkan laju penguraian molekul-molekul ozon lebih cepat

dari pembentukannya, sehingga terbentuk lubang-lubang pada lapisan ozon.

Berikut secara ringkas tabel skala dari zat yang merupakan polutan dari udara:

Komponen	Udara Bersih	Udara Tercemar
SO _x	0.001 ppm - 0.01 ppm	0.02 ppm - 2 ppm
CO ₂	310 ppm - 330 ppm	350 ppm - 700 ppm
CO	< 1 ppm	5 ppm - 200 ppm
NO _x	0.001 ppm - 0.01 ppm	0.01 ppm - 0.5 ppm
HC	1 ppm	1 ppm - 200 ppm
Partikel lain	10 - 20 kg/mm ³	70 - 700 kg/mm ³

Simpson, R. (1994)

Gambar 5.1 Tabel Skala Zat Polutan

RANGKUMAN

1. Debu partikulat merupakan salah satu polutan yang sering disebut sebagai partikel yang melayang di udara (*suspended particulate metter/ spm*) dengan ukuran 1 mikron sampai dengan 500 mikron. Dalam kasus pencemaran udara baik dalam maupun di ruang gedung (*indoor* dan *outdoor pollutant*) debu sering dijadikan salah satu indikator pencemaran yang digunakan untuk menunjukkan tingkat bahaya baik terhadap lingkungan maupun terhadap kesehatan dan keselamatan kerja. Sumber pencemaran lingkungan dapat berasal dari aktivitas atau proses alam dan kegiatan manusia. Komposisi gas di atmosfer dapat mengalami perubahan karena polusi udara akibat dari aktivitas alam maupun dari berbagai aktivitas manusia. Sumber pencemaran udara dapat berasal dari kebakaran hutan, debu, industri dan alat transportasi seperti kendaraan bermotor, mobil dll. Bahan pencemaran udara (polutan) secara umum dapat digolongkan menjadi dua golongan dasar, yaitu partikel dan gas.

2. OSHA menetapkan batas aman pajanan 8 jam untuk lingkungan kerja adalah 0,75 ppm, sedangkan untuk pajanan singkat adalah 2 ppm, sedangkan ASHRAE dan Swedish mengambil batas pajanan adalah 0,1 ppm. Mekanisme dari pencemaran air dimulai dari limbah yang mengendap atau dibuang ke sungai akhirnya meresap ke dalam tanah sehingga mencemari air tanah. Air yang telah tercemar jika dikonsumsi masyarakat dalam jangka waktu yang cukup lama akan menimbulkan berbagai macam penyakit dan masalah kesehatan lainnya.

Terdapat 2 jenis pencemar yaitu sebagai berikut:

- a. Zat pencemar primer, yaitu zat kimia yang langsung mengkontaminasi udara dalam konsentrasi yang membahayakan. Zat tersebut bersal dari komponen udara alamiah seperti karbon dioksida, yang meningkat diatas konsentrasi normal, atau sesuatu yang tidak biasanya, ditemukan dalam udara, misalnya timbal.
- b. Zat pencemar sekunder, yaitu zat kimia berbahaya yang terbentuk di atmosfer melalui reaksi kimia antar komponen-komponen udara.

SOAL LATIHAN

1. Jelaskan pengertian titik sampling dan sampel udara!
2. Jelaskan tujuan pengukuran sampel udara!
3. Sebutkan parameter kualitas fisik udara!
4. Sebutkan parameter kualitas kimia udara!
5. Sebutkan parameter kualitas biologi udara!

BAB VI | METODE DAN TEKNIK SAMPLING ANALISIS FISIK, KIMIA, DAN BIOLOGI MAKANAN

Tujuan

Setelah membaca bagian ini, mahasiswa diharapkan dapat

1. Menjelaskan Pengertian Titik Sampling dan Sampel Makanan
2. Menjelaskan Jenis Jenis Sampel Makanan
3. Menjelaskan Metode dan Teknik Pengambilan Sampel Makanan dan Sampel Usap Alat Makan
4. Menjelaskan Tujuan Pengukuran Sampel Makanan
5. Menjelaskan Parameter Analisis Kualitas Fisik, Kimia dan Biologi Makanan
6. Menjelaskan Parameter dan Interpretasi Kualitas Lingkungan Tempat-tempat Umum

Deskripsi Materi

Pada bab ini akan diuraikan tentang; (1) Menjelaskan pengertian Pengertian Titik Sampling dan Sampel Makanan (2) Menjelaskan Jenis Jenis Sampel Makanan (3) Menjelaskan Metode dan Teknik Pengambilan Sampel Makanan dan Sampel Usap Alat Makan (4) Menjelaskan Tujuan Pengukuran Sampel Makanan (5) Menjelaskan Parameter Analisis Kualitas Fisik, Kimia dan Biologi Makanan (6) Menjelaskan Parameter dan Interpretasi Kualitas Lingkungan Tempat-tempat Umum

Kata Kunci: titik sampling dan sampel makanan, lingkungan tempat-tempat umum

6.1 Pengertian Titik Sampling dan Sampel Makanan

Menurut Budiman (1995: 37) Sampel merupakan sebagian kecil dari populasi atau obyek yang memiliki karakteristik sama. Hal yang harus diperhatikan dalam pengambilan sampel adalah seluruh variabel yang berkaitan dengan penelitian. Sampel makanan dapat diartikan bahwa makanan yang dijadikan sebagai bahan/wakil dari keseluruhan makanan yang akan diteliti. Titik sampling adalah lokasi dan tempat yang dijadikan sebagai pengambilan sampel suatu penelitian berdasarkan tujuan penelitian. Titik sampling pada sampel makanan ini misalnya tempat penyimpanan makanan atau minuman yang akan didistribusikan ke pasien di suatu Rumah Sakit dan tempat penyimpanan makanan di Gudang, serta tempat pelayanan makanan untuk pegawai dan kantin (Mudjiono, 2013: 7). Teknik sampling adalah sebuah metode atau cara yang dilakukan untuk menentukan jumlah dan anggota sampel. Setiap anggota tentu saja wakil dari populasi yang dipilih setelah dikelompokkan berdasarkan kesamaan karakter.

Tujuan teknik sampling yaitu untuk merepresentasikan atau mewakili suatu populasi, sehingga memperkecil bias (perbedaan) yang diperoleh dalam sampel yang diambil dari suatu populasi (Lestari, 2007: 38). Penggunaan teknik sampling harus betul-betul diperhatikan. Jika salah dalam menggunakan teknik sampling, maka hasil yang diperoleh juga akan salah. Teknik sampling juga harus sesuai dengan tujuan penelitian (Bungin, 2005: 115).

6.2 Jenis-jenis Sampel Makanan

6.2.1 Bahan Makanan

Menurut Rasyaf (1992: 63) bahan makanan adalah bahan yang dapat dijadikan makanan. Namun, tidak semua bahan makanan yang ada di alam ini baik untuk dimakan, banyak kendala yang harus diperhatikan. Seperti halnya yang dilakukan manusia, hampir semua bahan makanan yang ada di alam pernah dan

dapat dimakan. Walaupun demikian, tidak semua bahan makanan masuk ke dapur untuk diracik menjadi santapan yang lezat di meja. Terdapat 2 jenis bahan makanan yakni:

1. Bahan Makanan Hewani

Bahan makanan hewani merupakan bahan makanan yang berasal dari golongan hewani dan hasil olahannya. Bahan makanan ini merupakan sumber zat gizi protein dengan asam amino esensial yang dibutuhkan oleh tubuh. Selain mengandung protein, golongan bahan makanan ini juga mengandung lemak yang cukup tinggi, bergantung pada jenis bahan makanannya, misalnya daging ayam dengan kulit akan mengandung lemak yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan golongan ikan. Contoh dari bahan makanan hewani adalah daging, telur, daging ayam, ikan, dan semua olahan berbahan dasar hewani seperti susu, keju, bakso, sosis, *nugget*, dan lain sebagainya (Soedmadji, dkk, 2018: 37-38).

2. Bahan Makanan Nabati

Menurut Rini (2014: 5-6) Bahan makanan nabati adalah bahan makanan yang berasal dari tanaman atau produk yang diolah dengan menggunakan bahan dasar asal tanaman. Bahan makanan yang berasal dari nabati tidak mempunyai kandungan asam amino. Bahan pangan nabati berupa daun, bunga, akar, batang, umbi, buah, biji, dan lain sebagainya. Makanan yang bersumber dari tumbuh-tumbuhan terbukti melalui banyak riset yang dilakukan oleh para ahli gizi dan kesehatan bahwa mengandung cukup nutrisi yang mampu memenuhi kebutuhan tubuh akan zat-zat gizi esensial dan non esensial.

6.2.2 Bahan Minuman

Minuman adalah setiap cairan yang dapat diminum, terkecuali obat-obatan. Sedangkan, bahan minuman adalah bahan yang dapat dijadikan untuk membuat minuman. Hal yang harus diperhatikan dalam bahan minuman yaitu memilih bahan minuman. Untuk bahan yang cepat rusak, beli secukupnya sesuai dengan

keperluan. Jika menggunakan bahan dasar minuman yang berasal dari buah-buahan, maka pilihlah buah yang masih segar dan berkualitas baik (Mulyawati dan Harahap, 2007: 6-7). Bahan minuman dibagi menjadi 2, yaitu:

1. Bahan Minuman Non-Alkohol

Menurut Wibowo (2005:7) Bahan Minuman Non-Alkohol yaitu semua jenis minuman yang tidak mengandung alkohol. Minuman non alkohol dapat dibedakan menjadi:

a) Air Mineral (*Mineral Water*)

Menurut Mahmud (2007: 10-13) Air mineral adalah air yang murni dengan kandungan mineral yang tinggi. Air mineral dibedakan menjadi 3 yaitu:

1) Air Mineral yang Miskin Bahan Mineral

Air jenis ini mengandung 50 ml/gr bahan mineral dalam satu liter.

2) Air Mineral Cukup Bahan Mineral

Air jenis ini mengandung 500 ml/gr lebih bahan mineral dalam satu liter.

3) Air Mineral yang Kaya Bahan Mineral

Kandungan dalam air jenis ini melebihi 1500 ml/gr bahan mineral dalam satu liter.

b) Minuman Menyegarkan (*Refreshing Drinks*)

Menurut Sastrahidayat dan Djauhari (2014: 14-19) Minuman Menyegarkan adalah minuman yang dicampur dengan soda/air tawar. Yang termasuk dalam kategori minuman menyegarkan yakni:

1) *Squashes*

Squashes adalah minuman yang berbentuk cairan atau bubuk yang diperoleh dari buah-buahan.

2) Sirup

Sirup adalah larutan gula (sukrosa) pekat yang digunakan sebagai bahan minuman atau makanan dengan atau tanpa penambahan asam (antara lain asam sitrat, asam tartarat, asam

laktat), aroma, dan zat warna. Fungsi sirup dalam minuman adalah sebagai pemberi tambahan pemanis, warna, dan pengaroma. Contoh: *Simple syrup* berasal dari gula pasir. *Grenadine syrup* berasal dari buah delima, *Prambos syrup* dari buah *raspberry*.

3) Minuman Santai (*Tall Drinks*)

Tall drink banyak dikembangkan menjadi minuman-minuman spesial yang menjadi unggulan di restoran. Jenis minuman ini seperti *milk shake*, *strawberry float*, *cola float*, es soda gembira, *vanilla blue*, dan macam-macam *ice cream*.

c) Minuman Perangsang (*Stimulant*)

Menurut Tim Guru Indonesia (2017:16-18) Minuman Stimulan adalah semua jenis minuman yang mengandung zat *stimulant*. Zat *stimulant* adalah zat yang dapat mengaktifkan sistem kerja saraf pusat sehingga dapat meningkatkan tenaga dalam tubuh. Yang termasuk dalam minuman ini yakni:

1) Kopi

Kopi dapat dihidangkan dalam kondisi panas atau dingin *coffee* panas disajikan dengan *coffee cup* disertai gula pasir, susu atau. Jenis olahan *coffee* antara lain adalah *Black coffee* (kopi panas tanpa susu atau cream) *Espresso coffee* (kopi panas dibuat dengan alat, mesin *espresso*).

2) Teh

Teh dapat dihidangkan dingin atau panas. *Hot tea* atau teh panas dihidangkan dengan menggunakan *tea cup* disertai dengan gula pasir, jeruk nipis, atau susu. Sedangkan *ice tea* dihidangkan dengan *ice tea glass* disertai dengan *simple syrup* dan jeruk nipis.

3) Susu

Susu digolongkan menjadi 2 yaitu susu segar dan susu buatan. Susu segar disajikan dengan menggunakan *highball glass* tanpa disertai apapun, sedangkan susu buatan (kaleng atau bubuk) disajikan dengan menggunakan *milk cup* disertai dengan gula pasir.

4) Coklat

Coklat dapat disajikan dingin atau panas, coklat yang disajikan dingin menggunakan *highball glass* disertai dengan *simple syrup* dan susu dingin sedangkan coklat panas disajikan dengan menggunakan *cup* disertai dengan gula pasir dan susu panas.

d) Minuman Bergizi (*Nourishing*)

Menurut Ide (2010: 28-30) Minuman bergizi adalah semua jenis minuman yang mengandung zat-zat makanan atau bergizi. Yang termasuk dalam kategori ini adalah aneka *juice*. Jus adalah minuman sari buah yang diperoleh dari cairan sari buah atau sayuran. Contohnya yaitu sari buah jeruk, lime, grape fruit, tomat, apel nanas, pepaya, dan lain-lainnya. Untuk menjaga agar sari buah tersebut tetap segar maka sebaiknya disimpan dalam ruangan yang bersuhu dingin (10°C). Sari buah ini sebaiknya diminum segar dan dingin, dan dalam banyak hal digunakan sebagai bahan pencampur untuk membuat minuman campuran misalnya *squash*.

2. Bahan Minuman mengandung Alkohol

Menurut Joewana (2003: 20-22) bahan minuman alkohol adalah bahan minuman yang mengandung etanol. Etanol adalah bahan psikoaktif dan konsumsinya menyebabkan penurunan kesadaran. Di berbagai negara, penjualan minuman beralkohol dibatasi ke sejumlah kalangan saja, umumnya orang-orang yang telah melewati batas usia tertentu. Minuman beralkohol antara lain yakni:

a) Anggur (*Wine*)

Menurut Kelompok Kerja Pendidikan Agama Kristen (2009: 62) Anggur (atau juga populer disebut *wine*) adalah minuman beralkohol yang dibuat dari sari anggur jenis *Vitis vinifera* yang biasanya hanya tumbuh di area 30 hingga 50 derajat lintang utara dan selatan. Minuman beralkohol yang dibuat dari sari buah lain yang kadar alkoholnya berkisar di antara 8% hingga 15% biasanya disebut sebagai wine buah (*fruit wine*).

b) Bir

Menurut Astari (2011: 78) bir adalah segala minuman beralkohol yang diproduksi melalui fermentasi bahan berpati tanpa melalui proses penyulingan setelah fermentasi. Bir merupakan minuman beralkohol yang paling banyak dikonsumsi di dunia dan kemungkinan yang tertua. Selain itu, bir juga adalah minuman terpopuler ketiga di dunia, setelah air dan teh. Proses pembuatan bir disebut *brewing*. Karena bahan yang digunakan untuk membuat bir berbeda antara satu tempat dan lainnya, maka karakteristik bir (seperti rasa dan warna) juga sangat berbeda baik jenis maupun klasifikasinya. Kadar alkohol bir biasanya berkisar antara 4 dan 6% abv (*alcohol by volume*; alkohol berdasarkan volume), meski ada pula yang serendah kurang dari 1% abv maupun yang mencapai 20% abv.

c) Bourbon

Menurut Nimpuno (2017: 98) Bourbon adalah minuman beralkohol sejenis wiski yang dibuat di *Bourbon Country*, Amerika Serikat. Terbuat dari fermentasi jagung dan sebagian kecil gandum serta *malt*. Setelah difermentasi, proses selanjutnya adalah penyulingan atau destilasi, kemudian masih melewati proses penyimpanan selama 2-4 tahun sehingga kadar alkoholnya tinggi hingga mencapai 70%.

d) Brendi

Menurut Nimpuno (2017: 99-100) Brendi (*brandy*, berasal dari bahasa Belanda, *brandewijn*) adalah istilah umum untuk minuman anggur hasil distilasi, dan biasanya memiliki kadar etil alkohol sekitar 40-60%. Bahan baku brendi bukan hanya anggur, melainkan juga *pomace* (ampas buah anggur sisa pembuatan minuman anggur) atau fermentasi sari buah. Bila bahan baku tidak ditulis pada label, brendi tersebut dibuat dari buah anggur asli. Dalam kebudayaan Barat, brendi adalah minuman yang disajikan sesudah makan. Brendi yang dibuat dari minuman anggur biasanya

diberi pewarna karamel untuk meniru warna brendi yang lama disimpan di dalam tong kayu. Brendi dari *pomace* atau sari buah biasanya langsung diminum tanpa melalui proses pematangan di dalam tong kayu, dan tidak diberi pewarna.

6.3 Metode dan Teknik Pengambilan Sampel Makanan dan Sampel Usap Alat Makan

6.3.1 Metode dan Teknik Pengambilan Sampel Makanan

b. Alat dan Bahan

- Plastik klip steril
- Alkohol 70%
- Spirtus
- Korek api
- Spatula/pinset
- Kertas label sampel
- Spidol permanen
- Termos es dan es batu

c. Cara Pengambilan Sampel

1. Sampel makanan diambil 2 sampel minimal 100 gr
 - Untuk bahan makanan mentah (sayur, ikan)
 - Untuk bahan makanan siap saji
2. Siapkan plastik klip yang masih dalam keadaan tertutup/baru
3. Sampel makanan diambil dengan cara menggunakan spatula/pinset yang telah disterilkan dengan cara dipanaskan dengan lampu spirtus, kemudian sampel diambil dan dimasukkan ke plastik klip. Segera tutup kembali dan diberikan label hari, tanggal, jam pengambilan sampel, nama pengambil sampel, serta lokasi pengambilan sampel.
4. Masukkan sampel yang sudah terbungkus rapat ke dalam termos dan kirim segera ke laboratorium untuk pemeriksaan lebih lanjut.

6.3.2 Metode dan Teknik Pengambilan Sampel Usap Alat Makan

a. Alat dan Bahan

- Media transport cairan buffer phosphate dalam botol. Berisi cairan -1/4 botol dalam keadaan steril.
- Lidi kapas steril (lidi waten) yaitu lidi pada ujungnya dililit kapas
- Alkohol 75% dan sarung tangan steril
- Spidol huruf kecil
- Lampu bunsen atau lampu spritus
- Formulir pengambilan sampel untuk pemeriksaan laboratorium
- Gunting kecil
- Kertas cellotape
- Termos es
- Tas pembawa pengambilan contoh
- Jendela usap steril ukuran $10 \times 5 = 50\text{cm}^2$
- Sabun desinfektansi Buku atau blangko pengambilan sampel

b. Cara Mengusap

1. Sarung tangan yang steril disiapkan untuk mulai mengambil sampel.
2. Ambil alat makan yang akan diperiksa masing-masing diambil 5 buah tiap jenis yang diambil secara acak dengan menggunakan sarung tangan steril dari tempat pengeringan/penirisan.
3. Siapkan cacatan formulir pemeriksaan alat makan dalam kelompok-kelompok.
4. Siapkan lidi steril, kemudian menutup botol yang berisi cairan garam buffer phosphate.
5. Lidi kapas di dalam botol ditekan-tekan ke dinding botol untuk membuang airnya. Setelah itu diangkat dan melakukan usapan.
6. Cara melakukan usapan : Gelas dengan usapan mengelilingi bidang permukaan luar dan dalam bagian bibir setinggi 6 mm.

–Piring; Usapan dilakukan pada bagian permukaan dalam dengan cara melakukan 2 usapan yang satu sama lainnya saling menyilang.

7. Setiap bidang permukaan yang diusap dilakukan 3 (tiga) kali berturut-turut, dan satu lidi kapas atau 1 (satu) swab digunakan untuk satu kelompok alat makan yang diperiksa.
8. Setiap selesai melakukan usapan pada 1 (satu) alat dari satu kelompok jenis alat makan, lidi kapas steril harus dimasukkan ke dalam botol berisi cairan garam buffer phosphat, diputar-putar dan ditekan ke dinding untuk membuang cairannya, lalu diangkat dan digunakan untuk mengusap alat berikutnya. Hal ini dilakukan berulang-ulang sampai seluruh alat makan dalam satu kelompok diambil usapnya. Dengan demikian maka untuk satu jenis alat hanya menggunakan satu lidi kapas.
9. Setelah semua kelompok alat makan sudah diusap, lidi kapas dimasukkan ke dalam botol, lidinya dipatah atau digunting. Sebelum ditutup, bibir botol dan penutupnya disterilkan dengan memanaskan pada api spritus.
10. Tempelkan kertas cello tape dan tulis etiket dengan spidol yang menyatakan alat makan, tempat pengambilan contoh, dan diberi kode sesuai dengan lembar formulir.
11. Masukkan botol sampel ke dalam termos dan kirim segera ke laboratorium untuk pemeriksaan lebih lanjut.

6.4 Tujuan Pengukuran Sampel Makanan

Pengambilan sampel bertujuan agar sampel yang diambil dari populasinya "representatif" (mewakili), sehingga dapat diperoleh informasi yang cukup untuk mengestimasi populasinya (Rozaini Nasution, 2003). Tujuan pengukuran sampel pada makanan dan minuman adalah untuk memastikan makanan dan aman dari bahan tambahan pangan yang tidak diperbolehkan untuk makanan dan minuman seperti formalin, Rhodamin B, Metanin Yellow dan boraks (Chandra, 2016).

Menurut (Hermawan, 2016) menyatakan bahwa tujuan dari pengambilan sampel makanan yaitu untuk mengetahui populasi kuman atau jumlah bakteri dalam suatu bahan misal air, makanan dan minuman, dan untuk menghitung jumlah kuman yang ada dalam suatu bahan. Pengambilan sample makanan untuk diperiksa di laboratorium bertujuan untuk memperoleh hasil banding dari pemeriksaan sampel makanan dan untuk mengetahui sejauh mana makanan tersebut dapat dipastikan aman untuk dikonsumsi (Miftakhul Nikmah, 2015).

6.5 Parameter Analisis Kualitas Fisik, Kimia dan Biologi Makanan

a. Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Fisik Penyimpanan Bahan Pangan (Kemenkes, 2017)

No	Jenis dan Bahan Makanan	Digunakan dalam waktu		
		3 hari atau kurang	1 minggu atau kurang	1 minggu atau lebih
1	Daging, ikan, udang, dan olahannya	-5° s/d 0°C	-10° s/d 5°C	<-10°C
2	Telor, susu, dan produk olahannya	5° s/d 7°C	-5° s/d 0°C	<-5°C
3	Sayur, buah, dan minuman	10°C	10°C	10°C
4	Tepung dan biji	25°C atau suhu ruang	25°C atau suhu ruang	25°C atau suhu ruang

b. Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Fisik Suhu Penyimpanan Pangan Siap Saji (Kemenkes, 2017)

No	Jenis Makanan	Suhu Penyimpanan		
		Disajikan dalam waktu lama	Akan segera disajikan	Belum segera disajikan
1	Makanan kering	25° s/d 30°C		
2	Makanan basah (berkuah)		>60°C	10°C
3	Makanan cepat basi (santan, telur, susu)		≥65,5°C	-5° s/d - 1°C
4	Makanan disajikan dingin		5° s/d 10°C	<10°C

6.6 Parameter dan Interpretasi Kualitas Lingkungan Tempat-tempat Umum

6.6.1 Rumah Makan

Rumah makan merupakan tempat pengolahan makanan yang memproduksi dan menjual berbagai jenis makanan dan minuman bagi masyarakat luas yang cenderung berkembang pesat (Depkes, 2003). Hal ini sejalan dengan pergeseran pola hidup dari kebiasaan makan di rumah menjadi makan di rumah makan. Sebagai konsekuensi dari berkembangnya rumah makan diperlukan upaya penyehatan makanan dan minuman dengan tujuan agar kemampuan masyarakat dalam mengelola dapat meningkat sehingga masyarakat terhindar dari gangguan kesehatan atau penyakit bawaan makanan/keracunan makanan (Depkes, 1989).

Salah satu upaya penyehatan makanan dan minuman yang dilakukan adalah pengawasan rumah makan. Rumah makan merupakan salah satu tempat pengelolaan makanan (TPM) yang menetap dengan segala peralatan dan perlengkapannya yang digunakan untuk proses membuat, menyimpan, menyajikan dan

menjual makanan minuman bagi umum. Selain itu dikategorikan sebagai rumah makan bila luas ruang makan minimal 25 meter persegi serta mempunyai kapasitas tempat duduk minimal 10 kursi (Depkes, 2003).

Persyaratan Hygiene Sanitasi adalah ketentuan-ketentuan teknis yang ditetapkan terhadap produk rumah makan dan restoran, personel dan perlengkapannya yang meliputi persyaratan bakteriologis, kimia dan fisika. Fasilitas sanitasi adalah sarana fisik bangunan dan perlengkapannya digunakan untuk memelihara kualitas lingkungan atau mengendalikan faktor-faktor lingkungan fisik yang dapat merugikan kesehatan manusia antara lain sarana air bersih, jamban, peturasan, saluran limbah, tempat cuci tangan, bak sampah, kamar mandi, lemari pakaian kerja (*locker*), peralatan pencegahan terhadap lalat, tikus dan hewan lainnya serta peralatan kebersihan (Depkes, 2003).

6.6.1.1 Standar Yang Harus Dipenuhi Menurut Depkes (2003)

1. Air bersih harus sesuai dengan peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia yang berlaku. Jumlahnya cukup memadai untuk seluruh kegiatan dan tersedia pada setiap tempat kegiatan.
2. Pembuangan air limbah. Sistem pembuangan air limbah harus baik, saluran terbuat dari bahan kedap air, tidak merupakan sumber pencemar, misalnya memakai saluran tertutup, septic tank dan riol. Saluran air limbah dari dapur harus dilengkapi perangkap lemak
3. Toilet tidak berhubungan langsung dengan dapur, ruang persiapan makanan, ruang tamu dan gudang makanan. Toilet untuk wanita terpisah dengan toilet untuk pria, begitu juga toilet pengunjung terpisah dengan toilet untuk tenaga kerja. Toilet dibersihkan dengan deterjen dan alat pengering seperti kain pel, tersedia cermin, tempat sampah, tempat abu rokok dan sabun. Lantai dibuat kedap air, tidak licin mudah dibersihkan. Air limbah

dibuangkan ke septic tank, riol atau lubang peresapan yang tidak mencemari air tanah. Saluran pembuangan terbuat dari bahan kedap air. Tersedia tempat cuci tangan yang dilengkapi dengan bak penampung dan saluran pembuangan. Di dalam kamar mandi harus tersedia bak dan air bersih dalam keadaan cukup dan peturasan harus dilengkapi dengan air yang mengalir.

4. Jamban harus dibuat dengan tipe leher angsa dan dilengkapi dengan air penggelontoran yang cukup serta sapu tangan kertas (*tissue*).
5. Tempat sampah dibuat dari bahan kedap air, tidak mudah berkarat, mempunyai tutup dan memakai kantong plastik khusus untuk sisa-sisa bahan makanan dan makanan jadi yang cepat membusuk. Jumlah dan volume tempat sampah disesuaikan dengan produk sampah yang dihasilkan pada setiap tempat kegiatan.
6. Disediakan juga tempat pengumpul sampah sementara yang terlindung dari serangga dan hewan lain dan terletak di tempat yang mudah dijangkau oleh kendaraan pengangkut sampah.
7. Tempat cuci tangan, Jumlah tempat cuci tangan untuk tamu disesuaikan dengan kapasitas tempat duduk dengan satu tempat cuci tangan untuk 1-60 orang dengan setiap penambahan 150 orang ditambah satu fasilitas ini. Tempat cuci tangan dilengkapi dengan sabun/sabun cair dan alat pengering. Apabila tidak tersedia fasilitas cuci tangan dapat disediakan : sapu tangan kertas yang mengandung alkohol, lap basah dengan dan air hangat. Tersedia tempat cuci tangan khusus untuk karyawan dengan kelengkapan seperti tempat cuci tangan yang jumlahnya disesuaikan dengan banyaknya karyawan yaitu 1 sampai 10 orang, 1 buah; dengan penambahan 1 buah untuk setiap penambahan 10 orang atau kurang. Fasilitas cuci tangan ditempatkan sedemikian rupa sehingga mudah dicapai oleh tamu atau karyawan. Fasilitas cuci tangan dilengkapi dengan air

yang mengalir, bak penampungan yang permukaannya halus, mudah dibersihkan dan limbahnya dialirkan ke saluran pembuangan yang tertutup.

8. Tempat mencuci peralatan terbuat dari bahan yang kuat, aman, tidak berkarat dan mudah dibersihkan. Air untuk keperluan pencucian dilengkapi dengan air panas dengan suhu 40°C – 80°C dan air dingin yang bertekanan 15 psi (1,2 kg/cm²). Tempat pencucian peralatan dihubungkan dengan saluran pembuangan air limbah. Bak pencucian sedikitnya terdiri dari tiga bilik/bak pencuci yaitu untuk mengguyur, menyabun, dan membilas.
9. Tempat pencuci bahan makanan terbuat dari bahan yang kuat, aman, tidak berkarat dan mudah dibersihkan, bahan makanan dicuci dengan air mengalir atau air yang mengandung larutan kalium permanganat 0,02%. Tempat pencucian dihubungkan dengan saluran pembuangan air limbah.
10. Fasilitas penyimpanan pakaian (*locker*) karyawan terbuat dari bahan yang kuat, aman, mudah dibersihkan dan tertutup rapat. Jumlah loker disesuaikan dengan jumlah karyawan, dan ditempatkan di ruangan yang terpisah dengan dapur dan gudang serta dibuat terpisah untuk pria dan wanita.
11. Peralatan pencegahan masuknya serangga dan tikus tempat penyimpanan air bersih harus tertutup sehingga dapat menahan masuknya tikus dan serangga termasuk juga nyamuk *Aedes aegypti* serta *albopictus*. Setiap lubang pada bangunan harus dipasang alat yang dapat mencegah masuknya serangga (kawat 17 kasa berukuran 32 mata per inci) dan tikus (teralis dengan jarak 2 cm). Setiap persilangan pipa dan dinding harus rapat sehingga tidak dapat dimasuki serangga.

6.6.2 Pasar

Pasar tradisional adalah pasar yang sebagian besar dagangannya adalah kebutuhan dasar sehari-hari dengan praktek perdagangan yang masih sederhana dengan fasilitas

infrastukturnya juga masih sangat sederhana dan belum mengindahkan kaidah kesehatan (Purnama, 2014). Sedangkan, Pasar Sehat adalah kondisi pasar yang bersih, nyaman, aman dan sehat melalui kerjasama seluruh stakeholder terkait dalam menyediakan pangan yang aman dan bergizi bagi masyarakat (Kemenkes RI, 2008) .

6.6.2.1 Standar Yang Harus Dipenuhi Menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor: 519/Menkes/Sk/Vi/2008 Tentang Pedoman Penyelenggaraan Pasar Sehat

A. Lokasi

1. Lokasi sesuai dengan Rencana Umum Tata Ruang setempat (RUTR)
2. Tidak terletak pada daerah rawan bencana alam seperti: bantaran sungai, aliran lahar, rawan longsor, banjir, dan sebagainya.
3. Tidak terletak pada daerah rawan kecelakaan atau daerah jalur pendaratan penerbangan termasuk sempa dan jalan.
4. Tidak terletak pada daerah bekas tempat pembuangan akhir sampah atau bekas lokasi pertambangan.
5. Mempunyai batas wilayah yang jelas, antara pasar dan lingkungannya.

B. Bangunan

1. Umum Bangunan dan rancang bangun harus dibuat sesuai dengan peraturan perundang- undangan yang berlaku .
2. Penataan Ruang dagang.
 - a. Pembagian area sesuai dengan jenis komoditi, sesuai dengan sifat dan klasifikasinya seperti : basah, kering, penjualan unggas hidup, pemotongan unggas.
 - b. Pembagian *zoning* diberi indentitas yang jelas.
 - c. Tempat penjualan daging, karkas unggas, ikan ditempatkan di tempat khusus.

- d. Setiap los (area berdasarkan zoning) memiliki lorong yang lebarnya minimal 1,5 meter.
- e. Setiap los/kios memiliki papan identitas yaitu nomor, nama pemilik dan mudah dilihat.
- f. Jarak tempat penampungan dan pemotongan unggas dengan bangunan pasar utama minimal 10 m atau
- g. dibatasi tembok pembatas dengan ketinggian minimal 1,5 m.
- h. Khusus untuk jenis pestisida, bahan berbahaya dan beracun (B3) dan bahan berbahaya lainnya ditempatkan terpisah dan tidak berdampingan dengan zona makanan dan bahan pangan.

3. Ruang Kantor Pengelola

- a. Ruang kantor memiliki ventilasi minimal 20 % dari luas lantai.
- b. Tingkat pencahayaan ruangan minimal 100 lux.
- c. Tersedia ruangan kantor pengelola dengan tinggi langit-langit dari lantai sesuai ketentuan yang berlaku.
- d. Tersedia toilet terpisah bagi laki-laki dan perempuan.
- e. Tersedia tempat cuci tangan dilengkapi dengan sabun dan air yang mengalir.

4. Tempat Penjualan Bahan Pangan dan Makanan

- a) Tempat penjualan bahan pangan basah
 - 1) mempunyai meja tempat penjualan dengan permukaan yang rata dengan kemiringan yang cukup sehingga tidak menimbulkan genangan air dan tersedia lubang pembuangan air, setiap sisi memiliki sekat pembatas dan mudah dibersihkan dengan tinggi minimal 60 cm dari lantai dan terbuat dari bahan tahan karat dan bukan dari kayu.
 - 2) Penyajian karkas daging harus digantung.
 - 3) Alas pemotong (telenan) tidak terbuat dari bahan kayu, tidak mengandung bahan beracun, kedap air dan mudah dibersihkan.
 - 4) Pisau untuk memotong bahan mentah harus berbeda dan tidak berkarat.

- 5) Tersedia tempat penyimpanan bahan pangan, seperti : ikan dan daging menggunakan rantai dingin (*cold chain*) atau bersuhu rendah (4-10° C)
 - 6) Tersedia tempat untuk pencucian bahan pangan dan peralatan.
 - 7) Tersedia tempat cuci tangan yang dilengkapi dengan sabun dan air yang mengalir
 - 8) Saluran pembuangan limbah tertutup dengan kemiringan sesuai ketentuan yang berlaku sehingga
 - 9) memudahkan aliran limbah serta tidak melewati area penjualan
 - 10) Tersedia tempat sampah kering dan basah, kedap air, tertutup dan mudah diangkat
 - 11) Tempat penjualan bebas vektor penular penyakit dan tempat perindukannya, seperti : lalat, kecoa, tikus, nyamuk.
- b) Tempat Penjualan Bahan Pangan Kering
- 1) Mempunyai meja tempat penjualan dengan permukaan yang rata dan mudah dibersihkan dengan tinggi minimal 60 cm dari lantai
 - 2) Meja tempat penjualan terbuat dari bahan yang tahan karat dan bukan dari kayu
 - 3) Tersedia tempat sampah kering dan basah, kedap air, tertutup dan mudah diangkat
 - 4) Tersedia tempat cuci tangan yang dilengkapi dengan sabun dan air yang mengalir
 - 5) Tempat penjualan bebas binatang penular penyakit (vektor) dan tempat perindukannya (tempat berkembang biak) seperti : lalat, kecoa, tikus, nyamuk
- c) Tempat Penjualan Makanan Jadi/Siap Saji
- 1) Tempat penyajian makanan tertutup dengan permukaan yang rata dan mudah dibersihkan, dengan tinggi minimal 60 cm dari lantai dan terbuat bahan yang tahan karat dan bukan dari kayu
 - 2) Tersedia tempat cuci tangan yang dilengkapi dengan sabun dan air yang mengalir

- 3) Tersedia tempat cuci peralatan dari bahan yang kuat, aman, tidak mudah berkarat dan mudah dibersihkan
 - 4) Saluran pembuangan air limbah dari tempat pencucian harus tertutup dengan kemiringan yang cukup.
 - 5) Tersedia tempat sampah kering dan basah, kedap air, tertutup dan mudah diangkat.
 - 6) Tempat penjualan bebas vektor penular penyakit dan tempat perindukannya, seperti : lalat, kecoa, tikus, nyamuk
 - 7) Pisau yang digunakan untuk memotong bahan makanan basah/matang tidak boleh digunakan untuk makanan kering/mentah
5. Area Parkir.
- a. Adanya pemisah yang jelas pada batas wilayah pasar.
 - b. Adanya parkir yang terpisah berdasarkan jenis alat angkut, seperti : mobil, motor, sepeda, andong/delman dan becak.
 - c. Tersedia area parkir khusus untuk pengangkut hewan hidup dan hewan mati.
 - d. Tersedia area bongkar muat khusus yang terpisah dari tempat parkir pengunjung.
 - e. Tidak ada genangan air.
 - f. Tersedia tempat sampah yang terpisah antara sampah kering dan basah dalam jumlah yang cukup, minimal setiap radius 10 m
 - g. Ada tanda masuk dan keluar kendaraan secara jelas, yang berbeda antara jalur masuk dan keluar
 - h. Adanya tanaman penghijauan
 - i. Adanya area resapan air di pelataran parkir
6. Konstruksi
- a. Atap harus kuat, tidak bocor dan tidak menjadi tempat berkembangbiaknya binatang penular penyakit, kemiringan atap harus sedemikian rupa sehingga tidak memungkinkan terjadinya genangan air pada atap dan langit-langit, ketinggian atap sesuai

- ketentuan yang berlaku serta atap yang mempunyai ketinggian 10 m atau lebih harus dilengkapi dengan penangkal petir
- b. Dinding harus bersih, tidak lembab, berwarna terang, permukaan dinding yang selalu terkena percikan air harus terbuat dari bahan yang kuat dan kedap air, serta pertemuan dua dinding lainnya harus berbentuk lengkung (conus).
 - c. Lantai terbuat dari bahan yang kedap air, permukaan rata, tidak licin, tidak retak dan mudah dibersihkan, lantai yang selalu terkena air, misalnya kamar mandi, tempat cuci dan sejenisnya harus mempunyai kemiringan ke arah saluran dan pembuangan air sesuai
 - d. ketentuan yang berlaku sehingga tidak terjadi genangan air

7. Tangga

- a. harus mempunyai tinggi, lebar dan kemiringan anak tangga sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
 - b. Ada pegangan tangan di kanan dan kiri tangga.
 - c. Terbuat dari bahan yang kuat dan tidak licin
 - d. Memiliki pencahayaan minimal 100 lux
8. Ventilasi harus memenuhi syarat minimal 20 % dari luas lantai dan saling berhadapan (cross ventilation)
9. Pencahayaan
- a. Intensitas pencahayaan setiap ruangan harus cukup untuk melakukan pekerjaan pengelolaan bahan makanan secara efektif dan kegiatan pembersihan makanan.
 - b. Pencahayaan cukup terang dan dapat melihat barang dagangan dengan jelas minimal 100 lux
10. Pintu Khusus untuk pintu los penjualan daging, ikan dan bahan makanan yang berbau tajam agar menggunakan pintu yang dapat membuka dan menutup sendiri (self closed) atau tirai plastik untuk menghalangi binatang penular penyakit (vektor) seperti lalat atau serangga lain masu

C. Sanitasi

1. Air Bersih

- a. Tersedia air bersih dengan jumlah yang cukup setiap hari secara berkesinambungan, minimal 40 liter per pedagang
- b. Kualitas air bersih yang tersedia memenuhi persyaratan
- c. Tersedia tendon air yang menjaminn kesinambungan ketersediaan air dan dilengkapi dengan kran yang tidak bocor
- d. Jarak sumber air bersih dengan pembuangan limbah minimal 10 m
- e. Kualitas air bersih diperika setiap enam (6) bulan sekali.

2. Kamar Mandi dan Toilet

- a. Harus tersedia toilet laki-laki dan perempuan yang terpisah dilengkapi dengan tanda/symbol yang jelas.
- b. Didalam kamar mandi harus tersedia bak dan air bersih dalam jumlah yang cukup dan bebas jentik
- c. Didalam toilet harus tersedia jamban leher angsa, peturasan dan bak air
- d. Tersedia tempat cuci tangan dengan jumlah yang cukup yang dilengkapi dengan sabun dan air yang mengalir
- e. Air limbah dibuang ke septic tank (multi chamber), riol atau lubang peresapan yang tidak mencemari air tanah dengan jarak 10 m dari sumber air bersih
- f. Lantai dibuat kedap air, tidak licin, mudah dibersihkan dengan kemiringan sesuai ketentuan yang berlaku sehingga tidak terjadi genangan
- g. Letak toilet terpisah minimal 10 meter dengan tempat penjualan makanan dan bahan pangan
- h. Luas ventilasi minimal 20 % dari luas lantai dan pencahayaan 100 lux
- i. Tersedia tempat sampah yang cukup

3. Pengelolaan Sampah

- a. Setiap kios/los/lorong tersedia tempat sampah basah dan kering
- b. Terbuat dari bahan kedap air, tidak mudah berkarat, kuat, tertutup, dan mudah dibersihkan
- c. Tersedia alat angkut sampah yang kuat, mudah dibersihkan dan mudah dipindahkan
- d. Tersedia tempat pembuangan sampah sementara (TPS), kedap air, kuat, kedap air atau kontainer, mudah dibersihkan dan mudah dijangkau petugas pengangkut sampah
- e. TPS tidak menjadi tempat perindukan binatang (vektor) penular penyakit.
- f. Lokasi TPS tidak berada di jalur utama pasar dan berjarak minimal 10 m dari bangunan pasar.
- g. Sampah diangkut minimal 1 x 24 jam.

4. Drainase

- a. Selokan/drainase sekitar pasar tertutup dengan kisi yang terbuat dari logam sehingga mudah dibersihkan.
- b. Limbah cair yang berasal dari setiap kios disalurkan ke instalasi pengolahan air limbah (IPAL), sebelum akhirnya dibuang ke saluran pembuangan umum.
- c. Kualitas limbah outlet harus memenuhi baku mutu sebagaimana diatur dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup nomor 112 tahun 2003 tentang kualitas air limbah
- d. Saluran drainase memiliki kemiringan sesuai dengan ketentuan yang berlaku sehingga mencegah genangan air.
- e. Tidak ada bangunan los/kios diatas saluran drainase.
- f. Dilakukan pengujian koalitas air limbah cair secara berkala setiap 6 bulan sekali.

5. Tempat cuci tangan.

- a. Fasilitas cuci tangan ditempatkan di lokasi yang mudah dijangkau.

- b. Fasilitas cuci tangan dilengkapi dengan sabun dan air yang mengalir dan limbahnya dialirkan ke saluran pembuangan yang tertutup.
 - c. Binatang penular penyakit (vektor).
 - d. Pada los makanan siap saji dan bahan pangan harus bebas dari lalat, kecoa dan tikus. Pada area pasar angka kepadatan tikus harus nol.
 - e. Angka kepadatan kecoa maksimal 2 ekor per plate di titik pengukuran sesuai dengan area pasar.
 - f. Angka kepadatan lalat di tempat sampah dan drainase maksimal 30 per gril net.
 - g. Container Index (CI) jentik nyamuk aedes aegypti tidak melebihi 5 %.
6. Kualitas Makanan dan Bahan Pangan
- a. Tidak basi
 - b. Tidak mengandung bahan berbahaya seperti pengawet borax, formalin, pewarna tekstil yang berbahaya sesuai dengan peraturan yang berlaku.
 - c. Tidak mengandung residu pestisida diatas ambang batas
 - d. Kualitas makanan siap saji sesuai dengan Kepmenkes nomor 942 tahun 2003 tentang makanan jajanan
 - e. Makanan dalam kemasan tertutup disimpan dalam suhu rendah (4-10°C), tidak kadaluwarsa dan berlabel jelas
 - f. Ikan, daging dan olahannya disimpan dalam suhu 0 s/d 4°C; sayur, buah dan minuman disimpan dalam suhu 10 °C; telur, susu dan olahannya disimpan dalam suhu 5-7 °C .
 - g. Penyimpanan bahan makanan harus ada jarak dengan lantai, dinding dan langit-langit : jarak dengan lantai 15 cm, dengan dinding 5 cm, dengan langit 260 cm
 - h. Kebersihan peralatan makanan ditentukan angka total kuman nol maksimal 100 kuman per cm³ permukaan dan kuman escherichiacoli adalah nol.

7. Desinfeksi Pasar

- a. Desinfeksi pasar harus dilakukan secara menyeluruh 1 hari dalam sebulan
- b. Bahan desinfektan yang digunakan tidak mencemari lingkungan.

D. Perilaku Hidup Bersih dan Sehat

1. Pedagang dan Pekerja

- a. Bagi pedagang karkas daging/unggas, ikan dan pemotong unggas menggunakan alat pelindung diri sesuai dengan pekerjaannya (sepatu boot, sarung tangan, celemek, penutup rambut dll)
- b. Berpola hidup bersih dan sehat (cuci tangan dengan sabun, tidak merokok, mandi sebelum pulang terutama bagi pedagang dan pemotong unggas, tidak buang sampah sembarangan, tidak meludah dan buang dahak sembarangan dll)
- c. Dilakukan pemeriksaan kesehatan bagi pedagang secara berkala. Minimal 6 bulan sekali.
- d. Pedagang makanan siap saji tidak sedang menderita penyakit menular langsung, seperti : diare, hepatitis, TBC, kudis, ISPA dll.

2. Pengunjung

- a. Berpola hidup bersih dan sehat, seperti : tidak buang sampah sembarangan, tidak merokok, tidak meludah dan buang dahak sembarangan dll.
- b. Cuci tangan dengan sabun terutama setelah memegang unggas/hewan hidup, daging, ikan

3. Pengelola

Mempunyai pengetahuan dan keterampilan dibidang hygiene sanitasi dan keamanan pangan

E. Keamanan

1. Pemadam Kebakaran

- a. Tersedia peralatan pemadam kebakaran yang cukup dan berfungsi serta tidak kadaluwarsa.

- b. Tersedia hidran air dengan jumlah cukup menurut ketentuan berlaku
 - c. Letak peralatan pemadam kebakaran mudah dijangkau dan ada petunjuk arah penyelamatan diri.
 - d. Adanya petunjuk prosedur penggunaan alat pemadam kebakaran
2. Keamanan Tersedia pos keamanan dilengkapi dengan personil dan peralatannya
- F. Fasilitas Lain
1. Tempat Sarana Ibadah
- a. Tersedia tempat ibadah dan tempat wudlu dengan lokasi yang mudah dijangkau dengan sarana yang bersih dan tidak lembab
 - b. Tersedia air bersih dengan jumlah dan kualitas yang cukup
 - c. Ventilasi dan pencahayaan sesuai dengan persyaratan
2. Tempat Penjualan Unggas Hidup
- a. Tersedia tempat khusus yang terpisah dari pasar utama
 - b. Mempunyai akses masuk dan keluar kendaraan pengangkut unggas tersendiri
 - c. Kandang tempat penampungan sementara unggas terbuat dari bahan yang kuat dan mudah dibersihkan
 - d. Tersedia fasilitas pemotongan unggas umum yang memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh Departemen Pertanian
 - e. Tersedia sarana cuci tangan dilengkapi dengan sabun dan air bersih yang cukup
 - f. Tersedia saluran pembuangan limbah cair khusus
 - g. Tersedia penampungan sampah yang terpisah dari sampah pasar
 - h. Tersedia peralatan desinfektan khusus untuk membersihkan kendaraan pengangkut dan kandang unggas
3. Pos Pelayanan Kesehatan Tersedia pos pelayanan kesehatan yang mudah dijangkau dan peralatan pertolongan pertama pada

kecelakaan (P3K) yang memadai (Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2008).

6.6.3 Kantin sekolah

Pengelolaan makanan adalah semua kegiatan yang berhubungan dengan pengadaan bahan makanan, penyimpanan, pengolahan, pengangkutan dan penyajian makanan, sedangkan sanitasi makanan adalah suatu usaha pencegahan yang menitikberatkan kegiatan dan tindakan yang perlu untuk membebaskan makanan dari segala bahaya yang dapat mengganggu atau merusak segala bahaya yang dapat mengganggu atau merusak kesehatan, melalui dari sebelum makanan itu diproduksi selama dalam proses pengolahan, penyiapan, pengangkutan, penjualan, sampai pada saat dimana makanan tersebut siap untuk dikonsumsi kepada konsumen (Depkes, 2002). Kantin adalah tempat usaha komersial yang ruang lingkup kegiatannya menyediakan makanan dan minuman untuk umum di tempat usahanya (Depkes, 2002).

6.5.3.1 Standar Yang Harus Dipenuhi Menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1098/Menkes/SK/VII/2003 tentang kelayakan hygiene sanitasi pada kantin.

A. Bangunan

1. Bangunan kantin kokoh, kuat dan permanen.
2. Ruangan harus ditata sesuai fungsinya, sehingga memudahkan arus tamu, arus karyawan, arus bahan makanan dan makanan jadi serta barang-barang lainnya yang dapat mencemari makanan.

B. Konstruksi

1. Lantai harus dibuat kedap air, rata, tidak licin, kering dan bersih.
2. Dinding.

Permukaan dinding harus rata, kedap air dan dibersihkan.

3. Ventilasi.

Ventilasi alam harus cukup menjamin peredaran udara dengan baik, dapat menghilangkan uap, gas, asap, bau dan debu dalam ruangan. Ventilasi buatan diperlukan bila ventilasi alam tidak dapat memenuhi persyaratan.

4. Pencahayaan.

Intensitas pencahayaan setiap ruangan harus cukup untuk melakukan pekerjaan pengolahan makanan secara efektif dan kegiatan pembersihan ruangan.

5. Atap.

Tidak bocor, cukup landai dan tidak menjadi sarang tikus dan serangga lainnya

6. Langit-langit.

Permukaan rata, bersih, tidak terdapat lubang-lubang.

Fasilitas sanitasi

C. Fasilitas Sanitasi

1. Air bersih

Kualitas air bersih harus memenuhi syarat fisik (tidak berbau, tidak berasa, tidak berwarna, jernih), serta jumlahnya cukup memadai untuk seluruh kegiatan.

2. Air limbah

Air limbah mengalir dengan lancar, sistem pembuangan air limbah harus baik, saluran terbuat dari bahan kedap air, saluran pembuang air limbah tertutup.

3. Toilet

Tersedia toilet, bersih. Di dalam toilet harus tersedia jamban, peturasan dan bak air. Tersedia sabun/deterjen untuk mencuci tangan. Di dalam toilet harus tersedia bak dan air bersih dalam keadaan cukup.

4. Tempat sampah

Tempat sampah dibuat dari bahan kedap air, tidak mudah berkarat, mempunyai tutup. Tersedia pada setiap tempat/ruang yang memproduksi sampah. Sampah dibuang tiap 24 jam.

5. Tempat cuci tangan

Fasilitas cuci tangan ditempatkan sedemikian rupa sehingga mudah dicapai oleh tamu dan karyawan. Fasilitas cuci tangan dilengkapi dengan air mengalir, sabun/deterjen, bak penampungan yang permukaannya halus, mudah dibersihkan dan limbahnya dialirkan ke saluran pembuangan yang tertutup.

6. Tempat mencuci peralatan

Terbuat dari bahan yang kuat, aman, tidak berkarat dan mudah dibersihkan. Bak pencucian sedikitnya terdiri dari 3 bilik/bak pencuci yaitu untuk mengguyur, menyabun dan membilas.

7. Tempat mencuci bahan makanan

Terbuat dari bahan yang kuat, aman, tidak berkarat dan mudah dibersihkan.

8. Tempat penyimpanan air bersih (tandon air) harus tertutup sehingga dapat menahan masuknya tikus dan serangga. Ruang dapur, ruang makan dan penyajian

D. Ruang Dapur, Ruang Makan dan Penyajian

1. Dapur

Dapur harus bersih, ruang dapur harus bebas dari serangga, tikus dan hewan lainnya.

2. Ruang makan

Ruang makan bersih, perlengkapan ruang makan (meja, kursi, taplak meja), tempat peragaan makanan jadi harus tertutup perlengkapan bumbu kecap, sambal, merica, garam dan lain-lain bersih.

RANGKUMAN

1. Sampel merupakan sebagian kecil dari populasi atau obyek yang memiliki karakteristik sama.
2. Sampel makanan dapat diartikan bahwa makanan yang dijadikan sebagai bahan/wakil dari keseluruhan makanan yang akan diteliti.
3. Titik sampling adalah lokasi dan tempat yang dijadikan sebagai pengambilan sampel suatu penelitian berdasarkan tujuan penelitian. Titik sampling pada sampel makanan ini misalnya tempat penyimpanan makanan atau minuman yang akan didistribusikan ke pasien di suatu Rumah Sakit dan tempat penyimpanan makanan di Gudang, serta tempat pelayanan makanan untuk pegawai dan kantin.
4. Teknik sampling adalah sebuah metode atau cara yang dilakukan untuk menentukan jumlah dan anggota sampel.
5. Jenis sampel makanan ada 2 yakni bahan makanan dan bahan minuman. Bahan makanan dibagi lagi menjadi 2 yakni bahan makanan nabati dan hewani. Sedangkan, bahan minuman dibagi menjadi 2 yakni bahan minuman non-alkohol dan bahan minuman beralkohol.
6. Metode dan teknik pengambilan sampel makanan yakni metode usap alat makan.
7. Tujuan pengukuran sampel makanan adalah untuk mengetahui populasi kuman atau jumlah bakteri dalam suatu bahan misal air, makanan dan minuman, dan untuk menghitung jumlah kuman yang ada dalam suatu bahan.
8. Parameter dan interpretasi kualitas lingkungan TTU ada 3 yakni rumah makan, pasar, dan kantin sekolah.

SOAL LATIHAN

1. Jelaskan titik sampling dan sampel makanan!
2. Jelaskan parameter dan interpretasi kualitas lingkungan tempat-tempat umum!

BAB VII | PENGENALAN DAN PENILAIAN PARAMETER TEMPAT-TEMPAT UMUM (PASAR, PELAYANAN KESEHATAN, DAN TERMINAL)

Tujuan

Setelah membaca bagian ini, mahasiswa diharapkan dapat

1. Menjelaskan Pengertian TTU
2. Menjelaskan Aspek Hukum Sanitasi TTU
3. Menjelaskan Tujuan Pengukuran Kualitas Lingkungan TTU
4. Menjelaskan Parameter dan Interpretasi Kualitas Lingkungan TTU
5. Menjelaskan Studi Kasus Pengukuran Kualitas Lingkungan

Deskripsi Materi

Pada bab ini akan diuraikan tentang; (1) Menjelaskan Pengertian TTU (2) Menjelaskan Aspek Hukum Sanitasi TTU (3) Menjelaskan Tujuan Pengukuran Kualitas Lingkungan TTU (4) Menjelaskan Parameter dan Interpretasi Kualitas Lingkungan TTU Makanan (5) Menjelaskan Studi Kasus Pengukuran Kualitas Lingkungan

Kata Kunci: lingkungan tempat-tempat umum

Pengertian Lingkungan TTU

Menurut Kepmenkes Nomor 288 tahun 2003, Sarana dan bangunan umum merupakan tempat dan atau alat yang dipergunakan oleh masyarakat umum untuk melakukan kegiatannya. Sedangkan menurut Departemen kesehatan RI tempat-tempat umum adalah tempat kegiatan bagi umum yang dilakukan oleh badan-badan pemerintah, swasta, perorangan yang langsung digunakan oleh masyarakat, mempunyai tempat dan kegiatan tetap serta memiliki fasilitas.

Tempat umum memiliki potensi sebagai tempat terjadinya penularan penyakit, pencemaran lingkungan, ataupun gangguan

kesehatan lainnya. Pengawasan atau pemeriksaan terhadap tempat-tempat umum dilakukan untuk mewujudkan lingkungan tempat-tempat umum yang bersih guna melindungi kesehatan masyarakat dari kemungkinan penularan penyakit dan gangguan kesehatan lainnya. Tempat atau sarana umum yang wajib menyelenggarakan sanitasi lingkungan antara lain, tempat umum atau sarana umum yang dikelola secara komersial (Wati, 2013).

Menurut Marsito (2013) ada beberapa jenis tempat umum, antara lain:

- a) Hotel
- b) Kolam renang
- c) Pasar
- d) Salon
- e) Panti Pijat
- f) Tempat wisata
- g) Terminal
- h) Tempat ibadah, dsb

Pengertian Pasar

Pasar adalah area tempat jual beli barang dengan jumlah penjual lebih dari satu baik yang disebut sebagai pusat perbelanjaan, pasar tradisional, pertokoan, mall, plaza, pusat perdagangan maupun sebutan lainnya (Perpres RI 112, 2007).

Pasar dalam artian sederhana adalah sebagai tempat bertemunya pembeli dan penjual untuk melakukan transaksi jual beli barang dan jasa (Saraswati dan Ida, 2008). Menurut Saraswati dan Ida (2008) pasar dibagi menjadi beberapa jenis antara lain:

1. Menurut Fisiknya
 - a. Pasar konkret (pasar nyata) adalah tempat pertemuan antara pembeli dan penjual melakukan transaksi secara langsung. Barang yang diperjualbelikan juga tersedia pasar. Contoh pasar sayuran, buah-buahan, dan pasar tradisional.

b. Pasar abstrak (pasar tidak nyata) adalah terjadinya transaksi penjual dan pembeli hanya melalui telepon, internet, dan lain lain berdasarkan contoh barang. Contohnya telemarket dan pasar modal.

2. Menurut Waktunya

a. Pasar harian adalah pasar yang aktivitasnya berlangsung setiap hari dan sebagian barang yang diperjualbelikan adalah barang kebutuhan sehari-hari.

b. Pasar mingguan adalah pasar yang aktivitasnya berlangsung seminggu sekali. Biasanya terdapat pada daerah yang belum padat penduduk dan lokasi pemukimannya masih berjauhan.

c. Pasar bulanan adalah pasar yang aktivitasnya berlangsung sebulan sekali. Biasanya barang yang diperjualbelikannya barang yang akan dijual kembali (agen/grosir).

d. Pasar tahunan adalah pasar yang aktivitasnya berlangsung setahun sekali, misalnya Pasar Raya Jakarta (PRJ).

e. Pasar temporer adalah pasar yang diselenggarakan pada waktu tertentu serta pasar temporer dapat terjadi secara tidak rutin. Pada umumnya, pasar temporer dibuka guna merayakan peristiwa tertentu. Contoh dari pasar temporer adalah Bazar (Munir, 2017).

3. Berdasarkan Manajemen Pengelolaannya

Menurut Munir (2017), pasar diklasifikasikan menjadi 2 antara lain:

a. Pasar tradisional adalah pasar yang dibangun oleh pihak pemerintah swasta, koperasi, dan swadaya masyarakat. Tempat usahanya dapat berbentuk toko, kios, los, dan tenda yang menyediakan barang-barang konsumsi sehari-hari masyarakat. Pasar tradisional biasanya dikelola oleh pedagang kecil, menengah, dan koperasi. Proses penjualan dan pembelian dilakukan dengan tawar-menawar.

b. Pasar modern adalah pasar yang dibangun oleh pihak pemerintah, swasta, dan koperasi yang dikelola secara modern. Pada umumnya pasar modern menjual barang kebutuhan sehari-hari dan barang lain yang sifatnya tahan lama. Modal usaha yang dikelola oleh pedagang jumlahnya besar. Kenyamanan berbelanja bagi pembeli sangat diutamakan. Biasanya penjual memasang label harga pada setiap barang. Contoh pasar modern yaitu plaza, supermarket, hipermart, dan shopping centre.

Pengertian Pelayanan Kesehatan

Menurut Prof. Dr. Soekidjo Notoatmojo dalam Nugraheni (2018) pelayanan kesehatan adalah subsistem pelayanan kesehatan yang tujuannya adalah pelayanan preventif (pencegahan) dan pelayanan promotif (peningkatan kesehatan) dengan sasaran masyarakat.

Menurut Depkes RI (2009) pelayanan kesehatan adalah setiap upaya yang diselenggarakan sendiri atau bersama-sama dalam suatu organisasi untuk memelihara dan meningkatkan kesehatan, mencegah dan menyembuhkan penyakit serta memulihkan kesehatan perorangan, keluarga, kelompok, dan ataupun masyarakat.

Menurut Nugraheni (2018) pelayanan kesehatan adalah subsistem pelayanan kesehatan yang tujuan utamanya adalah promotif (memelihara dan meningkatkan kesehatan), preventif (pencegahan), kuratif (penyembuhan), dan rehabilitatif (pemulihan) kesehatan perorangan, keluarga, kelompok atau masyarakat, lingkungan. Maksud dari subsistem ini adalah subsistem pelayanan kesehatan yang meliputi:

a. Input adalah sub elemen yang diperlukan sebagai masukan untuk berfungsinya sistem, contohnya dokter, perawat, dan obat-obatan.

- b. Proses adalah suatu kegiatan yang berfungsi untuk mengubah masukan sehingga menghasilkan sesuatu (keluaran) yang direncanakan, contohnya kegiatan pelayanan kesehatan.
- c. Output adalah hal-hal yang dihasilkan oleh proses, contohnya pasien sembuh dan tidak sembuh.
- d. Dampak adalah akibat yang dihasilkan oleh keluaran beberapa waktu lamanya, contohnya meningkatnya status kesehatan masyarakat.
- e. Umpan balik adalah hasil dari proses sekaligus sebagai masukan untuk sistem tersebut, contohnya keluhan pasien terhadap pelayanan kesehatan.
- f. Lingkungan adalah dunia diluar sistem yang mempengaruhi sistem tersebut, contohnya masyarakat dan instansi-instansi di luar pelayanan kesehatan tersebut.

Pengertian Terminal

Terminal adalah salah satu komponen dari sistem transportasi yang mempunyai fungsi utama sebagai tempat pemberhentian sementara kendaraan umum untuk menaikkan dan menurunkan penumpang dan barang hingga sampai ke tujuan akhir suatu perjalanan, juga sebagai tempat pengendalian, pengawasan, pengaturan dan pengoperasian sistem arus angkutan penumpang dan barang, disamping juga berfungsi untuk melancarkan arus angkutan penumpang atau barang (Departemen Perhubungan, 1996).

Di Indonesia terminal penumpang dapat dikelompokan atas dasar tingkat penggunaan terminal ke dalam tiga tipe menurut Departemen Perhubungan Aceh (2018) sebagai berikut:

a. Terminal penumpang Tipe A

Berfungsi melayani kendaraan penumpang umum untuk angkutan antar kota antar propinsi (AKAP), dan angkutan lintas batas antar negara, angkutan antar kota dalam propinasi (AKDP), angkutan kota (AK) serta angkutan pedesaan (ADES).

b. Terminal penumpang Tipe B

Berfungsi melayani kendaraan penumpang umum untuk angkutan antar kota dalam propinsi (AKDP), angkutan kota (AK) serta angkutan pedesaan (ADES).

c. Terminal penumpang Tipe C

Berfungsi melayani kendaraan penumpang umum untuk angkutan pedesaan (ADES).

Aspek Hukum Sanitasi TTU

Berikut beberapa hukum yang mendasari nilai ambang batas (NAB), yaitu:

- a. UU No. 23 tahun 1992 tentang Kesehatan
- b. UU No. 11 tahun 1992 tentang Hygiene untuk usaha bagi umum
- c. UU No. 2 tahun 1966 tentang Hygiene
- d. Peraturan Pemerintah RI Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan
- e. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 288 Tahun 2003 tentang Pedoman Penyehatan Sarana dan Bangunan Umum

Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 55 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan untuk Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit serta Pengendaliannya.

- f. Perda yang mengatur tentang kegiatan usaha bagi umum.

7.1 Tujuan Pengukuran Kualitas Lingkungan TTU

Adapun tujuan pengukuran kualitas lingkungan TTU secara umum, antara lain:

- Terselenggaranya upaya untuk meningkatkan pengendalian faktor risiko penyakit dan kecelakaan pada sarana dan bangunan umum.

- Untuk mewujudkan lingkungan TTU yang bersih guna melindungi kesehatan masyarakat dari kemungkinan penularan penyakit dan gangguan kesehatan lainnya.
- Mengetahui kualitas lingkungan meliputi: air, udara, dan tanah dengan pengambilan sampel dan pengujian di laboratorium.
- Memantau kualitas tempat-tempat umum secara berkala.

7.1.1 Tujuan Pengukuran Kualitas Lingkungan Pasar

- Sebagai salah satu upaya sanitasi bertujuan agar tidak dapat menimbulkan penyakit dan gangguan lainnya kepada masyarakat sekitar.
- Menganalisis konsentrasi polutan pada kawasan pasar.
- Menganalisis kualitas udara pada kawasan pasar.
- Bertujuan untuk mengetahui jenis parameter limbah domestik yang mencemari kawasan pasar.
- Membantu untuk meningkatkan pengetahuan dan kewaspadaan masyarakat terhadap pengaruh pencemaran udara saat berada di mall/ pasar sehingga dapat mencegah dan menghindari terjadinya penyebaran yang lebih luas.

7.1.2 Tujuan Pengukuran Kualitas Lingkungan Pelayanan Kesehatan

- Untuk melakukan pengawasan berbagai faktor lingkungan fisik, kimiawi dan biologik di rumah sakit yang menimbulkan atau mungkin dapat mengakibatkan pengaruh buruk terhadap kesehatan petugas, penderita, pengunjung maupun bagi masyarakat di sekitar rumah sakit.
- Pemantauan kualitas air di lingkungan pelayanan kesehatan agar persediaan air bersih tetap aman, sehingga tidak mengganggu dan membahayakan kesehatan.
- Agar tidak menimbulkan gangguan kesehatan terhadap pasien, tenaga yang bekerja di rumah sakit maupun pengunjung rumah sakit.

- Untuk mewujudkan rumah sakit yang aman, nyaman dan sehat, perlu di lakukan pemantauan kualitas udara secara rutin.

7.1.3 Tujuan Pengukuran Kualitas Lingkungan Terminal

- Dengan adanya pengukuran kualitas lingkungan di harapkan dapat melindungi pencemaran pada penyediaan air bersih dan lingkungan yang ada di Terminal.
- Menentukan tercemar atau tidaknya udara pada lokasi terminal dengan membandingkan hasil pengukuran ke dalam Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU).
- Untuk menganalisis pengaruh kualitas udara (Debu, COx, NOx, SOx), lama paparan, lama kerja, kebiasaan merokok, riwayat penyakit, umur terhadap gangguan fungsi paru.
- Agar wilayah terminal/pelabuhan tidak menjadi sumber penularan atau habitat yang subur bagi perkembangbiakan kuman/vektor dan penyakit.

7.2 Parameter dan Interpretasi Kualitas Lingkungan TTU

7.2.1 Parameter dan Interpretasi Kualitas Lingkungan Pasar

Persyaratan kesehatan lingkungan pasar menurut Kepmenkes No. 519 Tahun 2008 antara lain mencakup lokasi pasar, bangunan, sanitasi pasar, Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS), keamanan, dan fasilitas lainnya.

A. Lokasi Pasar

1. Lokasi sesuai dengan Rencana Umum Tata Ruang Setempat (RUTR).
2. Tidak terletak pada daerah rawan bencana alam seperti banjir dan sebagainya.
3. Tidak terletak pada daerah rawan kecelakaan atau daerah jalur pendaratan penerbangan, termasuk sempadan jalan.
4. Tidak terletak pada daerah bekas tempat pembuangan akhir sampah atau bekas lokasi pertambangan.
5. Mempunyai batas wilayah yang jelas, antara pasar dan

lingkungannya.

B. Bangunan Pasar

Persyaratan bangunan pasar yakni sebagai berikut:

1. Umum

Bangunan dan rancang bangun harus dibuat sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

2. Penataan Ruang Dagang

- a. Pembagian area sesuai dengan jenis komoditi, sesuai dengan sifat dan klasifikasinya seperti: basah, kering, penjualan unggas hidup, pemotongan unggas.
- b. Pembagian *zoning* diberi identitas yang jelas.
- c. Penjualan daging, karkas unggas, ikan ditempatkan di tempat khusus.
- d. Setiap los/kios memiliki lorong yang lebarnya minimal 1,5 meter.
- e. Setiap los/kios memiliki papan karakteristik.
- f. Jarak tempat penampungan dan pemotongan unggas dengan bangunan pasar utama minimal 10 m atau dibatasi tembok pembatas dengan ketinggian minimal 1,5.
- g. Khusus untuk jenis pestisida, Bahan Berbahaya dan Beracun (B3), dan bahan berbahaya lainnya ditempatkan di tempat terpisah dan tidak berdampingan dengan zona makanan dan bahan pangan.

3. Ruang Kantor Pengelola

- a. Ruang kantor memiliki ventilasi minimal 20% dari luas lantai.
- b. Tingkat pencahayaan ruangan minimal 100 lux.
- c. Tersedia ruangan kantor pengelola dengan tinggi langit-langit dari lantai sesuai ketentuan yang berlaku.
- d. Tersedia toilet terpisah bagi laki-laki dan perempuan.
- e. Tersedia tempat cuci tangan dilengkapi dengan sabun dan air yang mengalir (Mukono, 2006).

4. Tempat Penjualan Bahan Pangan dan Makanan

- a. Tempat penjualan bahan pangan basah
- Meja tempat penjualan harus tahan karat, rata, dan tinggi minimal 60 cm.
 - Tersedia tempat pencucian bahan pangan dan peralatan.
 - Tempat cuci tangan dilengkapi sabun dan air mengalir.
 - Saluran pembuangan limbah tertutup, dengan kemiringan yang sesuai ketentuan, serta tidak melewati area penjualan.
 - Tersedia tempat sampah kering dan basah, kedap air, tertutup, dan mudah diangkat.
 - Bebas dari vektor penyakit dan tempat perindukannya.
- b. Tempat Penjualan Bahan Pangan Kering
- Meja tempat penjualan dengan permukaan rata, mudah dibersihkan, dan tinggi minimal 60 cm.
 - Meja terbuat dari bahan tahan karat.
 - Tempat sampah harus terpisah basah dan kering, kedap air, tertutup dan mudah diangkat.
 - Tempat cuci tangan dilengkapi sabun dan air mengalir.
 - Bebas vektor penular penyakit dan tempat perindukannya.
- c. Tempat Penjualan Makanan Jadi/Siap Saji
- Tempat penyajian makanan tertutup, bahan tahan karat, permukaan rata, mudah dibersihkan, dan tinggi minimal 60 cm dari lantai.
 - Tempat cuci tangan dilengkapi sabun dan air yang mengalir.
 - Tempat cuci peralatan harus kuat, aman, tidak berkarat, dan mudah dibersihkan.
 - Tempat sampah terpisah antara sampah basah dan kering, kedap air, dan bertutup.
 - Bebas vektor penular penyakit dan tempat perindukannya.
 - Pisau yang digunakan untuk memotong bahan mentah dan bahan matang berbeda dan tidak berkarat.

- Saluran pembuangan limbah tertutup.

5. Area Parkir

- Ada pemisah yang jelas dengan batas wilayah pasar.
- Parkir mobil, motor, sepeda, andong/delman, becak terpisah
- Tersedia area parkir khusus kendaraan pengangkut hewan hidup dan hewan mati.
- Tersedia area khusus bongkar muat barang.
- Tidak ada genangan air.
- Tersedia tempat sampah yang terpisah setiap radius 10 meter.
- Ada jalur dan tanda masuk dan keluar kendaraan yang jelas
- Ada tanaman penghijauan.
- Adanya area resapan air di pelataran parkir (Mukono, 2006).

6. Konstruksi

Dari segi konstruksinya, pasar harus mempunyai syarat-syarat kesehatan lingkungan sebagai berikut:

a. Atap

- Atap yang digunakan kuat, tidak bocor, dan tidak menjadi tempat perindukan vector.
- Kemiringan atap cukup dan tidak memungkinkan genangan air.
- Atap dengan ketinggian lebih 10 meter dilengkapi penangkal petir.

b. Dinding

- Keadaan dinding bersih, tidak lembab, dan berwarna terang.
- Permukaan dinding yang selalu terkena percikan air terbuat dari bahan yang kuat dan kedap air.
- Pertemuan lantai dengan dinding harus berbentuk lengkung (conus).

c. Lantai

- Lantai terbuat dari bahan yang kedap air, permukaan rata, tidak licin, tidak retak, dan mudah dibersihkan.
- Lantai kamar mandi, tempat cuci dan sejenisnya mempunyai

kemiringan ke saluran pembuangan.

7. Tangga

- Tinggi, lebar dan kemiringan yang sesuai dengan ketentuan.
- Ada pegangan tangan di kanan dan kiri tangga.
- Terbuat dari bahan yang kuat dan tidak licin.
- Memiliki pencahayaan minimal 100 lux.

8. Ventilasi

Ventilasi harus memenuhi syarat minimal 20% dari luas lantai dan saling berhadapan (*cross ventilation*).

9. Pencahayaan

Intensitas pencahayaan setiap ruangan harus cukup terang agar dapat melakukan kegiatan dengan jelas minimal 100 lux, dimana pencahayaan atau penerangan tidak menyilaukan dan tersebar merata sehingga tidak menimbulkan bayangan yang nyata.

10. Pintu

Khusus untuk pintu los/kios penjualan daging, ikan dan bahan makanan yang berbau tajam agar menggunakan pintu yang dapat membuka dan menutup sendiri atau tirai plastik untuk menghalangi vektor penyakit masuk.

C. Sanitasi Pasar

Syarat-syarat sanitasi pasar yakni sebagai berikut:

1. Air bersih

- a. Air bersih selalu tersedia dalam jumlah yang cukup (minimal 40 liter per pedagang).
- b. Kualitas air bersih memenuhi syarat kesehatan, sesuai Peraturan Menteri Kesehatan RI No.416 Tahun 1990 Pasal 1 bahwa air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila dimasak.
- c. Jarak sumber air bersih dengan septick tank minimal 10 meter.
- d. Pengujian kualitas air bersih dilakukan 6 bulan sekali.

2. Kamar mandi dan toilet

- a. Harus tersedia toilet yang terpisah antara laki-laki dan perempuan, yang dilengkapi dengan tanda/symbol yang jelas dengan proporsi sebagai berikut:

Tabel 7.1 Proporsi Jumlah Toilet yang Harus Tersedia di Pasar

No	Jumlah pedagang	Jumlah kamar mandi	Jumlah toilet
1	1- 25	1	1
2	26 – 50	2	2
3	51 – 100	3	3
		Setiap penambahan 40-100 orang harus ditambah satu kamar mandi atau satu toilet	

Sumber: Kepmenkes No. 519 Tahun 2008

- b. Tersedia bak dan air bersih dengan jumlah cukup dan bebas jentik.
- c. Toilet dengan leher angsa, dan peturasan.
- d. Tersedia tempat cuci tangan dan sabun.
- e. Tersedia tempat sampah yang tertutup.
- f. Tersedia septic tank dengan lubang peresapan yang memenuhi syarat kesehatan.
- g. Letak toilet minimal 10 meter dari tempat penjualan makanan dan bahan pangan.
- h. Ventilasi minimal 20% dari luas lantai.
- i. Lantai kedap air, tidak licin, mudah dibersihkan, dengan kemiringan cukup.
3. Pengolahan sampah
- a. Setiap kios/lorong/los tersedia tempat sampah basah dan kering.
- b. Tempat sampah terbuat dari bahan yang kedap air, tidak mudah berkarat, kuat tertutup dan mudah dibersihkan.
- c. Tersedia alat pengangkut sampah yang kuat dan mudah dibersihkan.

- d. Tersedia tempat pembuangan sampah sementara (TPS) yang kuat, kedap air, mudah dibersihkan dan mudah dijangkau.
- e. TPS tidak menjadi tempat perindukan binatang penular penyakit.
- f. TPS tidak berada di jalur utama pasar dan berjarak minimal 10 meter dari bangunan pasar.
- g. Sampah diangkut minimal 1 x 24 jam.
- h. Ketetapan besaran timbulan sampah untuk pasar yakni 2,5 – 3.0 L per pedagang atau petugas / hari ditiap los dan kiosnya.

4. Drainase

- a. Tertutup dengan kisi-kisi, terbuat dari logam dan mudah dibersihkan.
- b. Limbah cair mengalir lancar.
- c. Limbah cair harus memenuhi baku mutu.
- d. Tidak ada bangunan di atas saluran.
- e. Pengujian kualitas limbah cair berkala setiap 6 bulan sekali.

5. Tempat cuci tangan

- a. Lokasi mudah dijangkau.
- b. Dilengkapi sabun.
- c. Tersedia air mengalir.
- d. Limbahnya dialirkan ke saluran pembuangan yang tertutup .

6. Vektor Penyakit

- a. Los makanan siap saji dan bahan pangan harus bebas dari lalat, kecoa, dan tikus.
- b. Angka kepadatan tikus nol.
- c. Angka kepadatan kecoa maksimal 2 ekor per plate di titik pengukuran.
- d. Angka kepadatan lalat maksimal 30 per gril net di tempat sampah dan drainase.

Container Indeks (CI) jentik nyamuk *Aedes aegypti* tidak melebihi 5%. Container Indeks adalah salah satu indeks

kepadatan jentik DBD sebagai tolak ukur atau parameter untuk mengetahui populasi

jentik nyamuk *Aedes aegypti* dengan rumus jumlah kontainer yang positif jentik dibagi jumlah kontainer yang diperiksa dikalikan seratus persen.

7. Kualitas makanan dan bahan pangan

- a. Tidak basi.
- b. Tidak mengandung bahan berbahaya.
- c. Tidak mengandung residu pestisida di atas ambang batas.
- d. Kualitas makanan siap saji sesuai dengan peraturan.
- e. Makanan dalam kemasan tertutup disimpan dalam suhu 4-10°C.
- f. Ikan, daging, dan olahannya disimpan dalam suhu 0 s/d 4°C.
- g. Sayur dan buah disimpan dalam suhu 10°C, telur, susu dan olahannya disimpan dalam suhu 5-7°C.
- h. Penyimpanan bahan makanan dengan jarak 15 cm dari lantai, 5 cm dari dinding, dan 60 cm dari langit-langit.
- i. Kebersihan peralatan makanan maksimal 100 kuman per cm² permukaan dan E-coli nol.

8. Desinfeksi Pasar

- a. Dilakukan secara menyeluruh 1 hari dalam sebulan.
- b. Bahan desinfeksi tidak.

7.2.2 Parameter dan Interpretasi Kualitas Lingkungan

Pelayanan Kesehatan

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan, maka kesehatan lingkungan adalah upaya pencegahan penyakit dan/atau gangguan kesehatan dari faktor risiko lingkungan untuk mewujudkan kualitas lingkungan yang sehat baik dari aspek fisik, kimia, biologi, maupun sosial.

Dalam rangka mewujudkan kualitas lingkungan yang sehat secara koheren dan disertai dengan keseimbangan ekologi, maka dibutuhkan standar dan persyaratan yang telah dibakukan pada media lingkungan yang berdampak pada kesehatan. Upaya-upaya

pengecahan tersebut kemudian tertuang dalam sebuah peraturan yang dibakukan. Adapun persyaratan kesehatan lingkungan yang harus dipenuhi oleh rumah sakit telah diatur dalam Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 1204 tahun 2004.

A. Konstruksi Bangunan Rumah Sakit

1. Lantai, dimana harus terbuat dari bahan yang kuat, kedap air, permukaan rata, tidak licin, warna terang, dan mudah dibersihkan. Selain itu lantai yang selalu kontak dengan air harus mempunyai kemiringan yang cukup ke arah saluran pembuangan air limbah. Selanjutnya pertemuan lantai dengan dinding harus berbentuk konus atau lengkung agar mudah dibersihkan.
2. Dinding, dimana permukaan dinding harus kuat, rata, berwarna terang dan menggunakan cat yang tidak luntur serta tidak menggunakan cat yang mengandung logam berat.
3. Ventilasi, dimana ventilasi alamiah harus dapat menjamin aliran udara di dalam kamar atau ruangan dengan baik. Bila ventilasi alamiah tidak bisa menjamin hal tersebut, maka ruangan harus dilengkapi dengan ventilasi mekanis atau buatan yang disesuaikan dengan peruntukkan ruangan. Kemudian luas ventilasi alamiah minimum 15% dari luas lantai.
4. Atap, dimana atap ini harus kuat, tidak bocor, dan tidak menjadi bahan perindukan serangga, tikus, dan binatang pengganggu lainnya. Selain itu idealnya atap dengan ketinggian lebih dari 10 meter harus dilengkapi dengan penangkal petir.
5. Langit – langit, dimana langit – langit harus kuat, berwarna terang, dan mudah dibersihkan. Selain itu kerangka langit – langit harus kuat dan terbuat dari bahan yang anti rayap. Idealnya langit – langit memiliki ketinggian minimal 2,70 meter dari lantai.
6. Pintu, dimana pintu tersebut harus kuat, cukup tinggi, cukup lebar, dan dapat mencegah masuknya serangga, tikus, dan binatang pengganggu lainnya.

7. Konstruksi, seperti balkon, beranda, ataupun talang harus dikondisikan agar tidak ada genangan air yang dapat memungkinkan tempat perindukan nyamuk Aedes.
8. Lalu Lintas Antar Ruang, dimana lalu lintas antar ruangan dan pembagian ruangan harus dilengkapi dengan petunjuk letak ruangan sehingga akan memudahkan hubungan dan komunikasi antar ruangan serta menghindari risiko terjadinya kecelakaan atau kontaminasi. Selain itu sebaiknya dilengkapi dengan pintu darurat yang mudah dijangkau apabila terjadi kebakaran atau kejadian darurat lainnya. Lalu apabila tersedia lift atau tangga berjalan, maka harus dilengkapi dengan sarana pencegahan kecelakaan.
9. Fasilitas Pemadam Kebakaran, dimana penggunaannya harus disesuaikan dengan ketentuan yang berlaku.
10. Jaringan Instalasi, seperti instalasi air minum, air bersih, air limbah, gas, listrik, sistem penghawaan, dan sarana komunikasi. Penggunaan jaringan instalasi ini harus memenuhi persyaratan teknis kesehatan agar aman digunakan. Selain itu pemasangan pipa air minum sangat tidak dianjurkan jika bersilangan dengan pipa air limbah dan bertekanan negatif untuk meminimalisir pencemaran air minum.

B. Ruang Bangunan

Ruang bangunan di rumah sakit harus ditata sedemikian rupa agar penggunaannya sesuai dengan fungsinya dan memenuhi persyaratan kesehatan. Oleh sebab itu maka perlu adanya dilakukan pengelompokan ruangan berdasarkan tingkat risiko penularan penyakit sebagai berikut:

- a. **Zona dengan Risiko Rendah**, yang meliputi ruang administrasi, ruang computer, ruang pertemuan, ruang perpustakaan, ruang resepsionis, dan ruang pendidikan/ pelatihan. Adapun persyaratan yang harus dipenuhi adalah:

1. Permukaan dinding harus rata dan berwarna terang.

2. Lantai harus terbuat dari bahan yang kuat, mudah dibersihkan, kedap air, berwarna terang, dan pertemuan antara lantai dengan dinding harus berbentuk konus.
 3. Langit-langit harus terbuat dari bahan yang kuat, mudah dibersihkan, berwarna terang, berkerangka kuat, dan dengan ketinggian minimal 2,70 meter dari lantai.
 4. Lebar pintu minimal 1,20 meter, dengan tinggi minimal 2,10 meter. Selain itu ambang bawah jendela minimal 1,00 meter dari lantai.
 5. Ventilasi ilmiah harus dapat menjamin aliran udara di dalam ruangan dengan baik. Apabila ventilasi udara tidak bisa menjamin hal tersebut, maka ruangan harus dilengkapi dengan penghawaan mekanis/buatan (*exhauster*).
 6. Semua stop kontak dan saklar harus dipasang pada ketinggian minimal 1,40 meter dari lantai.
- b. **Zona dengan Risiko Sedang**, yang meliputi ruang rawat inap bukan penyakit menular, rawat jalan, ruang ganti pakaian, dan ruang tunggu pasien. Adapun persyaratan bangunan yang harus dipenuhi sama dengan persyaratan pada ruangan dengan zona risiko rendah.
 - c. **Zona dengan Risiko Tinggi**, yang meliputi ruang isolasi, ruang perawatan intensif, laboratorium, ruang pengindraan medis (*medical imaging*), ruang bedah mayat (*autopsy*), dan ruang jenazah. Adapun persyaratan bangunan yang harus dipenuhi adalah:
 1. Dinding permukaan harus rata dan berwarna terang. Untuk dinding ruang laboratorium harus terbuat dari porselen atau keramik dengan ketinggian minimal 1,50 meter dari lantai, dan sisanya dicat dengan warna terang. Lalu untuk ruangan pengindraan medis harus menggunakan cat warna gelap untuk menyerap pancaran sinar yang dihasilkan dari alat yang terpasang. Selain itu, tembok pembatas antara ruang sinar X

- dengan kamar gelap harus dipasang dengan transfer cassette.
2. Lantai harus terbuat dari bahan yang kuat, mudah dibersihkan, kedap air, berwarna terang, dan pertemuan antara lantai dengan dinding harus berbentuk konus.
 3. Langit-langit harus terbuat dari bahan yang kuat, mudah dibersihkan, berwarna terang, berkerangka kuat, dan dengan ketinggian minimal 2,70 meter dari lantai
 4. Lebar pintu minimal 1,20 meter, dengan tinggi minimal 2,10 meter. Selain itu ambang bawah jendela minimal 1,00 meter dari lantai.
 5. Semua stop kontak dan saklar harus dipasang pada ketinggian minimal 1,40 meter dari lantai.
- d. **Zona dengan Risiko Sangat Tinggi**, yang meliputi ruang operasi, ruang bedah mulut, ruang perawatan gigi, ruang gawat darurat, ruang bersalin, dan ruang patologi. Adapun ketentuan yang harus dipenuhi terkait upaya penyehatan lingkungan, antara lain:
1. Dinding terbuat dari bahan vinyil atau porselin setinggi langit – langit atau dicat dengan cat tembok yang tidak luntur dan aman, serta berwarna terang.
 2. Langit – langit terbuat dari bahan yang kuat dan aman, dengan ketinggian minimal 2,70 meter dari lantai.
 3. Lebar pintu minimal 1,20 meter dan tinggi minimal 2,10 meter. Kondisi semua pintu kamar harus dalam keadaan selalu tertutup.
 4. Lantai terbuat dari bahan yang kuat, kedap air, mudah dibersihkan, dan berwarna terang.
 5. Terkhusus untuk ruang operasi, maka harus disediakan gelagar atau gantungan lampu bedah dengan profil baja INP 20 yang dipasang sebelum pemasangan langit – langit.
 6. Tersedianya rak dan lemari untuk menyimpan reagen yang siap pakai.
 7. Ventilasi atau penghawaan sebaiknya menggunakan AC yang

dilengkapi dengan anti bakteri. Pemasangan AC minimal 2 meter dari lantai dengan aliran udara dari atas ke bawah. Sementara itu untuk ruang bedah ortopedi atau transplantasi organ, maka harus menggunakan pengaturan udara UCA (*Ultra Clean Air System*).

8. Harus dibuat ruang antara karena sangat tidak dianjurkan adanya kontak langsung dengan udara luar.
9. Perlu dipasang kaca mati jika dari ruang scrub-up ingin melihat ke dalam ruang operasi. Selain itu diperlukan pemasangan loket yang dapat dibuka dan ditutup untuk menghubungkan antara ruang steril dari bagian *cleaning*.
10. Dilengkapi dengan sarana pengumpulan limbah medis.
11. Pemasangan gas medis harus dipasang secara sentral serta diusahakan melalui bawah lantai atau di atas langit – langit.

Adapun untuk upaya tata laksana dalam pemeliharaan ruang bangunan, maka terdapat beberapa hal yang dianjurkan untuk dilakukan, yakni:

- a. Kegiatan pembersihan ruang minimal dilakukan pagi dan sore hari.
- b. Pembersihan lantai di ruang perawatan pasien dilakukan setelah merapikan tempat tidur pasien, jam makan, jam kunjungan dokter, kunjungan keluarga, dan sewaktu-waktu bila diperlukan.
- c. Cara pembersihan yang memungkinkan debu tersebar maka patut dihindari.
- d. Harus menggunakan cara pembersihan dengan pel yang memenuhi syarat dan bahan antiseptik yang tepat.
- e. Pada masing – masing ruang supaya disediakan perlengkapan pel tersendiri.
- f. Pembersihan dinding dilakukan secara periodik minimal 2 (dua) kali setahun dan di cat ulang apabila sudah kotor atau cat sudah pudar.
- g. Setiap percikan ludah, darah, atau eksudat luka pada dinding

harus segera dibersihkan dengan menggunakan antiseptik

C. Kadar Gas dan Debu dalam Udara

Adapun persyaratan tentang kualitas udara didalam ruang rumah sakit yang harus dipenuhi antara lain:

a. Tidak berbau, khususnya bebas dari H₂S dan Amoniak.

Kadar Particulate Matter diameter 10 mikron (PM₁₀) dengan rata-rata pengukuran 8 jam atau 24 jam tidak melebihi 150 µg/m³, dan tidak mengandung debu asbestos

b. Memenuhi standar indeks kadar gas dan bahan berbahaya dalam udara ruang rumah sakit yang terangkum dalam Tabel di bawah ini.

Tabel 7.2 Indeks Kadar Gas dan Bahan Berbahaya dalam Udara Ruang Rumah Sakit

Parameter Kimia	Rata – rata Waktu Pengukuran	Konsentrasi Maksimal sebagai Standar
Karbonmonoksida (CO)	8 jam	10.000 ug/m ³
Karbondioksida (CO ₂)	8 jam	1 ppm
Timbal (Pb)	1 tahun	0,5 µg/m ³
Nitrogen dioksida (NO ₂)	1 jam	200 µg/m ³
Radon (Rn)	-	4 pCi/liter
Sulfur dioksida (SO ₂)	24 jam	125 µg/m ³
Formaldehida (HCHO)	30 menit	100 g/m ³
Total senyawa organik yang mudah menguap (T.VOC)	-	1 ppm

D. Angka Kuman Pada Udara

Memenuhi standart indeks angka kuman yang disesuaikan dengan ruang atau unit yang disajikan dalam Tabel 7.3.

Tabel 7.3 Indeks Angka Kuman yang Disesuaikan dengan Ruang atau Unit

Ruang atau Unit	Konsentrasi Maksimum Mikroorganisme per m ³ Udara (CFU/m ³)
Operasi	10
Bersalin	200
Pemulihan/perawatan	200 – 500
Obervasi Bayi	200

E. Pencahayaan

Yang dimaksud dengan pencahayaan didalam ruang bangunan rumah sakit adalah banyaknya penyinaran pada suatu bidang kerja yang ada di dalam ruang bangunan rumah sakit yang diperlukan untuk melaksanakan kegiatan secara efektif. Baik pencahayaan, penerangan, dan intensitasnya di ruang umum maupun khusus harus sesuai dengan perutukkannya yang terangkum dalam Tabel 7.4.

Tabel 7.4 Indeks Pencahayaan Berdasarkan Fungsi Ruang atau Unit di Rumah Sakit

Ruangan atau Unit	Intensitas Cahaya (lux)	Keterangan
		atau sedang tanpa bayangan
Anestesi, pemulihan	300 – 500	
Endoscopy, Laboratorium	75 – 100	
Sinar X	Minimal 60	
Koridor	Minimal 100	
Tangga	Minimal 100	Malam hari
Administrasi/Kantor	Minimal 100	
Ruang alat/Gudang	Minimal 200	
Farmasi	Minimal 200	
Dapur	Minimal 200	
Ruang cuci	Minimal 100	
Toilet	Minimal 100	
Ruang isolasi khusus penyakit tetanus	0,1 – 0,5	Warna cahaya biru
Ruang luka bakar	100 – 200	

Adapun upaya tata laksana pencahayaan dalam ruangan lingkungan antara lain:

- a. Lingkungan rumah sakit baik dalam maupun luar ruangan harus mendapatkan cahaya dengan intensitas yang cukup berdasarkan fungsinya.
- b. Semua ruang yang digunakan baik untuk bekerja maupun untuk menyimpan barang atau peralatan perlu diberikan penerangan.
- c. Ruang pasien atau bangsal harus disediakan penerangan umum dan penerangan untuk malam hari dan disediakan saklar dekat pintu masuk, saklar individu ditempatkan pada titik yang mudah dijangkau dan tidak menimbulkan berisik.

F. Fasilitas Sanitasi

Yang termasuk didalam fasilitas sanitasi pada rumah sakit antara lain meliputi air minum, toilet, kamar mandi, serta tempat sampah. Adapun untuk pemenuhannya, maka dilakukanlah perhitungan berdasarkan hal berikut:

- a. Indeks perbandingan jumlah tempat tidur pasien dengan jumlah fasilitas sanitasi yang terdapat di rumah sakit, yang terangkum dalam Tabel 7.5.

Tabel 7.5 Indeks Perbandingan Jumlah Tempat Tidur, Toilet, dan Kamar Mandi

Jumlah Tempat Tidur	Jumlah Toilet	Jumlah Kamar Mandi
s/d 10	1	1
s/d 20	2	2
s/d 30	3	3
s/d 40	4	4

*Setiap penambahan 10 tempat tidur harus ditambah 1 toilet dan 1 kamar mandi.

- b. Indeks perbandingan jumlah karyawan dengan jumlah toilet dan kamar mandi, yang terangkum dalam Tabel 7.6.

Tabel 7.6 Indeks Perbandingan Jumlah Tempat Tidur, Toilet, dan Kamar Mandi

Jumlah Karyawan	Jumlah Toilet	Jumlah Kamar Mandi
s/d 20	1	1
s/d 40	2	2
s/d 60	3	3
s/d 80	4	4
s/d 100	5	5

*Setiap penambahan 20 karyawan harus ditambah 1 toilet dan 1 kamar mandi.

Kemudian terdapat beberapa upaya tata laksana yang bisa dilakukan oleh pihak rumah sakit dalam rangka pemeliharaan fasilitas sanitasi di rumah sakit, yang antara lain:

- a. Fasilitas Penyediaan Air Minum dan Air Bersih, dimana harus memenuhi persyaratan seperti:
 1. Harus tersedia air minum yang sesuai dengan kebutuhan.
 2. Tersedia air bersih minimum 500 liter/tempat tidur/hari.
 3. Air minum dan air bersih tersedia pada setiap tempat kegiatan yang membutuhkan secara berkesinambungan.
 4. Distribusi air minum dan air bersih di setiap ruangan/kamar harus menggunakan jaringan perpipaan yang mengalir dengan tekanan positif.
- b. Fasilitas Toilet dan Kamar Mandi, dimana harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:
 1. Harus tersedia dan selalu terpelihara serta dalam keadaan bersih.
 2. Lantai terbuat dari bahan yang kuat, kedap air, tidak licin, berwarna terang, dan mudah dibersihkan.
 3. Pada setiap unit ruangan harus tersediatoilet (jamban, peturasan, dan tempat cuci tangan) tersendiri. Khususnya untuk unit rawat

inap dan kamar karyawan harus tersedia kamar mandi.

4. Pembuangan air limbah dari toilet dan kamar mandi dilengkapi dengan penahan bau (*water seal*).
5. Letak toilet dan kamar mandi tidak berhubungan langsung dengan dapur, kamar operasi, dan ruang khusus lainnya.
6. Lubang penghawaan harus berhubungan langsung dengan udara luar.
7. Toilet dan kamar mandi harus terpisah antara pria dan wanita, unit rawat inap dan karyawan, karyawan dan toilet pengunjung.
8. Toilet pengunjung harus terletak di tempat yang mudah terjangkau dan ada petunjuk arah, dan toilet untuk pengunjung dengan perbandingan 1 (satu) toilet untuk 1 – 20 pengunjung wanita, 1 (satu) toilet untuk 1 – 30 pengunjung pria.
9. Harus dilengkapi dengan slogan atau peringatan untuk memelihara kebersihan.
10. Tidak terdapat tempat penampungan atau genangan air yang dapat menjadi tempat perindukan nyamuk.

G. Penyehatan Lantai dan Dinding

Adapun persyaratan yang harus dipenuhi mengenai kondisi lantai dan dinding yang harus steril dari mikroorganisme, yaitu:

- a. Ruang operasi, 0 – 5 CFU/cm² dan bebas dari patogen serta gas gangren.
- b. Ruang perawatan, 5 – 10 CFU/cm².
- c. Ruang isolasi, 0 – 5 CFU/cm².
- d. Ruang UGD, 5 – 10 CFU/cm².

H. Rasio Tempat Tidur

Jumlah tempat tidur yang terdapat di rumah sakit kemudian akan dibandingkan dengan luas lantai minimal untuk ruang perawatan ataupun kamar isolasi. Adapun persyaratan yang harus dipenuhi yaitu:

- a. Ruang bayi
 1. Ruang perawatan minimal 2 m²/tempat tidur

2. Ruang isolasi minimal 3,5 m²/tempat tidur
- b. Ruang dewasa
 1. Ruang perawatan minimal 4,5 m²/tempat tidur
 2. Ruang isolasi minimal 6 m²/tempat tidur

I. Kebisingan

Kebisingan adalah terjadinya bunyi yang tidak dikehendaki sehingga mengganggu dan/atau membahayakan kesehatan. Adapun persyaratan mengenai kebisingan dalam ruang sesuai dengan peruntukkan di rumah sakit terangkum dalam Tabel 7.7 dan Tabel 7.8

Tabel 7.7 Indeks Kebisingan Berdasarkan Fungsi Ruang atau Unit Rumah Sakit

Ruangan atau Unit	Maksimum Kebisingan (waktu pemaparan 8 jam dengan satuan dB)
Ruangan pasien	
- Saat tidak tidur	45
- Saat tidur	40
Ruang operasi, umum	45
Anestesi, pemulihan	45
Endoskopi, laboratorium	65
Sinar X	40
Koridor	40

Tabel 7.8 Indeks Kebisingan Berdasarkan Fungsi Ruang atau Unit Rumah Sakit

Ruangan atau Unit	Maksimum Kebisingan (waktu pemaparan 8 jam dengan satuan dB)
Tangga	45
Kantor/Lobby	45
Ruang alat/Gudang	45
Farmasi	45
Dapur	78
Ruang cuci	78
Ruang isolasi	40
Ruang poli gigi	80

Adapun upaya tata laksana yang dapat dilakukan oleh rumah sakit dalam rangka pemeliharaan ruangan dari kebisingan, antara lain:

- a. Pengaturan dan tata letak ruangan harus disesuaikan sehingga kamar dan ruangan yang memerlukan suasana tenang terhindar dari kebisingan.
- b. Sumber-sumber kebisingan yang berasal dari rumah sakit dan sekitarnya agar diupayakan untuk dikendalikan antara lain dengan cara (1) Pada sumber bising di rumah sakit: peredaman, penyekatan, pemindahan, pemeliharaan mesin – mesin yang menjadi sumber bising, dan (2) Pada sumber bising dari luar rumah sakit: penyekatan/penyerapan bising dengan penanaman pohon (*green belt*), meninggikan tembok, dan meninggikan tanah (bukit buatan).

J. Suhu dan Kelembapan

Suhu adalah derajat panas atau dingin udara dalam suatu ruang atau wilayah. Sementara itu kelembaban adalah persentase kandungan uap air udara dalam suatu ruang atau wilayah. Adapun persyaratan penghawaan ruangan berdasarkan peruntukannya yang harus dipenuhi oleh rumah sakit adalah:

- a. Ruangan tertentu seperti ruang operasi, perawatan bayi, dan laboratorium memerlukan perhatian khusus karena sifat pekerjaan yang dilakukan.
- b. Terkhusus ruang operasi maka ventilasi yang digunakan harus dijaga pada tekanan lebih positif sedikit (minimum 0,10 mbar) dibandingkan dengan ruangan lainnya dirumah sakit.
- c. Ruangan yang tidak menggunakan AC (*Air Conditioner*), maka sistem sirkulasi udara segar dalam ruangan harus cukup dan mengikuti pedoman teknis yang berlaku.
- d. Sistem suhu dan kelembaban ada baiknya diatur sedemikian rupa agar memenuhi standar suhu, kelembaban, dan tekanan udara yang terangkum dalam Tabel 7.9 dan Tabel 7.10

Tabel 7.9 Standar Suhu, Kelembaban, dan Tekanan Udara Berdasarkan Fungsi Ruang atau Unit Rumah Sakit

Ruang atau Unit	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Tekanan
Operasi	19 – 24	45 – 60	Positif
Bersalin	24 -26	45 – 60	Positif
Pemulihan/perawatan	22 – 24	45 – 60	Seimbang
Obervasi bayi	21 – 24	45 – 60	Seimbang
Perawatan bayi	22 – 26	35 – 60	Seimbang
Perawatan prematur	24 – 26	35 – 60	Positif
ICU	22 – 23	35 – 60	Positif
Jenazah/Autopsi	21 – 24	-	Negatif
Pengindraan medis	19 – 24	45 – 60	Seimbang
Laboratorium	22 – 26	35 – 60	Negatif
Radiologi	22 – 26	45 – 60	Seimbang
Sterilisasi	22 – 30	35 – 60	Negatif
Dapur	22 – 30	35 – 60	Seimbang
Gawat darurat	19 – 24	45 – 60	Positif

Tabel 7.10 Standar Suhu, Kelembaban, dan Tekanan Udara Berdasarkan Fungsi Ruang atau Unit Rumah Sakit

Ruang atau Unit	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Tekanan
Administrasi, pertemuan	21 – 24	-	Seimbang
Ruang luka bakar	24 – 26	35 – 60	Negatif

Adapun upaya tata laksana yang dapat dilakukan untuk pemeliharaan penghawaan dan pengaturan udara di rumah sakit, antara lain:

- a. Ventilasi di rumah sakit ada baiknya mendapatkan perhatian khusus. Apabila ruangan menggunakan sistem pendingin, maka seharusnya dipelihara dan dioperasikan sesuai dengan buku petunjuk penggunaan. Selain itu, bagi rumah sakit yang menggunakan AC sentral maka harus diperhatikan *cooling tower*-nya agar tidak menjadi tempat perindukan *Legionella* dan untuk AHU (*Air Handling Unit*) filter udara harus dibersihkan dari

- debu dan bakteri atau jamur.
- b. Suplai udara dan exhaust hendaknya secara digerakkan secara mekanis, dan *exhaust fan* hendaknya diletakkan pada ujung sistem ventilasi.
 - c. Ruang dengan volume 100 m³ sekurang – kurangnya 1 (satu) *fan* dengan diameter 50 cm dengan debit udara 0,5 m³/detik, dan frekuensi pergantian udara per jam adalah 2 (dua) sampai dengan 12 kali.
 - d. Pergantian supply udara dari luar, kecuali unit ruang individual, hendaknya diletakkan sejauh mungkin, minimal 7,50 meter dari exhauster atau perlengkapan pembakaran.
 - e. Tinggi intake minimal 0,9 meter dari atap.
 - f. Sistem hendaknya dibuat keseimbangan tekanan.
 - g. Suplai udara untuk daerah sensitif: ruang operasi, perawatan bayi, diambil dekat langit – lanit dan exhaust dekat lantai, hendaknya disediakan 2 (dua) buah *exhaust fan* dan diletakkan minimal 7,50 cm dari lantai.
 - h. Suplai udara di atas lantai.
 - i. Suplai udara koridor atau buangan exhaust fan dari tiap ruang hendaknya tidak digunakan sebagai suplai udara kecuali untuk suplai udara ke WC, toilet, dan gudang.
 - j. Ventilasi ruang – ruang sensitif hendaknya dilengkapi dengan saringan 2 *beds*. Saringan I dipasang dibagian penerimaan udara dari luar dengan efisiensi 30% dan saringan II (filter bakteri) dipasang 90%. Untuk mempelajari sistem ventilasi sentral dalam gedung hendaknya mempelajari khusus *central air conditioning system*.
 - k. Penghawaan alamiah, lubang ventilasi diupayakan sistem silang (*cross ventilation*) dan dijaga agar aliran udara tidak terhalang.
 - l. Penghawaan ruang operasi harus dijaga agar tekanannya lebih tinggi dibandingkan ruang – ruang lain dan menggunakan cara mekanis (*air conditioner*).

- m. Penghawaan mekanis dengan menggunakan *exhaust fan* atau *air conditioner* dipasang pada ketinggian minimum 2,00 meter di atas lantai atau minimum 0,20 meter dari langit – langit.
- n. Untuk mengurangi kadar kuman dalam udara ruang (*indoor*) 1 (satu) kali dalam sebulan harus di disinfeksi dengan menggunakan aerosol (resorcinol, trietylin glikol), atau disaring dengan *electron presipitator* atau menggunakan penyinaran ultraviolet.
- o. Pemantauan kualitas udara ruang minimum 2 (dua) kali setahun dilakukan pengambilan sampel dan pemeriksaan parameter kualitas udara (kuman, debu, dan gas).

7.2.3 Parameter dan Interpretasi Kualitas Lingkungan Terminal

A. Letak Terminal

1. Menentukan letak untuk membangun terminal harus disesuaikan dengan perencanaan tata kota.
2. Tidak terlalu dekat dengan pemukiman penduduk, tetapi cukup strategis.
3. Tidak terlalu dekat dengan pabrik-pabrik besar yang mengeluarkan asap dan bunyi yang bising.
4. Tidak terletak di tempat yang rendah dan daerah rawa sehingga tidak banjir, dan tidak di tempat yang berdebu.
5. Sebaiknya ditempatkan di daerah yang luas dan terbuka dengan maksud:
 - Memberikan tempat yang cukup luas untuk orang-orang yang pergi ke terminal bus dan berjualan di tempat tersebut.
 - Memberikan tempat yang cukup untuk kendaraan yang menaikkan dan menurunkan penumpang.
 - Memberikan tempat yang cukup untuk kendaraan parkir.

B. Bagian Luar Terminal

1. Tempat parkir
 - a. Bersih dari sampah dan genangan-genangan air. Apabila tempat parkir kotor dengan sampah-sampah dan genangan air, akan

dapat menimbulkan kecelakaan dan juga dapat menjadi sarang berbagai serangga dan tikus. Adanya genangan air tersebut akan menciptakan tempat hidup dan berkembangnya nyamuk.

- b. Berlantai aspal dan beton. Lantai aspal dan beton penting agar tempat tersebut tidak lekas rusak sehingga tidak menimbulkan lubang-lubang yang dapat menjadi tempat genangan-genangan air, juga agar menyenangkan bagi penumpang karena tidak terjadi goncangan-goncangan kendaraan. Disamping itu, tempat parkir tidak akan menjadi becek bila turun hujan, dan juga mudah dibersihkan dari sampah-sampah yang mengotori tempat tersebut.
- c. Tersedia tanda-tanda yang jelas. Adanya tanda-tanda akan memudahkan dalam pengaturan parkir kendaraan, sehingga tidak terjadi kesemrawutan parkir kendaraan.

2. Pembuangan Sampah

- a. Tersedianya tong sampah di rempat-tempat tertentu yang mudah dijangkau oleh setiap penumpang
- b. Tong sampah harus kedap air dan tertutup agar baunya tidak keluar dan tidak merusak pemandangan atau estetika. Disamping itu bau tersebut bisa mengundang kedatangan serangga dan tikus sebagai vektor penyakit menular.

3. Penerangan

Penerangan di bagian luar bangunan terminal sangat lah penting. Khususnya pada tempat parkir, pintu masuk dan pintu keluar terminal perlu di beri penerangan yang cukup dan tidak menyilaukan. Sehingga hal – hal yang tidak diinginkan seperti saling tabrakan/bersenggolan tidak terjadi.

C. Bagian Dalam Terminal

1. Ruang tunggu

Lantai dibuat dari bahan kedap air dan tidak licin. Hal tersebut dimaksudkan agar kotoran yang ada mudah dibersihkan juga agar tidak membahayakan bagi orang karena kemungkinan terjadinya

kecelakaan akibat licinnya permukaan lantai.

a. Tempat duduk bersih

Tempat duduk tersebut jadi harus bebas dari kutu busuk sebab orang akan merasa terganggu dengan adanya gigitan kutu busuk.

b. Ruang tunggu harus dan tersedia tempat – tempat sampah yang tertutup dan kedap air.

c. Penerangan yang cukup.

Adapun penerangan minimal yang disyaratkan adalah 5 *foot candles*.

2. Kantor dan Loket

Kantor merupakan tempat bekerja karyawan yang melakukan pekerjaan ketata usahaan untuk pengelolaan terminal yang bersangkutan. Untuk itu perlu dipenuhi syarat–syarat sanitasi yang berlaku.

a. Keadaan bersih dan teratur.

Selain itu juga harus diatur dengan rapi. Hal ini disamping memberikan pemandangan yang menyenangkan, juga dapat menambah kegairahan kerja bagi karyawan.

b. Tersedia kotak-kotak sampah.

c. Ventilasi udara yang baik.

d. Loket berbatas kaca dengan lubang sempit. Adanya kaca pada loket yang membatasi antara penjual dan pembeli karcis dimaksudkan agar disamping memberikan cahaya yang cukup ke dalam loket, juga untuk mencegah kemungkinan terjadinya penularan penyakit secara langsung antara penjual dan pembeli karcis. Bila tidak dibatasi kaca, maka dapat terjadi penularan penyakit melalui tetesan ludah halus (*droplet infection*) seperti penyakit Tuberculosis, Diphtheri, Pertussis.

e. Penerangan

Penerangan minimal yang di iijinkan dalam kantor dan loket adalah 10– 20 *foot candles*. Untuk menghindari terjadinya

penularan penyakit secara langsung dari karyawan terminal terhadap masyarakat pengunjung.

D. Sarana Sanitasi

1. Jamban dan Urinior

- a. Jamban harus memakai tipe leher angsa, karena dengan menggunakan leher angsa tersebut, maka bau tidak bisa keluar karena ditahan oleh air yang tetap ada disitu. Maka, tidak akan mengundang kedatangan lalat dan binatang lainnya.
- b. Untuk pria harus terpisah dengan wanita, karena agar tidak terjadi hal-hal yang tidak diinginkan bagi pengunjung.
- c. Jumlah minimal 2 buah kamar mandi, agar memudahkan pengunjung biar tidak berdesakan atau tidak lama mengantri.
- d. Urinoir bersih, tida berbau dan cukup adanya air pembersih.

2. Tempat cuci tangan

Tersedia minimal 1 buah tempat cuci tangan untuk umum yang di lengkapi dengan sabun dan serbet, agar memudahkan para pengunjung untuk membersihkan tangan setelah membuang hajat mereka.

3. Pembuangan air hujan dan air kotor

Dengan sistem yang baik berhubungan dengan saluran umum atau pembuangan air kotor dapat menggunakan septick tank sendiri. Sekeliling bangunan harus ada saluran pembuangan air kotor atau adanya gengan air di terminal.

E. Kesehatan dan Keselamatan Kerja

1. Pemadam kebakaran

Tersedianya alat pedam kebakaran yang dapat dilihat dan dicapai dengan mudah oleh umum, pada alat ini harus terdapat cara penggunaannya. Untuk mencegah kemungkinan terjadinya bahaya kebakaran diterminal, maka di tempat tersebut perlu tersedia alat pemadam kebakaran yang selalu siap digunakan.

2. Peti P3K

Tempat umum seperti terminal kemungkinan terjadi

kecelakaan besar sekali. Untuk itu perlu tersedia fasilitas P3K (Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan), minimal tersedia kotak P3K. Adapun tujuan dari pertolongan ini adalah :

- a. Mencegah bahaya maut
- b. Mencegah kecelakaan
- c. Mencegah terjadinya infeksi.

Agar dapat memberikan pertolongan yang layak kepada orang yang mengalami kecelakaan, sebelum si korban di bawa ke Rumah Sakit, perlu diperhatikan. Adanya petugas yang terlatih dalam memberikan pertolongan pertama. Adanya peralatan dan obat-obatan P3K yang baik dan cukup.

3. Sirkulasi udara

Ventilasi udara baik dimaksudkan untuk mengadakan pertukaran udara dalam, sehingga udara di dalam ruangan tetap bersih.

F. Kualitas Lingkungan Kerja Fisik

1. Tingkat Kebisingan

Pengukuran tingkat kebisingan menggunakan alat *Sound Level Meter*. Cara pengambilan data kebisingan pada area sekeliling terminal dengan berjalan mengelilingi lingkungan terminal selama 30 menit per 5 detik. Persyaratan mengenai tingkat kebisingan kawasan terminal yaitu 70 dB (A).

2. Kadar Debu

Pengukuran kadar debu dilakukan menggunakan alat *High Volume Sampler*. Persyaratan mengenai kadar debu di kawasan terminal yaitu 230 ug/Nm³ per waktu pengukuran 24 jam.

7.3 Studi Kasus Pengukuran Kualitas Lingkungan

Studi kasus pengukuran kualitas lingkungan bertujuan untuk memudahkan pembaca dalam menggambarkan suatu permasalahan yang terjadi di sekitar. Studi kasus ini dibagi menjadi tiga, yaitu dalam lingkup pasar, pelayanan kesehatan, dan terminal.

Sehingga ada tiga artikel penelitian pula untuk menggambarkan studi kasus pengukuran kualitas lingkungan tempat-tempat umum di pasar, pelayanan kesehatan, dan terminal.

7.3.1 Studi Kasus Pengukuran Kualitas Lingkungan Pasar

A. Judul Artikel (Karya Tulis Ilmiah)

Sanitasi Pasar Tradisional di Kabupaten Sragen Jawa Tengah dan Kabupaten Gianyar Bali

B. Tujuan dan Ruang Lingkup

Pasar yang diteliti adalah Pasar Bunder (sudah dibina) dan Pasar Banaran (belum dibina) di Kabupaten Sragen Jawa Tengah dan Pasar Gianyar (sudah dibina) dan Pasar Blah Batu (belum dibina) di Kabupaten Gianyar Bali. Tujuan penelitian untuk menilai sanitasi pasar tradisional meliputi letak pasar, bangunan pasar dan fasilitas pasar yang ada.

Variabel dependen dalam penelitian adalah sarana sanitasi pasar tradisional dan variabel independen mencakup pengelola pasar, pedagang, ketersediaan alat kebersihan, sarana sanitasi (ketersediaan air bersih, tempat pembuangan kotoran atau mandi cuci kakus (MCK)/toilet, tempat pengelolaan sampah, dan saluran pembuangan air limbah (SPAL) atau drainase.

C. Hasil dan Pembahasan

Hasil pemeriksaan kualitas dari segi kimiawi air bersih yang digunakan di Pasar Tradisional di Pasar Gianyar menunjukkan pH 7,3 dan suhu 30,4° C sedikit melampaui syarat yang diperkenankan. Pemeriksaan bakteriologis sampel daging menunjukkan ada beberapa sampel yang total mikroba positif antara 104 s/d 107.

Pemeriksaan bakteriologis sampel daging menunjukkan ada beberapa sampel yang total mikroba positif antara 104 s/d 107. Selanjutnya berdasarkan pengamatan terhadap sanitasi pasar lantai di pasar yang belum dibina umumnya masih lantai tanah. Pada pasar yang sudah dibina berlantai semen namun di beberapa tempat terlihat sudah pecah ataupun retak-retak, sehingga

permukaan lantai tidak rata. Di pasar Sragen ada sumber air bersih menggunakan sumbu di pasar Banaran dan memiliki dua buah MCK sementara di pasar B under sumber air dari PAM dan 8 buah MCK dengan saluran pembuangan air limbah (SPAL) tertutup. Sehubungan dengan keamanan pasar, ternyata tiga dari empat pasar yang disurvei sudah ada sistem pengamanan yang bertugas menjaga pasar. Tempat penjualan bahan makanan, pengendalian binatang penular (vektor) penyakit, pencahayaan, suhu, dan penyediaan tempat cuci tangan kurang sebagaimana terlihat pada tabel berikut.

Tabel 7.11 Hasil Penilaian Sanitasi Pasar di Sragen

No	VARIABEL/SUBSTANSI YANG DINILAI	HASIL PENILAIAN	
		PS.BUNDER SRAGEN (sudah dibina)	PS.BANARAN SRAGEN (belum dibina)
1	Bangunan Pasar	Baik (100%)	Kurang (44%)
2	Bangunan Kios	Baik (100%)	Cukup (67%)
3	Tempat Pembuangan Sampah	Baik (80%)	Kurang (60%)
4	Saluran Limbah dan Drainase	Baik (100%)	Cukup (67%)
5	Toilet	Baik (83%)	Cukup (67%)
6	Air Bersih	Baik (100%)	Cukup (67%)
7	Tempat Penjualan makan / bahan makanan (Kios/los)	Cukup (67%)	Kurang (44%)
8	Pengendalian binatang penular penyakit	Cukup (67%)	Cukup (67%)
9	Keamanan Pasar	Baik (80%)	Kurang (50%)
10	Pencahayaan, suhu, dan kelembaban	Baik (100%)	Cukup (67%)
11	Tempat cuci tangan	Kurang (50%)	Kurang (50%)
12	Tempat parkir	Baik (100%)	Kurang (50%)
13	Pedagang/ Karyawan	Cukup (86%)	Cukup (71%)
Hasil Rata-Rata		Baik (83%)	Kurang (59%)
Kesimpulan hasil penilaian		Sudah sehat.	Kurang sehat

Gambar tersebut menunjukkan kurang tempat cuci tangan di kedua pasar di Sragen baik pada pasar yang sudah dibina maupun yang belum dibina. Berkaitan dengan keamanan, di pasar yang belum dibina pasar dijaga oleh petugas yang dibentuk oleh lingkungan pasar setempat, di pasar Banaran petugas dikoordinasikan dengan tokoh masyarakat, ketua RT, Kepala lingkungan, dan paguyuban pedagang.

Pasar Gianyar dan pasar Blah Batu di pasar yang belum dibina umumnya masih berlantai tanah. Pada pasar yang sudah berlantai semen terlihat lantainya sudah pecah ataupun retak-retak, sehingga permukaan lantai tidak rata. Air di Pasar Gianyar bersumber Penyediaan Air Minum (PAM) dan ada tiga MCK satudi bagian depan dan dua di bagian belakang di Pasar Blah Batu ada sumber air bersih dari sumur pompa tangan (SPT) dan MCK. Kondisi sanitasi pasardi Kabupaten Gianyar lainnya dapat dilihatpada tabel berikut.

Tabel 7.12 Hasil Penilaian Sanitasi Pasar di Bali

No	VARIABEL/SUBTANSI YANG DINILAI	HASIL PENILAIAN	
		PS. GIANYAR BALI (sudah dibina)	PS. BLAH BATU BALI (belum dibina)
1	Bangunan Pasar	Kurang (35%)	Kurang (56%)
2	Bangunan Kios	Cukup (67%)	Kurang (33%)
3	Tempat Pembuangan Sampah	Baik (80%)	Cukup (60%)
4	Saluran Limbah dan Drainase	Kurang (33%)	Kurang (33%)
5	Toilet	Cukup (67%)	Kurang (50%)
6	Penyediaan Air Bersih	Cukup (67%)	Baik (100%)
7	Tempat Penjualan makan dan bahan makanan (kios/los)	Kurang (30%)	Kurang (33%)
8	Pengendalian binatang penular penyakit	Cukup (67%)	Cukup (67%)
9	Keamanan Pasar	Kurang (50%)	Kurang (50%)
10	Pencahayaan, suhu, dan kelembaban	Kurang (50%)	Cukup (65%)
11	Tempat cuci tangan	Kurang (50%)	Kurang (50%)
12	Tempat parkir	Cukup (67%)	Cukup (67%)
13	Pedagang/ Karyawan	Cukup (71%)	Kurang (43%)
Hasil Rata-Rata		Kurang (56%)	Kurang (54%)
Kesimpulan hasil penilaian		Kurang sehat	Kurang sehat

Gambar di atas menunjukkan nilai kurang pada variabel bangunan pasar, saluran limbah drainase, pencahayaan, suhu, kelembaban, dan tempat cuci tangan baik pada pasar yang sudah dibina maupun yang belum dibina. Pasar yang sudah dibina dijaga oleh petugas keamanan dari pemerintah daerah, bahkan di Pasar Gianyar ditambah dengan petugas hansip (pecanang) yang tugasnya diatur oleh pemangku adat.

7.3.2 Studi Kasus Pengukuran Kualitas Lingkungan Pelayanan Kesehatan

A. Judul artikel (skripsi)

Gambaran Sanitasi Lingkungan Rumah Sakit Berdasarkan Parameter Fisik dan Biologi (Studi Kasus pada 2 Rumah Sakit Tipe A) di Provinsi DKI Jakarta Tahun 2016

B. Ruang Lingkup

Penelitian ini merupakan salah satu studi mengenai gambaran sanitasi lingkungan pada rumah sakit tipe A di Provinsi DKI Jakarta. Adapun sanitasi lingkungan yang diteliti meliputi agen fisik (pencahayaan, suhu, kelembaban, debu), dan biologi yang terdapat dalam ruang operasi rumah sakit. Studi ini merupakan survei dengan desain studi *cross sectional* deskriptif. cara pengumpulan data yang dilakukan adalah dengan melakukan pengukuran kualitas lingkungan

C. Hasil dan pembahasan

Pengukuran sanitasi lingkungan yang dilakukan di RS A meliputi pengukuran suhu, kelembaban, tingkat pencahayaan, kadar debu, serta angka kuman dalam udara. Adapun pemenuhan yang dilakukan oleh rumah sakit sesuai dengan standar Kepmenkes Nomor 1204/2004 dapat dilihat melalui tabel rekapitulasi penilaian berikut:

Tabel 7.13 Penilaian Inspeksi Sanitasi Rumah Sakit Berdasarkan Kepmenkes Nomor 1204/2004 di RS A Tahun 2016

Lokasi Upaya Kesling	Komponen Penilaian	Nilai	Skor
1. Ruang Klinik Bedah (bobot 2)	Angka kuman maksimal	15	0
	Kadar debu maksimal	10	0
	Pencahayaan	5	10
	Suhu	10	0
	Kelembaban	5	0
2. Ruang Klinik Kebidanan (bobot 2)	Angka kuman maksimal	15	0
	Kadar debu maksimal	10	0

Lokasi Upaya Kesling	Komponen Penilaian	Nilai	Skor
	Pencahayaan	5	10
	Suhu	10	0
	Kelembaban		0
	TOTAL SKOR		20

Berdasarkan Tabel tersebut, maka dapat diketahui bahwa hasil penilaian inspeksi sanitasi yang dilakukan di RS A berdasarkan Kepmenkes Nomor 1204/2004 adalah tidak memenuhi syarat. Hal ini disimpulkan dari besarnya total skor yang diperoleh, yaitu 20 (dua puluh). Suatu rumah sakit dengan tipe A akan dikategorikan memenuhi syarat jika skor yang diperoleh adalah minimal 75% dari total skor yang seharusnya.

a) Suhu

Tabel 7.14 Distribusi Pengukuran Suhu pada RS A

Lokasi Pengambilan	Suhu (°C)		
	Hasil Ukur	Baku Mutu	Status
Ruang Klinik Bedah	26,8	19 – 24	TMS
Ruang Klinik Kebidanan	25,4	22 – 24	TMS

Berdasarkan Tabel tersebut, maka dapat diketahui bahwa suhu ruang yang terdapat di ruang klinik bedah RS A adalah tidak memenuhi syarat. Hal ini disimpulkan dari hasil pengukuran yang menunjukkan nilai yang lebih besar dibandingkan dengan baku mutu. Adapun baku mutu untuk suhu ruang tersebut telah diatur dalam Kepmenkes Nomor 1204/2004, dimana disebutkan untuk ruang klinik bedah memiliki suhu ruang ideal berkisar antara 19 – 24° C dan untuk ruang klinik kebidanan memiliki suhu ruang ideal berkisar antara 22 – 24° C.

b) Kelembaban

Tabel 7.15 Distribusi Pengukuran Kelembaban pada RS A

Lokasi Pengambilan	Kelembaban (%)		
	Hasil Ukur	Baku Mutu	Status
Ruang Klinik Bedah	67	45 – 60	TMS
Ruang Klinik Kebidanan	65	45 – 60	TMS

Pengukuran dilakukan oleh tim BBTKL PP Jakarta. dari tabel di atas, dapat diketahui bahwa kelembaban pada ruang klinik bedah dan ruang klinik kebidanan RS A adalah tidak memenuhi syarat

c) Pencahayaan

Berdasarkan data di bawah ini, dapat diketahui bahwa tingkat pencahayaan di Ruang Klinik Bedah dan Ruang Klinik Kebidanan RS A adalah memenuhi syarat.

Tabel 7.16 Distribusi Pengukuran Cahaya pada RS A

Lokasi Pengambilan	Pencahayaan (lux)		
	Hasil Ukur	Baku Mutu	Status
Ruang Klinik Bedah	409	300 – 500	MS
Ruang Klinik Kebidanan	351	300 – 500	MS

d) Kadar debu

Tabel 7.17 Distribusi Pengukuran Kadar Debu pada RS A

Lokasi Pengambilan	Kadar Debu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	Hasil Ukur	Baku Mutu	Status
Ruang Klinik Bedah	159	150	TMS
Ruang Klinik Kebidanan	163	150	TMS

Pengukuran dilakukan oleh tim BBTKL PP Jakarta. Maka dapat diketahui bahwa kadar debu dengan besar diameter 10

mikron di Ruang Klinik Bedah dan Ruang Klinik Kebidanan RS A adalah tidak memenuhi syarat. Hal ini diketahui dari hasil pengukuran yang melebihi baku mutu yang telah ditetapkan dalam Kepmenkes Nomor 1204/2004 yaitu $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$

e) Angka kuman dalam udara

Tabel 7.18 Distribusi Angka Kuman dalam Udara pada RS A

Lokasi Pengambilan	Angka Kuman dalam Udara (CFU/m ³)			
	Hasil Ukur	Kuman Dominan	Baku Mutu	Status
Ruang Klinik Bedah	550	<i>Bacillus sp.</i>	10	TMS
Ruang Klinik Kebidanan	800	<i>Staphylococcus sp.</i>	200 – 500	TMS

Pengukuran menggunakan alat MASS 100 NT oleh tim BBTCL PP Jakarta. Maka dapat diketahui bahwa hasil pengukuran baik di Ruang Klinik Bedah ataupun Klinik Kebidanan RS A, keduanya tidak memenuhi syarat karena melebihi baku mutu yang telah diatur dalam Kepmenkes Nomor 1204 Tahun 2004. Berdasarkan hasil pengukuran juga diketahui bahwa kuman dominan yang terdapat di Ruang Klinik Bedah adalah *Bacillus sp* sedangkan kuman dominan yang terdapat di Ruang Klinik Kebidanan adalah *Staphylococcus sp.*

7.3.3 Studi Kasus Pengukuran Kualitas Lingkungan Terminal

A. Judul artikel

Laporan Praktek Kerja Lapangan Sanitasi Transportasi Terminal Bus Antar Kota Kampung Rambutan Tahun Ajaran 2012/2013

B. Pengukuran

Pengukuran komponen lingkungan fisik (tingkat kebisingan dan kadar debu) Alat ukur keadaan lingkungan fisik di terminal yang digunakan yaitu sebagai berikut.

- Sound Level Meter untuk pengukuran tingkat kebisingan

- High Volume Sampler untuk pengukuran kadar debu lingkungan

C. Hasil dan Pembahasan

a) Tingkat kebisingan

Pengukuran tingkat kebisingan menggunakan alat *Sound Level Meter*. Cara pengambilan data kebisingan pada area sekeliling terminal antar kota kampung rambutan dengan berjalan mengelilingi lingkungan terminal selama 30 menit per 5 detik. Sedangkan, pengambilan data pada area kedatangan bus dan area tunggu penumpang dengan cara diam di tempat masing-masing selama 30 menit per 5 detik. Dari hasil pengukuran tingkat kebisingan didapatkan hasil sebagai berikut.

1. Area Keliling Terminal Antar Kota Kampung Rambutan

Tanggal Pengukuran : Rabu, 19 Desember 2012

Jam Pengukuran : 09.00 WIB

Rata-rata hasil pengukuran adalah 81,9 dB (A)

Tabel 7.19 Distribusi Kumulatif Tingkat Kebisingan Di Area Keliling Terminal Antar Kota Kampung Rambutan Tahun 2012

Kisaran Db (A)	Jumlah Sampel	% Sampel	Jumlah Kumulatif Sampel	% Kumulatif Sampel
90 – 94,9	13	3,61	13	3,61
85 – 89,9	73	20,28	86	23,89
80 – 84,9	134	37,22	220	61,11
75 – 79,9	127	35,28	347	96,39
70 – 74,9	13	3,61	360	100

Sumber: Data Primer terolah tahun 2012

2. Area kedatangan bus

Tanggal Pengukuran : Rabu, 19 Desember 2012

Jam Pengukuran : 10.10 WIB

Rata-rata hasil pengukuran : 77.9 dB (A)

Tabel 7.20 Distribusi Kumulatif Tingkat Kebisingan Di Area Kedatangan Bus Terminal Antar Kota Kampung Rambutan Tahun 2012

Kisaran dB (A)	Jumlah Sampel	% Sampel	Jumlah Kumulatif Sampel	% Kumulatif Sampel
90 – 94,9	1	0,83	1	0,83
85 – 89,9	6	5	7	5,83
80 – 84,9	17	14,17	24	20
75 – 79,9	89	74,17	113	94,17
70 – 74,9	7	5,83	120	100

Sumber: Data Primer terolah tahun 2012

Menurut Keputusan Gubernur Provinsi DKI Jakarta No. 551/2001 Tentang Penetapan Baku Mutu Udara Ambien dan Baku Tingkat Kebisingan di Provinsi DKI Jakarta, terdapat persyaratan mengenai tingkat kebisingan kawasan terminal yaitu 70 dB (A). Hasil analisa pengukuran dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 7.21 Analisa Hasil Pengukuran Tingkat Kebisingan Terminal Antar Kota Kampung Rambutan Tahun 2012

No.	Area	Kebisingan (dB)	Standar	Hasil
1.	Keliling terminal	81,9	70 dB	TMS
2.	Kedatangan bus	77,9	70 dB	TMS

Sumber: Data Primer terolah tahun 2012

Kebisingan terminal yang diambil sampel pada area keliling terminal antar kota Kampung Rambutan dan area kedatangan bus melebihi nilai ambang batas tingkat kebisingan terminal. Sehingga tidak memenuhi persyaratan.

b) Kadar Debu

Pengukuran kadar debu menggunakan alat High Volume Sampler dengan durasi pengukuran selama 30 menit. Dari hasil pengukuran kadar debu yang dilakukan di ruang tunggu

penumpang dan area kedatangan bus didapatkan hasil sebagai berikut.

1. Ruang Tunggu Penumpang

Hari, Tanggal Pengukuran : Jumat, 21 Desember 2012

Jam Pengukuran : 09.00 WIB

Hasil pengukuran : 64,38 ug/m³

2. Area Kedatangan Bus

Hari, Tanggal Pengukuran : Jumat, 21 Desember 2012

Jam Pengukuran : 10.00 WIB

Hasil pengukuran : 107,3 ug/m³

Menurut Keputusan Gubernur Provinsi DKI Jakarta No. 551/2001 Tentang Penetapan Baku Mutu Udara Ambien dan Baku Tingkat Kebisingan di Provinsi DKI Jakarta, terdapat persyaratan mengenai kadar debu di kawasan terminal yaitu 230 ug/Nm³ per waktu pengukuran 24 jam. Hasil analisa pengukuran dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 7.22 Analisa Hasil Pengukuran Kadar Debu Terminal Antar Kota Kampung Rambutan Tahun 2012

No.	Area	Kadar debu (ug/m ³)	Standar	Hasil
1.	Ruang tunggu penumpang	56,97	230 ug/m ³	MS
2.	Kedatangan bus	94,54	230 ug/lm ³	MS

Sumber: Data Primer terolah tahun 2012

Kadar debu yang diambil sampel pada ruang tunggu penumpang dan pada area kedatangan bus tidak melebihi nilai ambang batas kadar debu di udara. Sehingga, kadar debu di terminal antar kota Kampung Rambutan memenuhi syarat.

RANGKUMAN

1. Tempat-tempat umum merupakan tempat dan atau alat yang digunakan oleh masyarakat umum yang memiliki potensi sebagai tempat terjadinya penularan penyakit, pencemaran lingkungan, ataupun gangguan kesehatan lainnya. Pasar merupakan tempat bertemunya penjual dan pembeli melakukan jual beli barang dimana penjual lebih dari satu. Pelayanan kesehatan merupakan subsistem pelayanan kesehatan yang tujuan utamanya adalah promotif (memelihara dan meningkatkan kesehatan), preventif (pencegahan), kuratif (penyembuhan), dan rehabilitatif (pemulihan) kesehatan perorangan, keluarga, kelompok atau masyarakat, lingkungan. Terminal merupakan tempat pemberhentian sementara kendaraan umum untuk menaikkan dan menurunkan penumpang dan barang.
2. Aspek hukum sanitasi tempat-tempat umum diatur dalam UU, Peraturan Menteri Kesehatan RI, Keputusan Menteri Kesehatan RI.
3. Tujuan pengukuran kualitas lingkungan pada tempat-tempat umum adalah meningkatkan pengendalian faktor risiko penyakit, kecelakaan pada tempat umum, memantau secara berkala, mengetahui kualitas lingkungan, dan mewujudkan lingkungan tempat umum yang bersih.
4. Persyaratan kesehatan lingkungan pasar diatur dalam Kepmenkes No. 519 Tahun 2008 yang mencakup lokasi pasar, bangunan, sanitasi pasar, Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS), keamanan, dan fasilitas lainnya. Dalam lingkungan pelayanan rumah sakit ada beberapa indeks angka standard seperti kadar gas dan debu, angka kuman pada udara, pencahayaan, jumlah tempat tidur, toilet, dan kamar mandi, kebisingan, suhu dan kelembaban. Pada kawasan terminal bisa dilakukan pengukuran tingkat kebisingan dengan alat Sound

Level Meter. Standard kebisingan di kawasan terminal yaitu 70 dB (A). Pada kawasan terminal bisa dilakukan pengukuran kadar debu dengan alat High Volume Sampler. Standart kadar debu pada kawasan terminal yaitu 230 ug/Nm³ per waktu pengukuran 24 jam.

5. Studi kasus dalam permasalahan analisis kualitas di lingkungan tempat-tempat umum diantaranya yaitu pengukuran analisis lingkungan di Pasar melalui pemeriksaan Ph air bersih, suhu, dan bakteri yang ada pada makanan atau daging, pada pelayanan kesehatan salah satunya rumah sakit dapat diukur besarnya kelembaban, suhu, pencahayaan, angka kuman dalam udara, dan kadar debu di rumah sakit, lalu untuk pengukuran di terminal dapat melakukan pemeriksaan kadar debu dan tingkat kebisingan di sekitar terminal. setelah melakukan pengukuran dapat dibandingkan dengan standar atau baku mutu sesuai variabel masing-masing, sehingga dapat mengetahui apakah tempat tersebut sudah memenuhi syarat sesuai variabel pengukurannya. dengan demikian dapat dilakukan perbaikan kualitas lingkungan di tempat-tempat umum tersebut.

SOAL LATIHAN

1. Sebutkan pengertian lingkungan tempat-tempat umum!
2. Sebutkan tujuan pengukuran tempat-tempat umum!

BAB VIII | ANALISIS KUALITAS LINGKUNGAN TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR

Tujuan

Setelah membaca bagian ini, mahasiswa diharapkan dapat

1. Menjelaskan pengertian Tempat Pembuangan Akhir
2. Menjelaskan Tujuan Pengukuran Kualitas Lingkungan TPA
3. Menjelaskan Parameter Kualitas Lingkungan TPA
4. Menjelaskan Persyaratan Lokasi TPA
5. Menjelaskan Kriteria Pemilihan Lokasi TPA
6. Menjelaskan Metode Pengolahan Sampah

Deskripsi Materi

Pada bab ini akan diuraikan tentang; (1) Menjelaskan pengertian Tempat Pembuangan Akhir (2) Menjelaskan Tujuan Pengukuran Kualitas Lingkungan TPA (3) Parameter Kualitas Lingkungan TPA (4) Menjelaskan Persyaratan Lokasi TPA (5) Menjelaskan Kriteria Pemilihan Lokasi TPA (6) Menjelaskan Metode Pengolahan Sampah

Kata Kunci: tempat pembuangan akhir sampah

8.1 Pengertian Tempat Pembuangan Akhir

Tempat Pembuangan Akhir (TPA) merupakan tempat dimana sampah mencapai tahap terakhir dalam pengelolaannya sejak mulai timbul di sumber, pengumpulan, pemindahan/ pengangkutan, pengolahan dan pembuangan. Menurut SNI 03-3241-1994, tempat pembuangan akhir (TPA) sampah adalah sarana fisik untuk berlangsungnya kegiatan pembuangan akhir sampah berupa tempat yang digunakan untuk mengkarantina sampah kota secara aman.

Kemudian menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 81 Tahun 2012 Tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga Tempat pemrosesan akhir yang selanjutnya disingkat TPA adalah tempat untuk memproses dan mengembalikan sampah ke media lingkungan.

Proses akhir pengelolaan sampah dilakukan di Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPAS) yang dijadikan sebagai Kawasan Industri Sampah (KIS) (Neolaka, 2008). Dari berbagai pengertian diatas dapat disimpulkan bahwa lingkungan tempat pembuangan akhir sampah (TPA) adalah tempat pembuangan akhir sekaligus sarana untuk pengolahan sampah secara tuntas dan aman.

8.2 Tujuan Pengukuran Kualitas Lingkungan TPA

Tujuan pengukuran kualitas lingkungan tempat pembuangan akhir sampah yaitu untuk mengukur efisiensi dan efektivitas pengelolaan lingkungan yang dilakukan, serta dampak yang akan ditimbulkan oleh tempat pembuangan akhir sampah. Dampak yang terjadi adalah peningkatan parameter komponen gas, partikulat, asap, dan peningkatan kebisingan (Rainda, 2017).

8.3 Parameter Kualitas Lingkungan TPA

Parameter kualitas lingkungan sangat penting dilakukan khususnya pada tempat pembuangan akhir (TPA), parameter kualitas lingkungan TPA dibagi beberapa macam yaitu :

1. Parameter fisika

- a. Suhu suatu badan perairan dipengaruhi oleh musim, posisi lintang, ketinggian dari permukaan laut, waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan, dan aliran serta kedalaman badan air. Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia dan biologi badan air (Effendi, 2003). Peningkatan suhu

dapat mengakibatkan peningkatan viskositas, reaksi kimia, evaporasi dan volatilisasi. Peningkatan suhu juga dapat menyebabkan penurunan kelarutan gas dalam air, seperti O₂, CO₂, N₂ dan sebagainya (Haslam 1995 in Effendi, 2003).

- b. TSS (Total Suspended Solid) Padatan tersuspensi total (TSS) adalah bahan-bahan tersuspensi (diameter > 1 μ m) yang tertahan pada saringan millipore dengan diameter pori 0,45 μ m (Effendi, 2003). TSS terdiri atas lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik, yang terutama disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air.

2. Parameter Kimia

- a. pH Pescod (1973) mengatakan bahwa nilai pH menunjukkan tinggi rendahnya konsentrasi ion hidrogen dalam air. Kemampuan air untuk mengikat atau melepaskan sejumlah ion hidrogen akan menunjukkan apakah perairan tersebut bersifat asam atau basa (Barus, 2002). Selanjutnya beliau menambahkan bahwa nilai pH perairan dapat berfluktuasi karena dipengaruhi oleh aktivitas fotosintesis, respirasi organisme akuatik, suhu dan keberadaan ion-ion di perairan tersebut. Menurut Pohland dan Harper (1985) nilai pH air lindi pada tempat pembuangan sampah perkotaan berkisar antara 1,5 – 9,5.
- b. DO (Dissolved oxygen) Oksigen terlarut (dissolved oxygen) merupakan konsentrasi gas oksigen yang terlarut dalam air. Oksigen yang terlarut dalam air berasal dari hasil fotosintesis oleh fitoplankton atau tumbuhan air dan proses difusi dari udara (Fardiaz, 1992). Faktor yang mempengaruhi jumlah oksigen terlarut di dalam air adalah jumlah kehadiran bahan organik, suhu, aktivitas bakteri, kelarutan, fotosintesis dan kontak dengan udara. Kadar oksigen terlarut juga berfluktuasi secara harian dan musiman tergantung pada pencampuran (mixing) dan (turbulence) massa air, aktivitas fotosintesis, respirasi, dan

keadaan limbah yang masuk ke badan air, sehingga akan mempengaruhi kelarutan dan keberadaan unsur-unsur nutrisi di perairan (Wetzel, 2001).

- c. BOD₅ (Biochemical Oxygen Demand) Biochemical Oxygen Demand adalah jumlah oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik yang terdapat dalam air pada keadaan aerobik yang diinkubasi pada suhu 20°C selama 5 hari, sehingga sering disebut BOD₅ (APHA, 1989). Nilai BOD₅ perairan dapat dipengaruhi oleh suhu, densitas plankton, keberadaan mikroba, serta jenis dan kandungan bahan organik (Effendi, 2003). Nilai BOD₅ ini juga digunakan untuk menduga jumlah bahan organik di dalam air limbah yang dapat dioksidasi dan akan diuraikan oleh mikroorganisme melalui proses biologi.
- d. COD (Chemical Oxygen Demand) COD menyatakan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi semua bahan organik yang terdapat di perairan, menjadi CO₂ dan H₂O (Hariyadi, 2001). Pada prosedur penentuan COD, oksigen yang dikonsumsi setara dengan jumlah dikromat yang diperlukan dalam mengoksidasi air sampel (Boyd, 1982). Bila BOD memberikan gambaran jumlah bahan organik yang dapat terurai secara biologis (bahan organik mudah urai, biodegradable organic matter), maka COD memberikan gambaran jumlah total bahan organik yang mudah urai maupun yang sulit terurai (non biodegradable) (Hariyadi, 2001). Analisa COD berbeda dengan analisa BOD₅, namun perbandingan antara angka COD dengan angka BOD₅ dapat ditetapkan. Angka perbandingan yang semakin rendah menunjukkan adanya zat-zat yang bersifat racun dan berbahaya bagi mikroorganisme (Alaerts dan Santika, 1984).

3. Drainase

Drainase di TPA berfungsi untuk Mengendalikan limpasan air hujan dengan tujuan untuk memperkecil aliran yang masuk ke timbunan sampah. Seperti diketahui, air hujan merupakan faktor utama terhadap debit lindi yang dihasilkan. Semakin kecil rembesan air hujan yang masuk ke timbunan sampah akan semakin kecil pula debit lindi yang dihasilkan yang pada gilirannya akan memperkecil kebutuhan unit pengolahannya.

Secara teknik drainase TPA dimaksudkan untuk menahan aliran limpasan aliran air hujan dari luar TPA agar tidak masuk ke dalam area timbunan sampah. Drainase penahan ini umumnya dibangun disekeliling blok atau zona penimbunan. Selain itu, untuk lahan yang telah ditutup tanah, drainase TPA juga dapat berfungsi sebagai penangkap aliran limpasan air hujan yang jatuh diatas timbunan sampah tersebut. Untuk itu permukaan tanah penutup harus dijaga kemiringannya mengarah pada saluran drainase. Kriteria sistem drainase adalah sebagai berikut :

- a. Merupakan saluran semi permanent atau permanent.
- b. Diberi konstruksi penahan longsor.
- c. Dinding saluran bersifat kedap air sehingga tidak terjadi infiltrasi ke arah samping.
- d. Periode ulang hujan didesain untuk 5 tahun (Hifdziyah, 2016).

4. Lapisan Kedap Air

Lapisan kedap air berfungsi untuk mencegah rembesan air lindi yang terbentuk di dasar TPA ke dalam lapisan tanah dibawahnya. Untuk lapisan ini harus dibentuk diseluruh permukaan dalam TPA baik dasar maupun dinding. Bila tersedia ditempat, tanah lempung setebal ± 50 cm merupakan alternatif yang baik sebagai lapisan kedap air. Namun bila tidak dimungkinkan, dapat diganti dengan lapisan sintesis lainnya dengan konsekwensi biaya yang relatif tinggi (Hifdziyah, 2016).

5. Penanganan Gas

Gas yang terbentuk di TPA umumnya berupa gas karbon dioksida dan metan dengan komposisi hampir sama; disamping gas-gas lain yang sangat sedikit jumlahnya. Kedua gas tersebut memiliki potensi besar dalam proses pemanasan global terutama gas metan; karenanya perlu dilakukan pengendalian agar gas tersebut tidak dibiarkan lepas bebas ke atmosfer. Untuk itu perlu dipasang pipa ventilasi agar gas dapat keluar dari timbunan sampah pada titik-titik tertentu.

Untuk ini perlu diperhatikan kualitas dan kondisi tanah penutup TPA. Tanah penutup yang porous atau banyak memiliki rekahan akan menyebabkan gas lebih mudah lepas ke udara bebas. Pengolahan gas metan dengan cara pembakaran sederhana dapat menurunkan potensi dalam pemanasan global.

Untuk pengamanan lingkungan diperlukan usaha pengendalian gas, berupa: Pengamanan selama pengoperasian berupa saluran ventilasi. Saluran ventilasi berupa pipa PVC diameter 10 cm yang dilubang-lubangi pada dinding-dinding bukit lapisan tanah penutup. Pengamanan pasca pengoperasian (setelah mencapai bukit akhir) merupakan :

- a. Lanjutan saluran ventilasi selama pengoperasian
- b. Panjang pipa tegak 2 m di atas bukit akhir.
- c. Setiap pembukaan lahan dipasang 2 buah ventilasi yang dipasang di tengah-tengah.
- d. Antar pipa ventilasi dipasang berjarak 20 meter diatas tanah penutup antara (Hifdziyah, 2016).

6. Penanganan Lindi

Lindi merupakan air yang terbentuk dalam timbunan sampah yang melarutkan banyak sekali senyawa yang memiliki kandungan pencemar khususnya zat organik sangat tinggi. Lindi sangat berpotensi menyebabkan pencemaran air baik air tanah maupun permukaan sehingga perlu ditangani dengan baik.

Tahap pertama pengamanan adalah dengan membuat fasilitas pengumpul lindi yang dapat terbuat dari: perpipaan berlubang-lubang, saluran pengumpul maupun pengaturan kemiringan dasar TPA; sehingga lindi secara otomatis begitu mencapai dasar TPA akan bergerak sesuai kemiringan yang ada mengarah pada titik pengumpulan yang disediakan.

Tempat pengumpulan lindi umumnya berupa kolam penampung yang ukurannya dihitung berdasarkan debit lindi dan kemampuan unit pengolahannya. Aliran lindi ke dan dari kolam pengumpul secara gravitasi sangat menguntungkan; namun bila topografi TPA tidak memungkinkan, dapat dilakukan dengan cara pemompaan.

Pengolahan lindi dapat menerapkan beberapa metode diantaranya: penguapan/evaporasi terutama untuk daerah dengan kondisi iklim kering, sirkulasi lindi ke dalam timbunan TPA untuk menurunkan baik kuantitas maupun kualitas pencemarnya, atau pengolahan biologis seperti halnya pengolahan air limbah.

Dasar perencanaan bangunan pengolahan leachate ini, seperti dikemukakan di atas adalah pertimbangan aspek ekonomi terhadap biaya investasi, operasi serta pemeliharaan selain pertimbangan terhadap ketersediaan lahan untuk pembangunan bangunan pengolahan leachate (BPL) (Hifdziyah, 2016).

7. Parameter fisik kimia

1. Kualitas Udara

Kegiatan pengoperasian TPA sampah, apabila tidak dikelola dengan baik akan menyebabkan penurunan kualitas udara. Emisi kendaraan bermotor menuju lokasi akan mengeluarkan gas CO₂, CO, Sox, HC dan Pb dapat menyebabkan menurunnya kualitas udara. Kegiatan operasional pengolahan akhir sampah yang berdampak terhadap penurunan kualitas udara adalah konsentrasi dan jenis gas di lokasi landfill selama penimbunan. Gas-gas utama yang dihasilkan adalah

metan dan CO₂. Gas metan bila terakumulasi akan mengakibatkan terjadinya ledakan, sedangkan gas CO₂ akan menyebabkan perubahan suhu lingkungan mikro (Ahadi, 2011).

2. Kualitas Air Permukaan

Kegiatan pengoperasian pengolahan akhir sampah akan berdampak terhadap kualitas air permukaan yang akibat air leachate yang dihasilkan dari timbunan sampah yang mengandung bahanbahan organik akan di buang ke sungai/parit. Menurunnya kualitas air sungai ini pada akhirnya akan berdampak lebih lanjut terhadap kesehatan masyarakat, menurunnya keanekaragaman flora dan fauna perairan gangguan kamtibmas dan persepsi negatif masyarakat yang berada dihilir lokasi proyek (Ahadi, 2011).

8. Parameter Hayati

a. Flora Perairan (Plankton)

Akibat penurunan kualitas air permukaan yang disebabkan oleh air leachate yang di hasilkan oleh kegiatan pengolahan akhir sampah parameter utama Amoniak (NH₃), Nitrit (NO₂), Nitrat (NO₃), COD, BOD dan DO akan berdampak terhadap flora perairan (Plankton) (Ahadi, 2011).

b. Fauna Perairan (Bentos dan Ikan)

Dampak kegiatan pengoperasian pengolahan akhir sampah kota terhadap fauna perairan (bentos dan ikan) disebabkan pula oleh air leachate yang dihasilkan oleh kegiatan pengolahan sampah dengan parameter utama Amoniak (NH₃), Nitrit (NO₂), Nitrat (NO₃), COD, BOD dan DO (Ahadi, 2011).

8.4 Persyaratan Lokasi TPA

Mengingat besarnya potensi dalam menimbulkan gangguan terhadap lingkungan maka pemilihan lokasi TPA harus dilakukan dengan seksama dan hati-hati. Hal ini ditunjukkan dengan sangat rincinya persyaratan lokasi TPA seperti tercantum dalam SNI

tentang Tata Cara Pemilihan Lokasi Tempat Pembuangan Akhir Sampah yang diantaranya dalam kriteria regional dicantumkan:

- Bukan daerah rawan geologi (daerah patahan, daerah rawan longsor, rawan gempa, dll)
- Bukan daerah rawan hidrogeologis yaitu daerah dengan kondisi kedalaman air tanah kurang dari 3 meter, jenis tanah mudah meresapkan air, dekat dengan sumber air (dalam hal tidak terpenuhi harus dilakukan masukan teknologi)
- Bukan daerah rawan topografis (kemiringan lahan lebih dari 20%)
- Bukan daerah rawan terhadap kegiatan penerbangan di Bandara (jarak minimal 1,5 – 3 km)
- Bukan daerah/kawasan yang dilindungi

Untuk mengantisipasi dampak negatif tersebut yang diakibatkan oleh metode pembuangan akhir sampah yang tidak memadai seperti yang selalu terjadi di berbagai kota di Indonesia, maka langkah terpenting adalah memilih lokasi yang sesuai dengan persyaratan. Sesuai dengan SNI No. 03-3241-1997 tentang Tata Cara Pemilihan Lokasi TPA, bahwa lokasi yang memenuhi persyaratan sebagai tempat pembuangan akhir sampah adalah :

- Jarak dari perumahan terdekat 500 m
- Jarak dari badan air 100 m
- Jarak dari airport 1500 m (pesawat baling-baling) dan 3000 m (pesawat jet)
- Muka air tanah > 3 m
- Jenis tanah lempung dengan konduktivitas hidrolis < 10⁻⁶ cm / det
- Merupakan tanah tidak produktif
- Bebas banjir minimal periode 25 tahun

Pemilihan lokasi TPA sebagai langkah awal dalam peningkatan metode pembuangan akhir sampah, perlu dilakukan secara teliti melalui tahapan studi yang komprehensif (feasibility study dan studi amdal). Sulitnya mendapatkan lahan yang memadai

didalam kota, maka disarankan untuk memilih lokasi TPA yang dapat digunakan secara regional. Untuk lokasi TPA yang terlalu jauh (>25 km) dapat menggunakan sistem transfer station. TPA memerlukan fasilitas berdasarkan komponen sampah yang masuk dan yang akan dikelola. Secara umum dibedakan atas jenis dan fungsi fasilitas yaitu:

1. Prasarana Jalan

Prasarana dasar ini sangat menentukan keberhasilan pengoperasian TPA. Semakin baik kondisi jalan ke TPA akan semakin lancar kegiatan pengangkutan sehingga efisiensi keduanya menjadi tinggi. Konstruksi jalan TPA cukup beragam disesuaikan dengan kondisi setempat sehingga dikenal jalan TPST dengan konstruksi seperti Hotmix, Beton, Aspal dan Kayu.

Dalam hal ini TPA perlu dilengkapi dengan: Jalan masuk/akses; yang menghubungkan TPA dengan jalan umum yang telah tersedia; Jalan penghubung; yang menghubungkan antara satu bagian dengan bagian lain dalam wilayah TPA tersebut; Jalan operasi/kerja yang diperlukan oleh kendaraan pengangkut menuju titik pembongkaran sampah; Pada TPA dengan luas dan kapasitas pembuangan yang terbatas biasanya jalan penghubung dapat juga berfungsi sekaligus sebagai jalan kerja/operasi.

2. Prasarana Drainase

Drainase di TPA berfungsi untuk mengendalikan aliran limpasan air hujan dengan tujuan untuk memperkecil aliran yang masuk ke timbunan sampah. Seperti diketahui, air hujan merupakan faktor utama terhadap debit lindi yang dihasilkan. Semakin kecil rembesan air hujan yang masuk ke timbunan sampah akan semakin kecil pula debit lindi yang dihasilkan yang pada gilirannya akan memperkecil kebutuhan unit pengolahannya. Secara teknis drainase TPA dimaksudkan untuk menahan aliran limpasan air hujan dari luar TPST agar tidak masuk ke dalam area timbunan sampah. Drainase penahan ini umumnya dibangun di sekeliling blok

atau zona penimbunan. Selain itu, untuk lahan yang telah ditutup tanah, drainase TPST juga dapat berfungsi sebagai penangkap aliran limpasan air hujan yang jatuh di atas timbunan sampah tersebut. Untuk itu permukaan tanah penutup harus dijaga kemiringannya mengarah pada saluran drainase.

3. Fasilitas Penerimaan

Fasilitas penerimaan dimaksudkan sebagai tempat pemeriksaan sampah yang datang, pencatatan data, dan pengaturan kedatangan truk sampah atau disebut fasilitas preprocessing. Fasilitas pre-processing, merupakan tahap awal pemisahan sampah, mengetahui jenis sampah yang masuk, meliputi proses-proses sebagai berikut: Penimbangan, mengetahui jumlah sampah yang masuk. Penerimaan dan penyimpanan, menentukan area untuk mengantisipasi jika sampah yang terolah tidak secepat sampah yang datang ke lokasi. Pada umumnya fasilitas ini dibangun berupa pos pengendali di pintu masuk TPA. Pada TPA besar dimana kapasitas pembuangan telah melampaui 50 ton/hari maka dianjurkan penggunaan jembatan timbang untuk efisiensi dan ketepatan pendataan. Sementara TPA kecil bahkan dapat memanfaatkan pos tersebut sekaligus sebagai kantor TPA sederhana dimana kegiatan administrasi ringan dapat dijalankan.

4. Lapisan Kedap Air

Lapisan kedap air berfungsi untuk mencegah rembesan air lindi yang terbentuk di dasar TPA ke dalam lapisan tanah di bawahnya. Untuk itu lapisan ini harus dibentuk di seluruh permukaan dalam TPA baik dasar maupun dinding. Bila tersedia di tempat, tanah lempung setebal + 50 cm merupakan alternatif yang baik sebagai lapisan kedap air. Namun bila tidak dimungkinkan, dapat diganti dengan lapisan sintetis lainnya dengan konsekuensi biaya yang relatif tinggi.

5. Fasilitas Pengamanan Gas

Gas yang terbentuk di TPA umumnya berupa gas karbon dioksida dan metan dengan komposisi hampir sama; disamping gas-gas lain yang sangat sedikit jumlahnya. Kedua gas tersebut memiliki potensi besar dalam proses pemanasan global terutama gas metan; karenanya perlu dilakukan pengendalian agar gas tersebut tidak dibiarkan lepas bebas ke atmosfer. Untuk itu perlu dipasang pipa-pipa ventilasi agar gas dapat keluar dari timbunan sampah pada titik-titik tertentu. Untuk ini perlu diperhatikan kualitas dan kondisi tanah penutup TPA. Tanah penutup yang porous atau banyak memiliki rekahan akan menyebabkan gas lebih mudah lepas ke udara bebas. Pengolahan gas metan dengan cara pembakaran sederhana dapat menurunkan potensinya dalam pemanasan global.

6. Fasilitas Pengamanan Lindi

Lindi merupakan air yang terbentuk dalam timbunan sampah yang melarutkan banyak sekali senyawa yang ada sehingga memiliki kandungan pencemar khususnya zat organik sangat tinggi. Lindi sangat berpotensi menyebabkan pencemaran air baik air tanah maupun permukaan sehingga perlu ditangani dengan baik. Tahap pertama pengamanan adalah dengan membuat fasilitas pengumpul lindi yang dapat terbuat dari: perpipaan berlubang-lubang, saluran pengumpul maupun pengaturan kemiringan dasar TPA; sehingga lindi secara otomatis begitu mencapai dasar TPA akan bergerak sesuai kemiringan yang ada mengarah pada titik pengumpulan yang disediakan.

Tempat pengumpulan lindi umumnya berupa kolam penampung yang ukurannya dihitung berdasarkan debit lindi dan kemampuan unit pengolahannya. Aliran lindi ke dan dari kolam pengumpul secara gravitasi sangat menguntungkan; namun bila topografi TPA tidak memungkinkan, dapat dilakukan dengan cara pemompaan. Pengolahan lindi dapat menerapkan beberapa

metode diantaranya: penguapan/evaporasi terutama untuk daerah dengan kondisi iklim kering, sirkulasi lindi ke dalam timbunan TPA untuk menurunkan baik kuantitas maupun kualitas pencemarnya, atau pengolahan biologis seperti halnya pengolahan air limbah.

7. Alat Berat

Alat berat yang sering digunakan di TPA umumnya berupa: bulldozer, excavator dan loader. Setiap jenis peralatan tersebut memiliki karakteristik yang berbeda dalam operasionalnya. Bulldozer sangat efisien dalam operasi perataan dan pemadatan tetapi kurang dalam kemampuan penggalian. Excavator sangat efisien dalam operasi penggalian tetapi kurang dalam perataan sampah. Sementara loader sangat efisien dalam pemindahan baik tanah maupun sampah tetapi kurang dalam kemampuan pemadatan. Untuk TPA kecil disarankan dapat memiliki bulldozer atau excavator, sementara TPA yang besar umumnya memiliki ketiga jenis alat berat tersebut.

8. Penghijauan

Penghijauan lahan TPA diperlukan untuk beberapa maksud diantaranya adalah: peningkatan estetika lingkungan, sebagai buffer zone untuk pencegahan bau dan lalat yang berlebihan. Untuk itu perencanaan daerah penghijauan ini perlu mempertimbangkan letak dan jarak kegiatan masyarakat di sekitarnya (permukiman, jalan raya, dll).

9. Fasilitas Penunjang

Beberapa fasilitas penunjang masih diperlukan untuk membantu pengoperasian TPA yang baik diantaranya: pemadam kebakaran, mesin pengasap (mist blower), kesehatan/keselamatan kerja, toilet, dan lain lain.

8.5 Kriteria Pemilihan Lokasi TPA

Menurut SK SNI T-11-1991-03 kriteria Pemilihan lokasi TPA sampah dibagi menjadi 3 bagian:

1. Kriteria Regional, yaitu kriteria yang digunakan untuk menentukan zona layak atau zona tidak layak sebagai berikut:
 - Kondisi geologi: tidak berlokasi di zona holocene fault dan tidak boleh di zona bahaya geologi.
 - Kondisi hidrogeologi: tidak boleh mempunyai muka air tanah kurang dari 3 meter, tidak boleh kelulusan tanah lebih dari 10-6 cm/det, jarak terhadap sumber air minum harus lebih besar dari 100 meter, dalam hal tidak ada zona yang memenuhi kriteria-kriteria tersebut di atas, maka harus diadakan masukan teknologi.
 - Kemiringan zona harus kurang dari 20 %. Jarak dari lapangan terbang harus lebih besar dari 3.000 meter untuk penerbangan turbo jet dan lebih besar dari 1.500 meter untuk jenis lain
 - Tidak boleh pada daerah lindung/cagar alam dan daerah banjir dengan periode ulang 25 tahunan.
2. Kriteria penyisih yaitu kriteria yang digunakan untuk memilih lokasi terbaik, di antaranya yaitu
 - a. Iklim:
 - Hujan, intensitas hujan makin kecil dinilai makin baik.
 - Angin, arah angin dominan tidak menuju ke permukiman dinilai makin baik.
 - b. Utilitas : tersedia lebih lengkap dinilai makin baik.
 - c. Lingkungan Biologis:
 - Habitat: kurang bervariasi, dinilai makin baik.
 - Daya dukung: kurang menunjang kehidupan flora dan fauna, dinilai makin baik.
 - d. Kondisi tanah:
 - Produktifitas tanah: makin tidak produktif dinilai makin baik.
 - Kapasitas dan umur: dapat menampung lahan lebih banyak dan lebih lama dinilai lebih baik.
 - Ketersediaan tanah penutup: mempunyai tanah penutup yang cukup, dinilai lebih baik.

- Status tanah: kepemilikan tanah makin bervariasi dinilai tidak baik.
- e. Demografi : kepadatan penduduk lebih rendah, dinilai makin baik.
- f. Batas administrasi: dalam batas administrasi dinilai semakin baik.
- g. Kebisingan: semakin banyak zona penyangga dinilai semakin baik.
- h. Bau: semakin banyak zona penyangga dinilai semakin baik.
- i. Estetika: semakin tidak terlihat dari luar dinilai semakin baik.
- j. Ekonomi: semakin rendah biaya satuan pengelolaan sampah (Rp/m³ atau Rp/ton) dinilai semakin baik.

Kriteria penetapan yaitu kriteria yang digunakan oleh instansi yang berwenang yang menyetujui dan menetapkan lokasi terpilih sesuai dengan kebijaksanaan instansi yang berwenang setempat dan ketentuan yang berlaku.

8.6 Metode Pengolahan Sampah

Metode pengolahan sampah pada tempat pembuangan akhir terdapat berbagai cara yaitu :

1. Open Dumping

Open Dumping atau pembuangan terbuka merupakan cara pembuangan sederhana dimana sampah hanya dihamparkan pada suatu lokasi; dibiarkan terbuka tanpa pengaman dan ditinggalkan setelah lokasi tersebut penuh. Pemerintah daerah yang menerapkan sistem seperti ini karena alasan keterbatasan sumber daya manusia, dana, dan lain-lain. (Yuliani, 2016). Contoh metode tempat pembuangan akhir open dumping:

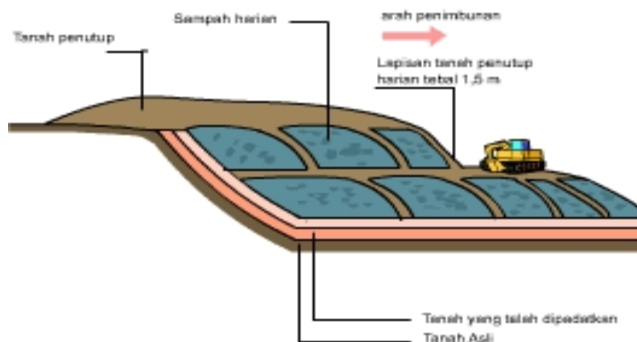


Metode ini tidak direkomendasikan lagi mengingat banyaknya potensi pencemaran lingkungan yang ditimbulkannya seperti :

- a. Perkembangan vektor penyakit seperti lalat, tikus, dll
- b. Polusi udara oleh bau dan gas yang dihasilkan.
- c. Polusi air akibat lindi (cairan sampah) yang timbul.
- d. Estetika lingkungan yang buruk karena pemandangan yang kotor

2. Controll landfill

Metode ini merupakan peningkatan dari open dumping dimana secara periodik sampah yang telah tertimbun ditutup dengan lapisan tanah untuk mengurangi potensi gangguan lingkungan yang ditimbulkan. Dalam operasionalnya juga dilakukan perataan dan pemadatan sampah untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan lahan dan kestabilan permukaan TPA (Yuliani, 2016). Contoh metode tempat pembuangan akhir control landfill:

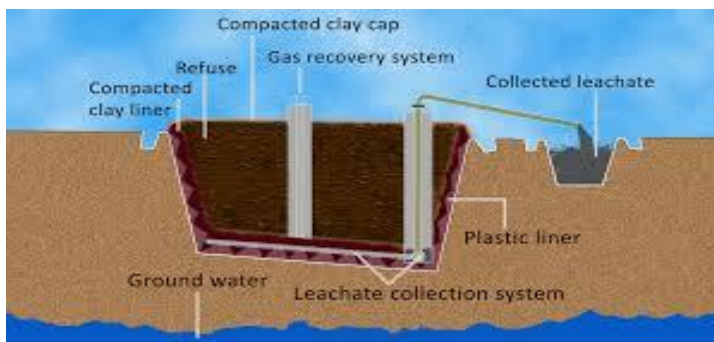


Di Indonesia, metode control landfill dianjurkan untuk ditetapkan, untuk dapat melaksanakan metode ini diperlukan penyediaan beberapa fasilitas diantaranya:

- a. Saluran drainase untuk mengendalikan aliran air hujan
- b. Saluran pengumpul lindi dan kolam penampungan
- c. Pos pengendalian operasional
- d. Fasilitas pengendalian gas metan
- e. Alat berat

3. Sanitary landfill

Sanitary Landfill adalah sistem pengelolaan (pemusnahan) sampah dengan cara membuang dan menumpuk sampah di lokasi cekung, memadatkannya, dan kemudian menimbunnya dengan tanah. Lokasi yang dipergunakan biasanya jauh dari pemukiman untuk menghindari berbagai masalah sosial karena bau menyengat yang dihasilkan dari pembusukan sampah. Hal ini juga dilakukan agar bibit penyakit yang ada dalam sampah tidak sampai ke wilayah pemukiman. Metode pengelolaan sampah dengan sanitary landfill adalah jenis yang paling umum digunakan di banyak negara, termasuk Indonesia (Admin, 2017). Contoh metode tempat pembuangan akhir sanitary landfill:



RANGKUMAN

1. Tempat pembuangan akhir sampah (TPA) adalah tempat pembuangan akhir sekaligus sarana untuk pengolahan sampah secara tuntas dan aman.
2. Tujuan pengukuran kualitas lingkungan tempat pembuangan akhir sampah yaitu untuk mengukur efisiensi dan efektivitas pengelolaan lingkungan serta dampak yang akan ditimbulkan.
3. Parameter kualitas lingkungan TPA meliputi parameter fisika yang terdiri dari indikator suhu dan Total Suspended Solid; parameter kimia yang terdiri dari indikator PH dan Dissolved oxygen, Biochemical Oxygen Demand dan Chemical Oxygen Demand; Drainase; Lapisan kedap air; penanganan gas; Penanganan lindi; Parameter fisik kimia terdiri dari kualitas udara dan kualitas air; Parameter hayati terdiri dari Flora Perairan (Plankton) dan Fauna Perairan (Bentos dan Ikan).
4. Persyaratan lokasi TPA menurut kriteria SNI antara lain bukan daerah rawan geologi, bukan daerah rawan hidrogeologis, bukan daerah rawan topografis, bukan daerah rawan terhadap kegiatan penerbangan di Bandara dan bukan daerah/kawasan yang dilindungi.
5. Kriteria Pemilihan Lokasi TPA menurut SK SNI dibagi menjadi 3 bagian antara lain: kriteria regional terdiri dari bukan daerah dilindungi dll, kriteria penyisih terdiri dari iklim, lingkungan biologis dan demografis.
6. Metode pengolahan sampah terdiri dari open dumping, kontrol landfill dan sanitary landfill.

SOAL LATIHAN

1. Jelaskan pengertian lingkungan tempat pembuangan akhir!
2. Jelaskan tujuan pengukuran kualitas lingkungan tempat pembuangan akhir!

BAB IX | VEKTOR DAN PENGENDALIANNYA

Tujuan

Setelah membaca bagian ini, mahasiswa diharapkan dapat

1. Menjelaskan pengertian Vektor
2. Menjelaskan Bionomik dan Ekologi Vektor
3. Menjelaskan Penyakit Akibat Vektor
4. Menjelaskan Pengendalian Terpadu Vektor

Deskripsi Materi

Pada bab ini akan diuraikan tentang; (1) Menjelaskan pengertian Vektor (2) Menjelaskan Bionomik dan Ekologi Vektor (3) Menjelaskan Penyakit Akibat Vektor (4) Menjelaskan Pengendalian Terpadu Vektor

Kata Kunci: suvey, vektor

9.1 Pengertian Vektor

Vektor adalah salah satu mata rantai dari rantai penularan penyakit, yaitu arthropoda atau invertebrata lain yang memindahkan *infectious agents* baik secara mekanis maupun secara biologis kepada pejamu (*host*) (Asfawi, 2015). Vektor adalah parasit arthropoda dan siput air yang berfungsi sebagai penular penyakit baik pada manusia maupun hewan. Vektor dikategorikan atas dua yaitu (Hendra, 2014) :

1. Vektor Mekanik

Vektor mekanik merupakan vektor yang membawa agent penyakit dan menularkannya kepada inang melalui kaki-kakinya ataupun seluruh bagian luar tubuhnya dimana agent penyakitnya tidak mengalami perubahan bentuk maupun jumlah dalam tubuh

vektor. Arthropoda yang termasuk ke dalam vektor mekanik antara lain kecoa dan lalat.

2. Vektor Biologi

Vektor biologi merupakan vektor yang membawa agent penyakit dimana agent penyakitnya mengalami perubahan bentuk dan jumlah dalam tubuh vektor. Vektor Biologi terbagi atas tiga berdasarkan perubahan agen dalam tubuh vektor, yaitu:

- a. *Cyclo Propagative* yaitu dimana infeksius agent mengalami perubahan bentuk dan pertambahan jumlah dalam tubuh vektor maupun dalam tubuh host. Misalnya, plasmodium dalam tubuh nyamuk anophelesbetina.
- b. *Cyclo Development* yaitu dimana infeksius agent mengalami perubahan bentuk namun tidak terjadi pertambahan jumlah dalam tubuh vektor maupun dalam tubuh host. Misalnya, microfilaria dalam tubuh manusia.
- c. *Propagative Propagative* yaitu dimana infeksius agent tidak mengalami perubahan bentuk namun terjadi pertambahan jumlah dalam tubuh vektor maupun dalam tubuh host. Misalnya, Pasteurella pestis dalam tubuh xenopsila cheopis.

Vectorborn diseases merupakan penyakit yang menyebabkan tingginya mortalitas, morbiditas dan kerugian ekonomi di seluruh dunia. Salah satu kelompok terpenting dalam vektor penularan patogen adalah nyamuk seperti *anopheles*, *aedes* dan *culex*. Suatu penelitian menyatakan bahwa nyamuk anopheles merupakan vektor parasit yang menyebabkan penyakit malaria yang menyerang manusia (Saldana dkk, 2017). Arthropodborne *diseases* (*vectorborn diseases*) adalah penularan penyakit pada manusia yang disebabkan oleh serangga. Dan biasanya penyakit tersebut bersifat endemis maupun epidemis (Asfawi, 2015).

9.2 Bionomik dan Ekologi Vektor

9.2.1 Bionomik Vektor Chikungunya

Bionomik vektor Chikungunya sangat penting diketahui, karena berhubungan dengan tindakan-tindakan dalam pencegahan dan pemberantasannya yang berhubungan dengan tempat perindukan, kebiasaan mengigit, tempat istirahat, dan jarak terbang.

1) Tempat Perindukan (*Breeding Place*)

Tempat perindukan utama adalah tempat-tempat penampungan air di dalam dan luar rumah. Nyamuk *Ae. aegypti* tidak berkembangbiak dengan tanah. Jenis-jenis tempat perindukan nyamuk *Ae. Aegypti* dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- a. Pertama, tempat penampungan air untuk keperluan sehari-hari, seperti drum, tengki, tempayan, bak mandi, WC, ember dan lainnya.
- b. Kedua, tempat penampungan bukan keperluan sehari-hari seperti tempat minum burung, vas bunga, perangkap semut, barang-barang bekas (ban, kaleng botol, plastic dan lain-lain).

2) Kebiasaan Mengigit (*Feeding Habit*)

Nyamuk *Ae. aegypti* lebih menyukai darah manusia daripada darah binatang (*antropofilik*). Arahnya diperlukan untuk mematangkan telur, jika dibuahi oleh nyamuk jantan sehingga menetas. Waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan perkembangan telur mulai dari nyamuk menghisap darah sampai telur dikeluarkan biasanya bervariasi antara 3-4 hari.

Jangka waktu tersebut, satu siklus gonotropik (Suroso, 2000 dan Soedarmo, 1998). Nyamuk ini aktif pada siang hari dan mengigit di dalam dan luar rumah. Mempunyai dua puncak aktifitas dalam mencari mangsa yaitu mulai pagi hari dan petang yaitu antara pukul 09.00-10.00 dan 16.00-17.00 WIB.

3) Tempat Istirahat

Tempat yang disayangi nyamuk untuk beristirahat selama menunggu bertelur adalah tempat yang gelap, lembab dan sedikit angin. Nyamuk *Ae. aegypti* biasanya hingga di dalam rumah pada benda-benda yang bergantung seperti pakaina, kelambu (Suroso, 2000 dan Soedarmo, 1998).

4) Jarak Terbang

Pergerakan nyamuk *Ae. aegypti* dari tempat perindukan ke tempat mencari mangsa dan tempat istirahat ditentukan oleh kemampuan terbang nyamuk *Ae. aegypti* betina adalah rata-rata 40-100 meter. Namun, secara pasif karena angin dapat terbang sejauh 2 KM (Depkes, RI 1992).

9.2.2 Ekologi Vektor Chikungunya

1. Faktor Lingkungan fisik

a. Variasi musim

Pola berjangkit dari virus Chikungunya ini tidak jauh beda dengan virus dengue. Yakni, dipengaruhi iklim dan kelembaban udara. Pada suhu yang panas (28-32°C) dengan kelembaban tinggi, nyamuk *Aedes* akan tetap bertahan hidup untuk jangka waktu yang lama. Untuk wilayah Indonesia, karena suhu udara dan kelembaban tidak sama, maka pola waktu terjadinya penyakit agak berbeda. Pada musim hujan, tempat perkembangbiakan *Ae. aegypti* yang pada musim kemarau tidak terisi, mulai terisi air. Begitu pun telur yang belum sempat menetas pada waktu singkat akan menetas.

Selain itu, pada musim hujan semakin banyak tempat-tempat penampungan air alamiah yang terisi air hujan yang dapat digunakan sebagai tempat perkembangan nyamuk. Oleh karena itu, pada musim penghujan populasi *Ae. aegypti* meningkat. Dengan bertambahnya populasi nyamuk, hal inilah yang menjadi salah satu faktor penyebab peningkatan virus Chikungunya. Faktor lainnya, yaitu pertumbuhan pendudukan yang tinggi, urbanisasi yang tidak

terencana dan tidak terkendali, tidak adanya kotrol vector nyamuk yang efektif di daerah endemis dan peningkatan sarana transportasi (Depkes RI, 2004).

b. Ketinggian

Ketinggian tempat berpengaruh pada perkembangan nyamuk. Wilayah dengan ketinggian diatas 1000meter dari permukaan laut tidak ditentukan nyamuk *A. aegypti* karena ketinggian tersebut suhu terlalu rendah sehingga tidak memungkinkan bagi kehidupan nyamuk.

c. Curah Hujan

Keberadaan hujan akan menambah genangan air sebagai tempat perindukan dan menambah kelembaban udara. Temperatur dan kelembaban selama musim hujan sanfar kondusif untuk kelangsungan hidup nyamuk yang terinfeksi (Suroso, 2003).

d. Temperatur

Virus Chikungunya hampir sama denfan virus dengue, yaitu hanya endemic di daerah tropis, di mana suhu memungkinkan untuk perkembangbiakan nyamuk. Suhu optimum pertumbuhan nyamuk adalah 25°C-27°C. pertumbuhan akan terhenti sama sekali, bila suhu kuranf dari 10°C atau lebih dari 40°C (Suroso, 2003).

1. Faktor Lingkungan Biologi

Lingkungan biologi yang mempengaruhi penularan Chikungunya terutama adalah banyaknya tanaman hias dan tanaman pekarangan yang mempengaruhi pencahayaan dan kelembaban di dalam rumah. Kelembaban yang tinggi dan kurangnya pencahayaan dalam rumah merupakan tempat yang disenangi oleh nyamuk untuk istirahat.

9.2.3 Bionomik Vektor Lalat

Menurut Depkes R1 (1995), tata hidup lalat adalah sebagai berikut:

1. Tempat perindukan

Tempat perindukan otoran binatang (kuda, sapi, ayam, babi), kotoran manusia, saluran air kotor, sampah, kotoran got yang membusuk, buah-buahan, sayuran busuk dan bijibijian busuk adalah tempat yang disenangi lalat dan sering dijadikan sebagai tempat perindukan.

2. Tempat peristirahatan

Pada waktu hinggap lalat mengeluarkan ludah dan tinja yang membentuk titik hitam. Tanda-tanda ini merupakan hal yang penting untuk mengenal tempat lalat istirahat. Pada siang hari lalat tidak makan tetapi beristirahat di lantai, dinding, langit-langit, rumput-rumput dan tempat yang sejuk. Lalat juga menyukai tempat yang berdekatan dengan makanan dan tempat perkembangbiakannya, serta tempat yang terlindung dari angin dan matahari terik. Didalam rumah, lalat istirahat pada pinggiran tempat makanan, kawat listrik dan tidak aktif pada malam hari. Tempat hinggap lalat biasanya pada ketinggian tidak lebih dari 5 (lima) meter.

3. Jarak terbang

Jarak terbang lalat sangat tergantung pada adanya makanan yang tersedia, rata-rata 6-9 km, kadang-kadang dapat mencapai 19-20 km dari tempat berkembang biak.

4. Kebiasaan makan

Lalat dewasa sangat aktif sepanjang hari terutama pada pagi hingga sore hari. Serangga ini sangat tertarik pada makanan manusia sehari-hari seperti gula, susu, makanan olahan, kotoran manusia dan hewan, darah serta bangkai binatang. Sehubungan dengan bentuk mulutnya, lalat hanya makan dalam bentuk cairan, makanan yang kering dibasahi oleh lidahnya terlebih dahulu baru dihisap. Air merupakan hal yang penting dalam hidupnya, tanpa air lalat hanya hidup 48 jam saja. Lalat makan paling sedikit 2-3 kali sehari.

5. Lama hidup

Lama hidup lalat sangat bergantung pada makanan, air dan temperatur. Pada musim panas berkisar antara 2-4 minggu sedangkan pada musim dingin biasanya mencapai 70 hari.

9.2.4 Ekologi Vektor Lalat

1. Faktor Lingkungan Fisik

a. Suhu

Muhlison (2016) menjelaskan mengenai suhu udara yang baik bagi kehidupan dan keberadaan lalat buah sebagai berikut: Suhu udara adalah faktor yang memengaruhi laju perkembangan dan menentukan fluktuasi populasi stadia lalat buah yang masih muda, serta berpengaruh secara signifikan terhadap aktivitas populasi seluruh stadia lalat buah. Suhu udara secara khusus dapat berpengaruh terhadap lama hidup (longevity), kelangsungan hidup (survival), perkembangan gamet, dan perkawinan. Pada daerah tropis yang tidak banyak mengalami fluktuasi suhu udara, fluktuasi populasi lalat buah secara nyata tetap terjadi. Laju populasi lebih banyak terjadi selama musim kemarau dibandingkan musim hujan. Suhu udara berpengaruh terhadap perkembangan, keperidian, lama hidup, dan mortalitas *Bactrocera* spp. Umumnya, lalat buah dapat hidup dan berkembang dengan baik pada suhu udara berkisar antara 10°C-30°C, sedangkan telurnya dapat menetas dalam kisaran waktu 30 -36 jam dengan kondisi suhu udara antara 25°C -30°C. Sehingga dapat dikatakan bahwa suhu udara merupakan faktor lingkungan utama dalam keberadaan lalat buah, serta perkembangan metamorfosisnya karena kondisi suhu udara yang tetap optimum.

b. Kelembaban udara

Kelembaban udara berpengaruh terhadap kembangbiak lalat buah. Kelembaban yang rendah dapat menurunkan kembangbiak lalat buah dan meningkatkan mortalitas (kematian) imago yang baru keluar dari pupa. Sedangkan kelembaban udara yang terlalu tinggi

(95-100%) dapat mengurangi laju peletakan telur (Bateman, 1972). Semakin tinggi kelembaban udara maka akan berakibat terhadap panjangnya siklus hidup stadium larva, pupa, dan imago. Kelembaban optimum perkembangan serangga lalat buah berkisar antara 70 – 80%. Lalat buah dapat hidup baik pada kelembaban antara 62 – 90%. (Hasyim, 2005).

c. Intensitas Cahaya

Menurut Hasyim (2005) mengemukakan bahwa intensitas cahaya dan lama penyinarannya dapat mempengaruhi lalat betina dalam mendapatkan pakan, peletakan telur dan kopulasi. Lalat melakukan aktifitas normal atau sedang aktif pada keadaan terang, yaitu pada siang hari dan kawin pada intensitas cahaya sedang rendah. Lalat betina yang diletakkan pada tempat yang banyak mendapat sinar lebih cepat dewasa dan lebih cepat bertelur.

9.2.5 Bionomik Vektor Malaria

Dari hasil penelitian Esther Sri (2001) maka bionomic dalam penelitian *Anopheles barbirostris* adalah sebagai berikut:

a. Tempat Perindukan

Pada umumnya tempat perindukan larva *Anopheles barbirostris* adalah sawah dan saluran irigasi, kolam, rawa, mata air, dan sumur (Hoedjo, 1987). Habitat yang disukai adalah air seger di daerah kolam, terkena sinar matahari langsung atau tidak langsung, dan adanya vegetasi di daerah kolam, yaitu tanaman air seperti Pistia Stratiotes, Eichornia Crassipes, Spyrogyra, Lemna dan Ceratophyllum. (Zulhasril, 2001).

b. Waktu Menghisap Darah

Waktu menghisap darah nyamuk ini terhadap hospes mempunyai pola-pola tertentu. Aktivitas tersebut biasanya dimulai pukul 20.00-04.00, dengan puncaknya antara pukul 23.00-02.40.00 yang terjadi di dalam rumah (endofagik), sedangkan aktivitas di luar rumah (esofilik) dimulai pukul 18.00-04.00 dengan puncak gigitan pukul 23.00-03.40 (Zulhasril, 2001). Nyamuk ini mulai aktif menggigit

pukul 21.00-03.00 dengan puncak gigitan pukul 24.00 (Hoedojo, Zukhasril. 1998). Di Sikka Flores, nyamuk ini menggigit sepanjang malam, dengan puncaknya segera sesudah tengah malam dan berangsur-angsur menurun menjelang subuh.

c. Tempat Istirahat

Dalam memilih tempat istirahat baik sebelum menghisap darah maupun sesudah menghisap darah hospesnya, biasanya tidak terlalu jauh dari tempat hospes yang menjadi sasaran gigitannya, yaitu di luar rumah (esofilik) baik pada tanaman semak, rumpun bamboo atau pohon nenas di sekitar Kandang hewan atau istirahat sementara pada dinding rumah. (Zulhasril, 2001).

Di Sikka Flore, tempat istirahat *An. Barbirostris* adalah di dalam rumah dan di sekitar kandang ternak. Dan lebih banyak yang istirahat di dalam rumah pada pagi hari daripada kandang ternak.

d. Jarak Terbang

Anopheles barbirostris ini mempunyai jarak terbang yang tidak terlalu jauh, biasanya jarak terbang yang tidak terlalu jauh, biasanya jarak yang dapat ditempuh hanya berkisar antara 200-300 m dari tempat perindukan dan paling jauh nyamuk ini hanya dapat menempuh jarak antara 1.0-1.2 km. (Zulhasril, 2001).

e. Umur

Sesuai dengan perkembangan bentuk infeksiif tiap jenis malaria di dalam tubuh nyamuk ini diketahui di alam nyamuk ini dapat mencapai umur 7 hari-16 hari (Zulhasril, 2001) Sedangkan di laboratorium umur nyamuk betina dapat mencapai lebih dari 63 hari dengan diberi makanan darah dan karbohidrat, semua *Anopheles* yang ditemukan di Sikka Flores berumur pendek.

9.2.6 Ekologi Vektor Malaria

Dalam Keputusan Menteri Kesehatan Tahun 2009 tentang Eliminasi malaria di Indonesia, penyebaran malaria disebabkan oleh berbagai faktor antara lain:

1. Perubahan lingkungan yang tidak terkendali dapat menimbulkan tempat perindukan nyamuk malaria.
2. Banyaknya nyamuk *Anopheles* sp yang telah dikonfirmasi sebagai vektor malaria (17 spesies), dari berbagai macam habitat.
3. Mobilitas penduduk yang relatif tinggi dari dan ke daerah endemik malaria.
4. Perilaku masyarakat yang memungkinkan terjadinya penularan.
5. Semakin meluasnya penyebaran parasit malaria yang telah resisten terhadap obat anti malaria.
6. Terbatasnya akses pelayanan kesehatan untuk menjangkau seluruh desa yang bermasalah malaria, karena hambatan geografis, ekonomi, dan sumber daya.

9.3 Penyakit yang Ditularkan Vektor

9.3.1 Malaria

Penyakit malaria adalah salah satu penyakit yang penularannya melalui gigitan nyamuk *Anopheles* betina. Berdasarkan survei unit kerja SPP (Serangga Penular Penyakit) telah ditemukan di Indonesia ada 46 spesies nyamuk *Anopheles* yang tersebar di seluruh Indonesia. Dari spesies-spesies nyamuk tersebut ternyata ada 20 spesies yang dapat menularkan penyakit malaria. Dengan kata lain, di Indonesia ada 20 spesies nyamuk *Anopheles* yang berperan sebagai vektor penyakit malaria (Hiswani, 2004).

Penyebab penyakit malaria adalah genus *plasmodia* famili *plasmodiidae* dan ordo *coccidiidae*. Sampai saat ini di Indonesia dikenal 4 macam parasit malaria, yaitu sebagai berikut (Hiswani, 2004).

1. *Plasmodium falciparum* penyebab malaria tropika yang sering menyebabkan malaria yang berat.
2. *Plasmodium vivax* penyebab malaria tertina.

3. *Plasmodium malariae* penyebab malaria quartana.
4. *Plasmodium ovale* jenis ini jarang sekali dijumpai di Indonesia, karena umumnya banyak kasusnya terjadi di Afrika dan Pasifik Barat.

Pada penderita penyakit malaria, penderita dapat dihindari oleh lebih dari satu jenis *plasmodium*. Infeksi demikian disebut infeksi campuran (*mixed infection*). Dari kejadian infeksi campuran ini biasanya paling banyak dua jenis parasit, yakni campuran antara *Plasmodium falciparum* dengan *Plasmodium vivax* atau *Plasmodium malariae*. Kadang-kadang dijumpai tiga jenis parasit sekaligus meskipun hal ini jarang terjadi. Infeksi campuran ini biasanya terjadi di daerah yang tinggi angka penularannya (Hiswani, 2004).

9.3.2 Demam Berdarah Dengue (DBD)

Demam berdarah dengue (DBD) adalah penyakit yang disebabkan oleh virus dengue. Penyakit ini dapat menyebabkan kematian karena perdarahan dan juga gangguan hemodinamika. Penyakit ini ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* dengan cara mentransmisikan virus dengue dari penderita kepada orang sehat (Astuti, dkk., 2016).

Aedes aegypti merupakan nyamuk yang dapat berperan sebagai vektor berbagai macam penyakit diantaranya Demam Berdarah Dengue (DBD). Walaupun beberapa spesies dari *Aedes sp.* dapat pula berperan sebagai vektor tetapi *Aedes aegypti* tetap merupakan vektor utama dalam penyebaran penyakit Demam Berdarah Dengue (Palgunadi dan Rahayu)

9.3.3 Filariasis (Penyakit Kaki Gajah)

Filariasis atau penyakit kaki gajah disebabkan oleh tiga spesies cacing Filaria, yaitu *Wucheria bancrofti*, *Brugia malayi*, dan *Brugia timori*, yang ditularkan dengan perantara nyamuk sebagai vektornya. Berbeda dengan penyakit DBD atau Malaria yang hanya ditularkan oleh satu jenis nyamuk tertentu, penyakit kaki gajah

dapat ditularkan oleh semua jenis nyamuk, baik genus *Anopheles*, *Culex*, *Aedes*, dan *Armigeres* (Kemenkes RI, 2018).

Penyakit kaki gajah ditularkan saat seekor nyamuk menghisap darah seseorang yang mengandung anak cacing *Filaria* yang disebut mikrofilaria, menjadi parasit di dalam tubuh nyamuk selama lebih kurang dua minggu dan berubah menjadi larva L3. Saat nyamuk tersebut menggigit dan menghisap darah orang lain, larva L3 tersebut masuk ke dalam tubuh orang tersebut, tumbuh dan berkembang selama berbulan-bulan menjadi cacing *Filaria* dewasa di dalam pembuluh dan kelenjar getah bening (kelenja limfa) manusia. Berbulan-bulan kemudian, cacing filaria dewasa mampu menghasilkan cacing-cacing kecil mikrofilaria yang beredar aktif di peredaran darah tepi pada waktu malam hari, namun saat siang hari mikrofilaria berada di kapiler darah organ dalam (Kemenkes RI, 2018).

Seseorang yang menderita penyakit kaki gajah (*Filariasis*) akan berdampak pada psikologis penderita dan keluarganya, misalnya disembunyikan oleh keluarga atau sengaja menyembunyikan diri. Penderita tidak dapat bekerja secara optimal, hidupnya bergantung kepada orang lain sehingga menjadi beban keluarga, masyarakat dan negara (Kemenkes RI, 2018).

Beberapa penatalaksanaan kasus filariasis mandiri antara lain, mencuci bagian tubuh yang bengkak dengan air bersih dan sabun, memberi salep antibiotik/antijamur sesuai indikasi, meninggikan bagian yang mengalami pembengkakan, menggerakkan bagian yang bengkak agar peredaran darah tetap lancar, dan memakai alas kaki atau pakaian yang *adjustable* (tidak ketat) (Kemenkes RI, 2018).

9.3.4 Penyakit Pes

Penyakit pes merupakan salah satu penyakit zoonosis, yaitu penyakit yang menyerang hewan rodensia tetapi dapat menular ke manusia melalui gigitan pinjal. Masyarakat awam kurang menyadari

bahwa penyakit ini ada kemungkinan bisa diderita oleh manusia modern pada masa sekarang. Anggapan semacam ini perlu diperbaharui, karena sejarah telah membuktikan bahwa penyakit ini pernah menjadi wabah di berbagai belahan dunia serta telah menelan banyak korban yang meninggal akibat penyakit ini, dengan jumlah korban yang mencapai ribuan di setiap kasus wabah (Sukendra, 2015).

Penyakit pes disebabkan oleh enterobakteria yang bernama *Yersinia pestis*, dan nama ini diambil dari nama seorang ahli bakteri berkebangsaan Prancis yaitu AJE Yersin. Bakteri ini disebarkan oleh sejenis hewan pengerat dan dalam banyak permukiman di berbagai negara di seluruh dunia. Tikus merupakan jenis hewan pengerat yang cukup akrab ditemui sebagai penyebab penyakit pes (Sukendra, 2015).

Tikus terinfeksi *Y. pestis* melalui gigitan pinjal. *Y. pestis* menggunakan tubuh pinjal sebagai hospes. Penyakit pes termasuk penyakit *re-emerging diseases*, yaitu penyakit yang dapat sewaktu-waktu muncul kembali sehingga berpotensi untuk menimbulkan Kejadian Luar Biasa (KLB) (Sukendra, 2015).

Yersinia pestis ditransmisikan melalui pinjal yang terinfeksi, manusia yang terinfeksi mampu menularkan pes secara langsung ke manusia yang lain. Penggunaan antibiotika untuk menangani *Y. pestis* masih dapat dilakukan. *Y. Pestis* masih suseptibel terhadap antibiotika, walaupun masih diperlukan monitoring untuk mengetahui tingkat resistensi terhadap antibiotika. Oleh karena itu penyakit pes dapat kendalikan dengan melakukan pengendalian pada vektornya yaitu *X. Cheopis* (Sukendra, 2015).

9.3.5 Penyakit Anthrax

Penyakit Anthrax disebut juga Radang Limpa adalah penyakit yang disebabkan oleh kuman *Bacillus anthracis* dapat menyerang semua hewan berdarah panas termasuk unggas dan manusia (bersifat zoonosis). Satwa liar yang pernah terserang penyakit ini

antara lain red deer *Cervus elaphus*, wapiti (*Cervus elaphus spp*), moose (*Alces alces*) dan fallow deer (*Dama dama*). Anthrax telah dikenal sejak zaman Nabi Musa. Penyakit ini menyerang keledai, kuda, unta, sapi dan domba. Pada tahun 1613 di Eropa 60.000 orang meninggal diduga akibat Anthrax dan tahun 1923 di Afrika Selatan dilaporkan kematian 30.000-60.000 ekor hewan (Kementerian Pertanian RI, 2016).

Kuman Anthrax apabila jatuh ke tanah atau mengalami kekeringan ataupun dalam lingkungan yang kurang baik lainnya akan berubah menjadi bentuk spora. Spora Anthrax ini tahan hidup sampai 40 tahun lebih, dapat menjadi sumber penularan penyakit baik kepada manusia maupun hewan ternak. Oleh karena itu penyakit Anthrax dapat disebut “penyakit tanah” dan berpotensi menimbulkan kejadian luar biasa/wabah, meskipun kejadian biasanya terlokalisir di sekitar wilayah tersebut saja. Kewaspadaan terhadap penyakit Anthrax hendaknya lebih ditingkatkan pada Daerah Bebas Anthrax yang memiliki perbatasan darat dengan daerah tertular, baik perbatasan kabupaten/kota maupun provinsi. Apabila telah diketahui sumber infeksi, segera musnahkan sumber infeksi tersebut dan putus seluruh rantai penularan diikuti dengan pencegahan penyakit dan pengobatan hewan yang berisiko tinggi. Jika tidak dilaksanakan pengawasan lalu lintas ternak, pemberantasan dan pengendalian penyakit serta pemberantasan vektor lalat penghisap darah secara ketat maka kerugian ekonomi yang ditimbulkan penyakit sangat besar (Kementerian Pertanian RI, 2016).

Saat ini yang merupakan daerah endemis Anthrax di Indonesia adalah 14 provinsi (37 kabupaten/kota) yaitu Sumatera Barat (kasus terakhir tahun 1986 di Desa Sagulube, Kecamatan Siberut Selatan, Kabupaten Mentawai), Jambi (kasus terakhir tahun 1989), Jawa Barat, Jawa Tengah, DKI Jakarta, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Tengah, Nusa Tenggara Barat, Nusa

Tenggara Timur, Di Yogyakarta (2003), Jawa Timur (2014), Sulawesi Barat (2016) dan Gorontalo (2016) (Kementerian Pertanian RI, 2016).

Bakteri *Bacillus anthracis* bersifat Gram positif, aerob dan membentuk spora terletak di sentral sel bila cukup oksigen. Dalam jaringan tubuh penderita ataupun bangkai yang tidak dibuka, bakteri selalu berselubung dan tidak pernah berspora karena tidak cukup oksigen. Penyakit berlangsung per akut (kematian mendadak) dan akut, menyerang berbagai jenis hewan pemamah biak, hewan liar maupun manusia tetapi hewan-hewan berdarah dingin samasekali tidak terinfeksi. Penularan penyakit dapat diawali dari tanah yang berspora Anthrax, kemudian melalui luka kulit atau terhirup pernapasan ataupun bersama pakan/minum masuk pencernaan tubuh hewan dengan masa tunas berkisar 1 - 3 hari dan kadang-kadang 20 hari. Anthrax tidak lazim ditularkan dari hewan satu ke lainnya dengan kontak langsung, tetapi vektor lalat penghisap darah dapat berperan (misalnya *Tabanus sp.*). acapkali terinfeksi dari hewan melalui permukaan kulit yang terluka terutama pada orang-orang yang banyak berhubungan dengan hewan, atau terjadi melalui pernapasan pada pekerja penyortir bulu domba. Infeksi melalui saluran pencernaan dapat terjadi pada orang yang makan daging asal hewan penderita Anthrax (Kementerian Pertanian RI, 2016).

9.3.6 Penyakit Akibat Vektor *Musca domestica* (Lalat Rumah)

Musca domestica atau lalat rumah atau sering disebut *housefly* merupakan salah satu spesies serangga yang banyak terdapat di seluruh dunia. Sebagian besar (95%) dari berbagai jenis lalat yang dijumpai di sekitar rumah dan kandang, adalah lalat jenis ini. Di bidang kesehatan, *M. domestica* dianggap sebagai serangga pengganggu karena merupakan vektor mekanis beberapa penyakit dan penyebab myiasis pada manusia dan hewan. Lalat ini juga

mengganggu dari segi kebersihan dan ketenangan (Hastutiek dan Fitri, 2007).

M. domestica umumnya berkembang dalam jumlah besar pada tempat-tempat kotor dan sekitar kandang. Hal ini merupakan permasalahan serius yang memerlukan pengendalian. Pengendalian *M. domestica* sangat penting bagi kesehatan baik untuk manusia maupun ternak (Hastutiek dan Fitri, 2007).

Organisme yang disebarkan *M. domestica* kurang lebih ada 100 jenis yang bersifat patogen terhadap manusia dan hewan. Lalat ini membawa agen penyakit yang diperoleh dari sampah, limbah buangan rumah tangga dan sumber kotoran lainnya. Agen penyakit ditularkan dari mulut melalui *vomit drops*, feses dan bagian tubuh lainnya yang terkontaminasi dan dipindahkan pada makanan manusia atau oakan hewan/ternak (Hastutiek dan Fitri, 2007).

Penelitian terakhir membuktikan infeksi *Helicobacter pylori*, *Escherichia coli*, *Cryptosporidium parvum* dan H5N1 dapat ditularkan oleh *M. domestica*. *M. domestica* bertindak sebagai vektor penyakit, artinya lalat ini bersifat pembawa/memindahkan penyakit dari satu tempat ke tempat lain (Hastutiek dan Fitri, 2007).

Tabel 9.1 Beberapa Agen Penyakit yang Dapat Dipindahkan oleh *M. domestica* (Hastutiek dan Fitri, 2007)

Agen Penyakit	
Protozoa	<i>Entamoeba histolytica</i> , <i>Toxoplasma gondii</i> , <i>Sarcocystis</i> sp., <i>Trichomonas</i> sp., <i>Eimeria tenella</i> , dan <i>Isospora</i> sp.
Cacing	<i>Enterobius vermicularis</i> , <i>Ascaris lumbricoides</i> , <i>Ancylostoma</i> , <i>Necator</i> , <i>Taenia</i> , <i>Dipylidium caninum</i> , <i>Trichuris trichiura</i> , <i>Habronema muscae</i> , <i>Toxocara canis</i> , dan <i>Strongyloides stercoralis</i> .
Bakteri	<i>Acinetobacter</i> sp., <i>Citrobacter freundii</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>Enterobacter agglomerans</i> , <i>Hafnia alvei</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Morganella morganii</i> , <i>Proteus vulgaris</i> , <i>Pseudomonas</i> sp., <i>Salmonella</i> sp., <i>Listeria</i> sp., <i>Shigella</i> sp., <i>Vibrio cholerae</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , dan <i>M. leprae</i> .
Virus	Virus penyebab <i>poliomietis</i> , <i>hepatitis</i> , <i>trakhoma</i> , <i>coxsackie</i> , infeksi ECHO virus dan Aujeszky's disease (pseudorabies).

9.4 Pemberantasan Terpadu Vektor

9.4.1 Pengendalian Vector DBD

Pengendalian Vektor adalah upaya menurunkan faktor risiko penularan oleh vektor dengan meminimalkan habitat perkembangbiakan vektor, menurunkan kepadatan dan umur vektor, mengurangi kontak antara vektor dengan manusia serta memutus rantai penularan penyakit

Metode pengendalian vektor nyamuk bersifat spesifik lokal, dengan mempertimbangkan faktor-faktor lingkungan fisik (cuaca/iklim, permukiman, habitat perkembangbiakan); lingkungan sosial-budaya (Pengetahuan Sikap dan Perilaku) dan aspek vektor.

Pada dasarnya metode pengendalian vektor nyamuk yang paling efektif adalah dengan melibatkan peran serta masyarakat (PSM). Sehingga berbagai metode pengendalian vektor cara lain merupakan upaya pelengkap untuk secara cepat memutus rantai penularan.

Berbagai metode Pengendalian Vektor (PV) DBD, yaitu:

1. Kimiawi

Pengendalian vektor cara kimiawi dengan menggunakan insektisida merupakan salah satu metode pengendalian yang lebih populer di masyarakat dibanding dengan cara pengendalian lain. Sasaran insektisida adalah stadium dewasa dan pra-dewasa. Karena insektisida adalah racun, maka penggunaannya harus mempertimbangkan dampak terhadap lingkungan dan organisme bukan sasaran termasuk mamalia. Disamping itu penentuan jenis insektisida, dosis, dan metode aplikasi merupakan syarat yang penting untuk dipahami dalam kebijakan pengendalian vektor. Aplikasi insektisida yang berulang di satuan ekosistem akan menimbulkan terjadinya resistensi serangga sasaran.

2. Biologi

Pengendalian vektor biologi menggunakan agent biologi seperti predator/pemangsa, parasit, bakteri, sebagai musuh alami stadium pra dewasa vektor DBD. Jenis predator yang digunakan adalah Ikan pemakan jentik (cupang, tampalo, gabus, guppy, dll), sedangkan larva Capung,

3. Manajemen lingkungan

Lingkungan fisik seperti tipe pemukiman, sarana-prasarana penyediaan air, vegetasi dan musim sangat berpengaruh terhadap tersedianya habitat perkembangbiakan dan pertumbuhan vektor DBD. Nyamuk *Aedes aegypti* sebagai nyamuk pemukiman mempunyai habitat utama di kontainer buatan yang berada di daerah pemukiman. Manajemen lingkungan adalah upaya pengelolaan lingkungan sehingga tidak kondusif sebagai habitat perkembangbiakan atau dikenal sebagai source reduction seperti 3M plus (menguras, menutup dan memanfaatkan barang bekas, dan plus: menyemprot, memelihara ikan predator, menabur larvasida dll); dan menghambat pertumbuhan vektor (menjaga kebersihan lingkungan rumah, mengurangi tempat-tempat yang gelap dan lembab di lingkungan rumah dll)

4. Pemberantasan Sarang Nyamuk / PSN-DBD

Pengendalian Vektor DBD yang paling efisien dan efektif adalah dengan memutus rantai penularan melalui pemberantasan jentik. Pelaksanaannya di masyarakat dilakukan melalui upaya Pemberantasan Sarang Nyamuk Demam Berdarah Dengue (PSN-DBD) dalam bentuk kegiatan 3 M plus. Untuk mendapatkan hasil yang diharapkan, kegiatan 3 M Plus ini harus dilakukan secara luas/serempak dan terus menerus/berkesinambungan.

PSN DBD dilakukan dengan cara '**3M-Plus**', **3M** yang dimaksud yaitu:

- Menguras dan menyikat tempat-tempat penampungan air, seperti bak mandi/wc, drum, dan lain-lain seminggu sekali (M1)
- Menutup rapat-rapat tempat penampungan air, seperti gentong air/tempayan, dan lain-lain (M2)
- Memanfaatkan atau mendaur ulang barang-barang bekas yang dapat menampung air hujan (M3). Selain itu ditambah (plus) dengan cara lainnya, seperti:
- Mengganti air vas bunga, tempat minum burung atau tempat-tempat lainnya yang sejenis seminggu sekali.
- Memperbaiki saluran dan talang air yang tidak lancar/rusak
- Menutup lubang-lubang pada potongan bambu/pohon, dan lain-lain (dengan tanah, dan lain-lain)
- Menaburkan bubuk larvasida, misalnya di tempat-tempat yang sulit dikuras atau di daerah yang sulit air
- Memelihara ikan pemakan jentik di kolam/bak-bak penampungan air
 - Memasang kawat kasa
 - Menghindari kebiasaan menggantung pakaian dalam kamar
 - Mengupayakan pencahayaan dan ventilasi ruang yang memadai
 - Menggunakan kelambu
 - Memakai obat yang dapat mencegah gigitan nyamuk

5. Pengendalian Vektor Terpadu (*Integrated Vektor Management*)

IVM merupakan konsep pengendalian vektor yang diusulkan oleh WHO untuk mengefektifkan berbagai kegiatan pemberantasan vektor oleh berbagai institusi. IVM dalam pengendalian vektor DBD saat ini lebih difokuskan pada peningkatan peran serta sektor lain melalui kegiatan Pokjanal DBD, Kegiatan PSN anak sekolah, dll.

9.4.2 Pengendalian Vector Malaria

Pengendalian vektor Malaria dapat dilakukan dengan cara pengendalian fisik, biologi, maupun kimia. Pada pengendalian vektor Malaria tindakan yang harus diambil adalah menurunkan jumlah populasi nyamuk penyebab Malaria. Untuk dapat melakukan langkah- langkah kegiatan pengendalian nyamuk Anopheles berikut beberapa langkah yang harus dilakukan (Purnama, 2015),

1. Pengenalan wilayah (Geographical Reconnaissance)

Kegiatan ini meliputi pemetaan langsung penduduk dan survei tambahan untuk menentukan situasi tempat tinggal penduduk dari suatu daerah yg dicakup oleh program pengendalian malaria. Hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan situasi tempat tinggal adalah sebagai berikut Letak bangunan dan akses menuju tempat tersebut.

- Jarak satu tempat dengan tempat lainnya.
- Memperhatikan sifat topografi (daerah datar, daerah bergunung, sumber air seperti sungai, danau, rawa- rawa, lagun, dan sumur, tempat perindukan vektor)

2. Pemetaan tempat perindukan

Hal yang harus diperhatikan dalam kegiatan ini adalah sifat dan perilaku vektor Malaria yang menyukai tempat peristirahatan yang dingin, gelap, dan basah, setelah menggigit penjamu. Dengan begitu pada tahapan kegiatan ini, pengendali vektor akan mampu menyasar tempat- tempat tempat perindukan vektor Malaria di setiap wilayah desa / dusun. Berikut lokasi- lokasi yang menjadi tempat sasaran dalam mengendalikan vektor Malaria.

- Letak tempat perindukan yg positif jentik & yang potensial.
- Jumlah tempat perindukan.
- Tipe tempat perindukan.
- Luas tempat perindukan

Aplikasi /penerapan metoda intervensi : (Kusnoputranto H., Susanna D., 2002)

9.4.3 Pengendalian Kecoa

Cara pengendalian kecoa menurut Depkes RI (2002), ditujukan terhadap kapsul telur dan kecoa :

1. Pembersihan kapsul telur yang dilakukan dengan cara:

Mekanis yaitu mengambil kapsul telur yang terdapat pada celah-celah dinding, celah-celah almari, celah-celah peralatan, dan dimusnahkan dengan membakar/dihancurkan.

2. Pemberantasan kecoa

Pemberantasan kecoa dapat dilakukan Secara fisik dan kimia. Secara fisik atau mekanis dengan:

- a. Membunuh langsung kecoa dengan alat pemukul atau tangan.
- b. Menyiram tempat perindukkan dengan air panas.

Secara Kimiawi:

- a. Menggunakan bahan kimia (insektisida) dengan formulasi spray (pengasapan), dust (bubuk), aerosol (semprotan) atau bait (umpan).

3. Sanitasi

Cara ini termasuk memusnahkan makanan dan tempat tinggal kecoa antara lain, membersihkan remah-remah atau sisa-sisa makanan di lantai atau rak, segera mencuci peralatan makan setelah dipakai, membersihkan secara rutin tempat-tempat yang menjadi persembunyian kecoa seperti tempat sampah, di bawah kulkas, kompor, furniture, dan tempat tersembunyi lainnya. Jalan masuk dan tempat hidup kecoa harus ditutup, dengan cara memperbaiki pipa yang bocor, membersihkan saluran air (drainase), bak cuci piring dan washtafel. Pemusnahan tempat hidup kecoa dapat dilakukan juga dengan membersihkan lemari pakaian atau tempat penyimpanan kain, tidak menggantung atau segera mencuci pakaian kotor dan kain lap kotor.

4. Trapping

Perangkap kecoa yang sudah dijual secara komersil dapat membantu untuk menangkap kecoa dan dapat digunakan untuk alat

monitoring. Penempatan perangkapkecoa yang efektif adalah pada sudut-sudut ruangan, di bawah *washtafel* dan bak cuci piring, di dalam lemari, di dalam *basement* dan pada lantai di bawah pipa saluran air.

5. Pengendalian dengan insektisida

Insektisida yang banyak digunakan untuk pengendalian kecoa antara lain : Clordane, Dieldrin, Heptachlor, Lindane, golongan organophosphate majemuk, Diazinon, Dichlorvos, Malathion dan Runnel. Penggunaan bahan kimia (insektisida) ini dilakukan apabila cara di atas telah dipraktekkan namun tidak berhasil. Disamping itu bisa juga diindikasikan bahwa pemakaian insektisida dapat dilakukan jika ketiga cara tersebut di atas (pencegahan, sanitasi, *trapping*) dilakukan dengan cara yang salah atau tidak pernah melakukan sama sekali. Celah-celah atau lobang-lobang dinding, lantai dan lain-lain merupakan tempat persembunyian yang baik. Lobang-lobang yang demikian hendaknya ditutup/ditiadakan atau diberi insektisida seperti *Natrium Fluoride* (beracun bagi manusia), serbuk *Pyrethrum* dan *Rotenone*, *Chlordane* 2,5 %, efeknya baik dan tahan lama sehingga kecoa akan keluar dari tempat-tempat persembunyiannya. Tempat-tempat tersebut kemudian diberi serbuk insektisida dan apabila infestasinya sudah sangat banyak maka pemberantasan yang paling efektif adalah dengan fumigasi.

9.4.4 Penendalian Lalat

Cara yang digunakan untuk membunuh lalat secara langsung adalah cara fisik, cara kimiawi dan cara biologi.

1. Cara fisik

Cara pemberantasan secara fisik adalah cara yang mudah dan aman, tetapi kurang efektif apabila diaplikasikan pada tempat yang kepadatan lalatnya tinggi. Cara ini hanya cocok untuk digunakan pada skala kecil seperti dirumah sakit, kantor, hotel,

supermarket dan pertokoan lainnya yang menjual daging, sayuran, serta buah-buahan .

a. Perangkap Lalat (Fly Trap)

Lalat dalam jumlah yang besar/padat dapat ditangkap dengan alat ini. Tempat yang menarik lalat untuk berkembang biak dan mencari makan adalah kontainer yang gelap. Bila lalat mencoba makan terbang maka mereka akan tertangkap dalam perangkap yang diletakkan dimulut kontainer yang terbuka itu. Cara ini hanya cocok digunakan di luar rumah. Sebuah model perangkap akan terdiri dari kontainer plastik atau kaleng untuk umpan, tutup kayu atau plastik dengan celah kecil, dan sangkar diatas penutup. Celah selebar 0,5cm antara sangkar dan penutup tersebut untuk memberi kelonggaran kepada lalat untuk bergerak pelan menuju penutup. Kontainer harus terisi sebagian dengan umpan, yang akan luntur tekstur serta kelembabannya. Tak ada air tergenang dibagian bawahnya. Dekomposisi sampah basah dari dapur merupakan umpan yang paling cocok, contohnya seperti sayuran hijau, sereal, dan buah-buahan. Setelah tujuh hari, umpan akan berisi larva dalam jumlah yang besar dan perlu dirusak serta diganti. Lalat yang masuk ke dalam sangkar akan segera mati dan umumnya terus menumpuk sampai mencapai puncak serta tangki harus segera dikosongkan. Perangkap harus ditempatkan di udara terbuka dibawah sinar cerah matahari dan jauh dari keteduhan pepohonan.

b. Umpan kertas lengket berbentuk pita/lembaran (Sticky Tapes)

Alat ini sudah tersedia di pasaran, dimana sistem pemakainnya adalah digantung diatas atap dan akan menarik lalat karena kandungan gulanya. Lalat hinggap pada alat ini akan terperangkap oleh lem. Alat ini dapat berfungsi beberapa minggu bila tidak tertutup sepenuhnya oleh debu atau lalat yang terperangkap.

- c. Perangkap dan pembunuh elektronik (light trap with electrocutor)

Lalat yang tertarik pada cahaya akan terbunuh setelah kontak dengan jeruji yang bermuatan listrik yang menutupi. Sinarbias dan ultraviolet menarik lalat hijau (blow flies) tetapi tidak terlalu efektif untuk lalat rumah metode ini harus diuji dibawah kondisi setempat sebelum investasi selanjutnya dibuat. Alat ini kadang digunakan didapur rumah sakit dan restoran.

- d. Pemasangan kasa kawat/plastik pada pintu dan jendela serta lubang angin/ ventilasi.
- e. Membuat pintu dua lapis, daun pintu pertama kearah luar dan lapisan kedua merupakan pintu kasa yang dapat membuka dan menutup sendiri.

2. Cara kimia

Pemberantasan lalat dengan insektisida harus dilakukan hanya untuk periode yang singkat apabila sangat diperlukan karena akan menyebabkan resisten yang cepat. Aplikasi yang efektif dari insektisida dapat secara sementara memberantas lalat dengan cepat, yang aman yang diperlukan pada KLB kolera , desentri atau trachoma. Penggunaan pestisida ini dapat dilakukan melalui cara umpan (baits), penyemprotan dengan efek residu (residual spraying) dan pengasapan (space spaying).

- a. Cara Umpan (Bait)
- b. Penyemprotan dengan Efek Residu (Indoor Residual Spraying)
- c. Penyemprotan Dengan Pengasapan (Indoor & Outdoor Space Spraying)

3. Cara Biologi

Dengan memanfaatkan sejenis semut kecil berwarna hitam (Pheidoloqelon affinis) untuk mengurangi populasi lalat rumah ditempat-tempat sampah (Filipina)

9.4.5 Pengendalian Tikus

A. Treatment Tikus (*Rodent Control*)

Pengendalian tikus menggunakan *Rat Baiting*. Penggunaan trap untuk jangka panjang menimbulkan tikus jera umpan dan neophobia terhadap trap. Penggunaan trap hanya untuk tempat-tempat yang sangat khusus dengan populasi tikus yang rendah. Penempatan Rodent Bait dilaksanakan pada area tertentu yang akan menarik tikus dari dalam sarang ke luar, atau ketempat yang tidak sensitive, seperti area parkir/garden, setelah itu baru difokuskan untuk tikus yang aktifitasnya dengan radius pendek yakni tikus nyingnying (*mice/Mus musculus*), umpan ditempatkan di dalam. Keraguan akan adanya resiko bau bangkai dapat diatasi dengan konfigurasi penempatan umpan untuk setiap kategori jenis tikus, jadi dengan penempatan umpan pada suatu lokasi dapat dideteksi sampai sejauh mana lokasi tempat tikus tersebut mati, ditambah tenaga serviceman cukup berpengalaman mengatasi masalah tikus di puluhan Rumah (*housing*), Mall, industri (*pergudangan*), Rumah Sakit, Hotel / Apartemen.

B. Pengendalian Kimiawi

Pengendalian tikus secara kimiawi dilakukan dengan menggunakan bahan kimia yang dapat membunuh tikus atau dapat mengganggu aktivitas tikus. Secara umum pengendalian secara kimiawi dapat dibedakan menjadi empat jenis, yaitu umpan beracun, bahan fumigasi, bahan kimia *repellent*, bahan kimia antifertilitas.

1. Rodentisida

Rodentisida atau umpan racun merupakan teknologi pengendalian yang paling banyak digunakan oleh para petani. Rodentisida yang dipasarkan pada umumnya dalam bentuk siap pakai atau dicampur sendiri dengan bahan umpan. Rodentisida digolongkan menjadi racun akut dan antikoagulan. Racun akut dapat membunuh tikus langsung setelah memakan umpan. Sedangkan rodentisida antikoagulan akan menyebabkan tikus mati

setelah lima hari memakan umpan. Namun, jenis rodentisida antikoagulan mempunyai efek sekunder negatif terhadap predator tikus. Penggunaan rodentisida dalam pengendalian tikus sebaiknya merupakan alternatif terakhir karena sifatnya dalam mencemari lingkungan.

2. Fumigasi

Asap belerang dan karbit merupakan bahan fumigant yang paling sering digunakan oleh petani. Penggunaan emposan asap belerang merupakan cara pengendalian tikus yang efektif, mudah dilakukan, dan biayanya murah. Teknik menggunakan asap belerang merupakan teknik untuk membunuh tikus di dalam sarang. Sebaiknya teknik fumigasi dengan emposan asap belerang dilakukan pada saat tikus sedang beranak di dalam sarang agar dapat membunuh anak tikus dan induknya di dalam sarang (Sudarmaji, 2004). Cara fumigasi lainnya yang dapat dilakukan adalah “tiram, yaitu suatu cara fumigasi menggunakan teknik asap kembang api dengan bahan aktif belerang. Tiram dimasukkan ke dalam sarang tikus dan dinyalakan sumbunya, maka asap belerang akan keluar dan membunuh tikus.

3. *Repellent*

Repellent merupakan bahan untuk membuat tikus tidak nyaman berada di daerah yang dikendalikan. Beberapa bahan alami nabati seperti akar wangi diduga mempunyai efek *repellent* terhadap tikus, namun masih perlu dilakukan penelitian yang lebih intensif

4. Antifertilitas

Beberapa jenis bahan kimia yang digunakan untuk pemandulan manusia juga dapat digunakan untuk memandulkan tikus. Kesulitan dalam penggunaan bahan antifertilitas di lapangan pada umumnya menyangkut dosis umpan yang dikonsumsi oleh tikus. Ekstrak minyak biji jarak (*Richinus communis*) telah diteliti dapat digunakan sebagai rodentisida dan antifertilitas nabati pada

dosis sublethal. Perlakuan dosis sublethal secara oral dapat menurunkan produksi sperma tikus jantan hingga 90% dan kemandulan pada tikus betina.

RANGKUMAN

1. Vektor adalah salah satu mata rantai dari rantai penularan penyakit, yaitu arthropoda atau invertebrata lain yang memindahkan *infectious agents* baik secara mekanis maupun secara biologis kepada pejamu (*host*) Tujuan pengukuran kualitas lingkungan tempat pembuangan akhir sampah yaitu untuk mengukur efisiensi dan efektivitas pengelolaan lingkungan serta dampak yang akan ditimbulkan.
2. Ekologi dan bionomic rodentia beragam sesuai dengan habitatnya masing-masing.
3. Sedangkan, penyakit yang dapat disebabkan ataupun tertular melalui vector antara lain : Malaria, demam berdarah dengue, pes, antrax dan penyakit yang ditularkan oleh lalat rumah.
4. Pengendalian vector dapat dilakukan dengan tiga cara pada umumnya yaitu dengan cara kimia, biologi dan fisika.

SOAL LATIHAN

1. Jelaskan pengertian survey vektor!
2. Jelaskan manfaat dan tujuan survey vektor!

DAFTAR PUSTAKA

- ACGIH. 2019. About ACGIH. (Online), (<https://www.acgih.org/search?query=history>), diakses 5 Februari 2019.
- Admin. 2017. Mengenal *Sanitary Landfill, Sistem Pengelolaan Sampah Yang Banyak Digunakan Di Indonesia*, (Online), (<http://www.lingkungan.lovelybogor.com/Mengenal-Sanitary-Landfill-Sistem-Pengelolaan-Sampah-Yang-Banyak-Digunakan-Di-Indonesia/>), Diakses 26 Maret 2019.
- Amaliah. 2016. *Pencemaran Air*. (Online), (http://dinus.ac.id/repository/docs/ajar/PL_07_-_Pencemaran_Air_2016.pdf), diakses 10 Februari 2019.
- Andrews WA. (1972). *A Guide to the Study of Environmental Pollution*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Asfawi, Supriyono. 2015. *Vektor Penyakit dan Binatang Pegganggu*. (Online). (http://dinus.ac.id/repository/docs/ajar/TM_9_VEKTOR_PENYAKIT.pptx), diakses 01 April 2019.
- Astari, Asanti. 2011. *Hari Backpacking Mengintip Fjord, Viking, dan Salmon*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Astuti, dkk. 2016. Sebaran Vektor Penyakit Demam Berdarah (*Aedes aegypti*) di Kampus Universitas Islam Bandung. *Global Medical and Health Communication*, 4(2): 82–86.
- Badrus Zaman, Syafrudin. 2012. *Buku Ajar Pengelolaan Kualitas Lingkungan*. Semarang: Undip.
- Budiman, Chandra. 1995. *Pengantar Statistik Kesehatan*. Jakarta: EGC.
- Budiyono, Afif. 2001. Pencemaran Udara: Dampak Pencemaran Udara Pada Lingkungan. *Berita Dirgantara*. Vol. (2): 21-27.

- Bungin, Burhan. 2005. *Metodologi Penelitian Kuantitatif*. Jakarta: Prenadamedia Group.
- Cahyono, Tri. 2018. *Statistika Terapan & Indikator Kesehatan*. Yogyakarta: Penerbit Deepublish.
- CDC. 2018. About NIOSH. (Online), (<https://www.cdc.gov/niosh/about/default.html>), diakses 5 Februari 2019.
- Chandra. 2016. *SOP Pengambilan Sampel Makanan dan Minuman*. (Online), (<https://www.scribd.com/document/334110194/SOP-Pengambilan-Sampel-Makanan-Dan-Minuman>), diakses tanggal 13 Maret 2019.
- Dahlan, Ahmad. 2015. *Definisi serta Jenis Metode Teknik Sampling*. (online), dari (<https://www.eurekapedidikan.com/2015/09/defenisi-sampling-dan-teknik-sampling.html>) diakses pada 24 Februari 2019.
- Darmono. (2001). *Lingkungan Hidup dan Pencemaran: Hubungannya dengan*.
- Dennis & Wilson. 2003. *Nitrate and Nitrite*. Central Science Laboratory, Sand Hutton, York, UK. (Online), (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B012227055X008300>), diakses 04 Februari 2019.
- Departemen Kesehatan RI. 1989. *Penjamah Makanan dan Minuman*, Ditjen. P2MPLP, Jakarta.
- Departemen Kesehatan RI. 1992 tentang Kesehatan.
- Departemen Kesehatan RI. 2003. *Persyaratan Hygiene Sanitasi Rumah Makan dan Restoran*, DitJen. P2MPLP, Jakarta.
- Departemen Perhubungan Aceh. 2018. *Taukah kamu perbedaan Terminal Tipe A, Tipe B, dan Tipe C?*. (Online), (<https://dishub.acehprov.go.id/informasi/taukah-kamu->

- perbedaan-terminal-tipe-a-tipe-b-dan-tipe-c/) diakses pada 19 Maret 2019.
- Departemen Perhubungan. 1996. Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, "Pedoman Teknis Perencanaan Tempat Perhentian Kendaraan Penumpang Umum" Departemen Perhubungan, Jakarta.
- Departemen Perhubungan. 2017. Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, "Pedoman Teknis Kriteria Penetapan Kelas Terminal Penumpang Tipe A" Departemen Perhubungan, Jakarta.
- Depkes RI. 2004. Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 128/MENKES/SK/II/2004 tentang Kebijakan Dasar Pusat Kesehatan Masyarakat. Jakarta.
- Fergusson, Jack E. 1991. *The Heavy Elements: Chemistry, Environmental Impact and Health Effect*. Pergamon Press: Oxford-NY-Seoul-Tokyo.
- Firmansyah R, Mawardi AH, Riandi MU. 2009. *Mudah dan Aktif Belajar Biologi 1*. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Hanna, 2015. *Alat Ukur Air Berdasarkan 3 Parameter*, (Online), (<https://www.alatukur-air.com/>) diakses pada 20 Februari 2019.
- Hariyanti, Sucipto., dkk. 2008. *Teori dan Praktik Ekologi*. Surabaya: Airlangga University Press
- Hastutiek, Poedji dan Loeki Enggar Fitri. 2007. Potensi *Musca domestica* Linn. sebagai Vektor Beberapa Penyakit. *Jurnal Kedokteran Brawijaya*, 23(3): 125-136.
- Hasyim. 2005. *Studi Populasi Lalat Buah Bactrocera Dorsalis Komplek (Diptera: Tephritidae)*. (Online), <http://repository.unpas.ac.id/29222/5/11.%20BAB%20II%20KAJIAN%20TEORI%20DAN%20KERANGKA%20%20PEMIKIRAN.pdf>. Diakses Tanggal 3 April 2019.

- Hendra. 2014. *Vektor Penyakit*. (Online). (<http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/45132/Chapter%20II.pdf?sequence=4&isAllowed=y>), diakses 01 April 2019.
- Hermawan, Asep Toni. 2016. *SOP Sampel Makanan*. (Online), (<https://www.scribd.com/document/322542578/1-5-Sop-Sampel-Makanan>), diakses tanggal 13 Maret 2019.
- Hifdziyah. Lisanatul. 2016. *Analisis Penurunan Kualitas Lingkungan Sekitar Tempat Pembuangan Akhir Sampah Galuga Kabupaten Bogor Jawa Barat*. Bogor; Institut Pertanian Bogor.
- Hiswani. 2004. *Gambaran Penyakit dan Vektor Malaria di Indonesia*. (Online) (<http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/3760/fkm-hiswani11.pdf;jsessionid=E88A2B2AAE0373695DEF40F5E69745B0?sequence=1>), diakses 2 April 2019.
- Hoedjo. 1987. *Vector Of Malaria dan Filariasis in Indonesia*. (Online), (<http://ejournal.ukrida.ac.id/ojs/index.php/Ked/article/viewFile/879/885>). Diakses Tanggal 3 April 2019.
- Hubeis, Musa. 2008. *Pengetahuan Karakteristik dan Pengukuran Mutu Pangan*,(Online), (<https://pengetahuan-karakteristik-dan-pengukuran-mutu-pangan.com/>) diakses pada 20 Februari 2019.
- Ide, Pangkalan. 2010. *Health Secret Of Papino*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Jae-kwang, sun. 2014. *Jus Detoks*. Korea Selatan: Fiforest Publishing.
- Jannah, Nur. *SOP Pengambilan Sampel Makanan* (Online), (<https://www.scribd.com/document/329034658/02-SOP->

- PENGAMBILAN-SAMPEL-MAKANAN-doc) diakses pada tanggal 13 Maret 2019.
- Joewana, Satya. 2003. *Gangguan Mental dan Perilaku Akibat Penggunaan Zat Psikoaktif: Penyalahgunaan Napza/Narkoba*. Jakarta: EGC.
- Junaedi dan Yulianti. 2006. *Habbatus Sauda' Obat Segala Penyakit*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Kartowagiran, Badrun. 2009. *Penyusunan Instrumen Kinerja SMK-SBI. Makalah disampaikan dalam Workshop Evaluasi Kinerja SMK-SBI, tanggal 14 November 2009, di P4TK Matematika, Yogyakarta.* (Online), (<http://staffnew.uny.ac.id/upload/130693812/penelitian/2-INSTRUMEN+PENGUKURAN+KINERJA+1.pdf>), diakses pada 19 Februari 2019.
- Kelompok Kerja Pendidikan Agama Kristen. 2009. *Allah Penyelamat*. Jakarta: Gunung Mulia.
- Kemendes RI. 2017. *Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan*. (online), (<http://www.kesjaor.kemkes.go.id/documents/STANDAR%20BAKU%20MUTU%20KESEHATAN%20LINGKUNGAN.pdf>) diakses pada 11 Maret 2-19.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2008. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor: 519/Menkes/Sk/Vi/2008 Tentang Pedoman Penyelenggaraan Pasar Sehat.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 2016. *Pedoman Pengendalian dan Pembertansan Penyakit Hewan Menular (PHM)*. (Online) (<http://luk.staff.ugm.ac.id/artikel/kesehatan/KementanAnthrax.pdf>), diakses 2 April 2019.
- Kementrian Kesehatan Republik Indonesia. 2003. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor

- 1098/Menkes/SK/VII/2003 Tentang Kelayakan Hygiene Sanitasi Pada Kantin,
- Kep-51/Menlh/10/1995 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri.
- Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/Menkes/Sk/Xi/2002 Tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri.
- Lestari, Fatma. 2007. *Bahaya Kimia: Sampling dan Pengukuran Kontaminan Kimia di Udara*. Jakarta: EGC.
- Lestari, Fatma. 2009. *Sampling & Pengukuran Kontaminan Kimia di Udara*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Mahmud, Hasan Mahir. 2007. *Terapi Air*. Jakarta: Qultum Media.
- Majawati, Esther Sri. 2001. *Bionomik Anopheles barbirostris Penular Malaria*. Jakarta: Parasitologi FKUI.
- Marsito. 2013. *Inspeksi Sanitasi Tempat-Tempat Umum*. (Online), (http://bapelkescikarang.bppsdmk.kemkes.go.id/single.php?i_dartikel=AR92) diakses pada 18 Maret 2019.
- Masduqi, A dan A. Slamet. 2009. *Satuan Operasi Untuk Pengolahan Air*. Surabaya: Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS.
- Miller, GT, Jr. 1979. *Living in the Environment*. 2nd Edition. Belmont, California: Wadsworth Publishing Company.
- Moriarty, S., Dkk. 2011. *Advertising*. Jakarta: PRENADAMEDIA GROUP.
- Mudjiono, Gatot. 2013. *Konsep, Taktik, Strategi, Penyusunan Program PHT, dan Implementasinya*. Malang: UB Press.
- Mukono. 2011. *Aspek Kesehatan: Pencemaran Udara*. Surabaya: Pusat Penerbitan dan Percetakan Universitas Airlangga.
- Mulyawati dan Harahap. 2007. *Kreasi Minuman Dingin dan Segar*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Muslimah. 2015. *Dampak Pencemaran Tanah Dan Langkah Pencegahan*. Agrisamudra, Vol (2) : hal 12-18.

- Nasution, Rozaini. 2003. *Teknik Sampling*. (Online), (<http://library.usu.ac.id/download/fkm/fkm-rozaini.pdf>), diakses tanggal 13 Maret 2019.
- Nikmah, Miftakhul. 2015. Pemeriksaan Mikrobiologi Sampel Makanan Di RSUD Dr. Soetomo Surabaya. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, (Online), 10 (3): 283-290, (<https://e-journal.unair.ac.id/JKL/article/download/6720/5776>), diakses tanggal 13 Maret 2019.
- Nimpuno, Diah. 2017. *Ayo Membuat Masakan dan Kue dari Bahan Halal*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Nugraheni, Hermien, Tri Wiyatini, dan Irmanita Wiradona. 2018. *Kesehatan Masyarakat dalam Determinan Sosial Budaya*. Yogyakarta: Deepublish.
- Odum, EP. 1971. *Fundamentals of Ecology*. 3rd edition. Tokyo: Toppan Company, Ltd.
- Owen, O.S. 1980. *Natural Resources Conservation*. New York: McMillan Publ., Co.
- Pemerintah RI. 2012. *Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga*. (Online), http://www.menlh.go.id/DATA/PP_NO_81_TAHUN_2012.pdf , diakses pada tanggal 26 Maret 2019.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, Dan Pemandian Umum.
- Permenkes RI Nomor 033 Tahun 2012 tentang Bahan Tambahan Pangan.
- Permenkes RI Nomor 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.
- PP RI No 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

- PPRI No. 41 Th 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara.
- Presiden RI. 1999. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara.
- Presiden RI. 2001. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengendalian Pencemaran Air.
- Purnomo dkk. 2018. *Keanekaragaman Hayati di Gianyar*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Purnomo dkk. 2018. *Keanekaragaman Hayati di Gianyar*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Putra, Ketut Gede Dharma. 2009. *Telaah Kualitas Air*. Denpasar: Udayana University Press.
- Rahayu, Amir. 2018. *Mekanisme dan Dampak Pencemaran Air*. (Online), (<https://www.slideshare.net/ayumihatake3/mekanisme-dan-dampak-pencemaran-air>), diakses 12 Februari 2019.
- Rainda, Nina. 2017. *Analisis Penentuan Lokasi Tempat Pembuangan Akhir (Tpa) Di Kabupaten Temanggung Menggunakan Aplikasi Sistem Informasi Geografis*. Surakarta; Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Riawati, Lely. 2015. *Pencemaran Udara*. (Online), (<http://lelyria.lecture.ub.ac.id/files/2015/09/P3.-Pencemaran-udara.pdf>), diakses 10 Februari 2019.
- Saktiyono. 2004. *IPA Biologi SMP dan MTs Jilid 1*. Penerbit Erlangga.
- Saldana, Miguel A., Shivanand Hegde & Grant L Hughes. 2017. Microbial Control of Arthropod-Borne Disease. *Mem Inst Oswaldo Cruz Journal*, 11 (2) : 81-93.
- Saraswati, Mila dan Ida Widaningsih. 2008. *Be SMART Ilmu Pengetahuan Sosial (Geografi, Sejarah, Sosiologi, Ekonomi)*. Jakarta: Grafindo Media Pratama.

- Sari, Lia permata. 2017. *Apa yang dimaksud dengan teknik sampling dan apa saja metodenya*, (Online), (<https://www.dictio.id/t/apa-yang-dimaksud-dengan-teknik-sampling-dan-apa-saja-metodenya/8881>) diakses pada 20 Februari 2019.
- Sastrahidayat dan Djauhari. 2014. *Studi Introduksi Pisang Cevendish dan Hama Penyakitnya*. Malang: UB Press.
- Setiawan, Budi. 2018. *Sumber Pencemaran Lingkungan*, (online) dari (<http://ilmulingkungan.com/sumber-pencemaran-lingkungan/>) diakses 9 Februari 2019.
- Siahaan, N. H. T. 2004. *Hukum Lingkungan dan Ekologi Pembangunan*. Jakarta: Erlangga.
- Silalahi, Daud. 2001. *Hukum Lingkungan dalam Sistem Penegakan Hukum Lingkungan di Indonesia*. Ed.3. Cet.1. Bandung: Alumni.
- Soemadji, dkk. 2018. *Tetap Sehat saat Berpuasa Ramadhan bagi Diabetisi*. Malang: UB Press.
- Suhardi. 2010. *Serba Tahu Tentang Dunia*. Yogyakarta: Penerbit Pustaka Anggrek.
- Suharsimi Arikunto. 2000. *Manajemen Penelitian*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Sukendra, Dyah Mahendrasari. 2015. Resistensi Pinjal Tikus (*Xenopsylla cheopis*) terhadap Insektisida dalam Penanggulangan Penyakit Pes. *Spirakel*, 7(1): 27–37.
- Sulistiyorini A. 2009. *Biologi 1*. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Sumarna, Umar, dkk. 2018. *Bahaya Kerja Serta Faktor-faktor yang Mempengaruhinya*. Yogyakarta: Deepublish
- Suprihatin, Agung. 1999. *Siklus Air*. Malang: Indah Offset.
- Suroso, T. 2003. *Strategi Baru Penanggulangan DBD di Indonesia*. Jakarta: Depkes RI.

- Suryani, Anih Sri. 2018. Pengaruh Kualitas Lingkungan Terhadap Pemenuhan Kebutuhan Dasar di Provinsi Banten. *Jurnal Masalah-masalah Sosial*, 9 (1) : 35-63.
- Suryani, Anih, Sri. 2018. Pengaruh Kualitas Lingkungan Terhadap Pemenuhan Kebutuhan Dasar di Provinsi Banten. *Jurnal Masalah-masalah Sosial*, 9 (1) : 35-63.
- Syah, A. 1995. *Menulis dan Lingkungan Hidup*. Kendari: Unhalu.
- Tim Guru Indonesia. 2017. *Rangkuman Lengkap Kimia*. Jakarta: Bintang Wahyu.
- Toksikologi Senyawa Logam*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Undang-undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. (Online), ([http://175.184.234.138/p3es/uploads/unduhuan/UU_32_Tahun_2009_\(PPLH\).pdf](http://175.184.234.138/p3es/uploads/unduhuan/UU_32_Tahun_2009_(PPLH).pdf)), diakses 04 Februari 2019.
- Undang-undang Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 1982. (Online), (<https://www.bphn.go.id/data/documents/82uu004.pdf>), diakses pada tanggal 9 Februari 2019.
- US EPA. *About EPA*. (Online), (<https://www.epa.gov/>), diakses 5 Februari 2019.
- Wati, Carina Agoestin Intan. 2013. *Faktor yang Berhubungan dengan Praktik Sanitasi pada Pedagang Makanan di Sekitar Wisata Pantai Logending Kecamatan Ayah Kabupaten Kebumen*. *Unnes Journal of Public Health* 2 (4): 2.
- WHO. 2000. *Bahaya Bahan Kimia Pada Kesehatan Manusia*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Wibowo, Satriyo Aji. 2005. *27 Siasat Jitu Menembus Pasar sekaligus Meraih Posisi Pemimpin Pasar*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Widiyanto, Mikha Agus. 2013. *Statistika Terapan: Konsep & Aplikasi SPSS dalam Penelitian Bidang Pendidikan, Psikologi & Ilmu Sosial Lainnya*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.

Zulhasril. 2001. *Diskusi: Bionomic Anopheles Sundaicus dan Anopheles barbirostris Sebagai Vektor Malaria di Indonesia.* Jakarta: Bagian Parasitologi FKUI.

GLOSARIUM

Acceptable Daily

Intake (ADI) :Jumlah maksimum bahan kimia yang dapat dikonsumsi setiap hari seumur hidup tanpa risiko kesehatan yang berarti, dan didasarkan pada asupan tertinggi yang tidak menimbulkan efek samping yang dapat diamati

ACGIH :*American Conference of Governmental Industrial Hygienists*

Analisis :Penyelidikan terhadap suatu peristiwa (karangan, perbuatan, dan lainnya) untuk mengetahui keadaan yang sebenarnya (sebab musabab, duduk perkara, dan sebagainya). (KBBI)

Baku Mutu

Lingkungan :Ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi atau komponen yang ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam suatu sumber daya tertentu sebagai unsur lingkungan hidup

EPA :*The Environmental Protection Agency*

FDA :*Food and Drug Administration*

Kualitas :Tingkat baik buruknya sesuatu; kadar:

Lingkungan :Kombinasi antara kondisi fisik yang mencakup keadaan sumber daya alam seperti tanah, air, energi surya, mineral, serta flora dan fauna yang tumbuh di atas tanah maupun di dalam lautan, dengan kelembagaan yang meliputi ciptaan manusia seperti keputusan bagaimana menggunakan lingkungan fisik tersebut.

LOAEL	: <i>Lowest Observed Adversed Effect Level</i> // Tingkatan Efek buruk terendah yang teramati)
Nilai Ambang Batas (TLV)	:Batas tertinggi (maksimum) dan terendah (minimum) dari kandungan zat-zat, makhluk hidup atau komponen-komponen lain yang diperbolehkan dalam setiap interaksi yang berkenaan dengan lingkungan, khususnya yang berpotensi mempengaruhi mutu tata lingkungan hidup atau ekologi
NIOSH	: <i>National Institute for Occupational Safety and Health</i>
NOAEL	: <i>No Observed Adversed Effect Level</i> // Efek Buruk yang Tidak Teramati
OSHA Threshold Limit Values (TLV)	: <i>Occupational Safety and Health Administration</i>
TLV-Ceiling	:Nilai ambang batas :Batas paling maksimum. Konsentrasi yang tidak boleh dilanggar
TLV-STEL	: <i>Thershold Limit Value-Short Term Exposure Limit</i> adalah besarnya konsentrasi yang diijinkan dari suatu bahan kimia, memapar pekerja secara terus-menerus dalam waktu singkat (15 menit), tanpa menyebabkan suatu cedera, iritasi yang hebat, efek kronis terhadap jaringan lunak, efek membius
TLV-TWA	: <i>Thershold Limit Value-Time Weighted Average</i> adalah besarnya konsentrasi suatu bahan kimia diudara yang diijinkan memapar manusia secara continue selama 8 jam setiap hari, 40 jam dalam satu minggu, tanpa menyebabkan efek samping yang merugikan pada tubuh

TWI : *Tolerable Weekly Intake* yaitu Asupan mingguan yang dapat ditoleransi

UNCHE : *United Nations Conference on the Human Environment*

UNEP : *United Nations Environment Programme*

WHO : *World Health Organization*, Organisasi Kesehatan Dunia

DASAR-DASAR ANALISIS KUALITAS LINGKUNGAN

Penulis:

Agung Kurniawan

Penulis mengucapkan syukur kepada Allah SWT atas limpahan nikmat sehat-Nya, baik itu berupa kesehatan fisik maupun pikiran, sehingga penulis mampu untuk menyelesaikan pembuatan buku yang kami beri judul “Dasar-dasar Analisis Kualitas Lingkungan”.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi terkait penulisan khususnya kepada:

1. Ibu drg. Rara Warih Gayatri SKG, MPH atas dorongan dorongan semangat dari beliau buku ini dapat kami buat
2. Ibu Septa Katmawanti, SGz M.Kes yang juga telah mendorong kami agar menulis buku ini

Teman teman dosen Kesmas FIK UM yang juga telah menyemangati saya untuk memulai menulis dan mengedit buku ini
Penulis tentu menyadari bahwa buku ini masih jauh dari kata sempurna masih banyak terdapat kesalahan serta kekurangan di dalamnya. Untuk itu, penulis mengharapkan kritik serta saran dari pembaca, agar supaya buku ini lebih baik di masa masa mendatang.

Penerbit: Wineka Media
Anggota IKAPI No.115/JTI/09
Jl. Palmerah XIII N29B, Vila Gunung Buring Malang 65138
Telp./Faks : 0341-711221
Website: <http://www.winekamedia.com>
E-mail: winekamedia@gmail.com
Playstore: Wineka Media