



KEMENTERIAN
KESEHATAN
REPUBLIK
INDONESIA

PUSAT PENDIDIKAN SUMBER DAYA MANUSIA KESEHATAN
BADAN PENGEMBANGAN DAN PEMBERDAYAAN
SUMBER DAYA MANUSIA KESEHATAN
EDISI TAHUN 2018

BAHAN AJAR
KESEHATAN LINGKUNGAN

SANITASI INDUSTRI DAN K3

Jamaludin Ramlan
Sumihardi





KEMENTERIAN
KESEHATAN
REPUBLIK
INDONESIA

PUSAT PENDIDIKAN SUMBER DAYA MANUSIA KESEHATAN
BADAN PENGEMBANGAN DAN PEMBERDAYAAN
SUMBER DAYA MANUSIA KESEHATAN
EDISI TAHUN 2018

BAHAN AJAR
KESEHATAN LINGKUNGAN

SANITASI INDUSTRI DAN K3

Jamaludin Ramlan
Sumihardi

Hak Cipta © dan Hak Penerbitan dilindungi Undang-undang

Cetakan pertama, Agustus 2018

Penulis : *DR. Jamaludin Ramlan, SKM, M.Kes*
DR. Sumihardi, SKM, M.Kes

Pengembang Desain Instruksional : *Dr. Zainur Hidayah, S.Pi., M.M.*

Desain oleh Tim P2M2 :
Kover & Ilustrasi : *Nursuci Leo Saputri, A.Md.*
Tata Letak : *Ayuningtias Nur Aisyah*

Jumlah Halaman : 256

DAFTAR ISI

	Halaman
BAB I: KONSEP DASAR SANITASI INDUSTRI DAN KESELAMATAN KERJA	1
Topik 1.	
Konsep Dasar Sanitasi	3
Latihan	16
Ringkasan	17
Tes 1	17
Topik 2.	
Keselamatan Kerja	18
Latihan	38
Ringkasan	38
Tes 2	39
KUNCI JAWABAN TES	40
DAFTAR PUSTAKA	41
BAB II: SARANA SANITASI INDUSTRI	43
Topik 1.	
Pengawasan Air Bersih di Industri	45
Latihan	64
Ringkasan	64
Tes 1	64
Topik 2.	
Pengawasan Limbah Cair di Industri	66
Latihan	73
Ringkasan	74
Tes 2	74

Topik 3.	
Pengawasan Sampah di Industri	76
Latihan	90
Ringkasan	91
Tes 2	91
 KUNCI JAWABAN TES	 93
DAFTAR PUSTAKA	94
 BAB III: PENGAWASAN KUALITAS UDARA DI INDUSTRI	 96
 Topik 1.	
Pencemaran Udara	98
Latihan	126
Ringkasan	126
Tes 1	127
 KUNCI JAWABAN TES	 128
DAFTAR PUSTAKA	129
 BAB IV: PENGAWASAN KUALITAS MAKANAN DAN MINUMAN DI INDUSTRI	 130
 Topik 1.	
Prinsip Sanitasi Makanan	133
Latihan	148
Ringkasan	148
Tes 1	150
 Topik 2.	
Sistem <i>Hazard Analysis And Critical Control Point</i> (HACCP)	152
Latihan	160
Ringkasan	160
Tes 2	161

KUNCI JAWABAN TES	163
DAFTAR PUSTAKA	164
 BAB V: PENGAWASAN VEKTOR DAN TIKUS DI INDUSTRI	 165
 Topik 1.	
Pengawasan Vektor di Industri	167
Latihan	187
Ringkasan	188
Tes 1	188
 Topik 2.	
Pengawasan Tikus di Industri	190
Latihan	202
Ringkasan	203
Tes 2	203
 KUNCI JAWABAN TES	 205
DAFTAR PUSTAKA	206
 BAB VI: PENGAWASAN KESEHATAN DAN KESELAMATAN DI INDUSTRI	 208
 Topik 1.	
Pengawasan Kesehatan dan Keselamatan Kerja di Industri	210
Latihan	230
Ringkasan	230
Tes 1	231
 Topik 2.	
Kecelakaan Kerja	233
Latihan	246
Ringkasan	246
Tes 2	247
 KUNCI JAWABAN TES	 249
DAFTAR PUSTAKA	250

Bab 1

KONSEP DASAR SANITASI INDUSTRI DAN KESALAMATAN KERJA

Dr. Djamaluddin Ramlan, SKM, M.Kes
Dr. Sumihardi, SKM, M.Kes

Pendahuluan

Lingkungan merupakan bagian dari kehidupan manusia yang harus dijaga agar dapat mendukung aktivitas kehidupan manusia baik saat ini dan dimasa depan. Lingkungan yang tidak sehat dapat menjadi penghalang bagi manusia untuk menjalankan aktivitasnya. Melalui upaya perbaikan, pemeliharaan dan pencegahan, lingkungan menjadi tetap terjaga kebersihan dan bebas dari risiko penyebab penyakit dan sumber benacana.

Industri merupakan salah satu lokasi, tempat orang banyak melakukan aktivitas bekerja untuk menghasilkan berbagai jenis produk dan jasa. Namun perlu diketahui untuk menunjang aktivitas manusia di lokasi tersebut, ketersediaan sarana sanitasi menjadi hal yang penting, untuk mewujudkan lingkungan kerja menjadi bersih dan sehat yang dapat mendukung aktivitas bekerja.

Sarana sanitasi di industri yang berhubungan dengan pemenuhan kebutuhan hidup manusia seperti tersedianya:

1. Sarana bersih dengan kualitas dan kuantitas air yang memenuhi syarat sehingga aman di gunakan untuk membersihkan badan, mencuci pakaian, mencuci peralatan dan menyiram tanaman.
2. Sarana jamban keluarga yang selalu dalam kondisi bersih sehingga nyaman digunakan dan tidak menjadi tempat bersarangnya serangga dan binatang pengerat.
3. Sarana pembuangan sampah yang mudah dijangkau, aman digunakan dan selalu dalam kondisi bersih sebelum dan sesudah digunakan sehingga tidak menjadi tempat bagi serangga dan binatang pengerat untuk mencari makanan dan bersarang
4. Sarana air limbah yang dapat menyalurkan, menampung, mengolah dan membuang air limbah dengan benar sehingga aman bagi badan air dan biota air.

Pemenuhan kebutuhan sarana sanitasi seperti tersebut diatas merupakan hal utama, yang diperlukan bagi manusia agar dapat berperilaku hidup bersih dan sehat. Kesehatan merupakan awal bagi manusia agar dapat bekerja dengan baik dan produktif.

Kebersihan lingkungan kerja dan kesehatan merupakan upaya untuk mendukung keselamatan bekerja. Terjaminnya keselamatan kerja dapat dilakukan dengan cara mengurangi risiko terjadinya kecelakaan kerja yang dapat dilakukan dengan:

1. Pemberian pemahaman kerja yang baik.
Untuk melakukan pekerjaan dengan baik, pekerja harus memiliki pengetahuan yang berhubungan dengan pekerjaan yang akan dilakukan agar bisa bekerja, terhindar dari risiko bahaya penyebab celaka.
2. Pengawasan pekerja di tempat kerja.
Pelaksanaan kegiatan pengawasan di tempat kerja dilakukan untuk bisa mengetahui lebih dini potensi bahaya yang akan muncul sehingga tindakan pencegahan bisa segera dilakukan sebelum terjadi celaka.
3. Penentuan potensi bahaya
Kegiatan ini menjadi penting untuk diketahui, karena merupakan langkah penetapan tahapan pelaksanaan pencegahan yang harus dilakukan sebagai upaya mengantisipasi terjadinya celak.
4. Penanganan celaka
Kegiatan ini dilakukan agar celaka yang terjadi tidak lebih berat dan menimpa banyak orang.
5. Pengendalian celaka
Kegiatan ini dilakukan agar celaka yang terjadi tidak menimbulkan korban dan kerugian yang lebih banyak.

Dengan penerapan sanitasi industri dan keselamatan kerja di tempat kerja diharapkan perwujudan lingkungan kerja bersih bebas potensi bahaya yang bisa mengakibatkan celaka dan risiko pekerja menderita penyakit dapat diatasi, serta perwujudan kondisi kerja yang memberi rasa aman, nyaman bagi pekerja untuk bekerja dengan baik bisa diwujudkan.

Topik 1

Konsep Dasar Sanitasi

A. PENDAHULUAN

Masalah kesehatan sangat kompleks, banyak faktor yang mempengaruhi derajat kesehatan manusia, baik kesehatan individu maupun kesehatan masyarakat. Menurut Hendrik L. Blum kesehatan dipengaruhi oleh :

1. Faktor keturunan
2. Faktor perilaku
3. Faktor pelayanan kesehatan dan
4. Faktor lingkungan.

Dari ke empat unsur diatas faktor lingkungan sangat besar kaitannya dengan kesehatan manusia. Lingkungan yang bersih dan sehat akan menjadi penghalang tumbuhnya bibit penyakit yang dapat menjadi penyebab manusia terjangkit penyakit. Untuk mewujudkan lingkungan bersih dan sehat diperlukan sanitasi yang menekankan kegiatannya pada bidang pencegahan terjadinya penyakit.

Sanitasi merupakan salah satu upaya manusia untuk mewujudkan lingkungan bersih dan sehat dengan cara melakukan upaya pembersihan, pemeliharaan dan perbaikan terhadap kondisi lingkungan yang bermasalah akibat tumpukan kotoran, sampah dan genangan air limbah yang dapat dijadikan media tumbuh kembangnya serangga dan binatang pengerat sebagai perantara penular penyakit dan terjadinya celaka. Beberapa pengertian perihal sanitasi menurut para ahli antara lain :

1. Menurut Hopkins mengatakan bahwa sanitasi merupakan cara pengawasan terhadap berbagai faktor lingkungan yang berpengaruh pada manusia.
2. Menurut Departemen Kesehatan RI (Depkes RI, 2004) mengatakan bahwa Sanitasi adalah upaya kesehatan dengan cara memelihara dan melindungi kebersihan lingkungan dari subjeknya, misalnya menyediakan air bersih untuk keperluan mencuci tangan, menyediakan tempat sampah agar tidak dibuang sembarangan (Depkes RI, 2004).
3. Menurut World Health Organisation (WHO) adalah pengawasan penyediaan air minum masyarakat, pembuangan tinja dan air limbah, pembuangan sampah, vektor penyakit, kondisi perumahan, penyediaan dan penanganan makanan, kondisi atmosfer dan keselamatan lingkungan kerja.

4. Menurut Adisasmito, (2006) mengatakan bahwa sanitasi adalah usaha pengendalian semua faktor yang ada pada lingkungan fisik manusia yang diperkirakan dapat menimbulkan hal-hal yang mengganggu perkembangan fisik, kesehatannya ataupun kelangsungan hidupnya.
5. Menurut Chandra bahwa: “sanitasi adalah bagian dari ilmu kesehatan lingkungan yang meliputi cara dan usaha individu atau masyarakat untuk mengontrol dan mengendalikan lingkungan hidup eksternal yang berbahaya bagi kesehatan serta yang dapat mengancam kelangsungan hidup manusia.
6. Menurut Aswar mengatakan bahwa sanitasi adalah sanitasi minimum yang diperlukan untuk menyediakan lingkungan sehat yang memenuhi syarat kesehatan yang menitikberatkan pada pengawasan berbagai faktor lingkungan yang mempengaruhi derajat kesehatan manusia.
7. Menurut Hadi Susanto dalam Eryati Darwin mengatakan bahwa sanitasi adalah usaha pemutusan mata rantai untuk pencegahan penularan, penyakit, pencemaran, dan kecelakaan.
8. Menurut Arifin, 2009 mengatakan bahwa sanitasi adalah suatu cara untuk mencegah berjangkitnya suatu penyakit menular dengan jalan memutuskan mata rantai dari sumber. Sanitasi merupakan usaha kesehatan masyarakat yang menitik beratkan pada penguasaan terhadap berbagai faktor lingkungan yang mempengaruhi derajat kesehatan
9. Menurut kamus besar bahasa indonesia juga dikatakan bahwa sanitasi adalah usaha dalam membina serta menciptakan suatu kondisi yang baik dalam bidang kesehatan terutama untuk kesehatan masyarakat

Dari pengertian sanitasi seperti tersebut diatas dapat disimpulkan bahwa sanitasi penekanannya pada :

1. Upaya pemeliharaan dan perbaikan lingkungan yang bermasalah.
2. Upaya pengawasan terhadap sarana sanitasi.
3. Upaya pemutusan atau pencegahan mata rantai penularan penyakit menular
4. Perwujudan kondisi lingkungan bersih dan sehat

Dalam penerapannya ditempat kerja upaya pemeliharaan, pengawasan dan perbaikan di utamakan pada :

1. Penyediaan air bersih yang dapat digunakan untuk membersihkan badan, mencuci pakaian dan peralatan, menyiram tanaman.
2. Pengelolaan air limbah yang dilakukan dengan baik agar lingkungan sekitar tidak tercemar dan menjadi kotor.

3. Pengelolaan sampah yang dilakukan dengan baik agar lingkungan sekitar tidak tampak tumpukan sampah yang dapat dijadikan media untuk bersarang serangga dan binatang pengerat perantara penular penyakit.
4. Pengawasan vektor penyakit yang dilakukan secara rutin dan berkesinambungan sehingga tempat yang menjadi media bagi vektor untuk tumbuh dan berkembang biak bisa dicegah.
5. Pencegahan dan pengawasan pencemaran tanah yang dilakukan secara rutin dan berkesinambungan terhadap telur cacing perantara penyakit.

Kegiatan sanitasi sangat menentukan keberhasilan lingkungan bersih yang dilakukan melalui upaya pencegahan terhadap sumber masalah penyakit dan celaka, sehingga terwujud perilaku hidup bersih sehat dapat yang dilakukan dengan cara :

1. Membersihkan diri menggunakan air bersih saat sikat gigi. (gambar.1)
2. Membiasakan diri menggunakan air bersih saat mandi (gambar. 2)
3. Membiasakan diri menggunakan air bersih saat mencuci tangan (gambar. 3)
4. Membiasakan diri menggunakan air bersih saat mencuci peralatan rumah tangga (gambar. 4)
5. Membiasakan diri menggunakan air bersih saat mencuci pakaian (gambar. 5)
6. Membiasakan diri membersihkan jamban sebelum dan sesudah digunakan menggunakan air bersih (gambar. 6)
7. Membiasakan diri membuang air limbah ke dalam bak penampungan sebelum dibuang ke badan air (Gambar. 7)
8. Membiasakan diri membuang sampah pada tempat penampungan sesuai jenis sampah untuk selanjutnya ke tempat penampungan akhir sampah (gambar . 8)

Adapun perwujudan perilaku hidup bersih sehat pekerja dapat dijelaskan sesuai alur dari gambar berikut:



Gambar. 1



Gambar. 2



Gambar. 3



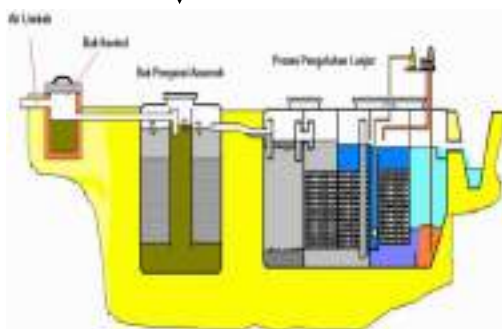
Gambar. 6



Gambar. 5



Gambar. 4



Gambar. 7



Gambar. 8

B. TUJUAN

Tujuan mempelajari materi Sanitasi, diharapkan dapat melakukan upaya untuk :

1. Mewujudnya Lingkungan Bersih dan Sehat

Manusia sudah terbiasa menggunakan sarana sanitasi sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari – hari, artinya manusia dalam memenuhi kebutuhan hidup berhubungan dengan air untuk keperluan seperti : mandi, mencuci, membersihkan, akan menggunakan air bersih, air limbah sebagai air buangan hasil kegiatan ditampung, diolah dan

disalurkan dengan baik sehingga tidak mencemari sumber air bersih, saat membuat hajat (tinja) digunakan jamban sebagai sarana untuk menampung agar tidak mencemari lingkungan sekitar, demikian pula dengan sampah ditampung, dipilah, angkut dan dibuang ke tempat pembuangan sampah menggunakan sarana penampungan sampah sehingga tidak ada sampah yang tercecer, mengganggu pemandangan, menimbulkan bau busuk sehingga lingkungan sekitar selalu dalam kondisi yang bersih bebas tempat bersarangnya serangga perantara penyakit.

2. Memperbaiki, Mempertahankan, Serta Mengembalikan Kondisi Lingkungan Seperti Semula

Dengan membudayakan perilaku hidup bersih sehat, selalu mengupayakan lingkungan bebas dari sumber pencemar yang mendatangkan masalah bagi manusia (celaka dan penyakit) dan lingkungan (kotor dan bau).

3. Membiasakan Manusia Berprilaku Hidup Bersih dan Sehat

Kebiasaan memanfaatkan sarana sanitasi untuk memenuhi kebutuhan hidupnya menjadikan manusia selalu dalam kondisi yang bersih dan bebas potensi tertular penyakit.

C. MANFAAT

Adapun manfaat mempelajari materi sanitasi yang bisa diperoleh berupa :

1. Lingkungan bebas dari berbagai macam bahan buangan / kotoran yang merupakan hasil sisa dari aktivitas manusia yang sudah tidak terpakai lagi dan dibuang pada tempat sesuai peruntukannya.
2. Lingkungan terhindari dari sumber pencemar, penyebab terjadinya penyakit dan bahan buangan yang dapat mengakibatkan celaka seperti benda tajam dan buangan bahan berbahaya.
3. Lingkungan yang memberi rasa aman dan nyaman bagi penghuninya.
4. Berkurangnya jumlah kesakitan dan kecelakaan yang berdampak pada kematian.
5. Lingkungan bersih dan sehat bagi semua.

D. RUANG LINGKUP

Secara umum dapat diuraikan bahwa sanitasi mencakup beberapa hal antara lain :

1. Kebersihan Lingkungan dan Tempat Kerja

Untuk mewujudkan tempat kerja yang bersih penanganan sanitasi sangat berkaitan erat dengan :

- a. Pengelolaan kotoran manusia (feces), merupakan hal utama yang harus diperhatikan khususnya dalam hal penyediaan sarana pembuangan tinja (jamban), agar lingkungan tidak menjadi media bagi serangga vektor penyakit bersarang dan lingkungan bebas dari bau.
- b. Pengelolaan air limbah, perlu penanganan yang lebih baik agar tidak terjadi pengotoran yang mengakibatkan lingkungan sekitar menimbulkan bau dan sarang bagi serangga serta binatang pengerat.
- c. Pengelolaan sampah, perlu penanganan yang dimulai dari sumber sampah agar proses pemilahan, pengangkutan dan pemanfaatan menjadi lebih mudah dan lingkungan menjadi bersih.

2. Melindungi setiap Individu dari Gangguan Penyakit

Upaya penanganan lingkungan dengan melakukan pengawasan terhadap penyediaan air bersih, pengelolaan air limbah, pengelolaan sampah dan penanganan feces (tinja) manusia, perlu pengawasan dan penanganan dari awal agar tidak mencemari lingkungan yang dapat mengakibatkan penyakit bagi manusia.

3. Mencegah Terjadinya Celaka

Unsur bahaya yang terdapat dilingkungan perlu segera ditangani dengan baik dan tepat seperti melakukan kegiatan :

- a. Pembersihan saluran air limbah dari sumbatan
- b. Pembersihan halaman dari sampah
- c. Pembersihan jamban dan halaman dari feces (tinja) manusia.
- d. Pemantauan terhadap kualitas air bersih.

4. Mencegah Penyakit

Melakukan pengawasan dan pemeliharaan untuk mewujudkan lingkungan bersih yang dapat dilakukan dengan cara :

- a. Membersihkan wadah / penampung air bersih dari keberadaan jentik.
- b. Membersihkan lingkungan dari tumpukan sampah yang dijadikan media bersarang dan berkembang bagi serangga penular penyakit.
- c. Melakukan penyebaran informasi perihal hidup bersih sehat.

5. Menjamin Keselamatan Kerja Setiap Orang

Melakukan upaya pemantauan sumber bahaya di setiap tempat kerja secara rutin dan berkesinambungan agar upaya pencegahan sebelum terjadi kecelakaan dapat dilakukan untuk

mencegah korban, sehingga memberi rasa aman dan nyaman bagi pekerja berada di tempat kerja.

Sehingga dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa sanitasi terdiri dari unsur :

1. Pengawasan terhadap sarana sanitasi yang terdapat di industri sebagai upaya untuk bisa mengetahui sumber pencemar yang terjadi, sehingga tidak mengakibatkan penyakit bagi penggunanya
2. Pemeliharaan terhadap sarana sanitasi khususnya air bersih dengan melakukan pemeriksaan kualitas air yang dilakukan secara rutin
3. Penanganan masalah sarana sanitasi yang dilakukan dengan segera sehingga khususnya sarana jamban, penampungan sampah dan pembuangan air limbah tidak mengakibatkan risiko.
4. Perbaikan dengan segera terhadap sarana sanitasi yang mengalami masalah agar tidak menjadi penyebab terjadinya penyakit dan celaka.

E. PENERAPAN

Secara umum dapat dikatakan bahwa sanitasi merupakan penerapan dari upaya untuk memperbaiki, mempertahankan, mengawasi dan mengembalikan kondisi lingkungan yang bersih untuk mewujudkan kesehatan manusia. Untuk itu perubahan terhadap kondisi lingkungan yang buruk yang secara langsung maupun tidak langsung mengakibatkan penyakit bagi manusia perlu dilakukan, khususnya yang berhubungan dengan :

1. Pengelolaan sampah
2. Pengelolaan air limbah
3. Penanganan feces (tinja) manusia.

Upaya perbaikan lingkungan dapat dilakukan disetiap tempat dimana orang banyak berkumpul seperti :

1. Industri

Penanganan sanitasi merupakan usaha yang dilakukan untuk mengurangi jumlah mikroba dengan memperhatikan kebersihan tempat kerja dan peralatan kerja yang digunakan. Dengan kegiatan sanitasi di industri dimaksudkan untuk menjaga kondisi kesehatan pekerja dan produksi agar tidak kontak atau terhindar dari paparan mikroba.

2. Rumah Sakit

Penerapan sanitasi dimaksudkan sebagai upaya untuk mengatasi agar unsur penyebab timbulnya masalah yang membahayakan kesehatan manusia dapat dicegah seperti penanganan sampah yang dimulai dari sumber sampah sampai akhir tidak bersentuhan dengan

manusia, demikian pula dengan air limbah diupayakan agar tidak kontak dengan manusia, sehingga rumah sakit bersih, sehat, aman dan nyaman terwujud.

3. Perkantoran

Sanitasi perkantoran dimaksudkan untuk memperoleh gambaran kebersihan dari kantor, yang secara umum akan berpengaruh terhadap kondisi fisik dan psikologis dari pekerja, untuk meningkatkan produktivitas pekerja lingkungan kantor harus bersih sehingga pekerja merasa nyaman berada di kantor untuk menyelesaikan pekerjaannya. Selain itu ketersediaan sarana sanitasi merupakan unsur utama membantu memenuhi kebutuhan para pekerja sehingga terhindar dari risiko penyakit dan celaka saat berada di kantor.

4. Institusi Pendidikan

Penerapan sanitasi di lingkungan pendidikan dimaksudkan agar terbentuk perilaku hidup bersih sehat, dengan memanfaatkan ketersediaan sarana sanitasi yang digunakan sesuai pemanfaatannya. Dengan sanitasi institusi pendidikan, lingkungan akan :

- a. Terhindar dari penularan penyakit menular
- b. Melatih dan membiasakan setiap individu untuk hidup bersih
- c. Selalu terjaga kebersihannya.

5. Tempat Wisata

Kebutuhan sanitasi di lokasi wisata, seperti ketersediaan sarana sanitasi lokasi wisata berupa :

- a. Penyediaan sarana air bersih.
Kebutuhan air bersih di lokasi wisata merupakan kebutuhan pokok, untuk membersihkan badan dan peralatan wisata, sehingga tidak terjadi penyakit yang penularannya melalui air.
- b. Penyediaan tempat sampah,
Untuk mewujudkan lokasi wisata yang bersih, penanganan sampah merupakan unsur utama yang harus disediakan agar tidak terlihat sampah yang menumpuk dan berceceran, mengganggu pemandangan dan menimbulkan bau, sehingga lokasi wisata menjadi tidak indah.
- c. Ketersediaan jamban keluarga merupakan hal pokok sehingga keinginan pengunjung untuk buang hajat terpenuhi, sehingga kondisi wisata bersih, nyaman dinikmati pengunjung.

6. Tempat Perdagangan

Penerapan sanitasi di tempat perdagangan khususnya pasar menjadi mutlak, karena tempat orang banyak berkumpul dengan berbagai perilaku, yang menjadikan kondisi pasar menjadi tidak bersih karena kurangnya kesadaran, pemahaman dari pekerja pasar.

Untuk menjadikan pasar yang bersih dan bebas celaka ketersediaan air bersih, tempat sampah, tempat pembuangan tinja menjadi yang utama untuk disediakan, agar penularan penyakit tidak terjadi.

F. HUBUNGAN SANITASI DAN KESEHATAN

Terdapat hubungan yang erat antara sanitasi dan kesehatan. Sarana dan prasarana sanitasi dapat berpengaruh pada penyebaran penyakit seperti diare dan kolera melalui beberapa jalur penularan melalui kotoran manusia yang masuk ke saluran pencernaan melalui:

1. Air minum yang terkontaminasi
2. Tanah yang terkontaminasi
3. Lalat yang hinggap pada feces yang mengandung mikroorganisme
4. Tangan yang kotor
5. Makanan yang terkontaminasi mikroorganisme

Dari hasil beberapa penelitian mengatakan bahwa perilaku mencuci tangan menggunakan sabun dapat mengurangi jumlah mikroorganisme yang terdapat ditangan sehingga risiko tertular penyakit dengan perantara tangan bisa dikurangi. Namun dampak dari perilaku menerapkan sanitasi dalam kehidupan tidak bisa langsung terlihat sekalipun akibat tidak menerapkan sanitasi dalam kehidupan bisa langsung terlihat misalnya tangan yang terkontaminasi oleh mikroba kolera dengan daya tahan tubuh yang kurang maka manusia bisa langsung menderita diare. Hubungan sanitasi dengan kesehatan manusia dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Hubungan Sanitasi dengan Air

Pemenuhan kebutuhan manusia akan air bersih merupakan hal pokok, karena untuk memenuhi kebutuhan manusia seperti : minum, mandi, mencuci, membersihkan, menyiram semuanya sangat membutuhkan air bersih, adapun penyakit yang berhubungan dengan air, dapat dibagi dalam empat kelompok menurut cara penularannya:

- a. *Water borne disease* yaitu penularan penyakit yang disebabkan karena di dalam air terdapat kuman patogen masuk ke tubuh melalui mulut dengan perantara air minum dan makanan, hingga sampai ke pencernaan dan menyebabkan terjadinya penyakit : kolera, typhoid, dan disentri

- b. *Water washed diseases* yaitu penularan air karena kondisi sekitar sumber air yang dibuat tidak kedap air sehingga air bekas cucian bisa masuk kembali mencemari sumber air dan mengakibatkan kualitas air menjadi mengandung mikroorganisme patogen yang dapat menyebabkan penyakit bagi yang menggunakan air tersebut seperti : keluhan rasa gatal di kulit.
- c. *Water based diseases* yaitu air dijadikan sebagai media bagi binatang air penular penyakit untuk tumbuh dan berkembang biak, sehingga orang yang menggunakan air tersebut bisa menderita penyakit schistosomiasis,
- d. *Water related diseases* yaitu air dijadikan sebagai tempat hidupnya serangga penular penyakit seperti nyamuk yang dapat menularkan penyakit malaria, demam berdarah, dan filariasis.

2. Hubungan Santasi dan Jamban

Kebersihan jamban merupakan unsur utama yang harus diperhatikan sebagai salah satu upaya untuk tidak menjadi jamban sebagai media bagi serangga seperti lalat untuk bersarang dan tidak menjadi alasan bagi manusia untuk membuang tinja (feces) di atas permukaan tanah yang bisa mencemari tanah dan menimbulkan bau yang tidak disenangi.

Pembuangan tinja manusia yang tidak ditangani dengan baik dapat menjadikan pencemaran terhadap tanah dan air tanah sebagai sumber air bersih yang berpotensi menjadi penyebab timbulnya penularan penyakit saluran pencernaan antara lain tifoid, paratifoid, disentri, diare, kolera, penyakit cacing, hepatitis viral.

Penyebaran penyakit dengan perantara tinja dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a. Penyebaran secara langsung dapat terjadi dengan mencemari makanan, minuman, sayuran.
- b. penyebaran secara tidak langsung dapat mencemari air dan tanah, selain itu serangga yang tercemar tinja dapat sebagai perantara penularan penyakit ke manusia misalnya lalat, kecoa.

Perlu dipahami bahwa penularan bibit penyakit yang ada di tinja ke manusia dapat melalui :

- a. Air
- b. Tangan
- c. Tanah
- d. Serangga seperti lalat

Yang jalan masuk ke tubuh manusia dengan perantara makanan dan minuman.

3. Hubungan Sanitasi dan Penanganan Sampah

Sampah merupakan benda padat sisa hasil kegiatan manusia, yang oleh pemiliknya sudah tidak digunakan dan dibuang, yang keberadaannya bermasalah bila tidak dikelola dengan baik.

Adapun dampak yang timbul akibat pengelolaan sampah yang tidak baik sebagai berikut:

- a. Bilamana dibuang dengan cara ditumpuk saja maka akan menimbulkan bau dan gas yang berbahaya bagi kesehatan manusia.
- b. Bilamana dibakar akan menimbulkan pengotoran udara.
- c. Bilamana dibuang ke sungai akan mengakibatkan pendangkalan sehingga menimbulkan banjir.

Dari penjelasan diatas dapat disimpulkan bahwa sampah bila tidak dikelola dengan baik dapat menyebabkan pencemaran bagi tanah, badan air dan udara. Dampak sampah terhadap kesehatan lingkungan dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Dampak terhadap kesehatan manusia.

Pembuangan sampah yang tidak tertangani dengan baik dapat menjadi media yang cocok bagi beberapa organisme dan menarik bagi berbagai binatang seperti serangga (lalat) dan binatang (anjing dan tikus) yang dapat menimbulkan penyakit seperti penyakit diare, kolera, tifus yang dapat menyebar dengan cepat karena virus yang berasal dari sampah dapat bercampur dengan air minum.

Penyakit DBD dapat juga meningkat dengan cepat di daerah yang pengelolaan sampahnya kurang memadai, demikian pula penyakit jamur (misalnya jamur kulit).

- b. Dampak terhadap lingkungan.

Tumpukan sampah yang tidak tertangani dengan baik akan menghasilkan cairan yang dapat mencemari tanah dan air tanah, berbagai biota air akan mati seperti ikan dan sejenisnya akan lenyap sehingga terjadi perubahan ekosistem perairan.

- c. Dampak terhadap ekonomi.

Akibat penanganan sampah yang kurang baik kehadiran manusia ketempat atau lokasi tersebut menjadi terbatas karena lokasi secara estetika tidak baik dipandang, menimbulkan bau yang tidak disenangi dan berpotensi menyebabkan terjadinya celaka akibat tertusuk benda tajam.

Sehingga dalam pengelolaan sampah hal penting yang harus diperhatikan antara lain :

- a. Memperhatikan sifat dari tumpukan sampah sebagai langkah untuk penanganan yang aman.
- b. Harus tersedia tempat penampungan sampah sementara dan akhir serta alat pengangkut sampah yang aman.
- c. Pengangkutan sampah harus dilakukan sesuai aturan (tidak melebihi kapasitas alat angkut sehingga tidak ada yang tercecer.
- d. Tempat sampah harus selalu dalam kondisi yang bersih sehingga tidak mengundang serangga dan binatang pengerat untuk beraktivitas ditempat itu.
- e. Penampungan sampah sebaiknya tidak dilakukan lebih dari 2 hari sehingga proses perubahan bentuk sampah belum terjadi.

4. Hubungan Sanitasi dan air limbah

Air limbah adalah air hasil pemakaian yang sudah tidak digunakan lalu dibuang. Limbah dapat berasal dari rumah tangga, daerah komersial, perkantoran, tempat rekreasi, asrama, apartemen dan sebagainya yang secara:

- a. Fisik mengandung (bau, warna, padatan, suhu, kekeruhan),
- b. Kimia (organik, anorganik dan gas)
- c. Biologis (mikroorganisme).

Karakteristik air limbah dapat disebabkan oleh perbedaan sumber air limbah tersebut. Perbedaan karakteristik air limbah ini akan memberi dampak yang berbeda pula bagi lingkungan dan manusia, sehingga untuk melakukan upaya pencegahan penerapan sanitasi adalah yang tepat.

Penerapan sanitasi pada air limbah diharapkan dapat mengurangi resiko kesehatan bagi masyarakat khususnya penyakit yang penularannya melalui air. Air yang terkontaminasi memiliki potensi yang besar mengakibatkan penyakit pada manusia seperti penyakit saluran pencernaan seperti diare dan sejenisnya.

G. SANITASI YANG BERKELANJUTAN (SUSTAINABLE SANITATION)

Kondisi sanitasi di kota-kota kecil di Indonesia masih sangat memprihatinkan seperti :

1. Penanganan tinja menggunakan cara yang aman masih rendah,
2. Perubahan perilaku hidup bersih sehat masih rendah
3. Keterlibatan sektor informal dalam melakukan praktek sanitasi, masih kurang
4. Pengelolaan air limbah yang baik belum maksimal dilakukan

Ini merupakan tantangan utama masalah sanitasi di Kota kecil. Lembaga pemerintah belum mampu membawa para pemangku kepentingan untuk mematuhi peraturan yang berlaku dan seringkali tidak memiliki cara yang efektif untuk penegakan hukum.

Perbaikan sanitasi di daerah perkotaan di Indonesia membutuhkan pendekatan terpadu yang komprehensif yang secara efektif dapat mengatasi berbagai masalah termasuk infrastruktur, kesehatan, pemukiman informal, perubahan perilaku, pendanaan dan tata kelola. Oleh karena itu, tantangan (dan peluang) untuk Indonesia adalah pengembangan model bisnis pengelolaan air limbah. Model tersebut diharapkan dapat menciptakan lapangan pekerjaan, meningkatkan pendapatan, meningkatkan kualitas pelayanan, memastikan kesehatan dan keselamatan kerja, memfasilitasi pembuangan yang aman dan penggunaan limbah kembali

Untuk mendorong kemajuan sektor sanitasi dan kebersihan, diperlukan sanitasi yang berkelanjutan untuk meningkatkan kesehatan dan kualitas kehidupan masyarakat melalui akses terhadap sanitasi yang aman untuk lingkungan dan meningkatkan praktek kebersihan yang baik.

Perkotaan di daerah yang beresiko tinggi, di tingkat nasional berkolaborasi dengan instansi terkait termasuk Kementerian Pekerjaan Umum, Kementerian Kesehatan, Kementerian Dalam Negeri dan Badan Perencanaan Nasional (Bappenas), adapun hasil yang diharapkan sebagai berikut:

1. Peningkatan perilaku kebersihan dan permintaan untuk penyedotan septik tank secara rutin
2. Peningkatan kualitas konstruksi dan pemeliharaan fasilitas sanitasi oleh pengguna
3. Pengembangan layanan sanitasi yang terjangkau oleh masyarakat dan aman bagi lingkungan
4. Penguatan tata kelola dan peraturan sanitasi di tingkat kota sehingga para pemangku kepentingan baik masyarakat umum maupun pihak swasta mematuhi peraturan tersebut.
5. Peningkatan pengolahan, pembuangan dan pemanfaatan kembali lumpur tinja.
6. Pembelajaran, dokumentasi dan diseminasi kegiatan yang telah berhasil dilakukan di masyarakat melalui forum nasional dan regional yang ada dengan cara :
 - a. Menciptakan permintaan sanitasi dan perubahan perilaku kebersihan
Meningkatkan kesadaran dan prioritas untuk memiliki fasilitas sanitasi yang layak dengan menjelaskan resiko kesehatan yang dihadapi masyarakat akibat dari buruknya kondisi sanitasi. Berdasarkan penelitian formatif, penciptaan permintaan yang dilakukan oleh pemerintah daerah akan menggunakan strategi komunikasi massa, komunikasi interpersonal atau kelompok, dengan sasaran rumah tangga, bisnis, lembaga dan sekolah di daerah perkotaan.

- b. Memperkuat layanan sanitasi dan pengembangan bisnis sanitasi
Mengembangkan beberapa model bisnis untuk usaha pengelolaan lumpur tinja yang penerapannya dilaksanakan oleh kelompok/ masyarakat terlatih. Model bisnis tersebut akan disesuaikan dengan kondisi lapangan dan kebutuhan masyarakat. SNV akan memberikan dukungan kapasitas (capacity building) kepada masyarakat atau kelompok yang tertarik untuk menjalankan model tersebut.
- c. Meningkatkan tata kelola sanitasi
Mendukung pengarusutamaan lebih lanjut dari Strategi Sanitasi Kota (SSK) dalam sistem perencanaan pemerintah daerah, dan mengembangkan peraturan dan standarisasi bagi pengguna dan penyedia layanan. Memperkuat kapasitas dinas kota untuk menjangkau para pemangku kepentingan sehingga mereka mematuhi ketentuan yang berlaku. Hal ini dilakukan melalui mekanisme monitoring sendiri dan sesama, perbandingan yang partisipatif antar lingkungan tetangga, perencanaan bersama, transparansi dan komunikasi dengan masyarakat umum.
- d. Meningkatkan pengolahan, pembuangan dan penggunaan kembali lumpur tinja
Menguji dan mengembangkan model yang tepat untuk pengolahan, pembuangan dan penggunaan kembali lumpur tinja, dengan mempertimbangkan faktor keuangan, lingkungan dan teknis, serta dapat diterima oleh masyarakat umum.
- e. Meningkatkan pembelajaran, dokumentasi dan diseminasi
Meningkatkan pembelajaran, dokumentasi dan diseminasi praktek sanitasi yang baik dengan pihak internal maupun dengan pihak external seperti penerima jasa baik di tingkat regional maupun melalui jaringan yang ada. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kapasitas SNV sendiri, dan secara umum mampu mempengaruhi orang lain dan lingkungan yang lebih luas untuk melakukan praktek-praktek sanitasi yang baik di perkotaan.

Latihan

Untuk dapat memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah Latihan berikut!

- 1) Jelaskan upaya sanitasi untuk mewujudkan lingkungan bersih di tempat kerja
- 2) Jelaskan manfaat mempelajari materi sanitasi
- 3) Jelaskan penerapan sanitasi di tempat kerja,

Ringkasan

1. Sanitasi merupakan salah satu upaya sengaja yang dilakukan manusia untuk mewujudkan lingkungan bersih dan sehat.
2. Sanitasi penekanannya pada upaya pemeliharaan dan menjaga kondisi lingkungan agar bersih melalui pengawasan terhadap sarana sanitasi.
3. Keberadaan sanitasi di tempat kerja sangat membantu meningkatkan derajat kesehatan pekerja melalui upaya pembersihan faktor penyakit
4. Terdapat hubungan yang erat sanitasi dengan kesehatan manusia.
5. Dalam penerapannya dimasyarakat sanitasi meliputi : penyediaan air bersih, pengolahan air limbah, pengelolaan sampah dan pengawasan vektor penyakit.
6. Sanitasi dapat menjamin terwujudnya lingkungan bersih, mencegah celaka dan penyakit
7. Sanitasi dapat membiasakan manusia berperilaku hidup bersih sehat.

Tes 1

Pilihlah salah satu jawaban yang paling benar!

- 1) Dalam penerapannya di masyarakat sanitasi meliputi....
 - A. Penyediaan sarana penampungan air bersih
 - B. Penyediaan sarana pengolahan air bersih
 - C. Penyediaan sarana air bersih
 - D. Penyediaan sarana pengolahan air bersih
- 2) Salah satu perilaku hidup bersih sehat dapat dilakukan dengan cara....
 - A. Membersihkan badan
 - B. Membersihkan lingkungan
 - C. Membersihkan halaman
 - D. Membersihkan rumah
- 3) Ruang lingkup materi sanitasi berhubungan dengan....
 - A. Mencegah terjadinya bahaya
 - B. Mencegah terjadinya celaka
 - C. Mencegah terjadinya pengotoran
 - D. Mencegah terjadinya penularan penyakit

Topik 2

Keselamatan Kerja

A. PENDAHULUAN

Undang-undang yang telah mengatur tentang Keselamatan Kerja yaitu Undang-undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 1970 Tentang Keselamatan Kerja. Undang-Undang tersebut selanjutnya diperbaharui menjadi Pasal 86 ayat 1 Undang-Undang No. 13 Tahun 2003 yang menyebutkan bahwa setiap pekerja / buruh berhak untuk memperoleh perlindungan atas:

1. Keselamatan kerja
2. Kesehatan kerja
3. Moral kerja dan
4. Kesusilaan

Keselamatan kerja merupakan hal yang sangat penting dalam hal memberi perlindungan pada pekerja agar terhindar dari terjadinya celaka. Oleh karena itu penerapan keselamatan kerja di tempat kerja merupakan keharusan bagi setiap tempat kerja.

Pengertian keselamatan kerja menurut beberapa ahli antara lain :

1. Keselamatan kerja adalah sarana utama untuk pencegahan kecelakaan, cacat dan kematian sebagai akibat kecelakaan kerja. Keselamatan kerja yang baik adalah pintu gerbang bagi keamanan tenaga kerja Keselamatan kerja menyangkut segenap proses produksi dan distribusi, baik barang maupun jasa (Suma'mur, 1996).
2. Keselamatan kerja adalah keselamatan yang bertalian dengan mesin, pesawat, alat kerja, bahan dan proses pengolahannya, landasan tempat kerja dan lingkungannya serta cara-cara melakukan pekerjaannya.
3. Keselamatan Kerja adalah Segala upaya untuk mengurangi Kemungkinan Terjadinya kecelakaan saat melakukan pekerjaan.
4. Keselamatan Kerja adalah tindakan aktif setiap orang untuk menjaga keselamatan dirinya dari hal-hal yang tidak diinginkan.
5. Keselamatan kerja adalah sistem perlindungan diri terhadap segala kemungkinan yang dapat menyebabkan kecelakaan
6. Keselamatan Kerja adalah tindakan preventif terhadap kecelakaan yang dilakukan sebagai bentuk tanggungjawab diri saat bekerja.

7. Menurut Suma'mur 1996, Keselamatan Kerja merupakan sebuah sarana yang dilakukan untuk melakukan upaya pencegahan terhadap adanya kecelakaan, cacat, ataupun kematian sebagai bentuk akibat dari kecelakaan kerja.

Keselamatan kerja mengarah kepada perlindungan fisik pekerja agar tidak terjadi celaka pada pekerja yang berhubungan dengan mesin, peralatan kerja, bahan kerja, proses pengolahan, tempat kerja dan lingkungan fisik kerja. Keselamatan kerja merupakan upaya yang dilakukan untuk mencegah dan mengurangi terjadinya :

1. Kecelakaan di tempat kerja
2. Kerusakan dan segala bentuk kerugian baik terhadap manusia, peralatan, objek kerja, tempat bekerja, dan lingkungan kerja, secara langsung dan tidak langsung.

Sejalan dengan kemajuan teknologi, maka permasalahan keselamatan kerja menjadi salah satu aspek yang sangat penting untuk diperhatikan, mengingat resiko bahaya dalam penerapan teknologi juga semakin kompleks.

Keselamatan kerja merupakan tanggungjawab semua orang baik yang terlibat langsung dalam pekerjaan seperti pekerja maupun yang tidak terlibat langsung dalam pekerjaan seperti pengawas, produsen dan konsumen pemakai teknologi pada umumnya. Kenyataan menunjukkan bahwa masyarakat kita, lebih mengutamakan hasil / produksi dari proses untuk menghasilkan produksi hal ini disebabkan karena :

1. Pekerja lebih membutuhkan pendapatan / upah
2. Pekerja tidak memiliki pengetahuan yang cukup tentang keselamatan kerja.
3. Pekerja sudah tahu, tetapi mengabaikan karena punya kebiasaan buruk.

Kebiasaan tidak mematuhi aturan keselamatan kerja saat berada di tempat kerja tidak bisa ditolerir, untuk menjadi pekerja profesional, karena setiap orang wajib terlebih dahulu memahami atau mengetahui keilmuan bidang keselamatan kerja baru mulai melakukan pekerjaan agar potensi bahaya di tempat kerja tidak menjadikan celaka.

Semua pekerjaan ada aturannya, dan aturan keselamatan kerja harus dilaksanakan dengan kesadaran dan kemauan yang tinggi, disertai dengan sikap dan kebiasaan kerja yang profesional melalui disiplin yang kuat, karena kerja merupakan kunci sukses bagi pekerja.

Keselamatan kerja merupakan salah satu cara untuk mencegah terjadinya celaka di tempat kerja mengakibatkan kerugian bagi pekerja dan pemilik usaha, sehingga perlu dilakukan upaya pencegahan dengan menitik beratkan pada :

1. **Pekerja.**
Pengawasan terhadap pekerja saat berada ditempat kerja, untuk memastikan pelaksanaan pekerjaan dilakukan dengan baik dan benar sehingga potensi bahaya yang berisiko untuk mengakibatkan celaka dipastikan tidak terjadi.
2. **Peralatan kerja.**
Pengawasan terhadap peralatan kerja dilakukan untuk memastikan bahwa pekerja memiliki kemampuan menggunakan peralatan dengan baik sesuai petunjuk yang berlaku sehingga tidak terjadi kesalahan yang dapat mengakibatkan terjadinya celaka.
3. **Mesin kerja.**
Pengawasan dilakukan pada pekerja yang menggunakan mesin untuk mengetahui penggunaannya sudah sesuai petunjuk kerja, agar tidak terjadi kesalahan yang berakibat celaka.
4. **Metode kerja.**
Pengawasan dilakukan pada pekerja untuk mengetahui cara menyelesaikan pekerjaan sudah sesuai aturan atau petunjuk kerja yang ditetapkan agar risiko bahaya tidak mengakibatkan terjadinya celaka.

Perlu diketahui bahwa kecelakaan adalah suatu kejadian yang tidak disangka, tidak diduga, tidak dikira, tidak diinginkan terjadi, yang merusak peralatan kerja, dan proses kerja yang berdampak pada produksi. Penerapan keselamatan kerja di tempat kerja diharapkan dapat melindungi pekerja dari bahaya yang dapat mengakibatkan celaka yang berakhir dengan cacat dan kematian, untuk itu disetiap tempat kerja dipandang perlu menerapkan keselamatan kerja oleh semua unsur di tempat kerja. Konsep dasar dari penerapan keselamatan kerja di tempat kerja diharapkan dapat :

1. **Mencegah terjadinya celaka.**
Pekerja bisa terhindar dari celaka karena ditempat kerja dilakukan pengawasan mulai dari : pekerja, pemakaian peralatan kerja, cara kerja dan proses penyelesaian pekerjaan, sehingga potensi bahaya yang muncul disetiap kegiatan bisa diantisipasi sebelum menjadi celaka.
2. **Memberi rasa aman dan nyaman.**
Dengan lingkungan tempat kerja yang bebas dari potensi bahaya yang berisiko celaka dapat diatasi pekerja merasa aman dan nyaman melakukan pekerjaannya.
3. **Meningkatkan produksi kerja**
Dengan tempat kerja yang aman dan nyaman untuk beraktivitas menjadikan pekerja maksimal sehingga hasil yang dicapai juga menjadi maksimal

B. TUJUAN

Adapun tujuan yang diharapkan dengan menerapkan keselamatan kerja di tempat kerja antara lain:

1. Melindungi keselamatan pekerja dalam melakukan pekerjaannya untuk kesejahteraan hidup dan meningkatkan produktifitas kerja.
2. Melindungi kesehatan dari tenaga kerja demi meningkatkan efisiensi dari pekerja dan merupakan sebuah tindakan pencegahan terhadap kecelakaan para kerja.
3. Menjamin keselamatan setiap orang lain yang berada ditempat kerja.
4. Menjamin segala keutuhan dan juga kesempurnaan dari para pekerja baik secara rohani maupun jasmani yang meliputi hasil kerja budaya demi kesejahteraan masyarakat.
5. Sumber produksi terpelihara dan dipergunakan secara aman dan efisien.
6. Memberi rasa aman dan nyaman bagi pekerja saat berada di tempat kerja

C. MANFAAT

Pelaksanaan keselamatan kerja di tempat kerja memberikan manfaat bagi pekerja berupa:

1. Keamanan dan kenyamanan kerja karena tempat kerja bebas dari risiko bahaya yang berakibat celaka
2. Pengenalan dini potensi bahaya yang bisa mengakibatkan celaka bagi pekerja di tempat kerja
3. Penanganan pencegahan potensi bahaya yang berisiko celaka bagi pekerja di tempat kerja.
4. Peningkatan produktivitas kerja.
5. Pencapaian kehidupan yang lebih baik

D. RUANG LINGKUP

Ruang lingkup dari materi keselamatan kerja di tempat kerja mencakup hal sebagai berikut :

1. Pekerja

Penekanan keselamatan kerja diarahkan pada pekerja berhubungan dengan penyebab terjadinya celaka berupa tindakan yang tidak aman seperti :

- a. Disiplin kerja, merupakan perbuatan dari pekerja yang selalu taat pada aturan kerja yang berhubungan dengan pengetahuan dan ketrampilan pekerja untuk bisa memahami dan melaksanakan segala aturan dan norma kerja dalam lingkungan kerja agar dapat

menyelesaikan pekerjaan atau tugas dengan baik, tidak mengalami celaka dan memperoleh hasil maksimal.

b. Watak pekerja sangat dipengaruhi oleh :

- 1) Iktikat adalah suatu upaya yang tidak mementingkan kepentingan diri tetapi mengutamakan pekerjaan untuk mencapai hasil kerja.
- 2) Kemahiran teknis merupakan suatu upaya yang diperoleh melalui pendidikan dan pelatihan dengan waktu lama
- 3) Kualitas moral, adanya rasa rendah diri pada suatu mekanisme kerja yang berlaku untuk taat.

Dalam menempatkan seseorang pada suatu bidang kerja, perhatian pada watak pekerja merupakan hal penting, sebab setiap orang memiliki watak yang berbeda misalnya :

- 1) Memiliki watak sebagai pembuat rencana.

Pekerja dengan tipe ini adalah pekerja yang dalam melakukan pekerjaannya selalu mengacu pada aturan/petunjuk/prosedur kerja dan dapat dipercaya karena memiliki etika kerja yang bagus

- 2) Tipe perfeksionis.

Pekerja dengan tipe semacam ini memiliki etika kerja yang luar biasa dengan tantangannya sendiri karena kerap berasumsi bahwa dialah yang terbaik dalam menyelesaikan pekerjaan, sementara orang lain tidak sebaik dirinya. Akibatnya terjadi tumpukan pekerjaan dan dalam penyelesaiannya mengalami kesulitan.

- 3) Tipe pekerja aktif

Pekerja tipe seperti ini kelihatan selalu sibuk atau tidak diam, memiliki mobilitas kerja tinggi, memiliki inovasi yang banyak sehingga untuk menyelesaikan pekerjaan diperlukan informasi yang jelas kebenarannya agar dalam bekerja tidak salah

- 4) Tipe penunda pekerjaan

Pekerja dengan tipe ini mengalami kesulitan dalam mengatur waktu kerja, karena tidak tepat waktu, sehingga pekerja tipe ini harus membuat jadwal kerja sebagai acuan dalam penyelesaian pekerjaan.

c. Kebiasaan pekerja

Kebiasaan kerja merupakan budaya kerja yang didasari oleh pandangan hidup sebagai nilai yang menjadi sifat yang tercermin dalam sikap dan perilaku yang bisa dilihat dalam kegiatan sehari – hari misalnya :

- 1) Secara sukarela melakukan pekerjaan

- 2) Hal ini ditunjukkan dengan adanya keinginan untuk membantu orang lain dalam menyelesaikan pekerjaannya yang didasari pengetahuan dan kemampuan yang dimiliki
- 3) Bersikap baik terhadap siapapun
- 4) Selalu berperilaku baik pada semua orang tanpa melihat kelebihan dan kekurangan sehingga mengundang orang lain untuk mengajak bekerjasama dalam satu penyelesaian kegiatan
- 5) Mengutamakan penyelesaian pekerjaan sendiri
- 6) Menyelesaikan pekerjaan didasarkan atas jadwal kerja yang sudah ada, kemudian menolong orang lain, sehingga tidak terjadi penumpukan pekerjaan
- 7) Tetap berpandangan positif dengan pekerjaan
- 8) Sebagai orang baru di tempat kerja sebaiknya berpandangan positif pada setiap pekerjaan, selesaikan semua pekerjaan dengan baik tanpa melakukan perhitungan yang tidak jelas.

d. Sikap kerja

Merupakan suatu pilihan saat menyelesaikan pekerjaan, lakukan semua pekerjaan dengan hati yang senang, maka kinerja meningkat dan kepuasan kerja tercapai.

e. Ketrampilan pekerja.

Sebaiknya dalam penentuan kerja harus didasarkan atas ketrampilan kerja yang dimiliki sehingga hasil kerja menjadi nyata.

f. Kesesuaian alat kerja.

Untuk dapat menghasilkan pekerjaan dengan baik peralatan kerja sebagai penunjang penyelesaian pekerjaan harus sesuai dengan jenis pekerjaan agar hasil yang diperoleh maksimal.

2. Peralatan Kerja

Penekanan keselamatan kerja diarahkan pada pekerja yang berhubungan dengan terjadinya kesalahan penyebab celaka seperti :

- a. Kesesuaian ukuran peralatan dengan tubuh pekerja
- b. Bentuk dengan kenyamanan memakai peralatan kerja.
- c. Berat dengan kemampuan pekerja menggunakan peralatan kerja
- d. Fungsi dengan keterampilan yang dimiliki pekerja menggunakan peralatan kerja

3. Mesin Kerja

Penekanan keselamatan kerja diarahkan pada pekerja menggunakan mesin kerja seperti:

- a. Letak / kedudukan mesin kerja dengan sikap kerja dari pekerja
- b. Posisi kerja dari pekerja saat mengoperasikan mesin kerja
- c. Ukuran tinggi mesin kerja dengan ukuran tubuh pekerja
- d. Ketrampilan / keahlian pekerja untuk menggunakan mesin kerja

4. Aspek Lingkungan Fisik Kerja

Unsur fisik ditempat kerja yang bisa berhubungan dengan keselamatan kerja seperti :

- a. Suhu ruang kerja yang nyaman membantu pekerja untuk dapat bekerja dengan baik, dengan suhu yang nyaman proses terjadinya lelah menjadi lambat sehingga kesalahan menjadi kecil, sehingga terjadinya kerugian akibat kerja bisa diatasi.
- b. Intensitas cahaya sangat menentukan kemampuan pekerja menyelesaikan pekerjaannya, karena dengan intensitas cahaya yang sesuai dengan jenis pekerjaan akan membantu pekerja untuk mengetahui dengan jelas obyek yang akan dikerjakan, sehingga kelelahan mata yang akhirnya menjadi gangguan mata akibat intensitas cahaya kurang tidak terjadi.
- c. Intensitas suara sesuai kemampuan ambang dengar, sangat membantu pekerja yang melakukan pekerjaan dengan kondisi tenang, karena dengan intensitas suara keras bisa menghambat pekerja dalam menyelesaikan pekerjaannya dan keluhan telinga berdenging dan berlanjut menjadi kemampuan dengar kurng bisa terjadi.

5. Aspek Kimia Kerja

Unsur kimia di tempat kerja yang berhubungan dengan keselamatan kerja seperti :

- a. Debu yang terdapat di ruang kerja akan mengakibatkan pekerja mengalami kesulitan untuk menyelesaikan pekerjaannya dan berpotensi mengalami gangguan saluran pernafasan, untuk itu diperlukan upaya sebagai langkah untuk mencegah keberadaan debu dalam ruangan dengan memasang alat penghembus udara keluar dari ruangan.
- b. Gas buang yang terdapat di ruang kerja dapat mengakibatkan pekerja mengalami gangguan pernafasan, yang bisa berlanjut dengan sesak nafas sehingga kemampuan kerja menurun dari potensi celaka menjadi besar.
- c. Uap air dalam ruang kerja menjadikan ruangan menjadi lembab yang dapat mengakibatkan pekerja mengalami keluhan sesak nafas yang berpengaruh pada kemampuan kerja.

6. Aspek Biologi

Unsur biologi yang berhubungan dengan keselamatan kerja di tempat kerja seperti : keberadaan bakteri, jamur dan spora ini menunjukkan bahwa ruang kerja tidak bersih.

7. Aspek Sosial

Unsur sosial yang berhubungan dengan keselamatan kerja di tempat kerja seperti :

- a. Hubungan antar pekerja yang baik menjadi salah satu ukuran kesuksesan bagi pekerja di tempat kerja.
- b. Hubungan dengan pimpinan yang baik sangat membantu pekerja untuk mewujudkan capaian yang diharapkan.

8. Sistem Produksi

Unsur hasil kerja yang berhubungan dengan keselamatan kerja di tempat kerja seperti :

- a. Tempat kerja yang memenuhi syarat fisik memberikan rasa nyaman bagi pekerja untuk beraktivitas, sehingga risiko terjadinya celaka menjadi kecil.
- b. Cara kerja yang benar merupakan salah satu tolok ukur keberhasilan dan pencegahan terjadinya celaka bagi pekerja di tempat kerja.
- c. Pekerja merupakan sumber daya yang sangat menentukan keberhasilan dan terjadinya risiko celaka di tempat kerja.

9. Teknologi yang Digunakan

Unsur teknologi yang digunakan untuk produksi yang berhubungan dengan keselamatan kerja di tempat kerja seperti, pemanfaatan teknologi maju atau canggih merupakan salah satu pendukung keberhasilan produksi, namun penanganan yang kurang trampil akan menjadikan celaka bagi pekerja.

E. PENERAPAN

Seringkali kita menganggap bahwa bekerja dengan menerapkan keselamatan kerja di tempat kerja sama dengan bekerja hati – hati, bekerja lambat, anggapan seperti itu tidak benar karena bekerja dengan mengutamakan keselamatan kerja dimaksudkan melakukan pekerjaan dengan mengutamakan keselamatan bukan hasil.

Penerapan keselamatan kerja di tempat kerja bukanlah hal yang sulit bila sebelumnya telah dipahami, sebab dengan mengutamakan keselamatan kerja berarti bekerja mengikuti aturan kerja yang benar dengan risiko celaka yang minimal namun produktivitas kerja menjadi maksimal. Penerapan keselamatan kerja di setiap tempat kerja akan membantu mencegah terjadinya celaka, namun tidak semua tempat kerja melakukan dengan baik hal ini disebabkan

karena beberapa faktor antara lain, kurangnya pengetahuan, kesadaran dan kemauan. Penerapan keselamatan kerja di tempat kerja menitik beratkan pada :

1. Memelihara Peralatan-Peralatan Kerja

Perusahaan harus selalu memelihara kondisi peralatan agar selalu dalam kondisi yang baik. Karena apabila ada yang salah dalam peralatan-peralatan kerja karyawan, bisa memberikan dampak yang buruk terhadap karyawan tersebut.

2. Melakukan Pengontrolan terhadap Peralatan-Peralatan Kerja secara Berkala

Hal ini berguna untuk mengetahui mana peralatan-peralatan yang mengalami kerusakan agar dapat diperbaiki dan tidak memberikan bahaya pada karyawannya.

3. Mempekerjakan Petugas Kebersihan Untuk Selalu Menjaga Kebersihan Lingkungan Perusahaan

Kebersihan lingkungan perusahaan tentu akan menjaga kesehatan para karyawannya. Karena lingkungan yang kotor akan membawa penyakit.

4. Menyediakan Fasilitas yang Memadai

Fasilitas-fasilitas disini seperti kantin, karena setiap karyawan tentu membutuhkan makan saat jam istirahat mereka sehingga mereka memerlukan kantin untuk tempat mereka beristirahat setelah bekerja.

5. Perencanaan Program K3 yang Terkoordinasi

Biasanya, hampir banyak dari perusahaan yang program K3 nya kurang terkoordinasi di seluruh bagian-bagian perusahaan sehingga penerapan program K3 tidak terlaksana dengan baik.

6. Melakukan Penilaian dan Tindak Lanjut Pelaksanaan Keselamatan Kerja

Apabila ada yang mengalami kecelakaan, tentu perusahaan harus meninjau lanjuti mengenai hal tersebut. Baik dari segi tanggung jawab terhadap karyawan tersebut, juga mencari tahu apa penyebab kecelakaan tersebut terjadi agar tidak terulang kepada karyawannya yang lain.

Sementara dampak buruk yang bisa diterima bila di tempat kerja tidak menerapkan keselamatan kerja sebagai berikut :

1. Terjadinya cedera bahkan bisa menyebabkan kematian pada tenaga kerja

Hal ini disebabkan tempat kerja tidak melakukan pemeliharaan dan pemeriksaan secara berkala terhadap peralatan kerja yang ada di tempat kerja.

Dengan kondisi peralatan yang rusak, tentunya sangat berpotensi menyebabkan terjadinya celaka bahkan yang terparah bisa mengakibatkan kematian.

2. Menimbulkan penyakit.

Kurangnya kebersihan dari lingkungan tempat kerja, hal ini disebabkan karena tidak terawatnya lingkungan tersebut, sehingga tempat kerja menjadi sarang bagi vektor perantara penyakit, yang berarti pekerja berpeluang untuk terjangkit penyakit.

3. Memberikan kerugian.

Apabila banyak tenaga kerja yang mengalami kecelakaan, tentu saja tempat kerja mengalami, kerugian karena pihak tempat kerja harus mengeluarkan biaya untuk menanggung kecelakaan dan kerusakan yang terjadi, selain itu tempat kerja mengalami kerugian yang lebih besar karena produksi tidak tercapai.

4. Proses kerja di perusahaan terhambat.

Dengan tidak diterapkannya keselamatan kerja di tempat kerja potensi terjadinya celaka menjadi lebih besar, sehingga proses produksi menjadi terganggu, karena jumlah pekerja berkurang dan peralatan menjadi tidak berfungsi sehingga proses kerja menjadi lebih lambat.

F. FAKTOR PENYEBAB TERJADINYA CELAKA

Ada beberapa teori tentang faktor penyebab kecelakaan, namun yang banyak digunakan adalah teori tiga faktor utama (*Three Main Factor Theory*). Menurut teori ini disebutkan bahwa ada tiga faktor yang menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja. Ketiga faktor tersebut dapat diuraikan menjadi :

1. Faktor Manusia

Faktor manusia sebagai penyebab terjadinya celaka dipengaruhi oleh :

a. Umur

Umur harus mendapat perhatian karena akan mempengaruhi kondisi fisik, mental, kemampuan kerja, dan tanggung jawab seseorang. Karyawan muda umumnya mempunyai fisik yang lebih kuat, dinamis, dan kreatif, tetapi cepat bosan, kurang bertanggung jawab, cenderung absensi, dan semangat rendah

Umum mengetahui bahwa beberapa kapasitas fisik, seperti penglihatan, pendengaran dan kecepatan reaksi, menurun sesudah usia 30 tahun atau lebih. Sebaliknya mereka lebih berhati-hati, lebih dapat dipercaya dan lebih menyadari akan bahaya dari pada tenaga kerja usia muda.

Efek menjadi tua terhadap terjadinya kecelakaan masih terus ditelaah. Namun begitu terdapat kecenderungan bahwa beberapa jenis kecelakaan kerja seperti terjatuh lebih sering terjadi pada tenaga kerja usia 30 tahun atau lebih dari pada tenaga kerja berusia sedang atau muda.

b. Jenis Kelamin

Jenis pekerjaan antara pria dan wanita sangatlah berbeda. Pembagian kerja secara sosial antara pria dan wanita menyebabkan perbedaan terjadinya paparan yang diterima orang, sehingga penyakit yang dialami berbeda pula. Kasus wanita lebih banyak daripada pria

Secara anatomis, fisiologis, dan psikologis tubuh wanita dan pria memiliki perbedaan sehingga dibutuhkan penyesuaian dalam beban dan kebijakan kerja, diantaranya bagi ibu hamil dan wanita haid, dua peristiwa alami wanita itu memerlukan penyesuaian kebijakan yang khusus.

c. Masa kerja

Masa kerja adalah sesuatu kurun waktu atau lamanya tenaga kerja bekerja disuatu tempat. Masa kerja dapat mempengaruhi kinerja baik positif maupun negatif. Memberi pengaruh positif pada kinerja bila dengan semakin lamanya masa kerja personal semakin berpengalaman dalam melaksanakan tugasnya.

Sebaliknya, akan memberi pengaruh negatif apabila dengan semakin lamanya masa kerja akan timbul kebiasaan pada tenaga kerja. Hal ini biasanya terkait dengan pekerjaan yang bersifat monoton atau berulang-ulang. Masa kerja dikategorikan menjadi tiga yaitu :

- 1) Masa Kerja baru : < 6 tahun
- 2) Masa Kerja sedang : 6 – 10 tahun
- 3) Masa Kerja lama : > 10 tahun.

d. Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD)

Penggunaan alat pelindung diri yaitu penggunaan seperangkat alat yang digunakan tenaga kerja untuk melindungi sebagian atau seluruh tubuhnya dari adanya potensi bahaya atau kecelakaan kerja. APD tidak sepenuhnya bisa melindungi anggota tubuhnya dari celaka, tetapi akan dapat mengurangi tingkat keparahan yang mungkin terjadi.

Penggunaan alat pelindung diri untuk mengurangi tingkat keparahan celaka yang terjadi sangat dipengaruhi oleh :

- 1) Kurangnya pengetahuan pekerja terhadap pekerjaan yang akan dilakukan sehingga risiko kesalahan saat bekerja menjadi lebih besar
- 2) Sikap kerja yang monoton dari pekerja saat melakukan pekerjaan yang berpotensi mengakibatkan lelah menjadi lebih cepat sehingga berpotensi mengalami celaka
- 3) Kebiasaan kerja saat berada ditempat kerja yang tidak mengutamakan penyelesaian pekerjaan yang telah diberikan.
- 4) Kedisiplinan kerja terutama dalam mentaati aturan kerja yang sudah ditetapkan.

- 5) Penggunaan alat pelindung diri yang telah disediakan untuk digunakan sebelum bekerja tidak dipakai dengan benar sehingga fungsi alat pelindung diri untuk mengurangi risiko celaka menjadi tidak terjadi.

e. Tingkat Pendidikan

Pendidikan adalah proses seseorang mengembangkan kemampuan, sikap, dan bentuk-bentuk tingkah laku di dalam masyarakat untuk hidup.

Proses sosial yakni orang yang dihadapkan pada pengaruh lingkungan yang terpilih dan terkontrol (khususnya yang datang dari sekolah), sehingga ia dapat memperoleh atau mengalami perkembangan kemampuan sosial dan kemampuan individu yang optimal Pendidikan adalah segala upaya yang direncanakan untuk mempengaruhi orang lain baik individu, kelompok atau masyarakat sehingga mereka melakukan apa yang diharapkan oleh pelaku pendidikan. Semakin tinggi tingkat pendidikan seseorang, maka mereka cenderung untuk menghindari potensi bahaya yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan.

f. Perilaku

Perilaku adalah salah satu dari unsur manusia yang mempengaruhi tingkat kecelakaan. Sikap terhadap kondisi kerja, kecelakaan dan praktik kerja yang aman bisa menjadi hal yang penting karena ternyata lebih banyak persoalan yang disebabkan oleh pekerja yang ceroboh dalam bekerja dibandingkan dengan mesin sebagai penyebab terjadinya celaka atau karena kurangnya perhatian dari pekerja.

Pekerja yang tidak puas dengan pekerjaan yang dihasilkan dianggap memiliki tingkat kecelakaan kerja yang lebih tinggi, hal ini bisa disebabkan karena kurang konsentrasi dalam bekerja, namun hal tersebut belum pasti sebab terjadinya celaka umumnya disebabkan karena kepribadian, sikap karyawan, dan karakteristik individual pekerja yang tampaknya lebih berpengaruh pada terjadinya kecelakaan kerja, namun hubungan sebab akibat masih sulit dipastikan.

g. Pelatihan Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Pelatihan adalah bagian pendidikan yang menyangkut proses belajar untuk memperoleh dan meningkatkan pengetahuan dan keterampilan yang berlaku dalam waktu yang relatif singkat, yang lebih mengutamakan praktek daripada teori. Timbulnya kecelakaan bekerja biasanya sebagai akibat atas kelalaian tenaga kerja yang dapat menimbulkan kerusakan dari peralatan kerja produk / hasil, yang tidak diharapkan namun bisa terjadi. Namun tidak mudah untuk menghindari dari kemungkinan terjadinya kecelakaan dan kerusakan, untuk mengantisipasi hal ini maka perlu dilakukan pelatihan bagi tenaga kerja. Penyelenggaraan pelatihan dimaksudkan agar pemeliharaan terhadap alat kerja dapat ditingkatkan. Salah satu

tujuan yang ingin dicapai adalah mengurangi timbulnya kecelakaan kerja, kerusakan, dan peningkatan pemeliharaan terhadap alat-alat kerja.

h. Mentaati aturan kerja

Peraturan perundangan adalah ketentuan yang mewajibkan mengenai kondisi kerja pada umumnya, perencanaan, konstruksi, perawatan dan pemeliharaan, pengawasan, pengujian dan cara kerja peralatan industri, tugas-tugas pengusaha dan buruh, latihan, supervisi medis, P3K dan perawatan medis. Ada tidaknya peraturan K3 sangat berpengaruh dengan kejadian kecelakaan kerja. Untuk itu, sebaiknya peraturan dibuat dan dilaksanakan dengan sebaik-baiknya untuk mencegah dan mengurangi terjadinya kecelakaan.

2. Faktor Lingkungan

a. Intensitas suara yang keras

Bising adalah suara atau bunyi yang tidak diinginkan oleh yang mendengarkan, karena akan mengurangi tingkat kenyamanan dari pekerja, sebab mengganggu komunikasi atau percakapan antar pekerja, mengurangi konsentrasi, menurunkan kemampuan ambang dengar yang pada akhirnya pada waktu tertentu mengakibatkan tuli Sesuai dengan Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor: KEP-51/MEN/1999 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika di Tempat Kerja, yang dianjurkan adalah 85 dBA untuk 8 jam kerja.

b. Suhu Udara

Dari suatu penyelidikan diperoleh hasil bahwa produktivitas kerja manusia akan mencapai tingkat yang paling tinggi pada temperatur sekitar 24°C- 27°C. Suhu dingin mengurangi efisiensi dengan keluhan kaku dan kurangnya koordinasi otot. Suhu panas terutama berakibat menurunkan prestasi kerja pekerja, mengurangi kelincahan, memperpanjang waktu reaksi dan waktu pengambilan keputusan, mengganggu kecermatan kerja otak, mengganggu koordinasi syaraf perasa dan motoris, serta memudahkan untuk dirangsang hal ini karena lelah.

Sedangkan menurut Grandjean kondisi panas sekeliling yang berlebih akan mengakibatkan rasa lelah, letih dan berakhir dengan mengantuk. Lelah akan mengurangi kestabilan dan meningkatkan jumlah angka kesalahan kerja. Hal ini akan menurunkan daya kreasi tubuh manusia untuk menghasilkan panas dengan jumlah yang sangat sedikit.

c. Penerangan

Penerangan di tempat kerja adalah salah satu sumber cahaya yang menerangi benda-benda di tempat kerja. Banyak obyek kerja beserta benda atau alat dan kondisi di sekitar yang

perlu dilihat oleh tenaga kerja. Hal ini penting untuk menghindari kecelakaan yang mungkin terjadi.

Penerangan yang baik memungkinkan tenaga kerja melihat obyek yang dikerjakan secara jelas, cepat dan tanpa upaya-upaya tidak perlu. Penerangan adalah penting sebagai suatu faktor keselamatan dalam lingkungan fisik pekerja. Beberapa penyelidikan mengenai hubungan antara produksi dan penerangan telah memperlihatkan bahwa penerangan yang cukup dan diatur sesuai dengan jenis pekerjaan yang harus dilakukan secara tidak langsung dapat mengurangi banyaknya kecelakaan. Faktor penerangan yang berperan pada kecelakaan antara lain kilauan cahaya langsung pantulan benda mengkilap dan bayang-bayang gelap. Selain itu pencahayaan yang kurang memadai atau menyilaukan akan melelahkan mata, kelelahan mata akan menimbulkan rasa kantuk dan hal ini berbahaya bila karyawan mengoperasikan mesin berbahaya sehingga dapat menyebabkan terjadinya celaka.

d. Lantai licin

Lantai dalam tempat kerja harus terbuat dari bahan yang keras / kuat, tahan/ kedap air dan bahan kimia yang merusak, karena lantai licin akibat terkena tumpahan air, bahan minyak atau oli berpotensi besar terhadap terjadinya kecelakaan, seperti terpeleset.

3. Faktor Peralatan

a. Kondisi mesin

Dengan mesin dan alat mekanik, produksi dan produktivitas dapat ditingkatkan. Selain itu, beban kerja faktor manusia dikurangi dan pekerjaan dapat lebih berarti. Apabila keadaan mesin rusak, dan tidak segera diantisipasi dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja.

b. Ketersediaan alat pengaman mesin

Mesin dan alat mekanik terutama diamankan dengan pemasangan pagar dan perlengkapan pengamanan mesin atau disebut pengaman mesin. Dapat ditekannya angka kecelakaan kerja oleh mesin adalah akibat dari secara meluasnya dipergunakan pengaman tersebut. Penerapan tersebut adalah pencerminan kewajiban perundang-undangan, pengertian dari pihak yang bersangkutan, dan sebagainya.

c. Letak mesin

Terdapat hubungan yang timbal balik antara manusia dan mesin. Fungsi manusia dalam hubungan manusia mesin dalam rangkaian produksi adalah sebagai pengendali jalannya mesin tersebut. Mesin dan alat diatur sehingga cukup aman dan efisien untuk melakukan pekerjaan dengan mudah, termasuk juga dalam menata letak dalam menempatkan posisi mesin. Semakin jauh letak mesin dengan pekerja, maka potensi bahaya yang menyebabkan

kecelakaan akan lebih kecil. Sehingga dapat mengurangi jumlah kecelakaan yang mungkin terjadi.

d. Kerugian akibat kecelakaan kerja

Kecelakaan yang terjadi di tempat kerja dapat menimbulkan 5 jenis kerugian, yaitu:

- 1) Terjadinya kerusakan pada mesin dan peralatan kerja yang bisa mengganggu pelaksanaan proses kerja.
- 2) Terjadinya pengambil alihan tugas tanpa mengacu pada struktur organisasi yang sudah ada sebab penyelesaian kegiatan harus dilakukan dengan segera
- 3) Adanya keluhan dan kesedihan yang dialami pekerja yang celaka,
- 4) Akibat kelalaian dalam bekerja mengakibatkan terjadi celaka yang mengakibatkan kerugian bagi pekerja karena tidak dapat upah dan harus mengeluarkan biaya untuk pengobatan sedang pemilik pendapatan menjadi berkurang karena target produksi menurun.
- 5) Kecelakaan yang dialami pekerja mengakibatkan cacat, dan berpeluang mengalami kematian akibat tingkat kecelakaan yang dialami sangat parah.

Menurut Heinrich dalam ILO menyusun daftar kerugian terselubung akibat kecelakaan berupa :

- 1) Kerugian akibat hilangnya waktu karyawan yang luka untuk bisa bekerja kembali seperti semula.
- 2) Kerugian akibat hilangnya waktu karyawan lain yang terhenti bekerja karena rasa ingin tahu, rasa simpati, membantu menolong karyawan yang terluka,
- 3) Kerugian akibat hilangnya waktu bagi para mandor, penyelia atau para pimpinan lainnya karena membantu karyawan yang terluka, menyelidiki penyebab kecelakaan, mengatur agar proses produksi ditempat karyawan yang terluka tetap dapat dilanjutkan oleh karyawan lainnya dengan memilih dan melatih ataupun menerima karyawan baru.
- 4) Kerugian akibat penggunaan waktu dari petugas pemberi pertolongan pertama saat mengantarkan korban celaka ke rumah sakit,
- 5) Kerugian akibat rusaknya mesin, perkakas, atau peralatan akibat celaka.
- 6) Tercemarnya bahan baku akibat terkontaminasi oleh percikan kotoran atau darah pekerja yang celaka,
- 7) Kerugian insidental akibat terganggunya produksi, kegagalan memenuhi pesanan pada waktunya, kehilangan bonus, pembayaran denda ataupun akibat-akibat lain yang serupa,
- 8) Kerugian akibat pelaksanaan sistem kesejahteraan dan maslahat bagi karyawan,

- 9) Kerugian akibat keharusan untuk meneruskan pembayaran upah penuh bagi karyawan yang dulu terluka setelah mereka kembali bekerja, walaupun mereka (mungkin belum penuh sepenuhnya) hanya menghasilkan separuh dari kemampuan normal
- 10) Kerugian akibat hilangnya kesempatan memperoleh laba dari produktivitas karyawan yang luka dan akibat dari mesin yang menganggur.
- 11) Kerugian yang timbul akibat ketegangan ataupun menurunnya moral kerja karena kecelakaan tersebut,
- 12) Kerugian biaya umum (overhead) per-karyawan yang luka.

e. Pencegahan Kecelakaan

Pencegahan kecelakaan kerja dapat efektif bila setiap pekerja patuh dan melaksanakan pekerjaan sesuai aturan / prosedur kerja yang sudah ada. Semua pekerja harus mengetahui :

- 1) Bahaya dari bahan dan peralatan yang mereka gunakan
- 2) Bahaya dari operasi perusahaan serta
- 3) Mengetahui cara pengendaliannya bila terjadi bahaya

Untuk itu diperlukan pelatihan untuk meningkatkan pengetahuan dan ketrampilan dari pekerja mengenai keselamatan dan kesehatan kerja. Pencegahan kecelakaan kerja ditujukan kepada lingkungan, mesin, alat kerja, perkakas kerja, dan manusia.

Menurut Bennett NB. Silalahi (1995:107) teknik pencegahan kecelakaan harus didekati dari dua aspek, yakni

- 1) Penggunaan perangkat penunjang pelaksanaan kegiatan kerja seperti : mesin kerja, peralatan dan perlengkapan kerja, serta letak mesin kerja.
- 2) Penggunaan pekerja sebagai pelaku untuk menyelesaikan pekerjaan.

Terjadinya kecelakaan di tempat kerja dapat dikurangi dengan memberikan alat pelindung diri yang disesuaikan dengan jenis pekerjaan dan pengetahuan yang berhubungan dengan bidang kerja. Menurut ILO berbagai cara yang umum digunakan untuk meningkatkan keselamatan kerja bidang industri dewasa ini :

- 1) Mematuhi peraturan

Peraturan merupakan ketentuan yang harus dipatuhi mengenai hal-hal yang seperti kondisi kerja umum, perancangan, konstruksi, pemeliharaan, pengawasan, pengujian dan pengoperasian peralatan industri, kewajiban para pengusaha dan pekerja, pelatihan, pengawasan kesehatan, pertolongan pertama, dan pemeriksaan kesehatan.

2) Standarisasi pelaksanaan kerja

Yaitu menetapkan standar resmi, setengah resmi, ataupun tidak resmi, misalnya mengenai konstruksi yang aman dari jenis peralatan industri tertentu seperti penggunaan alat keselamatan kerja, kebiasaan yang aman dan sehat, ataupun tentang alat pengaman perorangan.

3) Melakukan pengawasan

Untuk meningkatkan keselamatan kerja perlu dilakukan pengawasan yang berupa usaha penegakan peraturan yang harus dipatuhi. Hal ini dilakukan supaya peraturan yang ada benar-benar dipatuhi atau tidak dilanggar, sehingga apa yang menjadi sasaran maupun tujuan dari peraturan keselamatan kerja dapat tercapai. Bagi yang melanggar peraturan tersebut sebaiknya diberikan sanksi.

4) Riset Teknis

Hal yang termasuk dalam riset teknis berupa penyelidikan peralatan dan ciri-ciri dari bahan berbahaya, penelitian tentang perlindungan mesin, pengujian masker pernafasan, dan sebagainya. Riset ini merupakan cara paling efektif yang dapat menekan angka kejadian kecelakaan kerja maupun penyakit akibat kerja.

5) Riset medis

Termasuk penyelidikan dampak fisiologis dan patologis dari faktor lingkungan dan teknologi, serta kondisi fisik yang amat merangsang terjadinya kecelakaan. Setelah diketahui faktor yang berpengaruh terhadap terjadinya kecelakaan, maka seseorang dapat menghindari dan lebih berhati-hati dengan potensi bahaya yang ada.

6) Riset Psikologis

Sebagai contoh adalah penyelidikan pola psikologis yang dapat menyebabkan kecelakaan. Psikologis seseorang sangat membawa pengaruh besar dengan kecelakaan. Karena apa yang dirasakan/sedang dialami cenderung terus menerus berada dalam pikiran, hal inilah yang dapat mempengaruhi konsentrasi saat bekerja sehingga adanya bahaya kadang terabaikan.

7) Riset Statistik

Digunakan untuk mengetahui jenis kecelakaan yang terjadi, berapa banyak, kepada tipe orang yang bagaimana yang menjadi korban, dalam kegiatan seperti apa, dan apa saja yang menjadi penyebabnya. Riset seperti ini dapat dijadikan sebagai pelajaran atau acuan agar dapat terhindar dari kecelakaan, karena belajar dari pengalaman yang terdahulu.

8) Memberikan pendidikan / pengajaran.

Hal ini meliputi pengajaran subyek keselamatan sebagai mata ajaran dalam akademi teknik, sekolah dagang ataupun kursus magang. Pemberian pendidikan

mengenai keselamatan dan kesehatan kerja pada usia sekolah diharapkan sebelum siswa terjun ke dunia kerja sudah memiliki bekal terlebih dahulu tentang bagaimana cara dan sikap kerja yang aman dan selamat, sehingga ketika terjun ke dunia kerja mereka mampu menghindari potensi bahaya yang dapat menyebabkan celaka.

9) Melakukan pelatihan kerja

Salah satu contoh pelatihan yaitu berupa pemberian instruksi praktis bagi para pekerja, khususnya bagi pekerja baru dalam hal keselamatan kerja. Perlunya pemberian pelatihan karena pekerja baru cenderung belum mengetahui hal-hal yang ada di perusahaan yang baru ditempatinya. Karena setiap tempat kerja mempunyai kebijakan dan peraturan yang tidak sama dengan tempat kerja lain. Bahaya kerja yang ada juga sangat berbeda.

10) Melakukan tindakan persuasi

Penerapan berbagai metode publikasi dan imbauan untuk mengembangkan "kesadaran akan keselamatan" dapat dijadikan sebagai contoh dari persuasi. Persuasi dapat dilakukan antar individu maupun melalui media seperti poster, spanduk, dan media lainnya.

11) Memberikan asuransi kecelakaan kerja

Dapat dilakukan dengan cara penyediaan dana untuk meningkatkan upaya pencegahan kecelakaan. Selain itu asuransi juga dapat digunakan untuk membantu meringankan beban korban kecelakaan karena sebagian dari biaya di tanggung asuransi.

12) Menekankan pengamanan kerja.

Hal ini dilakukan dengan meningkatkan kesadaran tiap individu terhadap kesehatan dan keselamatan kerja. Peningkatan kesadaran dimulai dari diri sendiri kemudian menularkannya kepada orang lain.

G. ANALISIS POTENSI BAHAYA DI TEMPAT KERJA

Bahaya yang terjadi di tempat kerja pada dasarnya dikelompokkan kedalam 3 faktor utama yaitu :

1. Manusia atau Karyawan

Kejadian bahaya ditempat kerja lebih didominasi karena perilaku manusia yang tidak disiplin saat berada di tempat kerja. Melakukan pekerjaan tidak mengikuti prosedur kerja, sehingga menyebabkan terjadinya kesalahan yang berisiko celaka

2. Mesin Kerja

Kemampuan yang kurang dari pekerja menggunakan mesin untuk memproduksi hasil, sehingga terjadi kesalahan yang berdampak pada kerusakan mesin.

3. Lingkungan Kerja

Kondisi fisik di tempat kerja yang tidak mendukung pekerja untuk melakukan pekerjaan dengan baik misalnya suhu panas, intensitas cahaya yang kurang dan intensitas suara yang keras.

Apabila ketiga elemen kerja diatas diabaikan dapat menimbulkan berbagai kerugian baik langsung maupun secara tidak langsung. Adapun kerugian yang ditimbulkan adalah sebagai berikut :

1. Kerugian Secara Langsung

Kerugian ini timbul akibat kecelakaan kerja, sehingga langsung dirasakan oleh pihak perusahaan melalui:

- a. Biaya Pengobatan dan Kompensasi;
- b. Kerusakan sarana atau fasilitas akibat dari bahaya yang timbul

2. Kerugian Tidak langsung

Meskipun resiko yang ditimbulkan secara tidak langsung, namun dapat mempengaruhi kinerja perusahaan serta dapat merugikan perusahaan, kerugian yang ditimbulkan sebagai berikut:

- a. Kerugian Jam Kerja.
- b. Kerugian Produksi.
- c. Kerugian sosial.
- d. Kerugian dari effect Kurangnya Citra dan kepercayaan Konsumen.

H. PENCEGAHAN CELAKA

Terjadinya kecelakaan kerja merupakan suatu bentuk kerugian yang dialami baik pekerja maupun pemilik usaha, untuk itu upaya pencegahan terhadap kecelakaan kerja merupakan hal penting yang harus dilakukan untuk menghindari kerugian yang terjadi dan juga untuk meningkatkan kinerja pekerja di tempat kerja.

Berdasarkan teori domino, upaya pencegahan yang dilakukan di tempat kerja sebagai berikut :

1. Pencegahan kecelakaan melalui upaya pengendalian bahaya di tempat kerja yang dilakukan dengan cara :

- a. Melakukan pemantauan dan pengendalian kondisi tidak aman yang terjadi di tempat kerja
 - b. Melakukan pemantauan dan pengendalian tindakan yang tidak aman di tempat kerja
2. Upaya pencegahan kecelakaan kerja melalui pembinaan dan pengawasan di tempat kerja
 - a. Melakukan kegiatan pelatihan dan pendidikan materi keselamatan dan kesehatan kerja bagi tenaga kerja
 - b. Melakukan konseling dan konsultasi perihal penerapan keselamatan dan kesehatan kerja bagi tenaga kerja
 - c. Pengembangan sumber daya dan teknologi yang berkaitan peningkatan penerapan keselamatan dan kesehatan kerja di tempat kerja
3. Upaya pencegahan kecelakaan kerja melalui jalur manajemen yaitu :
 - a. Prosedur dan penetapan aturan keselamatan dan kesehatan kerja di tempat kerja
 - b. Penyediaan sarana dan prasarana keselamatan dan kesehatan kerja dan pengdukungnya di tempat kerja
 - c. Pemberian penghargaan dan sanksi terhadap penerapan keselamatan dan kesehatan kerja di tempat kerja

Adapun cara lain yang bisa dilakukan untuk mencegah terjadinya celaka di

1. Disiplin terhadap peraturan perundangan; tempat kerja dapat dilakukan dengan
2. Standarisasi prosedur kerja;
3. Pengawasan;
4. Penelitian bersifat teknis;
5. Riset medis;
6. Penelitian psikologis;
7. Penelitian secara statistik;
8. Pendidikan dan latihan keselamatan
9. Petunjuk keselamatan kerja yang jelas dan tertulis

Selain itu agar kecelakaan di tempat kerja tidak terjadi maka hal yang harus diperhatikan adalah :

1. Mengupayakan tempat kerja yang bersih dengan peralatan yang tertata dengan rapi sangat membantu mengurangi potensi bahaya yang berisiko menjadi celaka.
2. Peralatan kerja dan benda kerja jangan sampai ditinggalkan pada tempat di mana seseorang dapat terjatuh.
3. Jalan dan jalur atau gang yang dilalui oleh pekerja harus bersih.

4. Kursi dan meja kerja serta peralatan kerja, harus ditata dengan rapi dan teratur.
5. Khusus tempat kerja yang bahan bakunya menggunakan minyak / bahan licin harus ditutup agar tidak dilewati oleh orang lain.

Latihan

Untuk dapat memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah Latihan berikut!

- 1) Keselamatan kerja merupakan salah satu upaya untuk mencegah celaka jelaskan penekanan yang dilakukan untuk mencegah terjadinya celaka.
- 2) Sebutkan dan jelaskan tujuan keselamatan kerja di tempat kerja.
- 3) Jelaskan alasan sulit menerapkan keselamatan kerja di tempat kerja

Ringkasan

1. Keselamatan kerja merupakan salah satu cara untuk melindungi pekerja dari potensi bahaya yang berakibat celaka.
2. Keselamatan kerja ada hubungannya dengan tenaga kerja, peralatan kerja, lingkungan kerja (fisik, kimia, biologi dan sosial) yang harus diperhatikan saat bekerja, agar kondisi aman dan nyaman dirasakan pekerja di tempat kerja.
3. Keselamatan kerja dapat dinyatakan sebagai sesuatu yang menjamin keadaan, keutuhan, kesempurnaan, baik jasmani maupun rohani manusia, serta hasil karya dan budayanya tertuju pada keselamatan masyarakat pada umumnya dan pekerja.
4. Bekerja mengikuti aturan kerja berarti menerapkan keselamatan kerja sehingga terbebaskan dari celaka
5. Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) sangat diperlukan karena menyangkut perusahaan dan karyawannya. Penerapan K3 ini juga memiliki prosedur yang benar yang harus diikuti sesuai dengan aturan perundang-undangannya. Karena apabila K3 tidak terlaksana, tentu akan memberikan dampak buruk terhadap perusahaan dan karyawannya sendiri.
6. Penyebab terjadinya celaka disebabkan oleh faktor manusia, faktor lingkungan dan faktor peralatan kerja

Tes 2

Pilihlah salah satu jawaban yang paling benar!

- 1) Untuk mencegah terjadinya kecelakaan di tempat kerja pengawasan diarahkan pada....
 - A. Peralatan kerja
 - B. Tempat kerja
 - C. Lingkungan kerja
 - D. Bahan kerja

- 2) Konsep dasar penerapan keselamatan kerja di tempat kerja....
 - A. Rasa tenang dan damai
 - B. Rasa aman dan nyaman
 - C. Rasa tenang dan nyaman
 - D. Rasa aman dan damai

- 3) Salah satu bagian dari ruang lingkup keselamatan kerja adalah
 - A. Aspek ekonomi
 - B. Aspek masyarakat
 - C. Aspek biologi
 - D. Aspek pekerja

Kunci Jawaban Tes

Test 1

- 1) A.
- 2) B.
- 3) C.

Test 2

- 1) A.
- 2) B.
- 3) C.

Daftar Pustaka

- Achmid, M. 1990. *Penuntun Keselamatan Kerja*. Jakarta: PT. United Tractors.
- Budiono S. *Bunga Rampai Hiperkes dan Keselamatan Kerja*. Semarang: Universitas Diponegoro; 2003.
- Chandra, B. 2007. *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC
- Kuswana, W.S. 2015. *Mencegah Kecelakaan Kerja*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Labour Organization. 2013. *Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Tempat Kerja (Sarana untuk Produktivitas)*. Modul 5. Edisi Bahasa Indonesia. Jakarta: ILO.
- Mukono, *Prinsip dasar kesehatan lingkungan*, penerbit airlangga Universiy press tahun 2000, surabaya
- Mukono, *Epidemiologi lingkungan*, penerbit airlangga university press, 2002, surabaya.
- Notoatmodjo, S. 2003. *Ilmu Kesehatan Masyarakat (Prinsip-prinsip Dasar)*. Jakarta: PT. Rineka Cipta
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. Nomor: 50 Tahun 2012, Tentang. Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Jakarta.
- Soemirat, Juli . 2011. *Kesehatan Lingkungan*. Penerbit Gadjah Mada University Press . Jakarta.
- Soeparman dan Suparmin. 2002. *Pembuangan Tinja & Limbah Cair (Suatu Pengantar)*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC
- Sucipto CD. *Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Yogyakarta: Gosyen Publising; 2014.
- Suyono, J. 1995. *Deteksi Dini Penyakit Akibat Kerja*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Tarwaka. 2012. *Dasar-dasar Keselamatan Kerja Serta Pencegahan Kecelakaan*. di Tempat Kerja. Surakarta: Harapan Press.

.....,2013. *Ergonomi Industri: Dasar-dasar Pengetahuan Ergonomi dan Aplikasi di Tempat Kerja*. Surakarta: Harapan Press

....., 2014, *Keselamatan dan Kesehatan Kerja : Manajemen dan Implementasi K3 di Tempat Kerja*. Surakarta, Harapan Press,

....., 2014. *Keselamatan dan Kesehatan Kerja: Manajemen dan Implementasi K3 di Tempat Kerja*. Surakarta, Harapan Press

Tarwaka. *Keselamatan dan Kesehatan Kerja : Manajemen dan Implementasi K3 di Tempat Kerja*. Surakarta: Harapan Press; 2014

Bab 2

SARANA SANITASI INDUSTRI

Dr. Djamaluddin Ramlan, SKM, M.Kes

Dr. Sumihardi, SKM, M.Kes

Pendahuluan

Sanitasi dasar adalah sanitasi minimum yang diperlukan untuk menyediakan lingkungan sehat yang memenuhi syarat kesehatan yang menitikberatkan pada pengawasan berbagai faktor lingkungan yang mempengaruhi derajat kesehatan manusia. Upaya sanitasi dasar meliputi :

1. Penyediaan air bersih

Air merupakan salah satu yang dibutuhkan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Air erat hubungan dengan kesehatan manusia sebab air dapat menjadi media perantara penularan penyakit, untuk memperoleh air bersih perlu dilakukan pengawasan dari sumber, distribusi, penampungan dan pemanfaatan.

2. Penampungan kotoran manusia (jamban)

Kotoran manusia adalah berupa benda padat yang oleh tidak digunakan oleh tubuh kemudian dikeluarkan disebut feces atau tinja. Penampungan tinja dimaksudkan untuk menampung tinja dan urine atau kencing yang perlu disediakan. Tinja yang tidak tertampung dengan baik dapat mencemari lingkungan atau menimbulkan bau busuk dan sumber air yang mengakibatkan terjadinya penyakit.

3. Pengelolaan sampah

Sampah adalah benda padat hasil aktivitas manusia yang oleh pemiliknya tidak digunakan lagi dan dibuang, Pengelolaan sampah meliputi penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan dan pemusnahan sampah yang dilakukan sedemikian rupa sehingga sampah tidak mengganggu kesehatan masyarakat dan lingkungan hidup.

4. Pembuangan air limbah.

Air limbah atau air kotor adalah air yang tidak bersih dan mengandung berbagai zat yang bersifat membahayakan kehidupan manusia atau hewan dan lazimnya muncul karena hasil aktivitas manusia di industri, rumah sakit dan tempat kerja lainnya.

Air limbah yang dibuang tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu mengakibatkan masalah bagi lingkungan dan sumber air bersih, sehingga untuk amannya air limbah sebelum dibuang harus melalui proses pengolahan agar air buangnya aman bagi makhluk hidup yang terdapat di badan air atau sungai.

Topik 1

Pengawasan Air Bersih di Industri

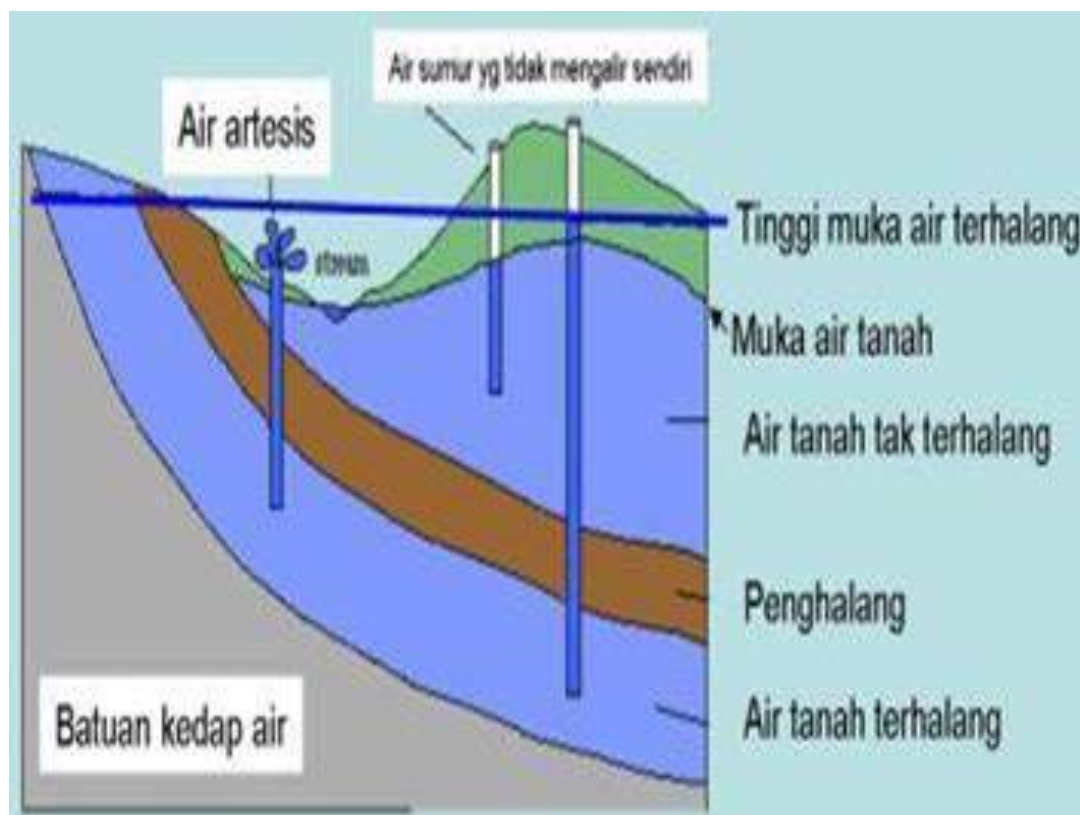
A. SUMBER AIR BERSIH

Mengetahui sumber air bersih yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari merupakan hal penting, karena berkaitan dengan kualitas dari air tersebut. Perlu diketahui bahwa sumber air bersih di alam berasal dari:

1. Air Tanah Artesis

Tanah merupakan bagian dari lapisan atmosfer kerak bumi bagian atas yang terdiri dari berbagai jenis mineral dan material organik dan anorganik.

Dibawah permukaan tanah terdapat aliran air, bila tekanan dalam tanah kecil maka aliran air tidak sampai kepermukaan sedang bila tekanan dalam tanah besar maka pengaliran air sampai kepermukaan tanah melalui sumuran yang disebut air artesis.





Gambar 2.1 Air Tanah Artesis

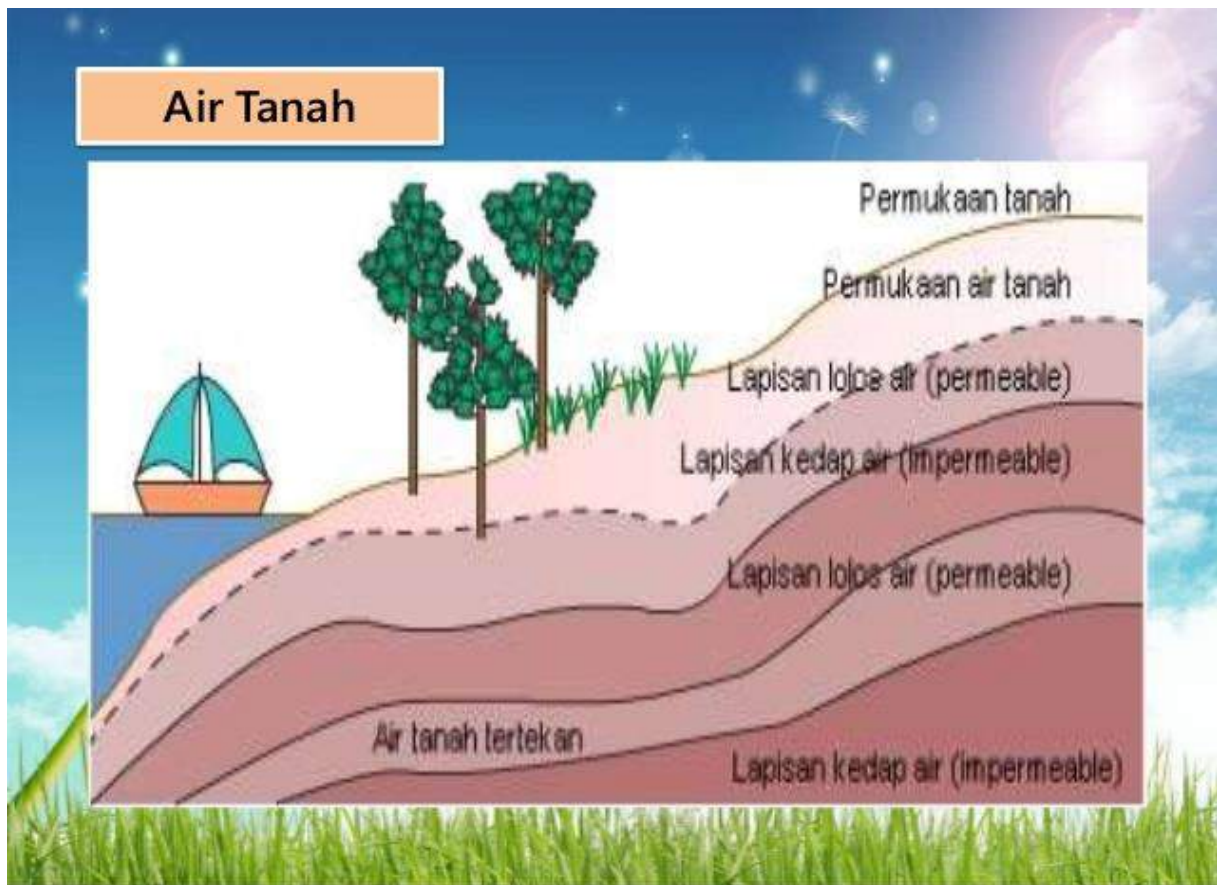
Perlu diketahui bahwa karakteristik dari air tanah adalah sebagai berikut :

- a. Merupakan air lunak
- b. Secara fisik memenuhi syarat (Bersih, tidak berwarna dan berbau)
- c. Secara kimia memenuhi syarat (Tidak mengandung unsur kimia berbahaya)
- d. Secara mikrobiologi memenuhi syarat (Tidak mengandung kuman)

Namun dalam perjalanan air tanah menjadi tidak bersih (kotor) hal ini disebabkan karena :

- a. Saluran yang dilalui kotor
- b. Tempat untuk menampung air tanah kotor
- c. Kebutuhan air tanah oleh pemukiman dan industri yang makin meningkat

- d. Banyaknya pembuangan air limbah industri tanpa pengolahan terlebih dahulu.
- e. Kurangnya lahan terbuka atau hijau sebagai penyaring dan penampung air hujan



Gambar 2.2 Air Tanah Artesis

Proses pembentukan air tanah diawali dari air yang ada didalam bumi (lapisan tanah), kemudian menyatu dengan air hujan yang menembus tanah dengan rembesan yang sangat tergantung pada :

- a. Kelembaban tanah
- b. Porositas tanah
- c. Susunan bebatuan dalam tanah
- d. Tanaman diatas tanah

Tanah merupakan bagian dari lapisan atmosfer kerak bumi yang terletak di posisi paling atas dan menjadi bagian dari kehidupan organisme ataupun mikroorganisme serta tersusun atas berbagai mineral dan material organik dan anorganik lainnya

Kualitas air tanah turun karena :

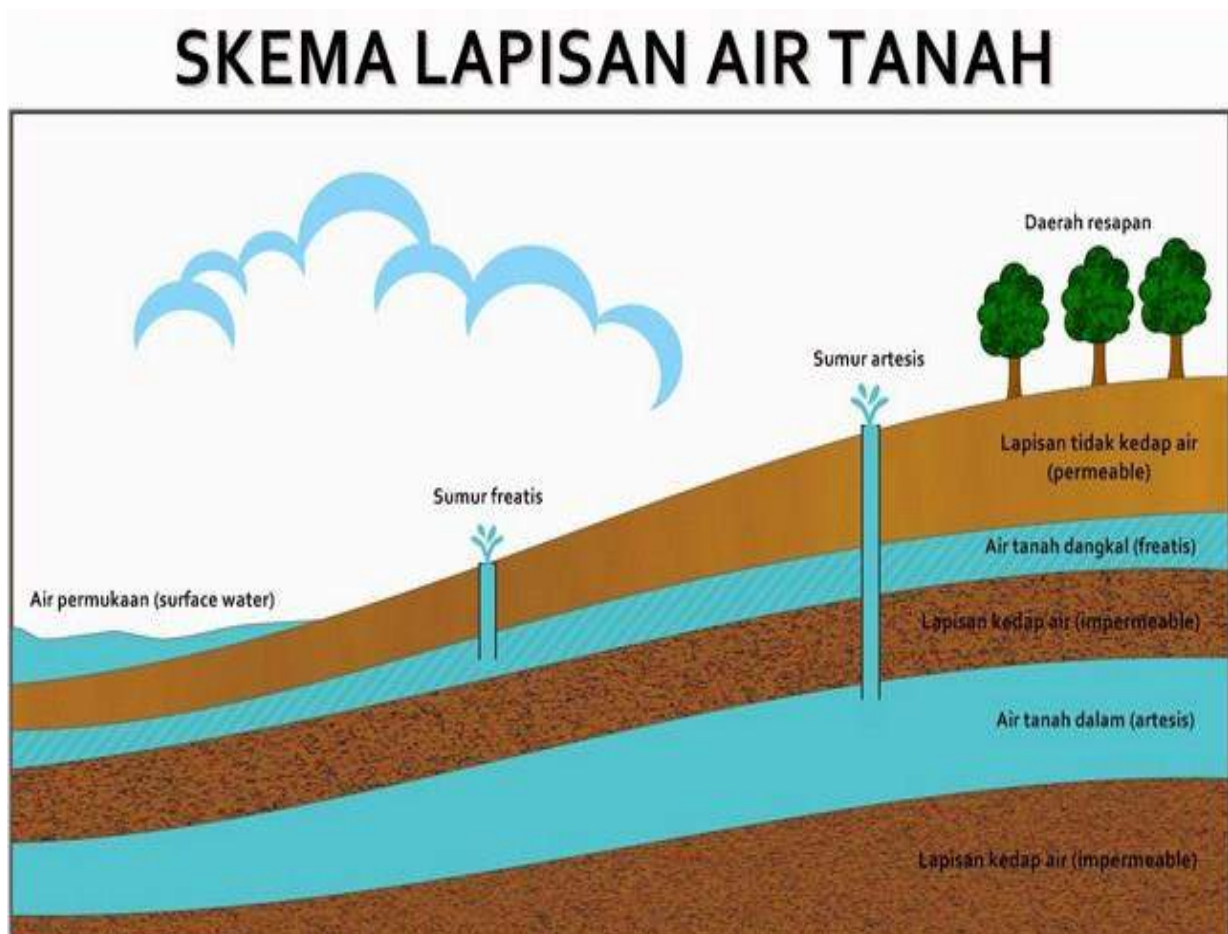
- a. Danya eksploitasi tanah oleh rumah tangga dan industri

- b. Berkurangnya Ruang Terbuka Hijau (RTH) sebagai penyaring & penampung air hujan
- c. Pencemaran air limbah

Air tanah dapat dikelompokkan menjadi air tanah dangkal dan air tanah dalam. Secara fisik air tanah dangkal jernih dan bening, hal itu terjadi akibat proses penyaringan di setiap lapisan tanah. Namun kandungan zat kimia seperti unsur garam, hara, dan bahan terlarut sangat tergantung pada lokasi dari air tanah itu berada. Menurut letaknya air tanah terdiri dari lapisan :

- a. Air tanah freatik

Air tanah jenis ini berada dibawah permukaan tanah, yang dapat diperoleh dengan cara membuat sumur gali untuk mendapatkan air bersih dengan kedalaman tidak lebih dari satu atmosfer (± 10 meter), kualitas air tanah secara fisik, kimia dan mikrobiologi memenuhi syarat.

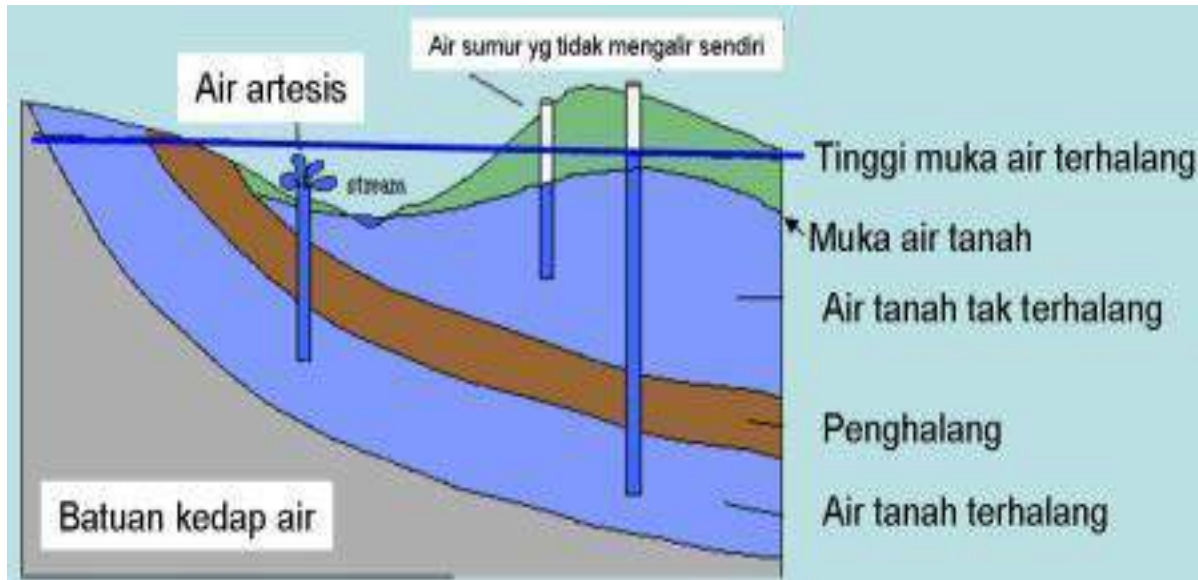


Gambar 2.3 Air Tanah Freatik

- b. Air tanah dalam (artesis)

Air tanah artesis ini berada pada kedalaman di dalam tanah, untuk mendapatkan dilakukan dengan cara mengebor tanah hingga pada kedalam tertentu (kedalaman sangat

tergantung pada sumber air bersih). Air artesis pada tekanan tinggi dapat mengalir kepermukaan tanpa menggunakan pompa namun bila tekanan rendah untuk sampai kepermukaan memerlukan tenaga tambahan (pompa)



Gambar 2.4 Air Tanah Dalam (Artesis)

c. Air tanah meteorit (vados)

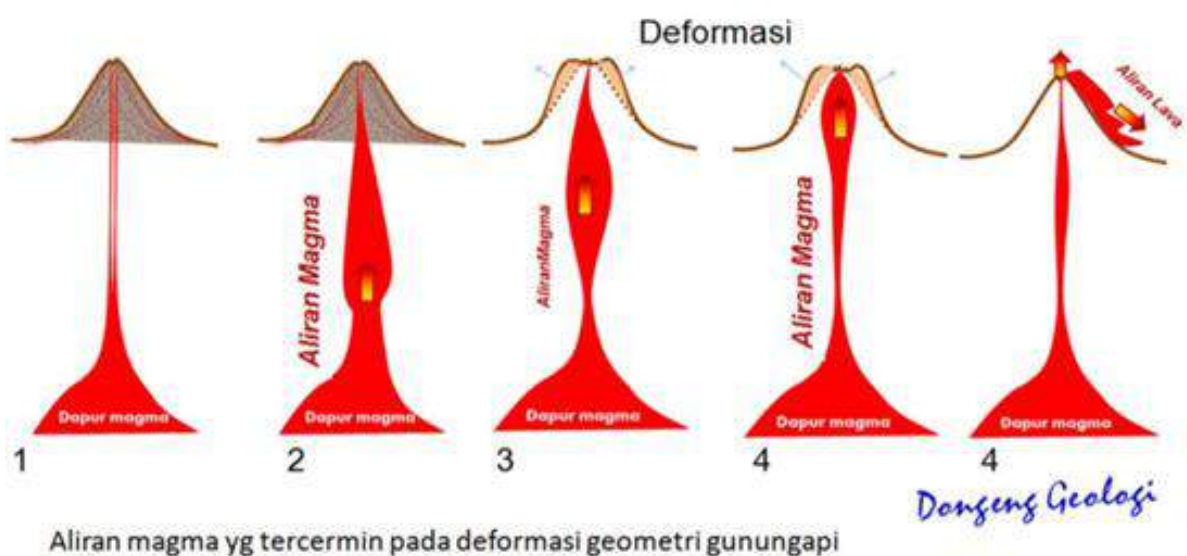
Air tanah meteorit terbentuk akibat tumbukan meteorit yang menghantam bumi berkisar antara abad ke-4 hingga abad ke-8 SM. Air tanah meteorit berasal dari air hujan melalui proses kondensasi di udara, berkumpul menjadi satu dan jatuh ke bumi, air tanah jenis ini mengandung unsur kimia organik (H₃) dan tritium yang sering disebut sebagai sumur tua.



Gambar 2.5 Air Tanah Meteorit

d. Air tanah magma (juvenil)

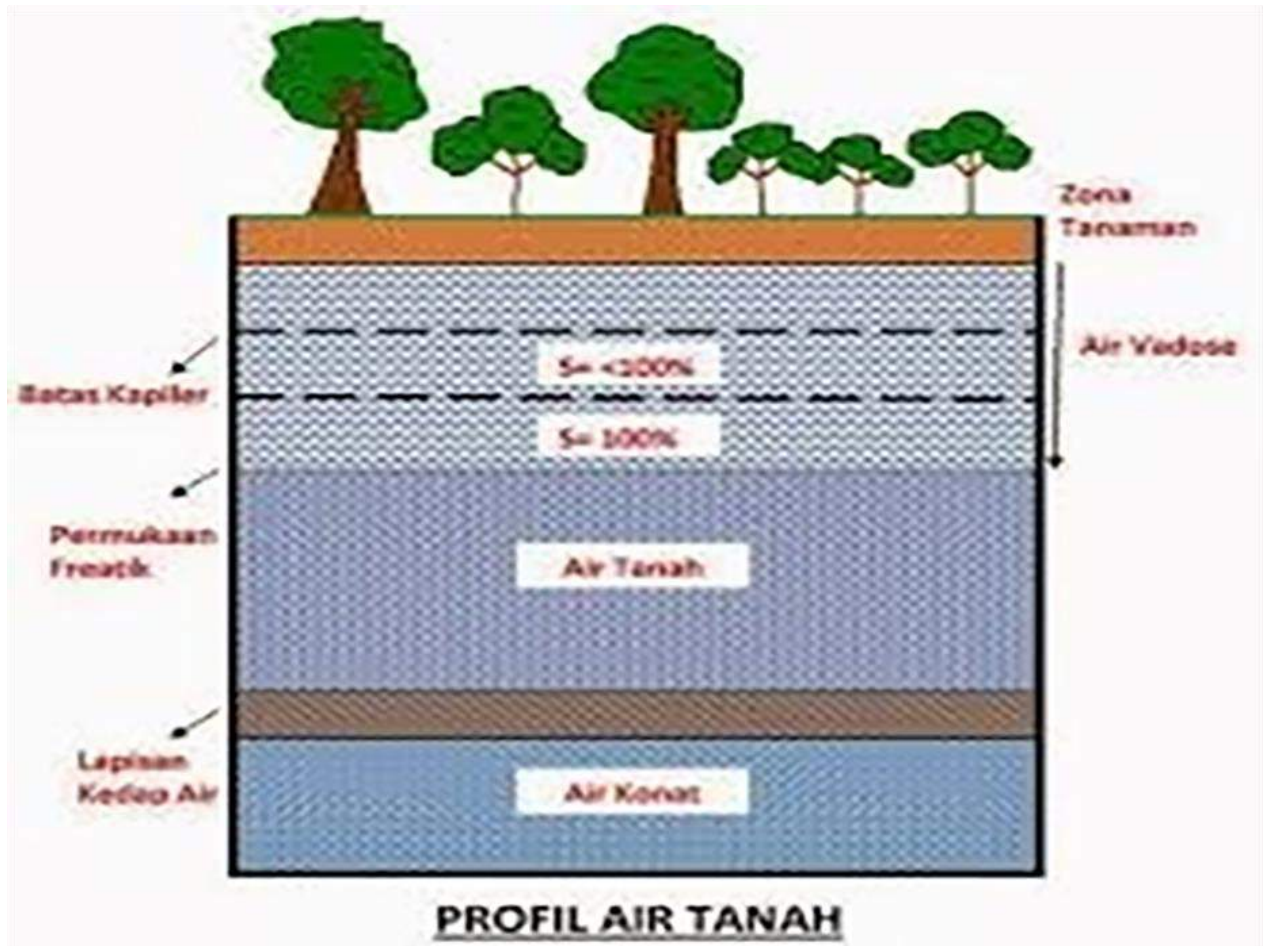
Air tanah jenis ini terbentuk di dalam tanah karena adanya proses intrusi dari magma pada kedalaman tertentu, yang banyak dijumpai pada lokasi dekat dengan gunung, yang sampai kepermukaan tanah dalam bentuk air panas yang berkadar belerang karena selama proses pembentukan alirannya melewati batuan belerang.



Gambar 2.6 Air Tanah Magma

e. Air tanah konat (tersengkap)

Air tanah jenis ini adalah air tanah yang tersimpan didalam bebatuan dalam waktu lama sehingga disebut dengan air purba. Air tanah jenis ini memiliki kadar garam yang melebihi air laut.



Gambar 2.7 Air Tanah Konat (Tersengkap)

2. Air Permukaan

Air permukaan adalah air yang secara alami terkumpul di atas tanah melalui proses presipitasi, dan pengurangan juga terjadi secara alami melalui proses penguapan dan rembesan ke bawah permukaan sehingga menjadi air tanah.

Air permukaan dikatakan bersih bila jalur yang dilalui bebas dari pengotoran, namun pengotoran air permukaan terjadi karena alur yang dilewati :

- Lingkungan yang berlumpur
- Air limbah
- Kotoran manusia / hewan

- d. Sampah
- e. Tumpukan / buangan bahan kimia an organik

Air permukaan menjadi sumber utama untuk air bersih seperti :

- a. Air sungai

Adalah tumpahan air hujan yang mengalir diatas permukaan bumi karena tidak bisa diserap masuk kedalam lapisan tanah, sehingga menumpuk dan mengalir ke lokasi penampungan yang lebih rendah.

Kualitas air sungai pada bagian hulu secara fisik berdasarkan pengamatan lebih bersih dari air sungai di hilir, air sungai banyak dimanfaatkan manusia untuk :

- 1) Pengairan
- 2) Perikanan
- 3) Pembangkit tenaga listrik
- 4) Bahan baku air bersih
- 5) Kegiatan rekreasi
- 6) Kegiatan olahraga
- 7) Kebutuhan cuci dan bersih – bersih.



Gambar 2.8 Air Sungai

b. Air danau

Adalah air yang bersumber dari mata air dan air sungai yang tertampung pada cekungan tanah dengan ukuran yang lebih luas, yang secara fisik air terlihat bersih, dan banyak dimanfaatkan manusia untuk :

- 1) Pengairan
- 2) Perikanan
- 3) Transportasi
- 4) Pembersihan



Gambar 2.9 Danau

sedang air yang berasal dari air hujan dan tertampung atau tergenang pada cekungan tanah ukuran kecil disebut air telaga, yang secara fisik terlihat tidak bersih karena air berwarna, air telaga sebelum dimanfaatkan harus dilakukan pengolahan sederhana terlebih dahulu seperti penyaringan.



Gambar 2.10 Telaga atau Rawa

3. Air Laut

Air laut kadar garamnya dalam 1 liter terdapat 35 gram yang tidak semuanya berupa garam dapur. Air terasa asin karena air laut terdiri dari bahan mineral yang bersumber dari bebatuan dan tanah seperti natrium, kalium, kalsium. Air sungai yang sampai ke laut membawa garam, demikian pula dengan ombak laut yang sampai ke pantai menghantam bebatuan itu membawa garam, yang pada akhirnya air laut menjadi asin sebab mengandung garam. Perlu diketahui bahwa air tawar lebih ringan dari air laut, untuk mengubah air laut menjadi air tawar dapat dilakukan dengan cara osmosis terbalik yaitu pengaliran air laut menggunakan tekanan melewati membran sel (*Sea Water Reverse Osmosis*) SWRO.



Gambar 2.11 Air Laut

4. Mata Air

Mata air berarti tempat air yang mengalir dari batuan atau tanah ke permukaan tanah secara alamiah yang terjadi karena air permukaan meresap ke dalam tanah dan menjadi air tanah. Air tanah kemudian mengalir melalui retakan dan celah di dalam tanah, berupa celah kecil sampai ke gua bawah tanah. Air tersebut pada akhirnya akan menyembur keluar dari bawah tanah menuju permukaan dalam bentuk mata air. Keluarnya air menuju permukaan tanah, dapat merupakan akibat dari akuifer terbatas, di mana permukaan air tanah berada di elevasi yang lebih tinggi dari tempat keluar air.



Gambar 2.12 Mata Air

5. Air hujan

Air hujan adalah suatu peristiwa sampainya air dari langit ke bumi dalam bentuk cair maupun padat yang dicurahkan dari atmosfer.

Hujan memerlukan keberadaan lapisan atmosfer tebal agar dapat menemui suhu di atas titik leleh es di dekat dan di atas permukaan Bumi. Saat hujan terjadi proses pendinginan udara dan penambahan uap air ke udara yang terjadi secara bersama.



Gambar 2.13 Air Hujan

Jenis hujan terbagi atas :

a. Berdasarkan proses terjadinya terbagi atas :

- 1) Hujan siklonal, yaitu hujan yang terjadi karena udara panas yang naik disertai dengan angin berputar.
- 2) Hujan Senithal, yaitu hujan yang sering terjadi di daerah sekitar ekuator (garis khayal yang membagi bumi menjadi bagian utara dan selatan), akibat pertemuan Angin Pasat Timur Laut dengan Angin Pasat Tenggara. Kemudian angin tersebut naik dan membentuk gumpalan-gumpalan awan di sekitar ekuator yang berakibat awan menjadi jenuh dan turunlah hujan.
- 3) Hujan Orografis, yaitu hujan yang terjadi karena angin yang mengandung uap air yang bergerak horizontal. Angin tersebut naik menuju pegunungan, suhu udara menjadi dingin sehingga terjadi kondensasi. Terjadilah hujan di sekitar pegunungan.
- 4) Hujan Frontal, yaitu hujan yang terjadi apabila massa udara yang dingin bertemu dengan massa udara yang panas. Tempat pertemuan antara kedua massa itu disebut bidang front. Karena lebih berat, massa udara dingin menjadi lebih berada di bawah. Di sekitar bidang front inilah sering terjadi hujan lebat yang disebut hujan frontal.
- 5) Hujan Muson atau Hujan Musiman, yaitu hujan yang terjadi karena Angin Musim (Angin Muson). Penyebab terjadinya Angin Muson adalah karena adanya pergerakan semu tahunan Matahari antara Garis Balik Utara dan Garis Balik Selatan. Di Indonesia, hujan muson terjadi di bulan Oktober sampai April. Sementara di kawasan Asia Timur terjadi di bulan Mei sampai Agustus. Siklus inilah yang menyebabkan adanya musim penghujan dan musim kemarau.

b. Berdasarkan Ukuran Butirannya

- 1) Hujan Gerimis, diameter butirannya kurang dari 0.5 mm.
- 2) Hujan Salju, terdiri dari kristal-kristal es yang suhunya berada di bawah 0 derajat Celcius.
- 3) Hujan Batu Es, curahan batu es yang turun dalam cuaca panas dari awan yang suhunya dibawa 0 derajat Celcius.
- 4) Hujan Deras, curahan air yang turun dari awan dengan suhu diatas 0 derajat Celcius dengan diameter kurang lebih 7 mm.

- c. Berdasarkan Besar Curah Hujan (Definisi BMKG)
- 1) Hujan Sedang, 20-50 mm perhari.
 - 2) Hujan Lebat, 50-100 mm perhari.
 - 3) Hujan Sangat Lebat, di atas 100 mm perhari.

B. JENIS BAHAN PENCEMAR

Pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain ke dalam air atau berubahnya tatanan air oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air menjadi kurang atau tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya. Bahan pencemaran air bisa berasal dari limbah rumah tangga, limbah industri, limbah pertanian, limbah bahan-bahan berbahaya dan beracun, serta tumpahan minyak bumi.

Secara umum, pencemaran air dapat disebabkan oleh berbagai jenis bahan pencemar antara lain :

1. Agen Penyebab Penyakit

Merupakan bahan pencemar yang mencemari air sehingga dapat menyebabkan gangguan kesehatan manusia (penyakit).

2. Terdapat Bahan Kimia Anorganik Dalam Air

Kehadiran bahan kimia anorganik seperti unsur logam berat dalam air terjadi proses reaksi kimia yang akhirnya menjadikan kandungan oksigen dalam air berkurang, kondisi seperti ini menjadikan kehidupan biota air menjadi mati.

3. Terdapatnya Zat Terendap

Keberadaan zat tersuspensi dalam air dalam jumlah yang banyak dapat mempengaruhi kualitas air, air menjadi keruh, kotor dan berbau.

C. PENAMPUNGAN AIR BERSIH

Wadah atau tempat penampungan banyak digunakan untuk menampung air bersih. Berbagai jenis asal atau model penampungan air yang banyak digunakan di masyarakat antara lain :

1. Penampungan Alami

Penampungan Air Alami atau waduk dapat berupa danau, kolam, sungai yang bertujuan untuk menyimpan atau menampung air yang wujudnya terjadi secara alami.

2. Penampungan Buatan

Penampungan air buatan dapat berupa bendungan, bak, reservoir, hidran, tong, tangki air yang sengaja dibuat atau diadakan untuk menampung atau menyimpan air hasil pengolahan yang siap untuk digunakan.



Gambar 2.14 Penampung Air Buatan

D. DISTRIBUSI AIR BERSIH

Proses pemindahan air bersih dengan menggunakan berbagai jenis bahan yang bisa digunakan untuk memindahkan air dari satu tempat ke tempat lain. Adapun proses pemindahan air dapat dilakukan dengan sistem :

1. Terbuka

Proses pemindahan air bersih secara terbuka, menggunakan saluran yang terjadi secara alami maupun buatan, yang airnya biasa digunakan untuk saluran pengairan namun kualitas airnya tidak dapat disepanjang saluran.



Gambar 2.15 Saluran Air Terbuka Buatan



Gambar 2.16 Saluran Air Terbuka Alami

2. Tertutup

Proses pemindahan air secara tertutup, menggunakan bahan pipa bahan PVC atau GI, beton yang banyak digunakan untuk distribusi air bersih untuk pemukiman, perhotelan, perkantoran dan sebagainya kualitas airnya dijamin bersih, karena bebas dari pengotoran.



Gambar 2.17 Saluran Air Tertutup Bahan PVC



Gambar 2.18 Saluran Tertutup Bahan GI

E. PENANGANAN AIR BERSIH

Penanganan air bersih yang dilakukan dengan cara baik dan benar merupakan hal yang harus untuk dilakukan. Penanganan air bersih harus dimulai dari :

1. Sumber Air Bersih

Perlindungan, penataan, pemeliharaan, perawatan terhadap sumber air mutlak untuk dilakukan agar diperoleh air bersih yang aman dan bebas dari berbagai pengotoran. Perlindungan terhadap sumber air sebaiknya dilakukan mulai dari awal atau sumber.

2. Distribusi

Pemeliharaan saluran distribusi air bersih dilakukan secara rutin dengan cara melakukan pengawasan, untuk mengetahui terjadinya masalah, sehingga upaya pencegahan bisa segera dilakukan.

3. Penampungan

Pemantauan terhadap wadah penampung menjadi penting, yang dilakukan dengan mengamati kebersihan dari wadah penampung untuk memastikan untuk kondisi air agar tetap bersih.

4. Pemanfaatan

Perhatian dilakukan terhadap sarana yang digunakan untuk memanfaatkan air harus tetap dalam kondisi yang bersih, sehingga tidak terjadi masalah bagi yang memanfaatkan air.

F. INDIKATOR AIR BERSIH

Untuk mengetahui kualitas dari air bersih yang digunakan perlu diperhatikan kualitas dari air tersebut. Air dikatakan bersih bila memenuhi persyaratan kualitas :

1. Fisik

Air dikatakan bersih bila memenuhi syarat fisik seperti :

- a. Tidak berwarna
- b. Tidak berbau
- c. Tidak berasa

2. Kimia

Air dikatakan bersih bila telah memenuhi syarat kimia seperti :

- a. Air tidak mengandung bahan kimia yang dapat membahayakan badan atau tubuh manusia
- b. Air tidak mengandung bahan kimia yang bisa mengganggu psikologs manusia atau yang menggunakan.

3. Biologi

Air dikatakan bersih bila telah memenuhi syarat mikrobiologi seperti tidak mengandung angka atau jumlah kuman didalam air sehingga aman untuk digunakan.

Latihan

Untuk dapat memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah Latihan berikut!

- 1) Sebutkan sumber air bersih yang bisa digunakan manusia untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari - hari
- 2) Sebutkan jenis bahan pencemar air bersih
- 3) Sebutkan bahan yang dapat digunakan untuk menampung air bersih

Ringkasan

Manusia hidup butuh air bersih untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari – hari seperti: mandi, mencuci, memasak, bahan baku air minum, menyiram WC, menyiram tanaman, membersihkan peralatan rumah tangga. Air bersih yang diperlukan bisa berasal dari air tanah, air permukaan, air hujan, mata air, yang berisiko tercemari oleh agen penyakit, pencemaran bahan kimia an organik, zat terendap bila pendistribusiannya dilakukan secara terbuka atau menggunakan saluran atau pipa namun bocor. Untuk mengetahui air bersih tercemar dapat dilakukan pemeriksaan terhadap fisik air, kimia air dan mikrobiologi air.

Tes 1

Pilihlah salah satu jawaban yang paling benar!

- 1) Manusia tanpa air dapat bertahan hidup....
 - A. 1 - 2 hari
 - B. 2 - 3 hari
 - C. 3 – 4 hari
 - D. 4 – 5 hari
- 2) Untuk mengetahui pencemaran air bersih lebih dini dapat dilakukan pemeriksaan mulai dari....
 - A. Penampungan air
 - B. Sumber air
 - C. Saluran air
 - D. Distribusi air

- 3) Salah satu pemeriksaan untuk mengetahui pencemaran air bersih....
- A. Dapat memeriksa unsur Fisika air
 - B. Dapat memeriksa Fisik air
 - C. Dapat mengetahui kondisi sosial masyarakat
 - D. Dapat mengetahui kejadian penyakit

Topik 2

Pengawasan Limbah Cair di Industri

A. SUMBER LIMBAH CAIR

Air limbah yang merupakan air hasil sisa dari aktivitas manusia berasal dari berbagai sumber seperti :

1. Air Limbah Industri Tahu (Menggunakan Bahan Organik)

Limbah cair dari pabrik tahu diawali dari buangan air sisa proses perendaman, pencucian kedelai dan proses buangan air tahu yang tidak terbentuk atau menggumpal dengan sempurna dan cairan keruh yang berwarna kekuning – kuning penyebab timbulnya bau busuk dan berkurangnya kandungan oksigen dalam badan air menyebabkan biota air mati karena dibuang tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu.

2. Air Limbah Industri Tekstil (Menggunakan Bahan Anorganik)

Air limbah berasal dari proses pencelupan, pewarnaan dan pembilasan ini mengandung logam berat yang digunakan saat proses pewarnaan yang dibuang melalui saluran pembuangan tanpa melalui proses pengolahan sehingga berdampak pada terjadinya pencemaran bahan kimia pada badan air sehingga menghambat kehidupan dalam air.

3. Air Limbah Klinis (*Clinical Wastes*)

merupakan air bekas pakai yang berasal dari hasil aktivitas rumah sakit, dengan kandungan bahan kimia organik yang berasal dari air sisa hasil aktivitas mandi, mencuci, dan juga air limbah yang mengandung bahan kimia an organik yang berasal dari air sisa hasil aktivitas pada ruang rawat inap, poliklinik, laboratorium, radiologi dan sebagainya yang dapat mencemari lingkungan dan kehidupan biota air bila dibuang tidak melalui proses pengolahan terlebih dahulu.

B. KARAKTERISTIK LIMBAH CAIR

Karakteristik dari air limbah perlu diketahui, agar penerapan metode untuk proses pengolahannya menjadi mudah dan dapat dilakukan, sehingga tidak mencemari badan air yang mengakibatkan kematian biota air. Secara garis besar karakteristik air limbah ini digolongkan menjadi tiga golongan yaitu :

1. Golongan Fisik

Secara fisik kandungan bahan pencemar yang terdapat dalam air limbah terdiri dari bahan organik seperti benda padat berupa potongan sayuran, buah - buahan, sisa makanan, dan bahan an organik berupa air cucian yang mengandung sabun, minyak atau lemak dengan kondisi air yang berwarna keruh, buram atau kotor dan berbau.

2. Golongan Kimia

Untuk mengetahui keberadaan bahan kimia didalam air limbah dapat dideteksi dengan melakukan pemeriksaan untuk mengetahui parameter DO, BOD, COD, Amonia, Phosphat, dan minyak atau lemak. Umumnya air limbah rumah tangga mengandung bahan kimia baik organik seperti minyak atau lemak yang bisa menghambat saluran dan menyebabkan bau busuk maupun bahan kimia an organik yang berasal dari kamar mandi seperti air sabun, dan air sisa dari bahan pembersih.

3. Golongan Mikrobiologi

Air limbah rumah tangga banyak mengandung mikroorganisme yang bersumber dari hasil sisa pembersihan kotoran peralatan dan badan manusia. Kandunga mikroorganisme dalam air limbah rumah tangga yang bercampur dengan badan air kemudian digunakan manusia untuk kegiatan mencuci, maka potensi untuk tertular penyakit yang tercemat mikroorganisme menjadi besar, selain itu perkembangan mikroorganisme dalam air limbah bisa mengakibatkan munculnya bau busuk, karena didalam air terjadi proses anaerob oleh kuman.

Untuk mencegah atau mengatasi permasalahan seperti tersebut di atas diperlukan bebrbagai upaya penanganan atau pengolahan agar :

1. Air limbah tidak mengakibatkan sumber air bersih menjadi tercemar
2. Air limbah tidak mencemari permukaan tanah
3. Air limbah tidak mencemari air baku yang umumnya banyak digunakan untuk keperluan irigasi, perikanan, pembersihan dan lain sebagainya.
4. Air limbah tidak dijadikan sebagai media tumbuh dan berkembang biaknya serangga perantara penular penyakit.
5. Air limbah tidak menimbulkan bau busuk
6. Air limbah tidak menyebabkan pengotoran, yang mengganggu pemandangan.

C. PRINSIP DASAR PENGOLAHAN LIMBAH CAIR

Pengolahan air limbah bertujuan untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Prinsip pengolahan dilakukan untuk mengurangi kuantitas dan kadar pencemar

air limbah sebelum dibuang ke badan air. Secara umum pengolahan air limbah dapat dilakukan dengan cara :

1. Fisika

Umumnya dilakukan untuk mengurangi bahan tersuspensi berukuran besar dan mudah mengendap atau bahan yang mengapung untuk disisihkan sebelum lanjut ke proses pengolahan berikutnya.

2. Kimia

Pengolahan secara kimia biasanya dilakukan untuk menghilangkan partikel, logam-logam berat, senyawa phosphor dan zat organik beracun, dengan membubuhkan bahan kimia tertentu yang diperlukan. Pengolahan kimia dapat memperoleh efisiensi yang tinggi akan tetapi biaya menjadi mahal karena memerlukan bahan kimia.

3. Biologi

Pada tahapan ini dilakukan untuk menghambat atau membunuh mikroorganisme yang terlarut dalam air limbah dengan cara menambahkan bahan desinfektan dalam ukuran tertentu sehingga air buangan tidak menimbulkan masalah bagi manusia.

D. PENGOLAHAN LIMBAH CAIR

Air limbah perlu di olah karena didalamnya terdapat banyak bahan tersuspensi dan terapung. Pengolahan air limbah dapat dibagi menjadi 5 (lima) tahap yaitu :

1. Pengolahan Awal (*Pre treatment*)

Pada tahapan ini dimaksudkan untuk menghilangkan padatan tersuspensi dan minyak dalam aliran air limbah. Pada tahap berlangsung *screen and grit removal* (bak penangkap dan penyedot pasir), *equalization and storage* (pengumpulan dan pengendapan pasir di dasar bak pengolahan), serta *oil separation* (pemisahan minyak).

2. Pengolahan Tahap Pertama (*Primary Treatment*)

Pada tahapan ini proses pengolahan yang terjadi ialah *neutralization* (penetralan atau menyortir kerikil, lumpur dan menghilangkan zat padat), *chemical addition and coagulation* (penambahan zat kimia dan koagulasi atau pengentalan), *flotation* (pengapungan), *sedimentation* (sedimentasi/pengendapan), dan *filtration* (filtrasi/penyaringan).

3. Pengolahan Tahap Kedua (*Secondary Treatment*)

Tahapan ini untuk menghilangkan zat-zat terlarut dari air limbah, menggunakan ialah *activated sludge* (penggunaan lumpur aktif), *anaerobic lagoon* (pertumbuhan bakteri dalam bak reaktor), *tricking filter* (penyaringan dengan cara pengentalan), *aerated lagoon* (aerasi atau proses penambahan oksigen), *stabilization basin* (stabilisasi pada bak reaktor), *rotating*

biological contactor (metode pemanfaatan kemampuan mikroba untuk merombak bahan cemaran menjadi senyawa yang stabil), serta *anaerobic contactor and filter* (metode pemanfaatan mikroba dan penyaringan).

4. Pengolahan Tahap Ketiga (*Tertiary Treatment*)

Pada tahapan ini proses pengolahan ialah *coagulation and sedimentation* (pengentalan dan pengendapan), *filtration* (penyaringan), *carbon adsorption* (penyerapan dengan penggunaan karbon aktif atau arang batok kelapa), *ion exchange* (pergantian ion), *membrane separation* (pemisahan membran), serta *thickening gravity or flotation* (pengentalan dan pengapungan).

5. Pengolahan Lumpur (*Sludge Treatment*)

Lumpur yang terbentuk sebagai hasil keempat tahap pengolahan sebelumnya kemudian diolah kembali melalui proses *digestion or wet combustion* (pencernaan lumpur aktif guna menstabilkan lumpur melalui pembusukan zat organik dan anorganik yang bebas dari molekul oksigen), *pressure filtration* (penyaringan dengan tekanan), *vacuum filtration* (penyaringan hampa udara), *centrifugation* (pemutaran sentrifugal), *lagooning or drying bed* (pengeringan dan pembuangan di tanah).

E. JENIS BAHAN PENCEMAR

Berbagai jenis bahan pencemar yang bisa mengakibatkan masalah bagi manusia dan lingkungan terdapat dalam kandungan air limbah yang dibuang tanpa terlebih dahulu melalui proses pengolahan, misalnya

1. Air buangan yang bersumber dari rumah tangga kandungannya berupa air sabun, benda padat dan minyak atau lemak.
2. Air buangan yang bersumber dari buangan industri kandungannya sangat tergantung pada bahan baku yang digunakan misalnya berupa bahan kimia anorganik seperti nitrogen, sulfida, amoniak, lemak, garam-garam, zat pewarna, mineral, logam berat, zat pelarut, dan angka kuman.

F. PENAMPUNGAN LIMBAH CAIR

Air limbah merupakan hasil sisa dari kegiatan berupa cairan yang dibuang yang berisi bahan pencemar, agar aman diperlukan wadah sebagai tempat untuk menampung, dapat berupa:

1. Saluran pembuangan air limbah
2. Penampungan tertutup di pekarangan

3. Penampungan terbuka di pekarangan
4. Penampungan diluar pekarangan
5. Penampungan di tanah
6. Tanpa penampungan karena langsung di sungai

Namun yang harus diperhatikan bahwa penampungan air limbah harus memenuhi kriteria sebagai berikut :

1. Kedap air
2. Volume besar
3. Bahan kuat

G. PENYALURAN LIMBAH CAIR

Perlu diperhatikan bahwa untuk saluran air limbah harus dibuat aman agar kandungan bahan pencemar tidak mengotori lingkungan, untuk itu saluran air limbah harus :

1. Saluran harus berbahan yang kuat
2. Tidak mudah bocor
3. Diletakkan pada tempat yang aman
4. Kemiringan tidak kurang dari 1 %
5. Pengaliran air berlangsung secara gravitasi
6. Terdapat lubang pengontrol
7. Mudah dibersihkan

H. PENGURANGAN LIMBAH CAIR

Pengurangan kandungan bahan pencemar pada limbah cair dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Pengenceran

Pengurangan bahan pencemar yang terdapat dalam kandungan air limbah rumah tangga agar tidak membahayakan mahluk hidup dapat dilakukan dengan penambahan air bersih pada air limbah dengan perbandingan : 1 (air limbah) + 2 (air bersih).

2. Penambahan bahan kimia organik

Mengantisipasi jumlah bahan pencemar yang terdapat dalam kandungan air limbah dapat dilakukan dengan memberikan bahan desinfektan, penetralisis pH dan bahan koagulan untuk membentuk endapan sehingga diperoleh air bersih.

3. Penyaringan

Proses penyaringan dapat dilakukan dengan menggunakan saringan rumah tangga untuk menahan lemak yang terdapat dalam air limbah dan zat tersuspensi sehingga secara fisik air terlihat bersih.

I. INDIKATOR LIMBAH CAIR

Untuk menyatakan air limbah yang diolah menjadi air bersih benar telah memenuhi syarat, maka hal penting yang menjadi indikator adalah dengan mengetahui parameter air limbah seperti :

1. pH

Pengukuran pH merupakan hal yang mutlak dilakukan di dalam pengolahan air limbah. pH menunjukkan konsentrasi ion hidrogen di dalam larutan. Semakin tinggi nilai pH artinya konsentrasi ion hidrogen semakin sedikit dan larutan akan bersifat basa. Sebaliknya, semakin rendah nilai pH maka larutan akan memiliki sifat asam karena konsentrasi ion hidrogen semakin tinggi. Pengukuran pH air limbah sangat terkait dengan proses pengolahan yang akan dilakukan.

2. Total Suspended Solid

Total suspended solid atau padatan tersuspensi total adalah residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal $2\mu\text{m}$ atau lebih besar dari ukuran partikel koloid. Untuk menghilangkan dapat dilakukan dengan cara menyaring.

3. Biological Oxygen Demand

BOD biasanya menggunakan proses biologi dalam pengolahan limbahnya, karena mikroorganisme merupakan faktor mutlak dalam pengukuran BOD, sehingga diperlukan inkubasi antara 5 hari – 20 hari. Umumnya, nilai BOD yang digunakan di dalam pengolahan air limbah adalah BOD_5 , yaitu BOD yang diperoleh setelah inkubasi selama 5 hari. Meskipun BOD_5 merupakan nilai yang paling umum dipakai, mereka yang menghendaki terjadi nitrifikasi di dalam prosesnya memerlukan waktu inkubasi yang lebih lama (bisa 6 hingga 10 hari). Hal ini karena bakteri yang bekerja dalam proses nitrifikasi memiliki laju pertumbuhan yang rendah, yaitu antara 6 hingga 10 hari (Metcalf&Eddy, 2004).

4. Cemical Oxygen Demand

Parameter COD sebagai indikator kebutuhan oksigen untuk mengoksidasi zat-zat organik di dalam air limbah menggunakan dikromat sebagai oksidator. Pengukuran nilai COD dapat diketahui melalui titrasi atau dengan menggunakan spektrofotometer.

5. Minyak atau lemak

Minyak dan lemak merupakan komponen utama bahan makanan yang juga banyak di dapat di dalam air limbah. Kandungan zat minyak dan lemak dapat ditentukan melalui contoh air limbah dengan heksana. Minyak dan lemak membentuk ester dan alkohol. Lemak tergolong pada bahan organik yang tetap dan tidak mudah untuk diuraikan oleh bakteri. Terbentuknya emulsi air dalam minyak akan membuat lapisan yang menutupi permukaan air dan dapat merugikan, karena penetrasi sinar matahari ke dalam air berkurang serta lapisan minyak menghambat pengambilan oksigen dari udara menurun.

Untuk air sungai kadar maksimum minyak atau lemak 1 mg/l, minyak mengapung di atas air limbah, namun ada yang mengendap terbawa oleh lumpur.

6. Amoniak (NH_3)

Amonia terdapat di atmosfer dalam jumlah yang kecil dan didalam tanah pada lokasi yang berdekatan dengan gunung berapi. Larutan amonia dalam air mempunyai pH 12. Amonia dalam bentuk cair mempunyai muatan yang sangat tinggi, dan dapat melarutkan logam alkali dengan mudah untuk membentuk larutan yang berwarna dan dapat larut dalam air.

Sumber amonia adalah reduksi gas nitrogen yang berasal dari proses difusi udara atmosfer, limbah industri dan domestik. Amonia yang terdapat dalam mineral masuk ke badan air melalui erosi tanah. Amonia juga dapat terserap kedalam bahan-bahan tersuspensi dan koloid sehingga mengendap di dasar perairan. Biota air tidak dapat hidup bila dalam air terdapat amonia.

7. Phospat

Senyawa fosfat dalam air limbah akan menimbulkan permasalahan bagi lingkungan perairan. Tanah dapat dimanfaatkan untuk pengolahan air limbah dalam rangka mengurangi pencemaran lingkungan menyebabkan suatu fenomena yang disebut eutrofikasi (pengkayaan nutrien).

Untuk mencegah kejadian tersebut, air limbah yang akan dibuang harus diolah terlebih dahulu untuk mengetahui kandungan fosfat sampai pada nilai.

Kandungan fosfat yang tinggi menyebabkan suburnya algae dan organisme lainnya. Fosfat kebanyakan berasal dari bahan pembersih yang mengandung senyawa fosfat.

Pengukuran kandungan fosfat dalam air limbah berfungsi untuk mencegah tingginya kadar fosfat sehingga tidak merangsang pertumbuhan tumbuh-tumbuhan dalam air. Sebab pertumbuhan subur akan menghalangi kelancaran arus air. Pada danau suburnya tumbuh-tumbuhan air akan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut dan kesuburan tanaman lainnya.

8. Mikroorganisme atau Angka Kuman

Pengolahan limbah secara biologi adalah pengolahan air limbah dengan menggunakan mikroorganisme seperti ganggang, bakteri, protozoa, untuk menguraikan senyawa organik dalam air limbah menjadi senyawa yang sederhana. Pengolahan tersebut mempunyai tahapan seperti pengolahan secara aerob, anaerob dan fakultatif.

Pada pengolahan biologi air limbah, perlu dipertahankan agar mikroorganisme dapat menunjukkan kemampuannya yang optimal seperti bakteri untuk mengambil bahan-bahan organik dengan merancang peralatan dan sistem pengolahan yang sesuai untuk pertumbuhan bakteri.

Lingkungan yang tercemar air limbah dapat menjadi media bagi tumbuh dan berkembangnya berbagai jenis mikroba (virus, bakteri, protozoa dan metazoan) dimana mikroba tersebut dipastikan merupakan mikroba patogen yang dapat menimbulkan penyakit, salah satunya adalah bakteri *Eschericia coli*. Penyakit-penyakit ini menyebar jika kondisi lingkungan permukiman memiliki sanitasi yang sangat buruk.

Harus tidak melebihi standard baku mutu air limbah domestik Per. Men LH dan Kehutanan No : P. 68 / Men LH / Setjend / Kum.1 / 8 / 2016 dengan rincian sebagai berikut :

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji		NAB	Metode Uji
			Sblm	Ssdh		
1	pH	-			6 – 9	SNI 06-6989.11-2004
2	TSS	mg/l			30	In House Methode
3	BOD	mg/l			30	SNI 6989.72-2009
4	COD	mg/l			80	SNI 6989.2-2009
5	Minyak / lemak	mg/l			5	SNI 6989.10-2011
6	Amonia	mg/l			10	SNI 06-247-1991
7	Kuman	Jml/ml			3000	

Latihan

Untuk dapat memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah Latihan berikut!

- 1) Sebutkan sumber limbah cair yang terdapat atau tertampung pada badan air
- 2) Sebutkan tahapan dalam mengolah limbah cair menjadi air bersih
- 3) Sebutkan parameter yang bisa digunakan untuk menyatakan air buangan adalah limbah cair,

Ringkasan

Limbah cair adalah masuknya satu atau lebih bahan pencemar dari hasil aktivitas manusia yang sudah tidak dipakai lagi dan dibuang, yang bersumber dari rumah tangga, perdagangan, industri dan klinik dengan kandungan bahan pencemar dengan berbagai bentuk, jenis dan karakteristik. Penampungan limbah cair menggunakan bak penampung kedap air dengan kondisi tertutup agar tidak mencemari lingkungan sekitarnya.

Prinsip dasar pengolahan limbah cair melalui proses fisik, kimia dan mikrobiologi yang dilakukan dengan tahapan pre treatment, primary treatment, secondary treatment, tertiary treatment dan sludge treatment yang dimaksudkan untuk mengurangi bahan pencemar seperti zat padat, lemak, kimia anorganik, dan kuman. Kehadiran bahan pencemar pada limbah cair diketahui melalui pemeriksaan pH air, zat tersuspensi, DO, BOD, COD, Phospat, Amonia, Minyak atau lemak.

Tes 2

Pilihlah salah satu jawaban yang paling benar!

- 1) Untuk mengurangi jumlah kuman yang terdapat dalam air limbah pengolahan dapat dilakukan dengan cara....
 - A. Memasukkan desinfektan
 - B. Memberikan desinfektan
 - C. Melarutkan desinfektan
 - D. Menambahkan desinfektan

- 2) Proses pengolahan air limbah menjadi air bersih pada tahapan pre treatment dimaksudkan untuk mengurangi....
 - A. Zat padat dalam air
 - B. Zat padat yang mengapung
 - C. Zat padat yang mengendap
 - D. Zat padat terlarut

- 3) Untuk menangani air limbah secara sederhana dapat dilakukan dengan cara....
- A. Pengenceran, penambahan bahan kimia, penyaringan
 - B. Pengenceran, penambahan bahan kimia, penyaringan, penambahan oksigen
 - C. Pengenceran, penambahan bahan kimia, penyaringan, penambahan oksigen dan desinfektan
 - D. Pengenceran dan penambahan bahan kimia

Topik 3

Pengawasan Sampah di Industri

A. SUMBER SAMPAH

Sama kita ketahui bahwa sampah adalah hasil aktivitas dari manusia yang tidak digunakan dan dibuang. Berbagai jenis aktivitas manusia sebagai sumber sampah berasal dari:

1. Pemukiman

Jenis sampah yang berasal dari pemukiman sangat kompleks, artinya semua jenis sampah bisa berasal dari pemukiman, sehingga penanganan sampah untuk pemukiman sebaiknya dimulai dari sumber sampah agar penanganan selanjutnya menjadi lebih mudah dan aman bagi lingkungan dan nyaman bagi petugas sampah.



Gambar 2.19 Sampah Pemukiman

2. Pasar

Jenis sampah yang berasal dari pasar sangat ditentukan oleh aktivitas yang ada dipasar, namun diketahui bahwa umumnya pasar banyak menghasilkan sampah organik basah sehingga penanganan sampah pasar harus dilakukan dengan baik dan benar. Penanganan sampah pasar perlu memperhatikan hal sebagai berikut:

- a. Tempat penampungan sampah pasar :
 - 1) Volume harus besar
 - 2) Bahan harus sesuai jenis sampah
 - 3) Kondisi harus tertutup
- b. Pengambilan harus dilakukan secara rutin
- c. Kondisi tempat sampah harus selalu bersih
- d. Penempatan tidak di jalur yang dilalui orang banyak (umum)
- e. Mudah dibersihkan
- f. Mudah dipindahkan atau diangkut



Gambar 2.20 Sampah Pasar

3. Industri

Umumnya sampah yang berasal dari tempat ini jenisnya lebih spesifik, artinya jenis sampah sangat tergantung pada produksi yang dihasilkan oleh industri, namun yang perlu diperhatikan apapun jenis sampahnya, penanganannya harus dilakukan dengan baik sehingga tidak mengakibatkan masalah bagi manusia dan lingkungan.



Gambar 2.21 Sampah Industri

4. Institusi Pendidikan

Adapun jenis sampah yang dihasilkan dari institusi pendidikan umumnya sampah organik yang kering, dan penanganannya menjadi mudah, namun perlu ditangani dengan baik dan benar agar tidak mengakibatkan masalah bagi lingkungan dan manusia.



Gambar 2.22 Sampah Industri Pendidikan

5. Tempat Pariwisata

Jenis sampah yang berasal dari lokasi ini sangat bervariasi antara sampah organik dan anorganik yang jumlahnya hampir dikatakan sama. Untuk menjaga kebersihan lingkungan pada lokasi wisata, perlu disediakan tempat sampah baik organik dan anorganik pada setiap sumber sampah. Di samping itu bila pengangkutan sampah tidak dapat dilakukan setiap hari, maka perlu disediakan tempat penampungan sampah baik organik dan anorganik yang lokasinya dan kondisinya sesuai dengan aturan tempat penampungan sampah agar lokasi wisata menjadi tempat yang aman dan nyaman untuk berwisata. Di samping itu dalam upaya mengedukasi masyarakat, perlu juga disediakan peringatan-peringatan dan juga slogan-slogan yang mengajak masyarakat peduli terhadap kebersihan lingkungan bagi kenyamanan dan kesehatan bersama



Gambar 2.23 Sampah Tempat Pariwisata

B. PEMILAHAN SAMPAH

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 3 tahun 2013 diketahui bahwa pemilahan sampah yang harus dilakukan pemisahan terhadap sampah :

1. Berbahaya dan sampah beracun.
2. Mudah terurai dan tidak mudah terurai
3. Bisa digunakan kembali dan didaur ulang

C. SIFAT SAMPAH

Perlu diketahui bahwa benda padat hasil aktivitas manusia yang sudah tidak digunakan kemudian dibuang, berdasarkan sifatnya dapat dibedakan atas :

1. Organik atau Dapat Diurai

Sampah Organik adalah sampah alam yang digunakan manusia untuk memenuhi aktivitasnya dan dibuang setelah sudah tidak digunakan lagi. Sampah organik dapat mengalami proses penguraian secara alami namun tergantung pada :

- a. Tempat penampungan
- b. Suhu dari lokasi penampungan
- c. Jumlah tumpukan
- d. Jumlah mikroorganisme pengurai

Seperti :

- 1) Sampah daun
- 2) Sampah kayu
- 3) Sampah hasil produksi hewan
- 4) Sampah hasil pertanian
- 5) Sampah hasil perkebunan
- 6) Sampah hasil perikanan

2. Anorganik atau Tidak Dapat Diurai

Sampah an organik adalah sampah hasil kegiatan yang di produksi manusia yang umumnya menggunakan bahan kimia untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia yang tidak mengalami proses penguraian secara alami tetapi harus melalui upaya lain untuk memusnahkannya. Seperti :

- a. Sampah bahan plastik
- b. Sampah bahan kaleng

- c. Sampah bahan besi
- d. Sampah bahan logam
- e. Sampah bahan kaca

D. PENAMPUNGAN ATAU PEWADAHAN SAMPAH

Penampunagn atau Pewadahan sampah merupakan salah satu cara pembuangan sampah sementara yang diawali dari sumber sampah baik perorangan maupun kelompok (masyarakat). Sebaiknya pewadahan sampah disesuaikan dengan jenis sampah yang akan ditampung agar mudah penanganannya dan pemanfatannya.

Tabel 2.1 Kualifikasi Peralatan Pewadahan Sampah

NO	JENIS PERALATAN	KAPASITAS PELAYANAN			UMUR WADAH (TAHUN)
		VOLUME	KK	JIWA	
1	Wadah komunal	0,5 – 1 m ³	20-40	100-200	
2	Komposter komunal	0,5 – 1 m ³	10-20	50-100	
3	Gerobak sampah	1 m ³	128	640	2-3
4	Kontainer truk	6 - 10 m ³	640-1375	3200-5330	5-8
5	TPS				
6	Tipe I	100 m ²	500	2500	20
7	Tipe II	± 300 m ²	6000	30000	
8	Tipe III	± 1000 m ²	24000	120000	
9	Bangunan pendaur ulang sampah skala lingkungan	150 m ²	600	3000	20

Sampah yang merupakan hasil akhir dari kegiatan manusia yang sudah tidak digunakan lagi kemudian dibuang perlu ditampung agar tidak menimbulkan masalah bagi manusia dan lingkungan. Namun perlu diketahui bahwa tempat penampungan sampah sangat tergantung pada:

1. Sumber sampah
2. Jenis sampah
3. Jumlah sampah

Untuk tempat penampungan sampah yang digunakan sangat tergantung pada kegunaannya seperti :

1. Keranjang Sampah

Jenis penampungan ini biasanya digunakan untuk menampung sampah kering dalam jumlah yang kecil atau sedikit yang bersumber dari hasil aktivitas adalah 1 atau 2 orang dari tempat kerja.



Gambar 2.24 Keranjang Sampah

2. Tong Sampah

Jenis penampungan semacam ini biasanya digunakan untuk menampung sampah basah dari hasil aktivitas rumah tangga, dengan masa tampung adalah 2 – 3 hari. Untuk jenis penampungan sampah seperti ini hal yang perlu diperhatikan adalah :

- a. Ukurannya sedang
- b. Mudah dibersihkan
- c. Mudah dipindahkan atau diangkat oleh seorang diri.
- d. Tahan lama atau tidak lekas rusak.
- e. Memiliki tutup



Gambar 2.25 Tong Sampah

3. Bak Sampah

Tempat penampungan sampah jenis ini umumnya digunakan untuk menampung sampah yang berasal dari berbagai sumber sampah yang diantar oleh pengangkut sampah menggunakan gerobak sampah. Namun hal penting yang harus diperhatikan kaitan dengan bak sampah misalnya :

- a. Ukurannya lebih besar
- b. Tinggi lantai atau alas bak sampah harus setinggi sarana angkut (gerobak atau mobil sampah)
- c. Lantai bak sampah mudah dibersihkan
- d. Memiliki pintu masuk keluar sampah
- e. Terlindung dari hujan
- f. Aman dari serangan dan binatang pengerat



Gambar 2.26 Bak Sampah

4. Kontainer Sampah

Tempat sampah jenis ini bisanya ditempatkan pada tempat penghasil sampah dalam jumlah yang banyak seperti pasar, pemukiman ramai. Perlu diketahui bahwa kontainer yang baik harus memenuhi syarat sebagai berikut :

- a. Ukurannya besar
- b. Memiliki tutup
- c. Terbuat dari bahan yang kuat
- d. Mudah diisi sampah
- e. Mudah dinaik turun ke mobil deret.
- f. Ditempatkan pada tempat yang mudah dijangkau



Gambar 2.27 Kontainer Sampah

Adapun jenis wadah yang digunakan untuk menampung terdiri dari berbagai jenis seperti :

1. Wadah sampah untuk ruangan
2. Wadah sampah untuk jalan
3. Wadah sampah untuk gedung
4. Wadah sampah khusus

Perlu diketahui bahwa sesuai Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No, 3 tahun 2013 wadah sampah harus :

1. Dilengkapi dengan label atau tanda penggunaan wadah sampah
2. Wadah harus dibedakan berdasarkan :
 - a. Jenis sampah
 - b. Warna wadah
 - c. Bentuk wadah
3. Wadah sampah harus dilengkapi dengan penutup

E. PENGANKUTAN SAMPAH

Timbulan sampah dari sumber sampah yang ditumpuk di tempat penampungan sampah sementara agar tidak mengakibatkan masalah harus segera dipindahkan ke tempat penampungan sampah yang lebih besar atau ketempat penampungan akhir sampah. Berbagai cara pengangkutan sampah misalnya :

1. Gerobak Sampah

Pengangkutan sampah menggunakan gerobak sampah biasanya untuk mengangkut sampah dari sumber ke tempat penampungan sementara. Adapun sampah yang diangkut menggunakan gerobak sampah berasal dari :

- a. Perumahan
- b. Pasar
- c. Institusi pendidikan
- d. Perkantoran
- e. Rumah sakit di lingkungan pemukiman

Dengan gerobak, sampah – sampah tersebut diangkut untuk selanjutnya dikumpulkan ke tempat penampungan yang disediakan oleh Pemerintah Daerah untuk diangkut ke tempat penampungan akhir sampah menggunakan mobil sampah dengan berbagai ukuran, bentuk dan jenis.



Gambar 2.28 Gerobak Sampah

2. Mobil Sampah

Angkutan sampah jenis ini digunakan untuk mengangkut sampah yang sudah tersedia pada tempat pengumpulan sementara untuk dibawa ke tempat penampungan akhir. Mobil sampah diperuntukkan untuk mengangkut sampah dengan lokasi yang jauh dan dalam jumlah yang banyak. Namun hal penting yang harus diperhatikan bagi kendaraan pengangkut sampah adalah sebagai berikut :

- a. Kendaraan angkut sampah harus tertutup sehingga tidak ada sampah yang jatuh saat proses pengangkutan berlangsung.
- b. Bagasi kendaraan harus dirancang sedemikian rupa sehingga selama proses pengangkutan tidak ada cairan yang tercecer.
- c. Daya tampung kendaraan sampah harus cukup untuk mengangkut sampah yang direncanakan
- d. Kendaraan sampah dirancang sedemikian rupa sehingga dalam proses pengangkutan tidak mengeluarkan bau.
- e. Kendaraan sampah harus mudah diisi dan di kosongkan muatan sampahnya



Gambar 2.29 Mobil Sampah

F. KANDUNGAN BAHAN PENCEMAR DALAM SAMPAH

Sampah adalah hasil sisa kegiatan yang tidak digunakan lalu dibuang, artinya didalam sampah terdapat berbagai jenis bahan buangan yang bermasalah bila tidak ditangani dengan baik dan benar. Kandungan bahan organik yang terdapat dalam sampah yang dapat mengakibatkan masalah bagi manusia dan lingkungan misalnya :

1. Gas Karbon oksida

Gas buang jenis ini merupakan hasil pembakaran sampah yang dilakukan oleh manusia, dan mengakibatkan gangguan pernafasan berupa nafas sesak karena jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk pernafasan berkurang, dan menimbulkan bau yang tidak sedap (apek).

2. Gas Methan

Gas ini terjadi dari hasil aktivitas sampah yang ditumpuk kemudian mengudara dan mengeluarkan gas dengan bau yang tidak sedap, namun berbahaya karena mudah terbakar bila tersulut api.

3. Gas Khlorine

Gas ini bersifat racun dan terjadi sebagai akibat panas yang berasal dari tumpukan sampah plastik yang banyak dan tersimpan dalam waktu yang lama.

4. Zat Timbal

Zat timbal ini berasal dari sampah logam bahan elektronik yang dibuang tanpa melalui proses penanganan yang baik, dalam waktu lama kemudian kontak dengan air yang berasal dari hujan, sehingga terjadi penguraian bahan kimia yang dapat masuk ke dalam tanah dan berpotensi mencemari air sumur gali dengan sumber air dari tanah yang digunakan manusia sebagai sumber air bersih.

G. PENGOLAHAN SAMPAH

Berbagai cara bisa dilakukan untuk mengurangi volume sampah yang dibuang sebagai hasil akhir dari kegiatan manusia antara lain :

1. *Recycle* (Mendaur Ulang)

Pengolahan sampah dengan cara ini adalah salah satu teknik pengurangan volume sampah yang dilakukan dengan memanfaatkan sampah yang masih bisa digunakan misalnya :

- a. Memanfaatkan kertas bekas yang diubah menjadi bungkusan.
- b. Memanfaatkan sampah daun menjadi pupuk.

2. *Reuse* (Menggunakan Kembali)

Metode ini merupakan cara pengolahan sampah dengan kembali menggunakan barang bisa dipakai sehingga jumlah sampah berkurang misalnya :

- a. Kotak kardus dijadikan sebagai tempat sampah
- b. Kaleng bekas dijadikan sebagai tempat penyimpanan barang.

3. *Reduce* (Mengurangi)

Teknik pengolahan sampah dengan cara mengurangi volume sampah misalnya menggunakan sendiri sampah yang masih bermanfaat seperti :

- a. Memerlukan alat bungkus yang diperoleh bukan dari orang lain tapi dari diri sendiri
- b. Menyiapkan karung sendiri saat membeli beras

4. *Replace* (Mengganti)

Pengolahan sampah menggunakan teknik ini merupakan suatu cara untuk memperkecil jumlah sampah yang sulit atau sukar diolah atau membiasakan menggunakan bahan organik dari bahan an organik misalnya :

- a. Menggunakan alat bungkus bahan dari daun bukan kantong plastik.
- b. Lebih banyak menggunakan bahan organik dari an organik

5. *Replant* (Penanaman kembali)

Pengolahan sampah dengan cara ini dikaitkan dengan tanaman, maksudnya sebelum melakukan penebangan maka sebaiknya dilakukan penanaman sehingga tidak terjadi pengurangan dalam jumlah misalnya :

- a. Penebangan pohon didahului dengan penanam
- b. Pengrusakan didahului dengan perbaikan

6. *Re Fill* (Pengisian kembali)

Pengolahan sampah dengan teknik ini dimaksudkan menggunakan kembali wadah/ tempat yang bisa digunakan untuk digunakan kembali misalnya :

- a. Tong bahan bakar yang sudah dipakai di gunakan kembali untuk diisi lagi
- b. Wadah air digunakan kembali untuk di isi ulang

7. *Re Fair* (Pemeliharaan Kembali)

Teknik pengolahan sampah dengan cara ini dilakukan pemeliharaan atau perawatan atau perbaikan terhadap bahan dan peralatan yang akan digunakan sehingga jumlah tidak bertambah banyak.

H. KETERLIBATAN MASYARAKAT

Penanganan sampah sepenuhnya bukan menjadi tanggung jawab pemerintah, tetapi juga masyarakat, agar masalah mudah diatasi. Bentuk keikutsertaan masyarakat antara lain :

1. Dalam Pengelolaan Sampah

- a. Menumbuhkan pengetahuan dan kesadaran masyarakat dalam pengelolaan sampah
- b. Melibatkan masyarakat dalam perencanaan pengelolaan sampah
- c. Menyiapkan masyarakat untuk membiayai sendiri.
- d. Menerima masukan perbaikan dari masyarakat

2. Dalam Penentuan Kegiatan

- a. Membiasakan masyarakat dalam penyampaian pesan dilakukan secara terbuka.
- b. Membiasakan masyarakat untuk musyawarah dalam penyelesaian masalah

3. Dalam Perwujudan Lingkungan Bersih

- a. Meningkatkan kesadaran
- b. Meningkatkan antusiasme
- c. Meningkatkan rasa tanggung jawab

I. INDIKATOR SAMPAH

Dikatakan sampah, bila hal yang sudah tidak dipakai dari hasil aktivitas manusia itu dibuang, ada beberapa hal yang menjadi ciri untuk diketahui antara lain :

- a. Merupakan benda atau barang padat
- b. Ada wujudnya
- c. Sudah tidak dipakai dan dibuang

Latihan

Untuk dapat memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah Latihan berikut!

- 1) Jelaskan alasan mengapa sampah harus dipilah sebelum dibuang benar?
- 2) Sebut dan jelaskan sarana pewadahan sampah?
- 3) Jelaskan bahan pencemar yang terdapat dalam kandungan sampah?

Ringkasan

1. Sampah adalah benda padat hasil aktivitas manusia yang oleh pemiliknya tidak digunakan lagi dan dibuang
2. Ciri sampah antara lain, merupakan benda padat, ada wujudnya, tidak digunakan lagi lalu dibuang
3. Sumber sampah berasal dari tempat aktivitas manusia (pemukiman, pasar, industri, institusi pendidikan dan lain
4. Sampah berdasarkan sifatnya terdiri dari sampah organik (bisa diurai) dan sampah an organik (tidak bisa diurai)
5. Sampah harus ditampung pada wadah yang sesuai, tertutup dan tidak menimbulkan bau
6. Pengangkutan sampah dari sumber ke TPS menggunakan gerobak dan untuk pengangkutan sampah dari TPS ke TPA menggunakan mobil
7. Pengelolaan sampah didasarkan atas 7 R
8. Kandungan bahan pencemar pada sampah berupa gas buang dan zat padat
9. Penanganan sampah perlu melibatkan masyarakat pada tahapan, pengelolaan, penentuan kegiatan dan perwujudan lingkungan bersih
10. Dampak sampah di rasakan oleh manusia dan lingkungan

Tes 3

Pilihlah salah satu jawaban yang paling benar!

- 1) Bahan pencemar berupa gas oksida yang berasal dari tumpukan sampah berpotensi manusia sekitar mengalami....
 - A. Keracunan
 - B. Pusing
 - C. Mual
 - D. Sesak nafas
- 2) Memanfaatkan kertas bekas menjadi bungkus termasuk dalam tahapan pengelolaan sampah....
 - A. *Recycling*
 - B. *Refill*
 - C. *Reuse*
 - D. *Recycle*

- 3) Penanganan sampah yang dilakukan dengan baik dan benar menjadikan lokasi tempat penampungan bebas dari....
- A. Sumber bahaya
 - B. Sumber celaka
 - C. Sumber bencana
 - D. Sumber musibah

Kunci Jawaban Tes

Test 1

- 1) A.
- 2) B.
- 3) B.

Test 2

- 1) D.
- 2) B.
- 3) C.

Test 3

- 1) D.
- 2) D.
- 3) B.

Daftar Pustaka

- Azwar, Azrul. 1995. *Pengantar Ilmu Kesehatan Lingkungan*. Jakarta : Mutiara Sumber Widya
- Benefield, L.D and C.W. Randall, 1980, *Biological Process Design for Waste Water Treatment*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ 07632
- Chobanoglous, G., 2003, *Wastewater Engineering : Treatment and Reuse fourth edition*, McGraw Hill, Inc., New York.
- Djoko Suwarno, 2011. "*Teknik Menghitung Timbulan dan Sampling Sampah*": Makalah Pelatihan Fasilitator Masyarakat Pekerjaan Perencanaan Teknis Pengelolaan Sampah Terpadu 3R. Disampaikan di Semarang. Tanggal 25 Juli 2011
- Dwiyatmo, Kus, 2007, *Pencemaran Lingkungan dan Penanggulangannya*, Yogyakarta: Citra Aji Parama.
- Hadiwiyoto, Soewedo. 1983. *Penanganan dan Pemanfaatan Sampah*. Jakarta:Yayasan Idayu.
- Kartikawan, Yudhi, 2000, *Pengelolaan Persampahan*, Yogyakarta: Jurnal Lingkungan Hidup,
- Kementerian Lingkungan Hidup, 2003, Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 112 tahun 2003 tentang *Baku Mutu Air Limbah Domestik*, Jakarta
- Mahmud, 2011. *Pelatihan KSM 3R Untuk Pengelolaan Sampah Berbasis Masyarakat*:
- Materi Pelatihan Disampaikan Di *Dinas Cipta Karya Dan Tata Ruang Propinsi Jawa Tengah*. Tanggal 27 Juli 2011.
- Pranoto, I.S., 2012, *Prinsip Desain Pengolahan Air Limbah Sistem Anaerob*, PT.Biosan Mandiri, Yogyakarta.
- Saraswati, S.P., 2000, *Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah, Laboratorium Teknik Penyehatan dan Lingkungan*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Siregar, S.A. 2005. *Instalasi Pengolahan Air Limbah*. Yogyakarta: Kanisius.

Sugiharto. 1987. *Dasar – Dasar Pengolahan Air Limbah*. Jakarta: Universitas Indonesia Press

Slamet, Juli Soemirat. 2004. *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta: UGM press.

Sucipto, Cecep Dani, 2009, *Teknologi Pengolahan Daur Ulang Sampah*, Jakarta: Goysen Publishing,

Surjandari, Hidayatno dan Supriatna, 2009. *Model Dinamis Pengelolaan Sampah*.

Wulandari.I., 2014, *Hasil Pengukuran Tinggi Air dan Lumpur IPAL Komunal* Ds.Karangwetan, Kec. Semin, BORDA.

Bab 3

PENGAWASAN KUALITAS UDARA DI INDUSTRI

Dr. Djamaluddin Ramlan, SKM, M.Kes

Dr. Sumihardi, SKM, M.Kes

Pendahuluan

Perkembangan teknologi diikuti dengan kemajuan di berbagai jenis aktivitas menggunakan mesin sebagai penggerak kegiatan untuk menghasilkan produk sesuai harapan, namun juga menghasilkan hasil buang berupa gas yang dilepas ke udara tanpa melalui proses penyaringan terlebih dahulu, sehingga kualitas udara menjadi kotor karena terisi oleh bahan pencemar.

Pencemaran adalah masuk satu atau beberapa bahan pencemar ke udara yang bersumber dari :

1. Hasil kegiatan manusia
2. Kejadian alam
3. Kebakaran hutan

Udara dikatakan tercemar karena kehadiran zat atau bahan pencemar di udara dalam jumlah yang berlebih mengakibatkan :

1. Masalah bagi kesehatan manusia
2. Lingkungan menjadi kotor
3. Tanaman menjadi mati
4. Jumlah oksigen berkurang
5. Aktivitas manusia terganggu.
6. Udara menjadi kotor
7. Pandangan menjadi terbatas

Akibat udara tercemar mengakibatkan gangguan pada kesehatan manusia berupa keluhan pernafasan seperti asma, bronchitis, paru dan kulit, sedang dampak pada tanaman menjadikan proses fotosintesis pada tanaman terganggu sehingga tanaman mati.

Untuk mencegah agar konsentrasi bahan pencemar di udara berkurang sehingga tidak mengakibatkan masalah, maka perlu dilakukan upaya seperti : mengurangi pemakaian bahan bakar timbal oleh kendaraan bermotor, tidak melakukan pembakaran sampah dan memperbanyak menanam pepohonan disepanjang sumber pencemar sebagai barier sehingga konsentrasi bahan pencemar di udara menjadi berkurang.

Topik 1

Pencemaran Udara

A. PENDAHULUAN

Udara sebagai sumber daya alam yang mempengaruhi kehidupan manusia serta makhluk hidup lainnya harus di jaga dan di pelihara kelestarian fungsinya untuk pemeliharaan kesehatan dan kesejahteraan manusia serta perlindungan bagi makhluk hidup lainnya. Beberapa pengertian pencemaran udara menurut para ahli antara lain:

1. Pencemaran udara adalah masuknya, atau tercampurnya unsur-unsur berbahaya ke dalam atmosfir yang dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan lingkungan, gangguan pada kesehatan manusia secara umum serta menurunkan kualitas lingkungan.
2. Pencemaran udara adalah kehadiran satu atau lebih substansi fisik, kimia, atau biologi di atmosfer dalam jumlah yang dapat membahayakan kesehatan manusia, hewan, dan tumbuhan, mengganggu estetika dan kenyamanan, atau merusak properti.
3. Menurut Corman pencemaran udara adalah kondisi dimana terdapat bahan kontaminan di atmosfir karena perbuatan manusia, hal ini untuk membedakan dengan pencemaran udara alamiah dan pencemaran udara di tempat kerja
4. Menurut Arya pencemaran udara adalah campuran dari berbagai macam gas yang tidak tetap sehingga gas tersebut mengganggu kehidupan, dalam hal ini udaranya juga adalah atmosfer yang berada disekeliling bumi yang fungsinya sangat penting bagi makhluk hidup
5. Menurut Chambers pencemaran udara adalah bertambahnya bahan atau substrat fisik atau kimia dalam lingkungan udara normal dalam jumlah tertentu sehingga dapat dideteksi oleh manusia atau yang dapat dihitung dan diukur serta dapat memberikan efek pada manusia, binatang, vegetasi dan material
6. Menurut Parker pencemaran udara adalah perubahan atmosfer karena masuknya bahan kontaminan alami atau buatan kedalam atmosfer tersebut
7. Menurut Kumar pencemaran udara adalah adanya bahan polutan di atmosfer dalam konsentrasi yang mengganggu keseimbangan dinamik atmosfer dan mempunyai efek pada manusia dan lingkungannya

Dari beberapa pengertian dapat disimpulkan bahwa pencemaran udara adalah masuknya bahan asing di udara, yang bisa dipantau dengan cara diukur dan mengakibatkan atmosfer berubah dan berdampak pada kehidupan manusia, binatang dan vegetasi.

Pencemaran udara timbul akibat adanya sumber-sumber pencemaran, baik yang bersifat alami ataupun karena kegiatan manusia. Beberapa pengertian gangguan fisik seperti pencemaran suara, pencemaran panas, pencemaran radiasi dan pencemaran cahaya dianggap sebagai bagian dari pencemaran udara. Adapun karena sifat alami udara yang bisa menyebar tanpa batasan ruang, membuat dampak pencemaran udara bisa bersifat lokal, regional, maupun global.

Di dalam era modernisasi ini kendaraan bermotor merupakan salah satu kebutuhan umum yang bisa dibilang paling penting untuk menunjang kegiatan sehari-hari. Pada zaman dahulu orang pergi ke tempat yang jauh menggunakan angkutan umum. Berbeda keadaan dengan sekarang penggunaan kendaraan pribadi sangatlah pesat, karena lebih mudah daripada menggunakan kendaraan umum, namun asap yang dihasilkan dari kendaraan pribadi yang semakin lama semakin naik dan ini menjadi salah satu penyebab dan penyumbang terbesar dalam pencemaran lingkungan khususnya pencemaran udara.

Pencemaran udara dapat terjadi dimana-mana. Bila pencemaran tersebut terjadi di dalam rumah, di ruang-ruang sekolah ataupun di ruang-ruang perkantoran maka disebut sebagai pencemaran dalam ruang (*indoor pollution*). Sedangkan bila pencemarannya terjadi di lingkungan rumah, perkotaan, bahkan regional maka disebut sebagai pencemaran di luar ruang (*outdoor pollution*).

Umumnya, polutan yang mencemari udara berupa gas dan asap. Gas dan asap tersebut berasal dari hasil proses pembakaran bahan bakar yang tidak sempurna, yang dihasilkan oleh mesin-mesin pabrik, pembangkit listrik dan kendaraan bermotor. Selain itu, gas dan asap tersebut merupakan hasil oksidasi dari berbagai unsur penyusun bahan bakar, yaitu: CO₂ (karbondioksida), CO (karbon monoksida), SO_x (belerang oksida) dan NO_x (nitrogen oksida).

B. KEHADIRAN BAHAN PENCEMARAN DI UDARA

Secara alami, udara di atmosfer bumi merupakan gabungan dari beberapa bahan gas yang mengandung unsur kimia seperti :

1. Gas nitrogen sebanyak : (78%)
2. Gas oksigen sebanyak : (21%)
3. Gas argon sebanyak : 1 %
4. Karbon dioksida (CO₂) sebanyak : (0,0035 %) dan
5. Uap air sebanyak : 0,01 %.

Komposisi dari komponen gas penyusun atmosfer ini bisa mengalami perubahan akibat pencemaran udara, selain itu, beberapa penyebab terjadinya pencemaran di udara berasal dari :

1. Asap cerobong pabrik dan knalpot kendaraan bermotor, asap rokok, hasil pembakaran sampah, hasil kebakaran hutan, membebaskan gas CO₂ dan CO ke udara akibatnya suhu menjadi panas.
2. Asap vulkanik hasil dari aktivitas gunung berapi menebarkan partikel debu ke udara, sehingga kondisi udara menjadi kotor yang mengganggu pandangan dan mematikan tanaman.
3. Bahan radioaktif dari percobaan nuklir atau bom atom membebaskan partikel-partikel debu radioaktif ke udara.
4. Asap pembakaran batu bara dari pembangkit listrik membebaskan partikel nitrogen oksida (NO₂), dan oksida sulfur (SO₂).
5. Chloro Fluoro Carbon (CFC) dari kebocoran mesin pendingin, kulkas, dan AC mobil.
6. Polusi yang berasal dari asap kendaraan bermotor.

C. SUMBER BAHAN PENCEMAR UDARA

Bahan pencemar yang terdapat di udara berasal dari peristiwa atau kejadian alam dan hasil aktivitas manusia. Bahan pencemar berasal dari :

1. Peristiwa Alam

Peristiwa alam yang menyebabkan udara menjadi tercemar ini dapat berasal dari :

a. Peristiwa gunung meletus

Peristiwa letusan gunung berapi mengakibatkan bahan material yang terkandung dalam perut gunung semuanya keluar berbentuk : panas, debu, asap, bahan batuan, larva, lahar dan magma dalam bentuk debu dan asap yang lepas ke udara sehingga mengakibatkan masyarakat sekitar menderita ISFA, aktivitas masyarakat menjadi berhenti atau tidak bekerja, kegiatan di lokasi wisata yang berdekatan dengan gunung meletus menjadi tertutup.

Namun akibat yang ditimbulkan oleh muntahan dari gunung meletus ada juga unsur berdampak positifnya seperti :

Tersedianya bahan material yang banyak dan bisa digunakan untuk membangun rumah dan lain sebagainya, selain itu tanah disekitar gunung meletus menjadi subur.

Bahan pencemar yang bersumber dari gunung meletus misalnya Gas H₂O yang merupakan pencemar utama yang dapat mengakibatkan masalah bagi makhluk hidup (manusia, hewan) dan pertanian menjadi rusak.

b. Kebakaran hutan

Salah satu penyebab terjadinya pencemaran di udara, dapat disebabkan karena kebakaran hutan, bentuk pencemar yang terdapat di udara dapat berupa asap yang kandungannya terdapat :

1) Gas buang

Gas yang dihasilkan akibat kebakaran hutan dan terdapat di udara antara lain :

- a) Carbon monoksida.
- b) Carbon dioksida.
- c) Senyawa sulfur oksida
- d) Senyawa nitrogen oksida, dan
- e) Nitrogen dioksida.

2) Zat padat

Adapun bahan pencemar yang berbentuk benda padat sebagai akibat kebakaran hutan merupakan proses fisik dan kimia dari penguraian bahan yang terbakar.



Gambar 3.1 Polusi Udara Akibat Kebakaran Hutan

Kebakaran hutan tidak hanya berdampak terhadap ekologi dan mengakibatkan kerusakan lingkungan saja. Namun dampak dari kebakaran hutan ternyata berkaitan dengan:

1) Kehidupan sosial, budaya, dan ekonomi

Kebakaran hutan memberikan dampak langsung pada kehidupan sosial, budaya, dan ekonomi masyarakat misalnya :

- a) Terganggunya aktivitas sehari-hari; Asap yang diakibatkan oleh kebakaran hutan secara otomatis mengganggu aktivitas manusia sehari-hari, apalagi bagi yang aktivitasnya dilakukan di luar ruangan.
- b) Menurunnya produktivitas; Terganggunya aktivitas manusia akibat kebakaran hutan dapat mempengaruhi produktivitas dan penghasilan.
- c) Hilangnya sejumlah mata pencaharian masyarakat di dan sekitar hutan; Selain itu, bagi masyarakat yang menggantungkan hidup dari mengolah hasil hutan, dengan terbakarnya hutan berarti hilang pula area kerja (mata pencarian).
- d) Meningkatnya hama; Kebakaran hutan akan memusnahkan sebagian spesies dan merusak keseimbangan alam sehingga spesies-spesies yang berpotensi menjadi hama tidak terkontrol. Selain itu, terbakarnya hutan akan membuat sebagian binatang kehilangan habitat yang kemudian memaksa mereka untuk keluar dari hutan dan menjadi hama seperti gajah, monyet, dan binatang lain.
- e) Terganggunya kesehatan; Kebakaran hutan berakibat pada pencemaran udara oleh debu, gas SO_x , NO_x , CO_x , dan lain-lain dapat menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan manusia, antara lain infeksi saluran pernafasan, sesak nafas, iritasi kulit, iritasi mata, dan lain-lain.
- f) Tersedotnya anggaran negara; Setiap tahunnya diperlukan biaya yang besar untuk menangani (menghentikan) kebakaran hutan. Pun untuk merehabilitasi hutan yang terbakar serta berbagai dampak lain semisal kesehatan masyarakat dan bencana alam yang diambilkan dari kas negara.
- g) Menurunnya devisa negara. Hutan telah menjadi salah satu sumber devisa negara baik dari kayu maupun produk-produk non kayu lainnya, termasuk pariwisata. Dengan terbakarnya hutan sumber devisa akan musnah. Selain itu, menurunnya produktivitas akibat kebakaran hutan pun pada akhirnya berpengaruh pada devisa negara.

2) Ekologis dan kerusakan lingkungan

Kebakaran hutan memberikan dampak langsung terhadap ekologi dan lingkungan yang diantaranya adalah:

- a) Hilangnya sejumlah spesies; selain membakar aneka flora, kebakaran hutan juga mengancam kelangsungan hidup sejumlah binatang. Berbagai spesies endemik (tumbuhan maupun hewan) terancam punah akibat kebakaran hutan.
- b) Erosi; Hutan dengan tanamannya berfungsi sebagai penahan erosi. Ketika tanaman musnah akibat kebakaran hutan akan menyisakan lahan hutan yang mudah terkena erosi baik oleh air hujan bahkan angin sekalipun.

- c) Alih fungsi hutan; Kawasan hutan yang terbakar membutuhkan waktu yang lama untuk kembali menjadi hutan. Bahkan sering kali hutan mengalami perubahan peruntukan menjadi perkebunan atau padang ilalang.
- d) Penurunan kualitas air; Salah satu fungsi ekologis hutan adalah dalam daur hidrologis. Terbakarnya hutan memberikan dampak hilangnya kemampuan hutan menyerap dan menyimpan air hujan.
- e) Pemanasan global; Kebakaran hutan menghasilkan asap dan gas CO₂ dan gas lainnya. Selain itu, dengan terbakarnya hutan akan menurunkan kemampuan hutan sebagai penyimpan karbon. Keduanya berpengaruh besar pada perubahan iklim dan pemanasan global.
- f) Sedimentasi sungai; Debu dan sisa pembakaran yang terbawa erosi akan mengendap di sungai dan menimbulkan pendangkalan.
- g) Meningkatnya bencana alam; Terganggunya fungsi ekologi hutan akibat kebakaran hutan membuat intensitas bencana alam (banjir, tanah longsor, dan kekeringan) meningkat.

3) Hubungan antar wilayah dan negara

Asap bercampur debu yang timbul akibat kebakaran hutan dan menyebar kelokasi lain menjadi masalah, karena lokasi lain yang bukan sumber kebakaran menggung dampak akibat kebakaran hutan.

4) Aktivitas perhubungan dan pariwisata.

Akibat dari kebakaran hutan menimbulkan asap tebal sehingga mengakibatkan udara menjadi kotor (gelap) pandangan terbatas sehingga kegiatan penerbangan menjadi terganggu, selain itu berdampak pada lokasi wisata yang berdekatan dengan lokasi kebakaran hutan jumlah pengunjung berkurang.

2. Aktivitas Manusia

Bentuk bahan pencemar yang terdapat di udara sebagai hasil dari kegiatan manusia dapat berupa :

a. Asap industri

Asap industri berasal dari hasil pembakaran tidak sempurna, yang tidak diinginkan dan dibuang dari hasil kegiatan pembakaran oleh mesin produksi di industri. Asap merupakan hasil oksidasi dari berbagai unsur bahan bakar seperti :

- 1) Carbon monoksida (CO)
- 2) Carbon dioksida (CO₂)
- 3) Belerang oksida (SO_x)

4) Nitrogen oksida (No_x)

Asap kadang digunakan sebagai agen pemberi rasa (*flavoring agent*) dan pengawet untuk berbagai bahan makanan



Gambar 3.2 Polusi Udara dari Asap Industri

Asap pabrik yang tercemar bahan berbahaya dan beracun yang kita hirup akan berdampak serius pada kesehatan kita. Apalagi pada anak-anak yang lebih banyak bermain di udara terbuka dan lebih rentan daya tahan tubuhnya. Pencemaran udara menjadi penyebab smog dan hujan asam, mengurangi daya perlindungan lapisan ozon di atmosfer bagian atas, dan berpotensi untuk turut berperan dalam perubahan iklim dunia. Pencemar udara dapat menyebabkan kanker dan dampak kesehatan yang lebih serius.

Asap pabrik adalah suspensi partikel kecil di udara (aerosol) yang berasal dari pembakaran tak sempurna dari suatu bahan bakar. Asap umumnya merupakan produk samping yang tak diinginkan dari api (termasuk kompor dan lampu) serta pendinginan, tapi dapat juga digunakan untuk pembasmian hama (fumigasi), komunikasi (sinyal asap), pertahanan (layar asap, *smoke-screen*) atau penghirupan tembakau atau obat bius. Asap kadang digunakan sebagai agen pemberi rasa (*flavoring agent*) dan pengawet untuk berbagai bahan makanan. Bagi masyarakat yang rumahnya dekat di lokasi pabrik sangat merugikan, sebab asap yang dikeluarkan dari cerobongnya bisa mengotori lingkungan sekitar, udara menjadi kotor dan paru-paru menjadi tidak sehat karena menghisap udara tersebut.

Masyarakat telah berupaya keras salah satunya dengan mendatangi pabrik untuk menyaring dan mengurangi asap yang dikeluarkan. Apalagi asap tersebut berwarna hitam pekat hasil dari limbah produksi. Hampir setiap hari di waktu yang sama asap dikeluarkan, pada awalnya berjumlah sedikit tapi lama kelamaan volumenya semakin banyak. Zat yang terkandung pada asap diantaranya sejumlah senyawa yang sangat berbahaya, seperti Timbal (Pb), CO (karbon monoksida). Karbon monoksida ialah gas yang tidak berbau dan tidak berwarna serta lebih mudah bercantum dengan hemoglobin darah berbanding oksigen. Keadaan ini tentu akan menjejaskan kemampuan darah untuk membekalkan oksigen kepada tisu-tisu tubuh. Bagi menampung kekurangan ini, jantung dan paru-paru terpaksa bekerja dengan lebih kuat lagi. Karbon monoksida juga merusakkan dinding arteri dan dengan itu, mendorong berlakunya penyakit jantung dan masih banyak lagi zat lain yang berbahaya.

b. Asap kendaraan bermotor

Kendaraan bermotor menggunakan bahan bakar yang hasil pembakarannya berlangsung secara tidak sempurna dan menghasilkan gas dengan ciri tidak berwarna dan berasa seperti : carbon monoksida yang bila terhirup akan mengganggu sistem pernafasan dan mengakibatkan batuk, kerja paru terganggu.

Carbon monoksida sebagai hasil pembakaran tidak sempurna dari mesin motor juga menghasilkan senyawa hidrokarbon, berbagai oksida nitrogen (NO_x) dan sulfur (SO_x), dan partikulat debu termasuk timbel (Pb). Bahan bakar tertentu seperti hidrokarbon dan timbel organik, dilepaskan keudara karena adanya penguapan dari sistem bahan bakar. Dampak dari bahan pencemar ini mengakibatkan kualitas udara berubah. Asap kendaraan bermotor menimbulkan polusi udara. Dampak asap kendaraan bermotor sebagai berikut.

- 1) Sistem pernapasan manusia terganggu.
- 2) Lapisan ozon di bumi semakin menipis.
- 3) Proses fotosintesis tumbuhan terganggu.



Gambar 3.2 Polusi Udara dari Asap Kendaraan Bermotor

c. Pembangkit Listrik

Pembangkit listrik dengan bahan bakar batu bara menghasilkan partikel oksida sulfur (SO_2) dan nitrogen oksida (NO_2) yang berbahaya bagi makhluk hidup. Program pemerintah membangun pembangkit listrik menggunakan energi penggerak berbahan bakar fosil, yakni batubara. mengeluarkan sejumlah polutan berbahaya, salah satunya $\text{PM}_{2,5}$. Ukurannya sangat kecil, tapi bisa masuk ke aliran darah kita, masuk ke sistem jantung yang menyebabkan berbagai penyakit pernapasan. Bukan cuma ISPA, atau flu batuk biasa, tapi kanker paru-paru, paru-paru kronis, penyakit jantung, jantung iskemik, juga asma dan dianggap kurang memperhatikan faktor lingkungan dan kesehatan masyarakat.

d. Bahan Radioaktif

Pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh debu radioaktif akibat terjadinya ledakan reaktor atom serta bom atom. Yang paling berbahaya dari pencemaran radioaktif seperti nuklir adalah radiasi sinar alpha, beta dan gamma yang sangat membahayakan makhluk hidup di sekitarnya. Selain itu partikel-partikel neutron yang dihasilkan juga berbahaya. Zat radioaktif pencemar lingkungan yang biasa ditemukan adalah ^{90}Sr merupakan karsinogen tulang dan apabila ada makhluk hidup yang terkena radiasi atom nuklir yang berbahaya biasanya akan terjadi mutasi gen karena terjadi perubahan struktur zat serta pola reaksi kimia yang merusak sel-sel tubuh makhluk hidup baik tumbuh-tumbuhan maupun hewan atau

binatang. Efek serta akibat yang ditimbulkan oleh radiasi zat radioaktif pada umat manusia seperti berikut di bawah ini :

- a) Pusing-pusing
 - b) Nafsu makan berkurang atau hilang
 - c) Terjadi diare
 - d) Badan panas atau demam
 - e) Berat badan turun
 - f) Kanker darah atau leukimia
 - g) Meningkatnya denyut jantung atau nadi
 - h) Daya tahan tubuh berkurang sehingga mudah terserang penyakit akibat sel darah putih yang jumlahnya berkurang
- percobaan nuklir atau bom atom akan menghasilkan partikel-partikel debu radioaktif ke udara yang menyebabkan polusi.

Adapun asap yang terdapat di udara, baik yang bersumber dari peristiwa alam maupun hasil aktivitas manusia, memberi dampak :

1) Bagi manusia

Dengan asap yang terdapat pada lingkungan aktivitas manusia menjadi tidak lancar dan berpotensi menyebabkan terkena penyakit saluran nafas, dan iritasi mata.

2) Bagi lingkungan

Dengan asap lingkungan menjadi kotor, sehingga kemampuan untuk beraktivitas menjadi terhambat.

D. JENIS BAHAN PENCEMAR

Adapun jenis bahan pencemar yang terdapat di udara yang bersumber dari hasil aktivitas alam maupun manusia dapat berupa :

1. Gas

Gas sebagai zat atau bahan pencemar yang terdapat di udara dapat dijelaskan sebagai berikut :

a. Carbon monoksida (CO)

Asap kendaraan merupakan sumber utama bagi karbon monoksida di berbagai perkotaan. Data mengungkapkan bahwa 60% pencemaran udara di Jakarta disebabkan karena benda bergerak atau transportasi umum yang berbahan bakar solar terutama berasal dari Metromini. Formasi CO merupakan fungsi dari rasio kebutuhan udara dan bahan bakar dalam proses pembakaran di dalam ruang bakar mesin diesel. Percampuran yang baik antara udara dan bahan bakar terutama yang terjadi pada mesin-mesin yang menggunakan Turbocharge merupakan salah satu strategi untuk meminimalkan emisi CO. Karbon monoksida yang

meningkat di berbagai perkotaan dapat mengakibatkan turunnya berat janin dan meningkatkan jumlah kematian bayi serta kerusakan otak. Karena itu strategi penurunan kadar karbon monoksida akan tergantung pada pengendalian emisi seperti penggunaan bahan katalis yang mengubah bahan karbon monoksida menjadi karbon dioksida dan penggunaan bahan bakar terbarukan yang rendah polusi bagi kendaraan bermotor.

Gas carbon monoksida adalah gas buang hasil pembakaran tidak sempurna dari karbon atau komponen yang mengandung karbon dengan ciri gas sebagai berikut :

- 1) Tidak berwarna
- 2) Tidak berbau
- 3) Tidak berasa
- 4) Kondisi tidak stabil

Jika manusia terpapar Karbon monoksida dalam jumlah yang melebihi batas kemampuan untuk mengeliminasi, akan menyebabkan manusia mengalami keracunan yang ditandai dengan badan terasa lemas yang akhirnya menyebabkan kematian. Carbon monoksida sangat reaktif dengan haemoglobin darah, sehingga CO berikatan dengan haemoglobin, dan oksigen dalam tubuh menjadi berkurang yang ditandai dengan kepala terasa pusing atau sakit kepala dan dalam jumlah yang banyak mengakibatkan keracunan.

b. Carbon dioksida (CO₂)

Gas carbon dioksida berasal dari hasil pembakaran menggunakan bahan organik seperti: minyak tanah, bensin, batu bara, kayu, dari rumah tangga, industri dan kendaraan bermotor. Bila jumlah CO₂ di udara melebihi batas ambang (0,0035 %), dan pepohonan menyerap CO₂ dan mengeluarkan O₂ ke udara, sehingga kondisi udara menjadi bersih dan kehidupan berlangsung dengan baik, namun bila pepohonan (tanaman atau tumbuhan) tidak mampu menyerap CO₂ dan terbentuk gas rumah kaca (*green house effect*) sehingga terjadi peningkatan suhu bumi secara menyeluruh atau disebut *global warning*, hal ini terjadi karena sinar matahari tidak dapat menembus bumi sebab sinar matahari di pantulkan kembali ke angkasa karena tertahan oleh lapisan gas atau pencemar, dampak lain yang timbul sebagai akibat pemanasan global, air hujan mengandung senyawa asam yang dapat mengakibatkan :

- 1) Tanaman menjadi tidak subur selanjutnya mati.
- 2) Logam dan besi menjadi berkarat.
- 3) Bangunan *dan gedung menjadi cepat roboh atau rusak.*
- 4) Derajat keasaman tanah berkurang
- 5) Mikroorganisme menjadi mati.

c. Sulfur oksida (SO₂)

Pencemaran oleh sulfur oksida terutama disebabkan oleh dua komponen sulfur bentuk gas yang tidak berwarna, yaitu sulfur dioksida (SO₂) dan Sulfur trioksida (SO₃), yang keduanya disebut sulfur oksida (SO_x). Pengaruh utama polutan SO_x terhadap manusia adalah iritasi sistem pernafasan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa iritasi tenggorokan terjadi pada kadar SO₂ sebesar 5 ppm atau lebih, bahkan pada beberapa individu yang sensitif iritasi terjadi pada kadar 1-2 ppm. SO₂ dianggap pencemar yang berbahaya bagi kesehatan terutama terhadap orang tua dan penderita yang mengalami penyakit kronis pada sistem pernafasan kardiovaskular.

Sulfur oksida berasal dari dua komponen gas sulfur dan oksigen yang merupakan hasil pembakaran bahan fosil dan letusan gunung berapi dengan ciri :

- 1) Tidak berwarna
- 2) Bau tajam
- 3) Tidak terbakar di udara
- 4) SO₂ dan SO₃ disebut SO_x

Pabrik peleburan baja merupakan industri terbesar yang menghasilkan SO_x. Manusia yang terpapar SO_x dengan konsentrasi lebih dari 5 ppm akan mengalami iritasi sistem pernafasan, sedang tanaman yang terpapar dengan konsentrasi lebih dari 0,5 ppm akan mengalami kerusakan.

d. Nitrogen oksigen (NO)

Meski udara terdiri dari nitrogen : 80% dan oksigen : 20%, pada suhu kamar, nitrogen dan oksigen untuk bereaksi kecenderungannya kecil, dapat bereaksi membentuk nitrit oksida dalam jumlah tinggi yang mengakibatkan pencemaran di udara.

NO₂ bersifat racun terutama terhadap paru. Kadar NO₂ yang lebih tinggi dari 100 ppm dapat mematikan sebagian besar binatang percobaan dan 90% dari kematian tersebut disebabkan oleh gejala pembengkakan paru (edema pulmonari). Kadar NO₂ sebesar 800 ppm akan mengakibatkan 100% kematian pada binatang-binatang yang diuji dalam waktu 29 menit atau kurang. Percobaan dengan pemakaian NO₂ dengan kadar 5 ppm selama 10 menit terhadap manusia mengakibatkan kesulitan dalam bernafas.

Gas nitrogen oksigen yang dihasilkan oleh alam tidak bermasalah karena jumlahnya yang kecil dan tersebar merata, namun nitrogen oksigen yang dihasilkan manusia ini lebih berbahaya karena jumlahnya yang banyak.

Nitrogen oksida (NO) memiliki ciri :

- 1) Tidak berwarna
- 2) Tidak berbau

3) Ditemui banyak sebagai pencemar.

e. CFC (Chloro Fluoro Carbon)

Chloro Fluoro Carbon merupakan bahan kimia yang banyak digunakan sebagai :

- 1) Bahan baku penyejuk ruang ber AC
- 2) Bahan baku pendingin ruang kulkas
- 3) Aerosol pada penyemprotan rambut
- 4) Pengharum ruangan
- 5) Pembasmi serangga

CFC bersifat sangat ringan sehingga mudah terangkat ke atmosfer yang lebih tinggi dan jika bertemu dengan ozon akan terjadi reaksi yang menyebabkan lapisan ozon akan menipis. Lapisan ozon yang tipis dapat mengancam kehidupan makhluk hidup di permukaan bumi.

f. Hidrokarbon (HC)

Hidrokarbon di udara akan bereaksi dengan bahan-bahan lain dan akan membentuk ikatan baru yang disebut Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAH) yang banyak dijumpai di daerah industri dan padat lalu lintas. Bila PAH ini masuk dalam paru-paru akan menimbulkan luka dan merangsang terbentuknya sel-sel kanker.

g. Klorin (Cl_2)

Gas Klorin (Cl_2) adalah gas berwarna hijau dengan bau sangat menyengat. Berat jenis gas klorin 2,47 kali berat udara dan 20 kali berat gas hidrogen klorida yang toksik. Gas klorin sangat terkenal sebagai gas beracun yang digunakan pada perang dunia ke-1. Selain bau yang menyengat gas klorin dapat menyebabkan iritasi pada mata saluran pernafasan. Apabila gas klorin masuk dalam jaringan paru-paru dan bereaksi dengan ion hidrogen akan dapat membentuk asam klorida yang bersifat sangat korosif dan menyebabkan iritasi dan peradangan. Gas klorin juga dapat mengalami proses oksidasi dan membebaskan oksigen seperti pada proses yang terjadi di bawah ini.

h. Timah

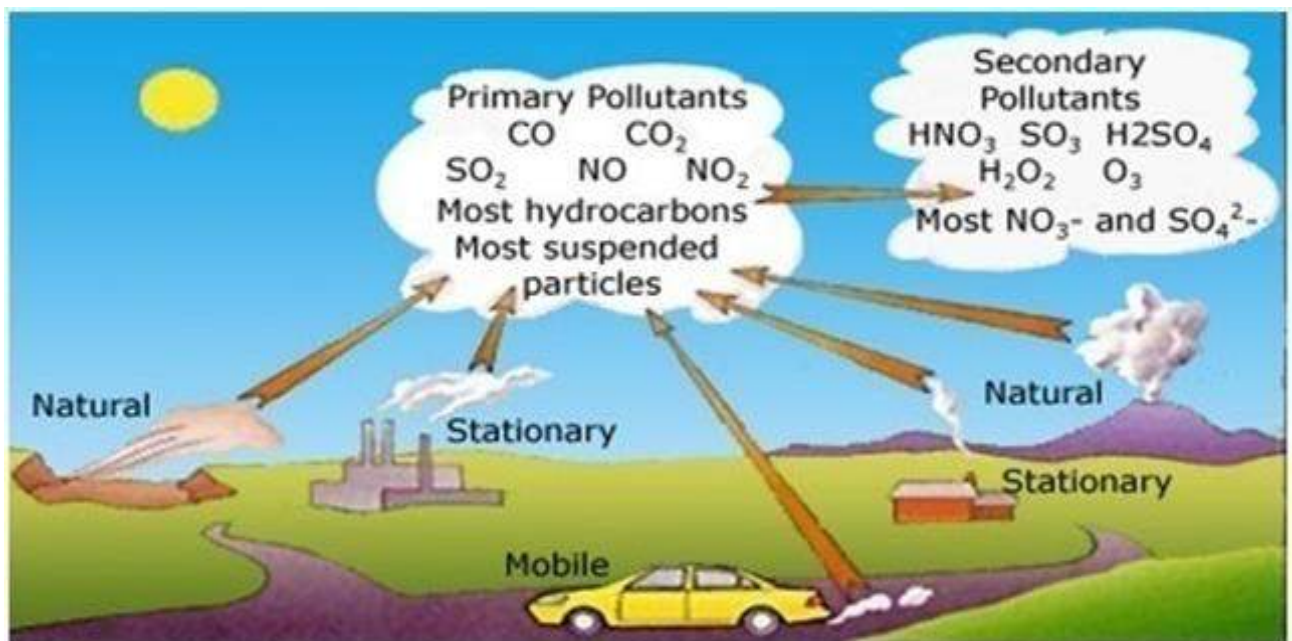
Logam berwarna kelabu keperakan yang amat beracun dalam setiap bentuknya ini merupakan ancaman yang amat berbahaya bagi anak di bawah usia 6 tahun, yang biasanya mereka telan dalam bentuk serpihan cat pada dinding rumah. Logam berat ini merusak kecerdasan, menghambat pertumbuhan, mengurangi kemampuan untuk mendengar dan memahami bahasa, dan menghilangkan konsentrasi. Zat-zat ini mulai dari asbestos dan logam berat (seperti kadmium, arsenik, mangan, nikel dan zink).

i. Ozon (O₃)

Ozon merupakan oksidan yang sangat kuat sehingga digunakan untuk desinfektan proses pengolahan air bersih menjadi air minum, namun pencemaran karena ozon sangat berbahaya bagi manusia.

Ozon merupakan salah satu zat pengoksidasi yang sangat kuat setelah fluor, oksigen dan oksigen fluorida (OF₂). Meskipun di alam terdapat dalam jumlah kecil tetapi lapisan ozon sangat berguna untuk melindungi bumi dari radiasi ultraviolet (UV-B). Ozon terbentuk di udara pada ketinggian 30km dimana radiasi UV matahari dengan panjang gelombang 242 nm secara perlahan memecah molekul oksigen (O₂) menjadi atom oksigen, tergantung dari jumlah molekul O₂ atom-atom oksigen secara cepat membentuk ozon. Ozon menyerap radiasi sinar matahari dengan kuat di daerah panjang gelombang 240-320 nm.

Lapisan ozon yang berada di stratosfer (ketinggian 20-35 km) merupakan pelindung alami bumi yang berfungsi memfilter radiasi ultra violet 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. Kerusakan lapisan ozon menyebabkan sinar UV-B matahari tidak terfilter dan dapat mengakibatkan kanker kulit serta penyakit pada tanaman.



Gambar 3.3 Jenis Bahan Pencemar di Udara

2. Debu

Debu terbentuk dari hasil pengolahan bahan padat menjadi serbuk (bahan halus), debu dengan ukuran kecil sangat berbahaya bagi pernafasan manusia karena dapat masuk ke paru melalui saluran nafas dan mengakibatkan gangguan pernafasan.

Pada umumnya ukuran partikulat debu sekitar 5 mikron merupakan partikulat udara yang dapat langsung masuk ke dalam paru-paru dan mengendap di alveoli. Keadaan ini bukan berarti bahwa ukuran partikulat yang lebih besar dari 5 mikron tidak berbahaya, karena partikulat yang lebih besar dapat mengganggu saluran pernafasan bagian atas dan menyebabkan iritasi.

Partikel debu yang masuk ke saluran nafas berukuran : 10 mikron, dapat berupa :

- a. Aerosol yaitu partikel kecil yang melayang di udara
- b. Kabut yaitu aerosol berbentuk butiran air yang terdapat di udara
- c. Debu atau aerosol berupa butiran padat yang melayang di udara karena tiupan angin.
- d. Asap yaitu aerosol berbentuk padat dan butiran cair yang melayang di udara.
- e. Mist (mirip kabut) yaitu butiran zat cair yang melayang di udara
- f. Plume (asap) yang berasal dari cerobong industri
- g. Smog yaitu campuran smoke dan fog.
- h. Fume yaitu aerosol dari kondensasi uap logam



Gambar 3.4 Debu di Udara

Indeks standar pencemaran udara untuk setiap parameter pencemaran antara lain:

Tabel 3.1 Indeks Pencemaran Udara

No	Kategori	Nilai (PPM)	CO	NO ₂	O ₃	SO ₂	Debu
1	Baik	0-50	Normal	Berbau	Beberapa spesies tanaman Rusak terpapar SO ₂	Beberapa spesies tanaman rusak terpapar O ₃	Normal
2	Sedang	51-100	Kimia darah tapi tidak diketahui	Berbau	Beberapa spesies tanaman rusak	Beberapa spesies tanaman rusak	Jarak pandang terbatas
3	Sakit	101-200	Peningkatan kardiovaskuler bagi perokok yang sakit	Berbau dan tidak berwarna	Penurunan kemampuan berolahraga	Berbau dan tanaman rusak	Jarak pandang dekat karena debu
4	Parah	201-300	Peningkatan kardiovaskuler bagi yang tidak merokok	Sensitivitas penderita asma dan bronkhitis meningkat	Olahraga ringan mempengaruhi dokter	Sensitivitas pasien asma dan bronkhitis	Sensitivitas penderita asma dan bronkhitis meningkat
5	Sangat bahaya	>300	Berbahaya bagi kehidupan di bumi termasuk manusia, hewan dan tanaman				

3. Asap

Adalah hasil sisa pembakaran bahan organik yang terjadi secara tidak sempurna dari :

- Kebakaran hutan, ini banyak mengandung karbon organik yang berbahaya dan terdapat di udara sebanyak : 80 %, dan sisanya jenis karbon yang lain seperti karbon dioksida (CO₂) nitrous oksida (N₂O), nitrogen oksida (NO_x) dan karbon monoksida (CO). Dampak yang timbul bila terhisap gas ini dapat mengakibatkan gangguan pernafasan dan bisa menyebabkan kematian.
- Kebakaran sampah, di udara terbuka mengakibatkan kabut asap yang tebal yang mengandung bahan-bahan partikel debu yang kecil-kecil yang biasa disebut Particulate Matter (PM) serta bahan-bahan racun lainnya. Particulate Matter ini bisa berukuran 10 mikron (kira-kira sama dengan rambut kita yang dibelah tujuh), biasa disebut PM₁₀. Alat saring pernafasan kita tidak sanggup menyaring PM₁₀ ini, sehingga PM₁₀ ini bisa masuk

kedalam paru paru kita dan bisa mengakibatkan sakit gangguan pernafasan seperti asma dan paru.

- c. Kebaran kayu, mengakibatkan terjadi pencemaran debu yang walau tidak berbahaya bagi kesehatan namun perlu diwaspadai, karena debu kayu ini tetap bisa menjadi ancaman bagi pekerja yang setiap harinya terpajan debu kayu yang memiliki kandungan bahan toksik.

4. Kabut

Kabut adalah uap air yang berada dekat permukaan tanah berkondensasi dan menjadi mirip awan. Hal ini biasanya terbentuk karena hawa dingin membuat uap air berkondensasi bila kadar kelembaban di udara mendekati 100 %.

E. MACAM BAHAN PENCEMAR DI UDARA

Adapun macam pencemaran yang terdapat di udara menurut sifatnya dapat dibagi menjadi dua yaitu :

1. Pencemar yang Bisa Diurai

Pencemaran yang terjadi di udara yang dapat mengalami proses penguraian secara alami umumnya berasal dari pembakaran bahan organik misalnya :

- a. Bahan kayu
- b. Bahan kertas
- c. Bahan dedaunan dan
- d. Hasil sisa makanan.

2. Pencemar yang Tidak Bisa Diurai

Adapun pencemaran yang terdapat di udara dan tidak bisa terurai secara alami umumnya hasil pembakaran bahan an organik, untuk jenis pencemaran seperti ini diperlukan perlakuan saat proses pembakaran terlebih dahulu sebelum dibuang ke udara bebas misalnya :

- a. Pembakaran bahan kaca
- b. Pembakaran bahan plastik
- c. Pembakaran bahan pestisida atau mengandung pestisida
- d. Pembakaran bahan yang mengandung radioaktif

Bahan pencemar berdasarkan bentuk wujudnya dapat dibedakan menjadi 3(tiga) bentuk wujud yaitu :

1. Pencemar dengan bentuk wujud padat misalnya :
 - a. Bahan sisa buangan plastik
 - b. Bahan sisa buangan besi

- c. Bahan sisa buangan kaca
- d. Bahan sisa buangan logam
- 2. Pencemar dengan bentuk wujud cair misalnya minyak :
 - a. Bahan sisa buangan larutan kimia
 - b. Bahan sisa buangan air sabun.
- 3. Pencemar dengan bentuk wujud gas misanya :
 - a. Bahan sisa buangan gas karbon monoksida
 - b. Bahan sisa buangan gas karbon dioksida
 - c. Bahan sisa buangan gas metan

F. METODE PENGUKURAN BAHAN PENCEMAR

Pengukuran atau pemeriksaan bahan pencemar yang terdapat di udara bebas merupakan salah satu cara untuk menentukan lingkungan sekitar tercemar atau tidak. Dari hasil pengukuran atau pemeriksaan diperoleh data untuk dibandingkan dengan nilai ambang batas yang dipersyaratkan guna menentukan lingkungan tercemar atau tidak.

1. Pengukuran Gas buang

Alat uji emisi gas buang NHA-506EN, digunakan untuk mengukur dan menganalisa konsentrasi dari CO, HC, CO₂, O₂ dan NO atau NO_x yang terkandung dalam gas buang yang berasal dari mesin industri, mesin pabrik dan mesin kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar. Gas buang berupa karbon monoksida yang bersifat racun dan karbon dioksida yang bisa mengakibatkan terbentuk gas rumah kaca (*green house effect*) sehingga terjadi peningkatan suhu bumi secara menyeluruh atau disebut *global warning*,



Gambar 3.5 Pengukuran Gas Buang

2. Pengukuran Volume Debu

a. Pengukuran volume debu perseorangan (*personal dust sampler*)

Alat ini digunakan untuk mengetahui jumlah debu yang terhirup oleh pekerja saat berada di ruang kerja yang menghasilkan debu, hal ini dilakukan untuk mengantisipasi potensi terjadinya gangguan pernafasan. Berikut ini salah satu bentuk alat *personel dust sampler*.



Gambar 3.6 Alat *Personnel Dust Sampler*

Penggunaan alat ukur dilakukan dengan cara :

- 1) Mengambil kertas saring berbentuk bundar dengan diameter 2 Cm.
- 2) Kertas saring dikeringkan ke dalam autoclave kemudian ditimbang menggunakan timbangan analitik untuk memperoleh berat awal.
- 3) Kertas saring dimasukkan ke dalam alat ukur dengan waktu yang sudah ditentukan
- 4) Alat diletakkan di badan dengan dengan hidung.
- 5) Debu masuk ke alat karena terhisap oleh mesin.
- 6) Setelah pengukuran selesai kertas saring kembali dimasukkan ke dalam autoclave kemudian ditimbang menggunakan timbangan analitik untuk mengetahui berat akhir (berat kertas saring setelah dilakukan pengukuran)
- 7) Untuk mengetahui hasil pengukuran maka berat kertas saring akhir dikurangi dengan berat kertas saring awal dan hasil yang diperoleh dibandingkan dengan standard untuk mengetahui tingkat paparan debu yang dialami pekerja.

b. Pengukuran volume debu dalam ruangan (*low volume sampler*)

Alat ini digunakan untuk mengetahui jumlah atau volume debu yang terdapat di ruang kerja dan berpotensi mengakibatkan gangguan pernafasan bagi pekerja yang terpapar debu di ruang kerja. Penggunaan alat ukur dilakukan dengan cara :

- 1) Mengambil kertas saring berbentuk bundar dengan diameter 10 cm.
- 2) Kertas saring dikeringkan ke dalam *autoclave* kemudian ditimbang menggunakan timbangan analitik untuk memperoleh berat awal.
- 3) Kertas saring dimasukkan ke dalam alat ukur dengan waktu yang sudah ditentukan.
- 4) Alat diletakkan dalam ruangan semua titik sampel yang telah ditentukan.
- 5) Debu ke tarik masuk ke alat menggunakan alat hisap.
- 6) Setelah pengukuran selesai kertas saring kembali dimasukkan ke dalam autoclave kemudian ditimbang menggunakan timbangan analitik untuk mengetahui berat akhir (berat kertas saring setelah dilakukan pengukuran)
- 7) Untuk mengetahui hasil pengukuran maka berat kertas saring akhir dikurangi dengan berat kertas saring awal dan hasil yang diperoleh dibandingkan dengan standar untuk mengetahui tingkat paparan debu yang dialami pekerja.



Gambar 3.7 Alat Pengukur Debu di Ruangan

c. Pengukuran volume di luar ruangan (*high volume sampler*)

Alat ini digunakan untuk mengetahui jumlah atau volume debu yang terdapat dilingkungan atau di luar rumah atau industri, guna mengetahui tingkat pengotoran yang terjadi akibat paparan debu sebagai hasil buang dari aktivitas manusia.



Gambar 3.8 *Alat High Volume Sampler*

Pengukuran dilakukan dengan cara :

- 1) Mengambil kertas saring berbentuk empat persegi panjang dengan ukuran :
21 cm x 29,7cm
- 2) Kertas saring dikeringkan ke dalam autoclave kemudian ditimbang menggunakan timbangan analitik untuk memperoleh berat awal.
- 3) Kertas saring dimasukkan kedalam alat ukur dengan waktu yang sudah ditentukan
- 4) Alat diletakkan di luar rumah atau industri
- 5) Debu masuk ke alat karena adanya isapan mesin
- 6) Setelah pengukuran selesai kertas saring kembali dimasukkan ke dalam autoclave kemudian ditimbang menggunakan timbangan analitik untuk mengetahui berat akhir (berat kertas saring setelah dilakukan pengukuran)
- 7) Untuk mengetahui hasil pengukuran maka berat kertas saring akhir dikurangi dengan berat kertas saring awal dan hasil yang diperoleh dibandingkan dengan standard untuk mengetahui tingkat paparan debu yang dialami pekerja.

3. Pengukuran Kandungan Uap di Udara

Pengukuran uap air di udara dimaksudkan untuk mengetahui jumlah kadar air di udara yang dapat dilakukan dengan menggunakan hygrometer. Kandungan uap air di udara normal berkisar antara 60 % - 80 %. Ini adalah alat yang digunakan untuk mengukur uap air di udara.



Gambar 3.9 Pengukur Kelembaban Udara

4. Pengukuran kabut asap

Pengukuran kabut asap dilakukan untuk mengetahui kadar pengotoran yang terjadi di ruang terbuka, untuk mendeteksi kondisi udara lingkungan dengan cara mengetahui gas dan partikulat.



Gambar 3.10 Pengukur Gas Buang di Ruang Terbuka

G. PENGURANGAN BAHAN PENCEMAR

Bahan pencemar didalam dan luar ruangan berakibat buruk bagi yang terpapar, oleh karena itu dibutuhkan upaya untuk mengatasi atau mengurangi konsentrasi dari bahan pencemar hingga berada dibawah batas ambang yang dipersyaratkan. Pengurangan bahan pencemar di udara dapat dilakukan dengan cara :

1. Penegakan Aturan

Penegakan kembali peraturan atau perundang- undangan tentang lingkungan, hal ini akan dapat membantu mengurangi konsentrasi bahan pencemar di udara.

2. Penanaman Pohon

Tumbuhan membutuhkan CO_2 untuk tumbuh kembangnya dan mengeluarkan oksigen yang sangat dibutuhkan manusia untuk hidup. Penanaman pohon atau tanaman merupakan salah satu cara untuk mengurangi konsentrasi bahan pencemar yang terdapat di udara.

3. Pengurangan Menggunakan Bahan Kimia

Mengurangi pemakaian bahan kimia dan menggantikannya dengan bahan yang tidak berbahaya untuk menunjang penyelesaian pekerjaan merupakan salah satu cara yang diharapkan agar hasil sisa pembakaran bahan kimia yang terbuang ke udara konsentrasi menjadi berkurang atau kecil.

4. Melakukan Penyaringan

Penyaringan terhadap asap sebelum di buang ke udara bebas merupakan salah satu cara, agar udara bebas tidak berdampak buruk bagi lingkungan, upaya ini harus dilakukan oleh pabrik atau industri yang sebelum membuang asap hasil pembakaran.

5. Mengurangi Penggunaan Bahan Bakar Fosil

Penggunaan bahan bakar fosil untuk aktivitas pembakaran sudah waktunya untuk dikurangi agar kondisi lingkungan bebas bahan pencemar dan udara menjadi bersih.

6. Penggunaan Biogas

Penggunaan bahan organik yang dirubah menjadi gas bio untuk keperluan rumah tangga merupakan salah satu cara untuk mengurangi pencemaran bau yang diakibatkan oleh timbulan bahan organik. Dengan gas bio pencemaran bau berkurang lingkungan menjadi bersih.

7. Menjaga Kelestarian Lingkungan

Melakukan upaya hidup bersih dan melestarikan lingkungan, dengan cara tidak memotong, membakar dan merusak tanaman, merupakan salah satu cara untuk mewujudkan lingkungan bebas bahan pencemar dan bersih.

8. Pengolahan Sampah dengan Baik

Penanganan sampah yang dilakukan dengan baik dan benar yang dimulai dari sumber sampai ke tempat penampungan sampah akhir, tidak akan mengakibatkan terjadinya pencemaran udara akibat terjadi proses pembakaran sampah.

9. Penggunaan Teknologi Ramah Lingkungan

Dalam upaya menyelesaikan tugas menggunakan mesin atau peralatan dengan teknologi tinggi sebaiknya diperhatikan dampak yang timbul sebagai akibat dari pemanfaatan teknologi tersebut.

10. Kesadaran Masyarakat

Perlu menumbuhkan kepedulian masyarakat khususnya dalam hal penggunaan bahan kimia agar aman bagi manusia dan lingkungan.

11. Adsorpsi

Suatu upaya untuk mengurangi pencemaran dengan cara menyerap atau menempelkan bahan atau gas pada permukaan media yang telah diberi bahan kimia.

12. Absorpsi

Suatu cara mengurangi bahan pencemar di udara menggunakan bahan solven sehingga konsentrasi dari bahan pencemar menjadi lebih kecil atau berkurang.

13. Kondensasi

Merupakan proses perubahan gas menjadi uap air atau cair yang dilakukan pada suhu udara di bawah titik penguapan yang rendah, untuk merubah wujud gas sehingga konsentrasinya menjadi berkurang.

H. DAMPAK BAHAN PENCEMAR DI UDARA

Adapun dampak yang terjadi sebagai akibat dari paparan pencemaran udara bagi kehidupan antara lain berupa :

1. Dampak Kesehatan

Substansi pencemaran yang terdapat di udara dapat masuk ke dalam tubuh melalui sistem pernafasan. Jauhnya penetrasi zat pencemaran ke dalam tubuh bergantung kepada jenis pencemaran. 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 dampak kesehatan yang paling umum dijumpai adalah ISPA (Infeksi Saluran Pernapasan Akut), termasuk di antaranya, asma, bronkitis, dan gangguan pernapasan, gangguan kulit berupa : kulit terlihat kusam, kulit dengan noda hitam, kulit menjadi keriput, kulit bisa mengalami kanker, dan gangguan penglihatan.

2. Dampak Terhadap Tanaman

Tanaman yang tumbuh di daerah dengan tingkat pencemaran udara tinggi dapat terganggu pertumbuhannya dan rawan penyakit, antara lain klorosis, nekrosis, bintik hitam. Partikulat yang terdeposisi di permukaan tanaman dapat menghambat proses fotosintesis, merusak estetika, Mengganggu kenyamanan, Merusak gedung, kantor, dan perumahan. Hujan asam pH normal air hujan adalah 5,6 karena adanya CO_2 di atmosfer. Pencemaran udara seperti SO_2 dan NO_2 bereaksi dengan air hujan membentuk asam dan menurunkan pH air hujan. Dampak dari hujan asam ini antara lain :

- a. Mempengaruhi kualitas air permukaan
- b. Merusak tanaman
- c. Melarutkan logam-logam berat yang terdapat dalam tanah sehingga mempengaruhi kualitas air tanah dan air permukaan.

3. Efek Rumah Kaca

Efek rumah kaca disebabkan oleh keberadaan CO_2 , CFC, metana, ozon, dan N_2O di lapisan udara kita, sebenarnya zat-zat ini ada di lapisan udara menguntungkan, yaitu untuk menghalangi pemantulan panas dari bumi ke luar angkasa, karena panas terhalangi maka udara di bumi siang nya tidak terlalu panas dan malam nya tidak terlalu dingin, menguntungkan jika keberadaannya di udara dengan jumlah sedikit, tapi fakta nya hari ini jumlah CO_2 , CFC, N_2O di udara sangat banyak dikarenakan gaya hidup manusia di dunia serba canggih dan serba menggunakan bahan bakar minyak, karena jumlahnya yang begitu banyak maka jumlah energi matahari yang masuk ke bumi hanya sedikit yang di pantulkan kembali ke luar angkasa akibatnya suhu bumi naik, kalau kita analogikan jumlah sinar matahari yang masuk 100 maka yang di pantulkan cuma 30, 70 nya lagi tetap berada di bumi. suhu bumi yang naik ini lah yang di sebut dengan fenomena global warming (pemanasan global) Dampak dari pemanasan global adalah:

- a. Pencairan es di kutub
- b. Naiknya permukaan air laut
- c. Perubahan iklim regional dan global
- d. Perubahan siklus hidup flora dan fauna
- e. Tenggelamnya kota-kota di tepi laut

4. Eutrofikasi

Suatu kondisi dalam tubuh air di mana konsentrasi nutrisi (seperti nitrogen) tinggi yang merangsang pertumbuhan alga, yang dapat menyebabkan ikan mati dan hilangnya tumbuhan dan satwa. Meskipun eutrofikasi adalah proses alami dalam danau tua dan beberapa muara, aktivitas manusia dapat sangat mempercepat eutrofikasi dengan meningkatkan jumlah nutrisi yang memasuki ekosistem perairan. Emisi nitrogen oksida dari pembangkit listrik, mobil, truk, dan sumber-sumber lain berkontribusi terhadap jumlah nitrogen memasuki ekosistem perairan.

5. Haze

Disebabkan ketika sinar matahari bertemu partikulat kecil pencemar di udara. Haze mengaburkan kejelasan, warna, tekstur, dan bentuk apa yang kita lihat. Beberapa pencemar penyebab haze (sebagian besar partikel sangat kecil) secara langsung dipancarkan ke atmosfer oleh sumber seperti pembangkit listrik, fasilitas industri, truk dan mobil, dan kegiatan konstruksi. Selain itu terbentuk saat gas dipancarkan ke udara (seperti sulfur dioksida dan nitrogen oksida) membentuk partikulat.

6. Perubahan Iklim Global

Atmosfer bumi mengandung keseimbangan alami gas yang menahan sebagian panas matahari dekat permukaan bumi. "efek rumah kaca" ini menjaga kestabilan temperatur bumi. Sayangnya, bukti menunjukkan bahwa manusia telah mengganggu keseimbangan alami dengan memproduksi beberapa gas rumah kaca dalam jumlah besar dari, termasuk karbon dioksida dan metana. Akibatnya, atmosfer bumi menahan lebih banyak panas matahari, menyebabkan temperatur rata-rata bumi meningkat - sebuah fenomena yang dikenal sebagai pemanasan global. Banyak ilmuwan percaya bahwa pemanasan global dapat memiliki dampak signifikan pada kesehatan manusia, pertanian, sumber daya air, hutan, satwa liar, dan daerah pesisir.

I. UPAYA PENCEGAHAN TERJADINYA PENCEMARAN UDARA

Pencegahan dan penanggulangan pencemaran udara dapat dilakukan jika manusia bekerjasama melakukan aksi penanganan polusi. Beberapa hal yang bisa dilakukan oleh manusia untuk mencegah dan menanggulangi masalah pencemaran udara diantaranya:

1. Tidak melakukan pembakaran dan atau penebangan pohon-pohon di hutan dengan sembarangan. Pohon-pohon di hutan merupakan sumber oksigen bagi mahluk hidup.
2. Memanfaatkan energi alternatif yang ramah lingkungan, misalnya tenaga surya dan biogas.
3. Menggunakan kendaraan umum massal dan mengurangi penggunaan kendaraan pribadi untuk membantu meminimalisir terjadinya polusi akibat emisi kendaraan bermotor.
4. Menciptakan jalur hijau di perkotaan dengan menanam pohon-pohon di tempat-tempat tertentu agar udara yang tercemar dapat diserap melalui proses fotosintesis.
5. Menghindari melakukan uji coba nuklir secara massif untuk mencegah pencemaran udara oleh radioaktif.
6. Melakukan penyuluhan kepada masyarakat umum tentang pentingnya menjaga kelestarian lingkungan. Selain itu, perlu dilakukan aksi nyata yaitu membuang sampah pada tempatnya dan membersihkan lingkungan.
7. Mengurangi penggunaan bahan bakar fosil untuk pembangkit tenaga listrik, industri, dan rumah tangga. Ini akan mengurangi polutan yang terlepas ke atmosfer.
8. Menanam pohon supaya asap dapat diserap pohon dan diganti dengan oksigen
9. Tidak terlalu sering berada di luar rumah yang sudah tercemari oleh asap pabrik.
10. Memasang filter dipergunakan dalam ruangan dimaksudkan untuk menangkap polutan dari sumbernya dan polutan dari udara luar ruangan.
11. Gunakan bahan bakar ramah lingkungan untuk kendaraan bermotor.

12. Kurangi mengkonsumsi kendaraan bermotor bila perjalanan relatif dekat, sebaiknya menggunakan sepeda.
13. Mengolah asap pabrik, menjadi listrik yang disebut Pembangkit Listrik Tenaga Asap.

Latihan

Untuk dapat memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah Latihan berikut!

- 1) Sebutkan dan jelaskan bahan pencemaran yang terdapat di udara sebagai akibat aktivitas manusia atau kejadian alam?
- 2) Jelaskan bagaimana cara menentukan di udara terdapat bahan pencemaran?
- 3) Sebutkan dampak yang terjadi ketika manusia terpapar bahan pencemaran?

Ringkasan

1. Pencemaran udara adalah masuknya bahan asing di udara, yang bisa dipantau dengan cara diukur dan mengakibatkan atmosfer berubah dan berdampak pada kehidupan manusia, binatang dan vegetasi
2. Penyebab pencemaran udara berasal dari hasil aktivitas manusia seperti asap pabrik dan kendaraan bermotor dan bencana alam seperti gunung meletus, dan kebakaran hutan.
3. Pencemaran udara berdampak pada kesehatan manusia dan kerusakan lingkungan
4. Pencemaran di udara dapat berupa gas, debu, asap dan kabut
5. Bahan pencemar bisa diurai dan tidak bisa diurai
6. Peralatan deteksi pencemaran di udara terdiri dari pengukur gas, asap, kabut dan debu
7. Pengurangan bahan pencemar di udara dapat dilakukan dengan mengurangi menggunakan bahan bakar dan menanam pohon
8. Pencemaran udara dapat memberi dampak buruk bagi kesehatan manusia, tanaman dan lingkungan.
9. Pencegahan terjadinya pencemaran dengan melakukan pemeliharaan lingkungan, membatasi menggunakan kendaraan bermotor, memasang filter sebagai penyaring, dan melakukan inovasi asap menjadi bahan listrik,

Tes 1

Pilihlah salah satu jawaban yang paling benar!

- 1) Udara dikatakan tercemar karena kehadiran zat *atau* bahan pencemar di udara dalam jumlah....
 - A. Banyak
 - B. Berlebih
 - C. Berlimpah
 - D. Banyak

- 2) Pencemaran yang terjadi diudara berwujud gas bersumber dari bahan sisa buangan gas....
 - A. Sulfur
 - B. Nitrogen
 - C. Karbon monoksida
 - D. Chlor

- 3) Terbentuknya efek *rumah kaca* (green house effect), ini disebabkan karena di udara terdapat gas....
 - A. CO dan CO₂
 - B. NO dan NO_x
 - C. SO dan SO_x
 - D. HC dan O₂

Kunci Jawaban Tes

Test 1

- 1) B.
- 2) B.
- 3) C.

Daftar Pustaka

- Baku Mutu Udara Ambien Nasional sesuai Peraturan Pemerintah No. 41.Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara.
- Darmono, 2001 "*Lingkungan Hidup dan Pencemaran*" (Jakarta Penerbit Universitas Indonesia, Press).
- Depkes RI. *Parameter Pencemar Udara dan Dampaknya Terhadap Kesehatan*. Jakarta: Dirjen Bina Kesmas Depkes; 2009, pp :18-19
- Fardiaz, Srikandi, "*Polusi Air dan Udara*", (Yogyakarta: Penerbit Kanisius, 1992).
- Mukono, H. *Aspek Kesehatan Pencemaran Udara*. Surabaya: Airlangga University Press. 2011
- Peraturan Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. PER 13/MEN/X/2011 tentang *Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja*.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 : *Pengendalian Pencemaran Udara*.
- Teguh, Aprilianto, "*Sumber dan Penanggulangan Polusi Udara*". Majalah Popular Aku Tahu Sains dan Teknologi, Edisi 109, Jakarta 2011.
- Wardhana, Wisnu Arya, "*Dampak Pencemaran Lingkungan (Edisi Revisi)*". (Yogyakarta: Penerbit Andi, 2004).
- Sastrawijaya, A. *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: Rineka Cipta. 2009
- World Health Organization (WHO). *Air Pollution in the World*. 2015

Bab 4

PENGAWASAN KUALITAS MAKANAN DAN MINUMAN DI INDUSTRI

Dr. Sumihardi, SKM, M.Kes

Dr. Djamaluddin Ramlan, SKM, M.Kes

Pendahuluan

Makanan dan minuman yang sehat selalu didambakan oleh setiap orang termasuk juga di perindustrian. Makanan adalah semua substansi yang dibutuhkan oleh tubuh tidak termasuk air, obat-obatan, dan substansi-substansi lain yang digunakan dalam pengobatan. Makanan merupakan salah satu bagian yang penting untuk kesehatan manusia mengingat setiap saat bisa saja terjadi penyakit-penyakit yang diakibatkan oleh makanan. Kasus penyakit melalui makanan (*food borne diseases*) dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain kebiasaan mengolah makanan secara tradisional, penyimpanan dan penyajian yang tidak bersih, serta pencucian dan penyimpanan alat-alat atau perlengkapan (Chandra, 2002).

Penyakit bawaan makanan merupakan salah satu permasalahan kesehatan masyarakat yang paling banyak dan paling membebani yang pernah dijumpai di zaman modern ini. Penyakit tersebut meminta banyak korban dalam kehidupan manusia dan menyebabkan sejumlah besar penderitaan khususnya kalangan bayi, lansia dan mereka yang kekebalan tubuhnya terganggu. Tingkat keparahan dan konsekuensi dari penyakit bawaan makanan ini seringkali diremehkan oleh pihak yang berwenang (WHO, 2005).

Kasus penyakit bawaan makanan juga erat kaitannya dengan sanitasi makanan. Sanitasi makanan adalah upaya yang ditujukan untuk kebersihan dan keamanan makanan agar tidak menimbulkan bahaya keracunan dan penyakit pada manusia (Chandra, 2012). Prinsip higiene dan sanitasi makanan merupakan upaya untuk mengendalikan 4 (empat) faktor penyebaran makanan yang dapat atau mungkin dapat menimbulkan gangguan kesehatan atau keracunan makanan yaitu tempat atau bangunan, peralatan, orang dan makanan (Kemenkes RI, 2004).

Untuk dapat menjamin keamanan suatu makanan maka diperlukan suatu sistem produksi pangan yang dapat diterapkan oleh suatu instansi pengelola makanan. Masyarakat sebagai konsumen akan sulit untuk dapat mengetahui apakah makanan yang mereka

konsumsi sudah aman atau belum, karena tidak dapat melihat secara langsung proses pengolahannya (Mandiri T, 2015). Salah satu sistem jaminan keamanan pangan yang dapat diterapkan di industri pengelola makanan adalah dengan melihat enam prinsip sanitasi makanan dan selanjutnya dianalisis menggunakan sistem *Hazard Analysis and Critical Control Point* (HACCP). Kasus penyakit bawaan makanan juga erat kaitannya dengan sanitasi makanan. Sanitasi makanan adalah upaya yang ditujukan untuk kebersihan dan keamanan makanan agar tidak menimbulkan bahaya keracunan dan penyakit pada manusia (Chandra, 2012). Prinsip higiene dan sanitasi makanan merupakan upaya untuk mengendalikan 4 (empat) faktor penyehatan makanan yang dapat atau mungkin dapat menimbulkan gangguan kesehatan atau keracunan makanan yaitu tempat atau bangunan, peralatan, orang dan makanan (Kemenkes. RI, 2004).

Bab yang akan Saudara baca ini merupakan kelanjutan dari Bab 3 sebelumnya yang membahas tentang kualitas udara di industri, menyangkut komposisi udara normal, pencemaran udara, jenis dan sumber pencemaran udara. Bab ini akan membahas tentang kualitas makanan dan minuman di industri. Pembahasan tersebut akan dikelompokkan menjadi dua komponen, yaitu enam prinsip hygiene sanitasi makanan dan sistem *Hazard Analysis and Critical Control Point* (HACCP).

Penguasaan materi pada Bab ini akan memberikan pemahaman dan kemampuan anda untuk dapat menguraikan dan menjelaskan enam prinsip hygiene sanitasi makanan, yang akan diuraikan satu persatu. Selain itu juga akan menjelaskan sistem *Hazard Analysis and Critical Control Point* (HACCP). Dengan penjelasan kedua komponen tersebut, dalam pengawasan kualitas makanan dan minuman di industri akan memudahkan Saudara untuk mempelajari dan menguasai materi pada Bab 4 tentang pengawasan kualitas makanan dan minuman di industri. Kemampuan menguraikan dan menjelaskan ini nantinya merupakan kemampuan yang sangat dibutuhkan dalam tugas sebagai sanitarian yang dituntut untuk mampu memberikan penjelasan yang baik dan benar pada masyarakat tentang pengawasan kualitas makanan dan minuman di industri.

Untuk memahami Bab ini dengan baik, Saudara harus membacanya secara berurutan secara seksama masing-masing bagian. Saudara boleh bersitirahat dan melakukan relaksasi apabila anda sudah mulai merasa lelah. Pada bagian akhir dari Bab ini, Saudara akan menemukan soal untuk latihan dan melihat tingkat penguasaan materi pada Bab ini. Kerjakanlah latihan tersebut secara sungguh-sungguh sesuai dengan alokasi waktu yang disediakan. Saudara tidak dibenarkan menjawab soal latihan sambil berdiskusi atau mencontoh dalam menjawab soal pada Bab ini. Setelah selesai mengerjakan soal, cocokkanlah jawaban Saudara dengan kunci jawaban yang disediakan pada bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban Saudara yang betul kemudian tentukan skor dengan menggunakan rumus jumlah yang betul dibagi jumlah soal dikalikan 100%. Apabila Saudara skor telah mencapai

75%, saudara dapat melanjutkan untuk mempelajari Bab 5 dan apabila skor yang Saudara peroleh masih kurang dari 75%, maka Saudara harus membaca kembali modul ini dari awal sampai akhir dan mengerjakan soal atau test kembali.

Topik 1

Prinsip Sanitasi Makanan

Makanan adalah kebutuhan pokok manusia yang dibutuhkan setiap saat dan memerlukan pengelolaan yang baik dan benar agar bermanfaat bagi tubuh. Menurut WHO Makanan adalah setiap benda padat atau cair yang apabila ditelan akan member suplai energi kepada tubuh untuk pertumbuhan atau berfungsinya tubuh (Chandra, 2012). Selain itu, memberi energi, dalam pengadaan makanan perlu diperhatikan aspek hygiene dan sanitasinya.

Hygiene adalah upaya kesehatan dengan cara upaya memelihara dan melindungi Kebersihan individu subjeknya. Untuk mencegah kontaminasi makanan dengan zat-zat yang dapat mengakibatkan gangguan kesehatan diperlukan penerapan sanitasi makanan. Sanitasi adalah usaha-usaha pengawasan yang ditujukan terhadap faktor lingkungan yang dapat merupakan rantai penularan penyakit (Sumantri, 2015).

Sedangkan sanitasi makanan adalah upaya-upaya yang ditujukan untuk kebersihan dan keamanan makanan agar tidak menimbulkan bahaya keracunan dan penyakit pada manusia. Sanitasi makanan merupakan salah satu usaha pencegahan yang menitikberatkan kegiatan dan tindakan yang perlu untuk membebaskan makanan dan minuman dari segala bahaya yang dapat mengganggu atau merusak kesehatan mulai darisebelum makanan diproduksi, selama dalam proses pengolahan, penyimpanan, pengangkutan, sampai pada saat dimana makanan tersebut siap untuk dikonsumsi kepada masyarakat atau konsumen. Sanitasi makanan ini bertujuan untuk menjamin makanan dan kemurnian makanan, mencegah konsumen dari penyakit, mencegah penjualan makanan yang akan merugikan pembeli, mengurangi kerusakan atau pemborosan makanan (Sumantri, 2015).

Faktor fisik terkait dengan kondisi ruangan yang tidak mendukung pengamanan makanan seperti sirkulasi udara yang kurang baik, temperature ruangan yang panas dan lembab, sehingga dapat menyebabkan bahan makanan maupun makanan yang telah diolah menjadi rusak dan atau apabila makanan tersebut dikonsumsi dapat menimbulkan gangguan kesehatan. Untuk menghindari kerusakan makanan yang disebabkan oleh faktor fisik, maka perlu diperhatikan susunan dan konstruksi dapur serta tempat penyimpanan makanan yang disesuaikan dengan persyaratan hygiene sanitasi makanan

Sanitasi makanan yang buruk disebabkan oleh faktor kimia karena adanya zat-zat kimia yang digunakan untuk mempertahankan kesegaran bahan makanan, obat-obat penyemprot hama, penggunaan wadah bekas obat-obatan pertanian untuk kemasan makanan dan lain-lain. Selain itu, sanitasi makanan yang buruk disebabkan oleh faktor mikrobiologi karena

adanya kontaminasi oleh bakteri, virus, jamur dan parasit. Selain kontaminan mikrobiologi juga dapat disebabkan oleh bahan-bahan kimia beracun dan berbahaya. Untuk lebih jelasnya sebelum kita membahas hygiene sanitasi makanan, terlebih dahulu kita membicarakan tentang kontaminasi makanan.

A. KONTAMINASI MAKANAN

Kontaminasi makanan dapat diartikan rusaknya makanan yang dapat diakibatkan oleh faktor fisika, kimia dan faktor mikrobiologi, sehingga unsur-unsur atau nilai nutrisi dalam makanan berubah atau rusak, sehingga apabila dikonsumsi oleh manusia atau oleh tenaga kerja di industri dapat mengganggu kesehatan bahkan dapat menimbulkan keracunan makanan, dan penyakit yang disebabkan makanan yang terkontaminasi disebut dengan *Food-Borne Disease*.

Food-Borne Disease mencakup spektrum yang luas dari penyakit dan merupakan masalah kesehatan masyarakat yang berkembang di seluruh dunia. Ini adalah hasil dari konsumsi bahan makanan yang terkontaminasi dengan mikroorganisme atau bahan kimia. Kontaminasi makanan dapat terjadi pada setiap tahap dalam proses dari produksi pangan untuk konsumsi ("*farm to fork*") dan dapat hasil dari pencemaran lingkungan, termasuk pencemaran air, tanah atau udara (WHO, 2005). Presentasi klinis yang paling umum dari penyakit bawaan makanan mengambil bentuk gejala gastrointestinal, namun penyakit tersebut juga dapat memiliki neurologis, ginekologi, imunologi dan gejala lain. Kegagalan multiorgan dan bahkan kanker dapat terjadi akibat konsumsi bahan makanan yang terkontaminasi, sehingga menyebabkan beban kecacatan serta kematian (WHO, 2005). Kelompok orang tertentu lebih rentan terhadap *Food-Borne Disease*. Hal ini berarti bahwa mereka lebih mungkin untuk mendapatkan sakit dari makanan yang terkontaminasi dan, jika mereka sakit, efek yang jauh lebih serius. Kelompok-kelompok ini meliputi; wanita hamil, orang dewasa yang lebih tua dan tenaga kerja berpenyakit kronis. Bahaya keamanan pangan terdiri dari kontaminasi fisik, biologis, dan kimia. fisik yang dapat menyebabkan makanan menjadi tidak aman untuk konsumsi manusia (Morgan, 2006).

1. Kontaminasi Makanan Oleh Faktor Fisik

Kontaminasi makanan oleh faktor fisik dapat disebabkan, karena makanan terjatuh yang mengakibatkan makanan tersebut menjadi rusak. Selain itu dapat disebabkan oleh terkena sinar matahari langsung sehingga makanan tersebut berubah warna, yang dikuatirkan apabila dikonsumsi dapat menyebabkan gangguan kesehatan atau keracunan makanan. Demikian rusaknya makanan yang disebabkan oleh perubahan rasa akibat makanan tersebut sudah kadaluarsa sehingga menyebabkan makanan tersebut terkontaminasi.

2. Kontaminasi Makanan oleh Faktor Biologis

Kontaminasi makanan oleh faktor biologis, pada umumnya disebabkan oleh bakteri atau mikroorganisme patogen dan virus yang terjadi akibat terbawa dalam bahan makanan maupun akibat proses pengolahan makanan yang tidak higienis. Kontaminasi makanan oleh faktor biologis dapat anda pahami, dalam bahasan berikut ini:

- a. *Staphylococcus aureus* : Sumber utama adalah dari pengolah makanan yang sedang sakit. Staph adalah keracunan makanan yang paling umum. Gejalanya termasuk mual, demam, kram, dan diare. Untuk menghindari penyebaran Staph, perhatikan personal hygiene dan sanitasi praktek yang baik, tangani makanan dengan benar, dan jangan mengizinkan karyawan yang sakit untuk menangani makanan (Morgan, 2006). Yang menyebabkan penularan terjadi pada masa pengelolaan dan pengolahan adalah karena bakteri ini erat sekali hubungannya dengan manusia dan hewan, terutama pada kulit, hidung, dan tenggorokan (Buckle et al., 2009).
- b. *Escherichia coli*: Hal ini paling sering ditemukan dalam daging merah matang dan susu yang tidak dipasteurisasi. Gejala meliputi sakit perut, muntah, dan diare. Untuk menghindari kontaminasi coli, makanan harus dimasak secara menyeluruh, terutama daging giling, dan praktik kebersihan pribadi dan sanitasi yang baik (Morgan, 2006). Organisme ini juga terdapat di dapur dan tempat-tempat persiapan bahan pangan melalui bahan baku dan selanjutnya masuk makanan melalui tangan, permukaan alat, tempat masakan, dll. Masa inkubasi 1-3 hari (Buckle et al., 2009).
- c. *Salmonella*: paling sering ditemukan dalam pangan daging, telur, unggas, dan kotoran dari tangan kotor pekerja. Bakteri ini sangat umum, sebagian besar ayam membawa salmonella. Gejalanya termasuk mual, demam, kram, dan diare (Morgan, 2006). Gejala biasanya nampak 12-36 jam setelah bahan pangan tercemar. Gejala lainnya adalah diarrhea, sakit kepala, dan demam. Biasanya berakhir selama 1-7 hari. Penyakit yang berkaitan dengan gastroenteritis biasanya disebabkan oleh species salmonella typhirium, *S. Agona*, *S. Panama*. Sedangkan untuk penyebab tipus adalah salmonella typhi dan paratyphi yang biasanya hanya terdapat pada manusia dan tak dijumpai pada hewan (Buckle, et al., 2009) Untuk menghindari penyebaran salmonella, lakukan praktik kebersihan pribadi dan sanitasi yang baik, serta menyimpan dan memasak makanan (terutama ayam dan telur) dengan benar (Morgan, 2006).
- d. *Streptococcus*: Sumbernya adalah pekerja makanan yang sakit atau pelanggan. Gejalanya termasuk sakit tenggorokan dan demam. Untuk menghindari penyebaran radang, gunakan pelindung Buffet dari bersin dan batuk, dan tidak membiarkan karyawan sakit untuk menangani makanan.
- e. *Listeria monocytogenes* : Sumbernya adalah tanah, air, manusia, dan hewan. Gejala termasuk mual, muntah, diare, infeksi leher rahim, dan keguguran pada wanita hamil.

Untuk menghindari penyebaran listeriosis, masaklah makanan pada suhu yang tepat, konsumsi susu yang telah dipasteurisasi, dan lakukan praktik kebersihan pribadi dan sanitasi yang baik, serta menyimpan dan memasak makanan (terutama ayam dan telur) dengan benar.

- f. *Campylobacter jejuni* : Sumbernya adalah binatang ternak dan susu mentah. Sebagian besar unggas membawa bakteri. Gejalanya meliputi diare, kram perut, demam, dan muntah. Untuk menghindari penyebaran, masaklah makanan dengan baik, hindari kontaminasi silang, dan konsumsi susu pasteurisasi.
- g. *Clostridium perfringens* : Sumbernya adalah pekerja makanan, daging, dan tanah. Gejalanya termasuk mual, demam, kram, dan diare. Untuk menghindari, jagalah makanan agar tidak masuk ke zona bahaya makanan atau Food Danger Zone (FDZ) (Morgan, 2006). *Clostridium perfringens* berkembang biak cepat sekali pada suhu antara 37-55 derajat celsius dengan pembelahan sel terjadi setiap 10-15 menit. Gejala keracunan nampak setelah 8-24 jam memakan bahan pangan yang tercemar dan ditandai oleh sakit perut, diare, pusing, tetapi jarang terjadi muntah-muntah. Gejala dapat berlangsung 12-24 jam (Buckle et al., 2009).
- h. *Clostridium botulinum*: bakteri anaerobik bakteri, Sumbernya makanan kaleng rumahan dan infeksi biasanya menyebabkan kematian. Untuk menghindari botulisme, selalu menggunakan makanan kaleng komersial. Jangan pernah membuka kaleng atau botol jika bengkak. Jangan pernah mencicipi atau bahkan mencium bau makanan yang dicurigai (Morgan, 2006). Pertumbuhan organisme ini dalam bahan pangan menghasilkan racun yang cukup kuat dan bersifat mematikan. Gejala-gejala keracunan akan nampak dalam jangka waktu 24-72 jam setelah makan racun tersebut dan sebagai tanda pertama adalah lesu, sakit kepala, dan pusing. Diare pada permulaan dan akhirnya konstipasi. Sistem syaraf pusat dapat terganggu yang berakibat pada penglihatan terganggu, kesulitan bicara karena kelumpuhan tenggorokan. Kematian dapat terjadi karena kelumpuhan sistem pernafasan (Buckle et al., 2009). Selain dari bakteri, kontaminasi biologis juga dapat berasal dari virus. Semua virus adalah patogen. Salah satu penyakit yang dapat terjadi karena Food-Borne Disease adalah Hepatitis.

3. Kontaminasi Makanan Oleh Faktor Kimia

Kontaminasi kimia terjadi karena adanya zat beracun dari bahan kimia atau logam beracun di dapur yang dapat masuk ke makanan seperti (Morgan, 2006):

- a. Produk pestisida, pelumas, dan pembersih yang masuk ke dalam makanan, sehingga makanan tersebut terkontaminasi dan dapat membahayakan konsumen apabila dikonsumsi. Untuk menghindari kontaminasi, gunakan produk-produk tersebut sesuai dengan petunjuk produsen dan menyimpannya jauh dari makanan. Khusus pestisida

harus digunakan hanya oleh agen pengendalian hama profesional, bukan personil dapur.

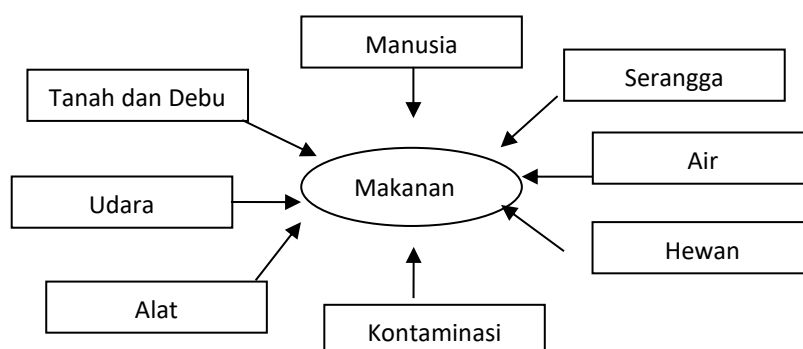
- b. Racun logam : ditemukan dalam peralatan yang digunakan di dapur. Logam beracun umum termasuk timbal, seng, antimon, dan tembaga. Untuk menghindari kontaminasi, gunakan peralatan yang tidak mengandung unsur-unsur logam tersebut, atau gunakan peralatan yang telah memiliki standar *food grade*.

4. Kontaminasi Silang

Kontaminasi silang adalah kontaminasi pada bahan makanan mentah ataupun makanan masak melalui perantara. Kontaminasi silang dapat terjadi selama makanan ada dalam tahap persiapan, pengolahan, pemasakan, maupun penyajian. Kontaminasi silang terjadi jika zat pencemar berpindah dari satu makanan ke makanan lain melalui permukaan benda selain makanan. Daging dan kulit telur adalah contoh dari media kontaminasi silang. Untuk menghindari kontaminasi silang, proses penyimpanan masing-masing bahan makanan juga harus diperhatikan.

5. Sumber Kontaminasi Makanan

Kontaminasi adalah masuknya kontaminan ke dalam makanan. Kontaminan adalah bahan biologi atau kimia, bahan asing atau bahan lain yang tidak sengaja ditambahkan pada makanan yang dapat membahayakan keamanan pangan. Sumber kontaminasi makanan cukup banyak, yang menunjukkan banyaknya ancaman terhadap munculnya penyakit dari makanan. Orang yang bertugas menangani makanan merupakan sumber kontaminasi terbesar yang dapat mentransfer mikroorganisme pada makanan dari kulit, hidung, kotoran dan juga dari makanan terkontaminasi yang ditangani (Rauf R. 2013).



Gambar 4.1 Skema Sumber Kontaminasi Makanan

Mikroorganisme dapat ditemukan di berbagai tempat yaitu tanah, udara dan air. Hal ini menyebabkan makanan sulit dihindarkan dari dan kontaminasi mikroorganisme, bahkan sejak dipanen, diolah, disimpan dan didistribusikan makanan akan selalu berisiko untuk terkontaminasi oleh mikroorganisme (Rauf, R. 2013).

Tabel 4.1. Mikroorganisme Pada Berbagai Bahan Pangan

Jenis Bahan Pangan	Mikroorganisme
Daging sapi	Salmonella, C. perfringens, S. aureus, C. jejuni, L. monocytogenes, Y. enterocolitica, E. coli
Daging unggas	Salmonella, C. perfringens, S. aureus, C. jejuni, Shigella
Susu	Salmonella, S. aureus, C. jejuni, L.monocytogenes, Y. enterocolitica, Sterptococci
Telur	Salmonella, Streptococci, S.aureus
Buah	Parasit, Shigella spp, L. monocytogenes, E. coli
Sayuran	Parasit, Shigella spp, L. monocytogenes, E. coli, B. cereus
Ikan dan Hasil Laut	Parasit, V. parahaemolyticus, V. cholera, Salmonella
Beras	B. cereus
Singkong dan Umbi-umbian	B. cereus
Serealia	C. perfringens, B.cereus
Kacang	B. cereus
Rempah-rempah	B. cereus

B. HIGIENE DAN SANITASI MAKANAN

Makanan tergolong pada produk yang perishable atau mudah membusuk. Daya tahan makanan akan sangat ditentukan oleh jenis makanan serta penanganan makanan mulai dari sumber bahan makan sampai penyajian makanan ke konsumen, secara rinci dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Pemilihan Bahan Makanan

Semua jenis bahan makanan perlu mendapat perhatian secara fisik serta kesegarannya terjamin, terutama bahan-bahan makanan yang mudah membusuk atau rusak seperti daging, ikan, susu, telur, makanan dalam kaleng dan buah. Bahan makanan yang baik kadang kala

tidak mudah kita temui, karena jaringan perjalanan makanan yang begitu panjang dan melalui jalur perdagangan yang begitu luas. Salah satu upaya untuk mendapatkan bahan makanan yang baik adalah menghindari penggunaan bahan makanan yang berasal dari sumber yang tidak jelas karena kurang dapat dipertanggungjawabkan secara kualitasnya (Sumantri, 2015)

Kegiatan pemilihan bahan makanan dimulai dari proses pengadaan bahan makanan. pengadaan bahan makanan dapat dilakukan melalui pemesanan atau pembelian sendiri. Selain itu juga dalam pengadaan bahan makanan dapat dilakukan melalui pemesanan lewat pemasok biasanya dilakukan oleh institusi penyelenggaraan makanan dalam jumlah besar, seperti industri makanan. Setelah bahan makanan yang dipesan diterima dari pemasok, kegiatan selanjutnya adalah memeriksa kesesuaian dan mutu bahan makanan. Pengadaan bahan makanan melalui pembelian sendiri biasanya tidak melalui proses penerimaan bahan makanan karena sudah dipercayakan pada produsen untuk memilih bahan makanan yang diinginkan serta jumlah yang dibutuhkan, namun dalam pemilihan bahan makanan harus memperhatikan prinsip-prinsip berikut ini (Kemenkes, 2004):

- a. Tingkat kematangan yang sesuai (untuk bahan sayur dan buah)
- b. Bebas dari pencemaran pada tahapan proses selanjutnya
- c. Bebas dari perubahan fisik/kimia akibat faktor luar
- d. Bebas dari mikroba dan parasit penyebab penyakit

2. Penyimpanan Bahan Makanan

Setelah bahan makanan diterima, ada sebagian bahan yang langsung digunakan dan ada sebagian lagi yang disimpan. Kegiatan penyimpanan bahan makanan yang belum digunakan disebut kegiatan penyimpanan bahan makanan. Penyimpanan bahan makanan terdiri dari 2 jenis yaitu, penyimpanan bahan makanan basah dan penyimpanan bahan makanan kering. Tujuan dari penyimpanan bahan makanan ini untuk menjaga agar kualitas bahan makanan agar tetap baik dan segar ketika akan digunakan (Kemenkes RI, 2004)

Tidak semua bahan makanan yang tersedia langsung digunakan atau dikonsumsi oleh masyarakat. Bahan makanan yang tidak segera diolah perlu dilakukan penyimpanan yang baik. Cara penyimpanan bahan makanan yang baik menurut hygiene dan sanitasi makanan adalah:

- a. Suhu penyimpanan yang baik. Setiap bahan makanan mempunyai spesifikasi dalam penyimpanan tergantung kepada besar dan banyaknya makanan dan tempat penyimpanan. Sebagian besar dapat dikelompokkan menjadi:
 - 1) Makanan jenis daging, ikan, udang dan olahannya: menyimpan sampai 3 hari (-5°C - 0°C), penyimpanan untuk satu minggu (-19°C - -5°C), penyimpanan lebih dari 1 minggu ($<-10^{\circ}\text{C}$)
 - 2) Makanan jenis telur, susu dan olahannya: penyimpanan sampai 3 hari (-5° - 7°C), penyimpanan untuk satu minggu ($<-5^{\circ}\text{C}$)

- 3) Makanan jenis sayuran dan minuman dengan waktu penyimpanan paling lama satu minggu yaitu 7⁰ sampai 10⁰ C.
 - 4) Tepung, biji-bijian dan umbi kering penyimpanan suhu kamar 25⁰C.
- b. Cara penyimpanan, bahan mentah harus terpisah dari makanan siap santap, makanan yang berbau tajam harus ditutup dalam kantong plastik yang rapat dan dipisahkan dari makanan lain, kalau mungkin dalam lemari yang berbeda, kalau tidak letaknya harus berjauhan. Makanan yang disimpan tidak lebih dari dua atau tiga hari harus sudah digunakan. Lemari tidak boleh terlalu sering dibuka, maka dianjurkan lemari untuk keperluan sehari-hari dipisahkan dengan lemari untuk keperluan penyimpanan makanan.
- c. Prinsip Penyimpanan Bahan Makanan
- Dalam melakukan penyimpanan makanan perlu memperhatikan jenis makanan yang dapat digolongkan menjadi 2 yaitu makanan yang mudah rusak dan makanan yang tidak mudah rusak. Untuk bahan makanan yang mudah rusak sebaiknya disimpan dalam suhu dingin (dalam almari pendingin), contoh makanan yang mudah rusak adalah sayur dan buah. Tetapi jika tidak ada almari pendingin dapat dilakukan dengan merendam bahan makanan dalam gentong air yang terbuat dari tanah liat yang berisi air bersih. Maksimal penyimpanannya hanya 3 hari, lebih dari itu bahan makanan sudah tidak bagus. Untuk makanan yang sangat mudah rusak sebaiknya disimpan dalam refrigerator dengan suhu dibawah 0 derajat celsius, contoh bahan makanan yang sangat mudah rusak adalah daging, ikan dan sayuran yang berdaun.
- d. Penyimpanan Bahan Makanan Dalam Gudang
- Dalam kegiatan penyimpanan bahan makanan di dalam gudang, yang harus diperhatikan adalah:
- 1) Sanitasi Gudang, beberapa faktor yang harus diperhatikan, Untuk penyimpanan bahan makanan yang dilakukan dalam gudang, yaitu:
 - a) lantainya bersih
 - b) dinding terang
 - c) kelembaban dan suhu dijaga
 - d) terdiri dari rak-rak
 - e) rak sebaiknya agak tinggi dari permukaan lantai
 - f) tidak terlalu dekat dengan atap gudang
 - g) dilakukan pemantauan yang rutin tentang kebersihan gudang

2) Suhu Penyimpanan bahan makanan

Ada beberapa jenis bahan makanan yang perlu diperhatikan suhunya dalam penyimpanan bahan makanan, antara lain:

- a) Makanan jenis daging, ikan, udang, disimpan sampai 3 hari :-5 – 0
- b) Makanan jenis daging, ikan, udang dan olahannya, disimpan sampai 3 hari 5°C sampai 0°C, penyimpanan untuk 1 minggu :-19°C sampai dengan -5°C, dan penyimpanan lebih dari 1 minggu : dibawah -10°C
- c) Makanan jenis telur, susu, dan olahannya; penyimpanan sampai 3 hari :-5° sampai 7°C, penyimpanan untuk 1 minggu : dibawah -5°C, dan penyimpanan paling lama untuk satu minggu : dibawah -5°C
- d) Makanan jenis sayuran dan minumann dengan waktu penyimpanan paling lama 1 minggu yaitu 7° sampai 10°C
- e) Tepung, biji-bijian dan umbi kering pada suhu kamar (25°C)

3) Lemari penyimpanan bahan makanan

- a) Penyimpanan suhu rendah dapat berupa :
- b) Lemari pendingin yang mampu mencapai suhu 10°-15°C untuk penyimpanan sayuran, minuman dan buah serta untuk display penjualan makanan dan minuman dingin.
- c) Lemari es (kulkas) yang mampu mencapai suhu 1°-4°C dalam keadaan isi bisa digunakan untuk minuman, makanan siap santap dan telur
- d) Lemari es (*Freezer*) yang dapat mencapai suhu -5°C, dapat digunakan untuk penyimpanan daging, unggas, ikan, dengan waktu tidak lebih dari 3 hari.
- e) Penyimpanan suhu kamar

4) Makanan Kering dan olahannya

Untuk makanan kering dan makanan terolahan yang disimpan dalam suhu kamar, dengan cara bahan makanan yang disimpan diatur ketebalannya, setiap bahan makanan ditempatkan secara terpisah menurut jenisnya, makanan disimpan didalam ruangan penyimpanan sedemikian hingga terjadi sirkulasi udara dengan baik agar suhu merata keseluruhan bagian.

5) Penyimpanan di dalam lemari es :

- a) Bahan mentah harus terpisah dari makanan siap santap
- b) Makanan yang berbau tajam harus ditutup dalam kantong plastik yang rapat dan dipisahkan dari makanan lain, kalau mungkin dalam lemari yang berbeda, kalau tidak letaknya harus berjauhan.
- c) Makanan yang disimpan tidak lebih dari 2 atau 3 hari harus sudah dipergunakan.

- d) Lemari tidak boleh terlalu sering dibuka, maka dianjurkan lemari untuk keperluan sehari-hari dipisahkan dengan lemari untuk keperluan penyimpanan makanan

3. Proses Pengolahan Makanan

Persiapan bahan makanan merupakan serangkaian kegiatan dalam memperlakukan bahan makanan sebelum bahan makanan tersebut diolah. Contoh dari kegiatan persiapan bahan makanan adalah mencuci, mengupas, memotong dan lain-lain. Setelah proses persiapan selesai, langkah selanjutnya adalah pengolahan makanan. kegiatan mengolah dan memasak makanan merupakan kegiatan terpenting dalam proses penyelenggaraan makanan karena cita rasa dan tekstur makanan yang dihasilkan tergantung pada proses pengolahan ini. Dalam kegiatan pengolahan makanan, diperlukan adanya standar khusus untuk resep, bumbu, waktu pemasakan dan besar potongan bahan agar kualitas makanan yang dihasilkan tetap terjaga (Kemenkes RI, 2004).

Pada proses atau cara pengolahan makanan ada tiga hal yang perlu mendapat perhatian, yaitu:

a. Tempat pengolahan makanan

Tempat pengolahan makanan adalah suatu tempat dimana makanan diolah, tempat pengolahan ini sering disebut dapur. Dapur mempunyai peranan yang penting dalam proses pengolahan makanan, karena itu, kebersihan dapur dan lingkungan sekitarnya harus selalu terjaga dan diperhatikan (Sumantri A. 2015).

b. Tenaga pengolah makanan atau penjamah makanan

Penjamah makan menurut Depkes RI (2006) adalah orang yang secara langsung berhubungan dengan makanan dan peralatan mulai dari tahap persiapan, pembersihan, pengolahan, pengangkutan sampai penyajian. Dalam proses pengolahan makanan, peran penjamah makanan sangatlah besar. Penjamah makanan memiliki peluang untuk menularkan penyakit (Sumantri A., 2015).

c. Cara pengolahan makanan

Cara pengolahan makanan yang baik adalah tidak terjadinya kerusakan sebagai akibat cara pengolahan yang salah dan tidak mengikuti kaidah atau prinsip-prinsip hygiene dan sanitasi yang baik, dengan prinsip pengolahan makanan terdiri dari : penjamah Makanan (*food handler*) adalah orang yang terlibat selama proses memasak makanan dan cara pengolahan terdiri dari alat, sebaiknya harus bersih bahan yang digunakan haruslah bahan yang masih bagus untuk bahan sayur dan buah, perhatikan kebersihan saat mencucinya.

4. Penyimpanan Makanan Jadi

Peran penyimpanan makanan jadi atau makanan yang telah dimasak sangat penting karena untuk menjaga kondisi makanan tetap baik pada waktu disajikan ke konsumen. Dalam hal ini yang perlu diperhatikan adalah temperature makanan pada waktu disajikan dan kondisi disekitar tempat penyimpanan makanan apakah berisiko untuk terjadinya pencemaran terhadap makanan atau tidak (Kemenkes RI, 2004). Penyimpanan makanan jadi atau makanan masak dapat digolongkan menjadi dua, yaitu tempat penyimpanan makanan pada suhu biasa dan tempat penyimpanan pada suhu dingin. Makanan yang mudah membusuk sebaiknya disimpan pada suhu dingin yaitu $<4^{\circ}\text{C}$. Untuk makanan yang disajikan lebih dari 6 jam, disimpan dalam suhu -5 s/d -1°C (Sumantri A. 2015). Adapun prinsip dan teknik penyimpanan makanan jadi sebagai berikut:

a. Prinsip Penyimpanan Makanan Jadi

Prinsip penyimpanan makanan ditujukan untuk :

- 1) Mencegah pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri laten (bakteri penyebab penyakit)
- 2) Mengawetkan makanan dan mengurangi pembusukan, tujuannya yaitu mencegah pertumbuhan dan perkembangan bakteri, mengawetkan makanan dan mengurangi pembusukan.

b. Teknik penyimpanan makanan

Dalam penyimpanan makanan jadi, ada beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu:

- 1) Wadah, setiap jenis makanan terpisah, wadah tertutup, pemisahan antara makanan basah dan kering.
- 2) Suhu, pengaturan suhu pada suhu bakteri tidak bisa tumbuh.
- 3) Penyimpanan dingin, seperti penyimpanan sejuk antara $15-25^{\circ}\text{C}$, untuk minuman keras pendinginan pada suhu $5,6^{\circ}\text{C}$, karena dapat menghambat pertumbuhan mikroba pathogen. Untuk penyimpanan beku dengan menyelupkan bahan kedalam refrigerant dengan menggunakan udara dingin – $17,8^{\circ}\text{C}$ sampai dengan – $34,4^{\circ}\text{C}$.
- 4) Penyimpanan makanan jadi harus diperhatikan:
 - a) Makanan yang disimpan diberi tutup
 - b) Lantai/meja yang digunakan untuk menyimpan makanan harus bersih
 - c) Makanan tidak boleh disimpan dekat sumber pencemar
 - d) Makanan yang disajikan sebelum diolah harus dicuci dulu
 - e) Makanan yang dipak dengan karton tidak disimpan pada tempat yang basah

5. Pengangkutan Makanan

Pengangkutan makanan atau distribusi makanan adalah kegiatan untuk mengantarkan makanan matang kepada konsumen. Banyak cara yang dapat dilakukan oleh industri penyedia makanan dalam mengantarkan makanan, salah satunya adalah dengan menggunakan truk. Kondisi kebersihan truk, suhu dan hal-hal lain yang dapat mengurangi kualitas makanan wajib diperhatikan untuk menjaga agar makanan tetap berkualitas.⁽⁴⁾

Pengangkutan makanan dari tempat pengolahan ke tempat peyajian atau penyimpanan perlu mendapat perhatian agar tidak terjadi kontaminasi baik dari serangga, debu maupun bakteri. Wadah yang digunakan harus utuh, kuat, dan tidak berkarat atau bocor. Pengangkutan untuk waktu yang lama harus diatur suhunya dalam keadaan panas 60°C atau tetap dingin 4°C. Untuk pengangkutan makanan dan minuman harus memperhatikan 2 aspek (Sumantri A. 2015), yaitu:

a. Prinsip Pengangkutan Makanan

Prinsip pengangkutan makanan yang harus diperhatikan :

- 1) Tempat untuk mengangkut, seperti baki, rantang dan troli
- 2) Tenaga pengangkut, sebaiknya penjamah makanan yang telah bersertifikat kesehatan dan harus diperhatikan hygiene perorangannya
- 3) Teknik pengangkutan, Jangan melewati tempat penimbunan sampah dan Makanan tertutup agar tidak terkontaminasi udara
- 4) Untuk mencegah terjadinya pencemaran makanan pada saat pengangkutan :
- 5) Setiap makanan mempunyai wadah masing-masing
- 6) Isi makanan tidak terlampaui penuh
- 7) Wadah yang digunakan harus utuh dan tertutup
- 8) Pengangkutan untuk waktu yang lama harus diatur suhunya agar tetap panas 60°C atau dingin 4°C
- 9) Menggunakan kendaraan khusus

b. Faktor yang Berpengaruh dalam pengangkutan makanan

Secara umum ada 3 faktor yang harus diperhatikan dalam pengangkutan makanan, yaitu: tempat atau alat pengangkut, tenaga pengangkut dan teknik pengangkut.

- 1) Tempat atau alat pengangkut makanan dan minuman, harus bebas dari bahan-bahan kontaminan baik bahan kimia maupun dari mikro organisme patogen
- 2) Tenaga pengangkut makanan, tidak menderita penyakit menular yang dibuktikan dengan sertifikat kesehatan atau surat keterangan kesehatan, yang menerangkan tenaga pengangkut makanan dan minuman tidak menderita penyakit menular

- 3) Teknik pengangkutan makanan dan minuman, pada prinsipnya tidak membahayakan terhadap tenaga pengangkut dan makanan dan minuman yang diangkut.

6. Penyajian Makanan

Ada beberapa cara penyajian makanan dalam penyelenggaraan makanan industri jasa boga yaitu penyajian makanan diatas meja makan, penyajian dengan prasmanan, penyajian dengan sistem kafeteria dan penyajian dengan kemasan. Masing-masing cara penyajian ini memiliki kelebihan dan kelemahan masing-masingnya (Kemenkes RI. 2004)

Saat penyajian makanan yang perlu diperhatikan adalah agar makanan tersebut terhindar dari pencemaran, peralatan yang digunakan dalam kondisi baik dan bersih, petugas yang menyajikan harus sopan serta senantiasa menjaga kesehatan dan kebersihan pakaiannya (Mundiatur D. 2015). Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam penyajian makanan sesuai dengan prinsip hygiene dan sanitasi makanan adalah sebagai berikut :

- a. Tempat Penyajian, haruslah bersih dan jauh dari tempat penimbunan sampah.
- b. Alat-alat Penyajian, harus yang aman dan bersih.
- c. Tenaga Penyaji, harus memperhatikan hygieneperorangan dan pola PHBS.
- d. Prinsip wadah artinya setiap jenis makanan ditempatkan dalam wadah terpisah dan diusahakan tertutup. Tujuannya adalah.
- e. Bila satu tercemar yang lain dapat diamankan.
- f. Memperpanjang masa saji makanan sesuai dengan tingkat kerawanan makanan.
- g. Prinsip kadar air artinya penempatan makanan yang mengandung kadar air tinggi (kuah, susu) baru dicampur pada saat menjelang dihidangkan untuk mencegah makanan cepat rusak. Makanan yang disiapkan dalam kadar air tinggi (dalam kuah) lebih mudah menjadi rusak (basi).
- h. Prinsip *edible part* artinya setiap bahan yang disajikan dalam penyajian adalah merupakan bahan makanan yang dapat dimakan. Hindari pemakaian bahan yang membahayakan kesehatan seperti staples besi, tusuk gigi atau bunga plastik.
- i. Prinsip Pemisahan artinya makanan yang tidak ditempatkan dalam wadah seperti makanan dalam kotak (dus) atau rantang harus dipisahkan setiap jenis makanan agar tidak saling bercampur. Tujuannya agar tidak terjadi kontaminasi.
- j. Prinsip Panas yaitu setiap penyajian yang disajikan panas, diusahakan tetap dalam keadaan panas seperti soup, gulai, dsb. Untuk mengatur suhu perlu diperhatikan suhu makanan sebelum ditempatkan dalam food warmer harus masih berada diatas 60°C. Alat terbaik untuk mempertahankan suhu penyajian adalah dengan bean merry (bak penyaji panas).

- k. Prinsip alat bersih artinya setiap peralatan yang digunakan seperti wadah dan tutupnya, dus, pring, gelas, mangkuk harus bersih dan dalam kondisi baik. Bersih artinya sudah dicuci dengan cara yang higienis. Baik artinya utuh, tidak rusak atau cacat dan bekas pakai. Tujuannya untuk mencegah penularan penyakit dan memberikan penampilan yang estetik.
- l. Prinsip handling artinya setiap penanganan makanan maupun alat makan tidak kontak langsung dengan anggota tubuh terutama tangan dan bibir. Tujuannya adalah:
- m. Mencegah pencemaran dari tubuh

C. PENGARUH MAKANAN YANG TERKONTAMINASI TERHADAP KESEHATAN

Dari sudut kesehatan lingkungan, pengaruh makanan terhadap kesehatan sangat besar karena makanan atau minuman dapat berperan sebagai vektor agens penyakit.⁽¹⁾ Penyakit-penyakit yang dapat ditukarkan melalui makanan dan minuman disebut sebagai *Food and Milk Borne Disease* (penyakit bawaan makanan dan susu). Penyakit tersebut dapat disebabkan oleh:

1. Parasit, misalnya: *Taenia saginata*, *Taenia solium*, dan sebagainya. Parasit tersebut masuk ke dalam tubuh melalui daging sapi, daging babi, atau ikan yang terinfeksi dan dikonsumsi manusia.
2. Mikroorganisme, misalnya: *Salmonella thypii*, *Richettsia*, dan virus hepatitis yang menggunakan makanan sebagai media perantaranya.
3. Toksin, misalnya bakteri stafilokokus memproduksi Enterotoksin, *Clostridium* memproduksi Eksotoksin. Disini, makanan berfungsi sebagai media pembiakan
4. Zat-zat yang membahayakan kesehatan yang secara sengaja (karena ketidaktahuan) dimasukkan kedalam makanan, misalnya zat pengawet dan pewarna, ataupun yang secara tidak sengaja, misalnya insektisida (suatu bahan yang beracun yang sering dikira gula atau tepung).
5. Penggunaan makanan yang sudah beracun, misalnya jamur, singkong, tempe bongkreng, dan jengkol. Selain itu, ada beberapa faktor yang mempengaruhi makanan baik secara langsung maupun tidak langsung, antara lain:⁽¹⁾
6. Air, air sangat erat hubungannya mulai dari sumber pengelolaan
7. Air kotor, air kotor dapat menjadi sumber kuman patogen terutama dari saluran pencernaan
8. Tanah, tanah yang terkontaminasi mikroorganisme patogen
9. Udara, mikroorganisme patogen yang berbentuk partikel bercampur debu dapat mengontaminasi makanan, demikian juga percikan ludah akibat bersin. Kontaminasi yang terjadi biasanya tergantung pada musim, lokasi, dan pergerakan udara.

10. Manusia, manusia merupakan sumber paten bakteri Salmonella, Clostridium perfringens dan Enterokokus.
11. Hewan atau ternak peliharaan, mikroorganisme semacam Clostridium perfringens atau dari golongan Salmonella dapat terbawa dalam hewan atau ternak
12. Binatang pengerat, binatang pengerat beresiko mengontaminasi nasi, sayur, dan buah-buahan, selain menjadi media pembawa Salmonella dan Enterokokus.⁽¹⁾

D. UPAYA PENCEGAHAN KONTAMINASI MAKANAN

Pencegahan kontaminasi terhadap makanan dapat dilakukan mulai dari pengendalian bahan makanan sampai pada penyajian makanan. Demikian juga peralatan yang digunakan dan pada saat proses produksi makanan tersebut. Disamping itu masalah tempat produksi juga menjadi kunci, dalam upaya pencegahan kontaminasi makanan (Buckle et al, 2009) yaitu:

1. Harus ada pemisahan letak penyimpanan bahan baku baru dengan produk yang selesai diolah.
2. Kamar kecil harus dibangun jauh dari tempat pengelolaan bahan pangan dan harus dilengkapi dengan alat-alat pencuci tangan dengan sabun disinfektan.
3. Lantai, dinding, meja harus dari bahan yang mudah dibersihkan, berventilasi, penerangan baik, atap dan dinding yang bersih.
4. Tempat pembuangan sampah jauh dari pabrik.
5. Menjaga kebersihan tempat pengelolaan dan kebersihan alat-alat.
6. Suhu penyimpanan bahan makanan yang baik adalah di bawah 4 derajat Celsius atau di atas 60 derajat Celsius.
7. Bahan pangan yang mudah rusak, seperti buah, sayur, dan bahan pangan segar harus dimasukkan ke dalam lemari es. Bahan pangan segar (daging, ayam, dan lain-lain) harus ditaruh di-freezer. Sayur dan buah cukup di dalam kulkas.
8. Makanan yang telah diolah sebaiknya langsung dimakan dalam waktu 1-2 jam setelah dimasak.
9. Bahan-bahan yang telah dibekukan harus segera dimasak setelah dicairkan (thawing) dan jangan dibiarkan dalam keadaan cair untuk jangka waktu yang lama.
10. Jangan beli makanan atau minuman kemasan yang kemasan sudah agak bonyok, bengkak atau sekedar terbuka.
11. Konsep first in first out harus diterapkan dalam penyimpanan berdasarkan tanggal kadaluarsa dan keperluan dalam penggunaan proses pengolahan.
12. Menerapkan prinsip HACCP

Latihan

Untuk dapat memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah Latihan berikut!

- 1) Jelaskan dengan ringkas pengertian hygiene sanitasi makanan
- 2) Jelaskan dengan ringkas prinsip hygiene sanitasi makanan
- 3) Ceritakan dengan ringkas sumber kontaminasi makanan
- 4) Ceritakan dengan ringkas upaya mencegah kontaminasi makanan

Ringkasan

Berdasarkan uraian dan penjelasan tentang enam prinsip hygiene dan sanitasi makanan, dapat diringkas sebagai berikut:

1. Prinsip Pemilihan Bahan Makanan
 - a. Tingkat kematangan yang sesuai (untuk bahan sayur dan buah)
 - b. Bebas dari pencemaran pada tahapan proses selanjutnya
 - c. Bebas dari perubahan fisik/kimia akibat faktor luar
 - d. Bebas dari mikroba dan parasit penyebab penyakit

2. Prinsip Penyimpanan Bahan Makanan

Prinsip Penyimpanan Bahan Makanan dalam menyimpan bahan makanan seharusnya dipisah antar bahan makanan yang mudah rusak dan tidak mudah rusak. Untuk bahan makanan yang mudah rusak sebaiknya disimpan dalam suhu dingin (dalam almari pendingin), contoh makanan yang mudah rusak adalah sayur dan buah. Tetapi jika tidak ada almari pendingin dapat dilakukan dengan merendam bahan makanan dalam gentong air yang terbuat dari tanah liat yang berisi air bersih. Maksimal penyimpanannya hanya 3 hari, lebih dari itu bahan makanan sudah tidak bagus. Untuk makanan yang sangat mudah rusak sebaiknya disimpan dalam refrigerator dengan suhu dibawah 0 derajat, contoh bahan makanan yang sangat mudah rusak adalah daging, ikan dan sayuran yang berdaun. Selain itu untuk penyimpanan bahan yang mudah rusak, harus disimpan dalam kulkas, dengan ketentuan:

- a. Bahan mentah harus terpisah dari makanan siap santap
 - b. yang berbau tajam harus ditutup dalam kantong plastic yang rapat dan dipisahkan dari makanan lain, kalau mungkin dalam lemari yang berbeda, kalau tidak letaknya harus berjauhan.
 - c. Makanan yang disimpan tidak lebih dari 2 atau 3 hari harus sudah dipergunakan.
 - d. Lemari tidak boleh terlalu sering dibuka, maka dianjurkan lemari untuk keperluan sehari-hari dipisahkan dengan lemari untuk keperluan penyimpanan makanan
 - e. Bahan mentah harus terpisah dari makanan siap santap
 - f. Makanan yang berbau tajam harus ditutup dalam kantong plastic yang rapat dan dipisahkan dari makanan lain, kalau mungkin dalam lemari yang berbeda, kalau tidak letaknya harus berjauhan.
 - g. Makanan yang disimpan tidak lebih dari 2 atau 3 hari harus sudah dipergunakan.
 - h. Lemari tidak boleh terlalu sering dibuka, maka dianjurkan lemari untuk keperluan sehari-hari dipisahkan dengan lemari untuk keperluan penyimpanan makanan
3. Prinsip pengolahan makanan terdiri dari :
- a. Penjamah Makanan (*food handler*) adalah orang yang terlibat selama proses memasak makanan
 - b. Cara Pengolahan terdiri dari
 - 1) alat, sebaiknya harus bersih
 - 2) bahan, bahan yang digunakan haruslah bahan yang masih bagus untuk bahan sayur dan buah, perhatikan kebersihan saat mencucinya.
 - c. Tempat Pengolahan
4. Prinsip Penyimpanan Makanan Jadi
- Prinsip penyimpanan makanan ditujukan untuk :
- a. Mencegah pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri laten (bakteri penyebab penyakit)
 - b. Mengawetkan makanan dan mengurangi pembusukan, tujuannya yaitu mencegah pertumbuhan dan perkembangan bakteri, mengawetkan makanan dan mengurangi pembusukan.
5. Prinsip Pengangkutan Makanan
- Prinsip pengangkutan makanan yang harus diperhatikan :
- a. Tempat untuk mengangkut
 - 1) Rantang, harus bersih dan makanan dalam keadaan tertutup

- b. Tenaga pengangkut; Boleh penjamah/bukan penjamah makanan, Jika batuk harus menoleh berlawanan dari makanan, dan Hygiene perorangan harus diperhatikan
 - c. Teknik pengangkutan; Jangan melewati tempat penimbunan sampah, ambil jarak yang terdekat, Cari jalan yang terdekat, dan Makanan tertutup agar tidak terkontaminasi udara
 - d. Untuk mencegah terjadinya pencemaran makanan pada saat pengangkutan :
 - e. Setiap makanan mempunyai wadah masing-masing
 - f. Isi makanan tidak terlampaui penuh
 - g. Wadah yang digunakan harus utuh dan tertutup
 - h. Pengangkutan untuk waktu yang lama harus diatur suhunya agar tetap panas 60°C/ dingin 4°C
 - i. Menggunakan kendaraan khusus
 - j. Faktor yang berpengaruh dalam pengangkutan makanan; Tempat atau alat pengangkut, Tenaga pengangkut, dan Teknik pengangkut
6. Prinsip penyajian makanan yang harus diperhatikan adalah :
- a. Tempat Penyajian, haruslah bersih dan jauh dari tempat penimbunan sampah
 - b. Alat-alat Penyajian, harus yang aman dan bersih
 - c. Tenaga Penyaji, harus memperhatikan hygiene perorangan dan pola PHBS.

Tes 1

Pilihlah salah satu jawaban yang paling benar!

- 1) Dalam pemilihan bahan makanan mentah di industri makanan dan minuman sebelum bahan tersebut diolah, terlebih dahulu harus dilakukan pemilihan bahan dengan memperhatikan prinsip pemilihan bahan makanan, diantaranya....
- A. Bebas dari perubahan fisik bahan makanan tersebut
 - B. Mengandung mikroba pengurai bahan makanan
 - C. Mengandung bahan kimia tertentu
 - D. Rasan bahan makanan tersebut masih enak
 - E. Bahan makanan tersebut sudah mulai berubah warna

- 2) Penyebab kerusakan bahan makanan akibat dari faktor kimia, adalah....
- A. Adanya jamur
 - B. Perubahan bau
 - C. Perubahan akibat fotosintesis
 - D. Perubahan warna
 - E. Perubahan rasa
- 3) Prosedur proses yang harus dilaksanakan ketika kesalahan serius atau kritis ditemukan dan batas kritisnya terlampaui merupakan pengertian dari....
- A. Tindakan koreksi
 - B. Kesalahan koreksi
 - C. Tujuan koreksi
 - D. Fungsi koreksi
 - E. Manfaat koreksi
- 4) Suhu penyimpanan yang baik. Setiap bahan makanan mempunyai spesifikasi dalam penyimpanan, untuk bahan makanan daging dan ikan yang disimpan lebih dari 1 minggu, harus disimpan pada suhu....
- A. Suhu < - 5⁰C
 - B. Suhu < -10⁰C
 - C. Suhu < -15⁰C
 - D. Suhu < - 20⁰C
 - E. Suhu < 5⁰C
- 5) Persyaratan tempat pengolahan makanan dan minuman di industri adalah....
- A. Lantai dan dinding dicat dengan warna yang sama
 - B. Luas lantai dan dinding sama
 - C. Lantai dan dinding dibuat dengan bahan keramik
 - D. Antara lantai dan dinding harus membentuk sudut 90⁰
 - E. Sudut antara dinding dan lantai harus melengkung

Topik 2

Sistem Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP)

A. SISTEM HACCP

Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) atau analisis bahaya dan titik kendali kritis merupakan suatu sistem manajemen yang digunakan untuk melindungi makanan dari bahaya biologi, kimia dan fisik. Sistem tersebut diterapkan sebagai upaya pencegahan terhadap bahaya yang diperkirakan dapat terjadi dan bukan merupakan reaksi dari munculnya bahaya. Jadi, sistem ini merupakan tindakan pencegahan sebelum bahaya muncul (BSN, 1998).

HACCP pertama kali dikembangkan di Amerika pada tahun 1960-an oleh Pillsbury Company untuk Aeronautics and Space Administration (NASA). Saat itu, akan dikembangkan suatu produk makanan bagi para astronot yang memberikan jaminan dengan tepat bahwa makanan yang akan dikonsumsi oleh astronot aman. Sistem pengujian keamanan pangan dengan pengambilan sampel dari setiap frekuensi produksi, tidak menjamin keamanan semua produk. NASA mengharapkan adanya sistem yang dapat menjamin keamanan semua produk pangan untuk konsumsi para astronot (Thaher H., 2005).

HACCP merupakan suatu sistem yang menjamin bahwa semua potensi bahaya pada bahan pangan secara sistematis dikendalikan pada setiap tahap pengolahan. Sistem HACCP ini dapat diterapkan pada seluruh rantai pangan dari produk primer sampai pada konsumsi akhir dan penerapannya harus dipedomani dengan bukti-bukti secara ilmiah terhadap risiko kesehatan manusia. Selain meningkatkan keamanan pangan, penerapan HACCP dapat memberikan ketentuan lain yang penting. Selanjutnya, penerapan sistem HACCP dapat membantu inspeksi oleh lembaga yang berwenang dan memajukan perdagangan internasional, melalui peningkatan kepercayaan keamanan pangan (Sumantri A., 2015)

1. Tujuan Sistem HACCP

Tujuan HACCP adalah meningkatkan kesehatan masyarakat dengan cara mencegah atau mengurangi kasus keracunan makanan dan penyakit melalui makanan (food borne diseases). Adapun tujuan khusus dari penerapan sistem HACCP adalah (Sumantri A., 2015):

- a. Mengevaluasi cara produksi makanan
- b. Memperbaiki cara produksi makanan

- c. Memantau dan mengevaluasi penanganan, pengolahan dan sanitasi
- d. Meningkatkan inspeksi mandiri
- e. Pembentukan Tim HACCP

2. Tahap-Tahap Penerapan HACCP

Kegiatan HACCP dilakukan melalui tahapan berikut ini:

Tim HACCP sebaiknya terdiri dari individu-individu dengan latar belakang pendidikan atau sesuai dengan keahlian yang dimiliki oleh individu tersebut. Jumlah dari tim HACCP yaitu 4 orang yang terdiri dari ketua tim, personil dari divisi QA, personil dari divisi produksi, dan personil dari divisi laboratorium. Apabila beberapa keahlian tidak tersedia, diperlukan konsultan dari pihak luar (Sumantri A., 2015)

a. Deskripsi Produk

Deskripsi produk yang dicantumkan dalam penerapan HACCP antara lain: nama produk, bahan baku, komposisi produk, karakteristik produk, metode pengawetan, kemasan, kondisi penyimpanan, metode distribusi, waktu kadaluarsa, petunjuk pemakaian, dan label khusus (Rauf R. 2013).

b. Identifikasi rencana penggunaan

Rencana penggunaan harus didasarkan pada kegunaan kegunaan yang diharapkan dari produk oleh pengguna produk atau konsumen. Penggunaan produk perlu diinformasikan secara spesifik karena terkait dengan faktor risiko. Tujuan penggunaan produk tersebut terkait dengan konsumen, apakah produk tersebut untuk konsumen berisiko tinggi atau bukan. Yang termasuk kategori konsumen dengan risiko tinggi seperti pasien, bayi dan lansia, (Rauf R, 2013).

c. Penyusunan diagram alir proses

Diagram alir harus memuat segala tahapan dalam operasional produksi. Penyusunan diagram alir proses pembuatan suatu produk dilakukan dengan mencatat seluruh proses sejak diterimanya bahan baku sampai dengan dihasilkannya produk jadi untuk disimpan (Rauf R, 2013).

d. Konfirmasi diagram alir di lapangan

Penyusunan diagram alir harus dikonfirmasi operasional produksi dengan semua tahapan dan jam operasi serta bilamana perlu mengadakan perubahan diagram alir. Agar diagram alir proses yang dibuat lebih lengkap dan sesuai dengan pelaksanaannya di lapangan maka harus dilakukan konfirmasi diagram alir di lapangan (Rauf R, 2013).

e. Analisis potensi bahaya, tindakan pengendalian dan kategori risiko

Prinsip pertama pada konsep HACCP adalah analisis bahaya yang berkaitan dengan semua aspek produk yang sedang diproduksi. Pemeriksaan atau analisis terhadap bahaya ini harus dilaksanakan, sebagai tahap utama untuk mengidentifikasi semua bahaya yang dapat terjadi bila produk pangan dikonsumsi. Analisis bahaya harus dilaksanakan menyeluruh dan realistis, dari bahan baku hingga ke tangan konsumen (BSN, 1998).

3. Langkah-Langkah Kegiatan HACCP

Agar analisis bahaya ini dapat benar-benar mencapai hasil yang dapat menjamin semua informasi mengenai bahaya dapat diperoleh, maka analisis bahaya harus dilaksanakan secara sistematis dan terorganisasi. Langkah ini merupakan inti dari HACCP. Kegiatan-kegiatan yang harus dilakukan adalah (Muhendri, 2015):

- a. Mendata semua bahaya potensial yang terkait dengan setiap tahap, mulai dari bahan baku diterima instansi, penyimpanan bahan, proses pengolahan, pendistribusian dan penyajian ke tangan konsumen.
- b. Menganalisis bahaya untuk mengidentifikasi jenis bahaya yang memerlukan penghilangan atau pengurangan. Parameter utama dalam analisis ini adalah tingkat keamanan untuk dikonsumsi.
- c. Karakteristik Bahaya
Berdasarkan karakteristik bahaya yang dapat dideteksi dan keterangan atau deskripsi produk tentang kelompok konsumen, cara mengkonsumsi, cara penyimpanan dan keterangan lainnya maka produk dapat dikelompokkan menjadi enam kelompok bahaya sebagai berikut:

Tabel 4.*Error! No text of specified style in document.* Karakteristik Bahaya

Bahaya	Karakteristik bahaya
A	Makanan non-steril untuk golongan berisiko tinggi, seperti bayi, balita, pasien, lansia, ibu hamil dan ibu menyusui
B	Makanan yang tersusun atas bahan yang sensitif terhadap potensi bahaya biologi, kimia atau fisik.
C	Dalam pengolahan tidak terdapat tahap yang dapat menghilangkan atau mengurangi bahaya biologi, kimia maupun fisik.

D	Makanan kemungkinan mengalami pencemaran kembali setelah pengolahan dan sebelum pengemasan atau penyajian
E	Makanan kemungkinan mengalami pencemaran kembali atau penanganan yang kurang tepat selama distribusi hingga diterima konsumen
F	Makanan yang tidak mengalami proses pemanasan setelah pengemasan hingga disantap oleh konsumen untuk menghilangkan bahaya biologi.

Tabel 4.3 Kategori Risiko

Kategori Risiko	Karakteristik Bahaya	Keterangan
0	0	Tidak mengandung bahaya sampai F
I	(+)	Mengandung satu bahaya sampai F
II	(++)	Mengandung dua bahaya sampai F
III	(+++)	Mengandung tiga bahaya sampai F
IV	(++++)	Mengandung empat bahaya sampai F
V	(+++++)	Mengandung lima bahaya sampai F
VI	A	Kategori risiko paling tinggi (semua produk yang mempunyai bahaya A)

Bahaya dinyatakan sebagai sesuatu yang signifikan jika kemungkinan dapat membahayakan konsumen. Semua hazard yang signifikan dikelola melalui HACCP, sedangkan yang tidak signifikan dikendalikan dengan sistem lain. Berikut adalah tabel penentuan tingkat signifikansi bahaya:

Tabel 4.4 Signifikansi Bahaya

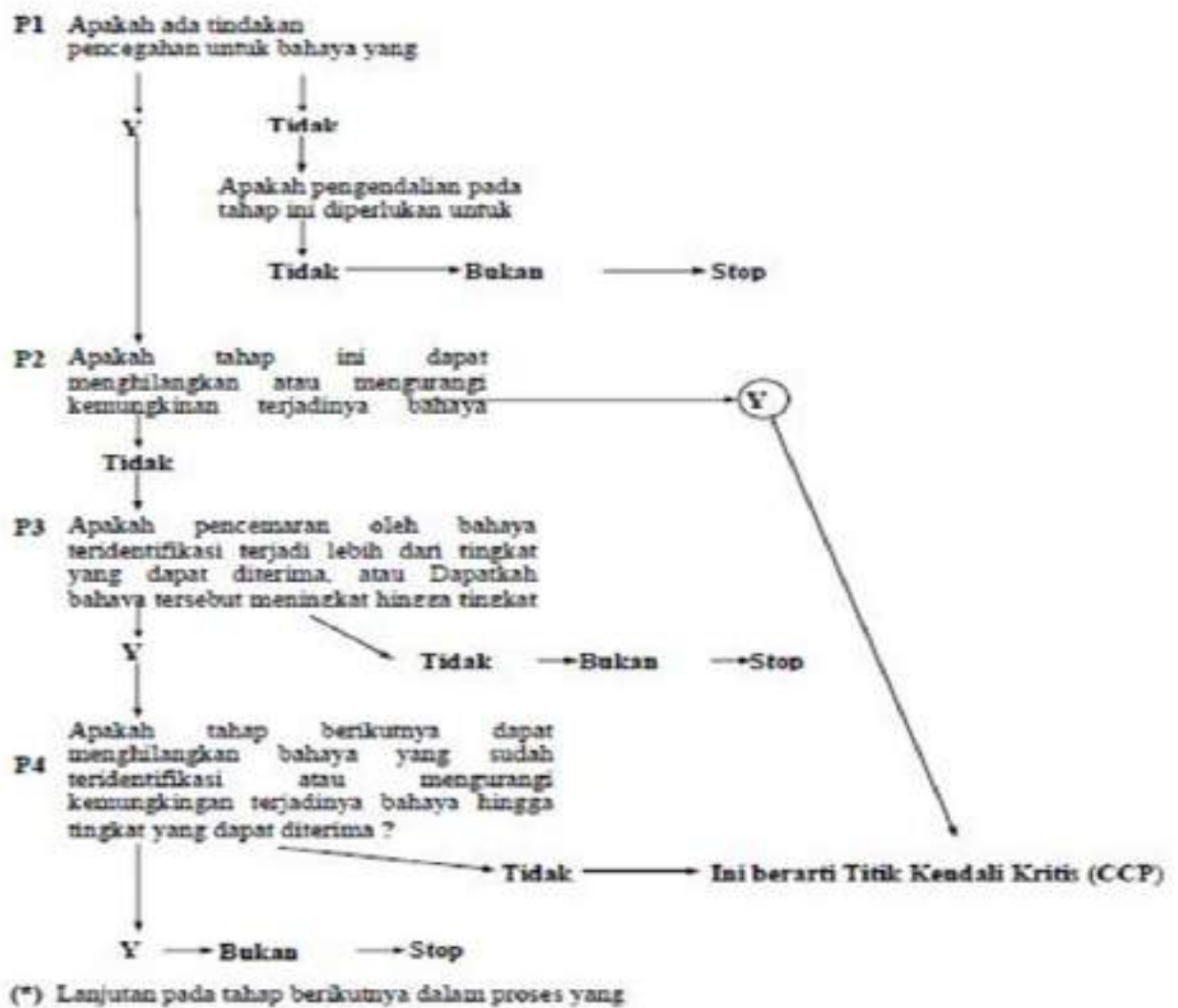
<i>Severity (Keseriusan dampak)</i>	<i>Probability</i>		
	<i>High</i>	<i>Medium</i>	<i>Low</i>
<i>High</i>	<i>Yes</i>	<i>Yes</i>	<i>No</i>
<i>Medium</i>	<i>Yes</i>	<i>No</i>	<i>No</i>
<i>Low</i>	<i>No</i>	<i>No</i>	<i>No</i>

Tim HACCP kemudian menetapkan jenis tindakan untuk menghilangkan atau mengurangi bahaya. Lebih dari satu tindakan mungkin diperlukan untuk menangani satu bahaya, tetapi mungkin juga satu tindakan dapat menangani beberapa bahaya.

Berbagai jenis bahaya yang mungkin terdapat dalam makanan dibedakan atas tiga kelompok bahaya (Muhendri, 2015) yaitu:

- a. Bahaya Biologis atau Mikrobiologis, disebabkan oleh bakteri pathogen, virus atau parasit yang dapat menyebabkan keracunan, penyakit infeksi atau infestasi, misalnya : *E. coli* pathogenik, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus sp.*, *Clostridium sp.*, Virus hepatitis A, dan lain;
- b. Bahaya Kimia, karena tertelannya toksin alami atau bahan kimia yang beracun, misalnya: aflatoksin, histamin, toksin jamur, toksin kerang, alkaloid pirolizidin, pestisida, antibiotika, hormon pertumbuhan, logam-logam berat (Pb, Zn, Ag, Hg, sianida), bahan pengawet (nitrit, sulfit), pewarna (amaranth, rhodamin B, methanyl yellow), lubrikan, sanitizer, dan sebagainya
- c. Bahaya Fisik, karena tertelannya benda-benda asing yang seharusnya tidak boleh terdapat di dalam makanan, misalnya : pecahan gelas, potongan kayu, kerikil, logam, serangga, potongan tulang, plastik, bagian tubuh (rambut), sisik, duri, kulit dan lain-lain.
- d. Penentuan TKK/ CCP
Titik kendali kritis didefinisikan sebagai suatu titik lokasi, setiap langkah atau tahap dalam proses, atau prosedur, apabila tidak terkendali (terawasi) dengan baik, kemungkinan dapat menimbulkan tidak amannya makanan, kerusakan (*spoilage*), dan resiko kerugian ekonomi. CCP ini ditentukan setelah diagram alir proses produksi yang sudah teridentifikasi potensi bahaya pada setiap tahap produksi dengan menjawab pertanyaan "Apakah pengawasan atau pengendalian kritis dari bahaya (*hazard*) terjadi pada tahap ini atau yang lain; apabila pengawasan atau pengendalian pada tahap tertentu gagal apakah langsung menghasilkan bahaya yang tak diinginkan, kerusakan dan kerugian secara ekonomi". Harus diperhatikan titik kendali tidaklah sama dengan titik kendali kritis.⁽⁸⁾

Secara sistematis untuk mengidentifikasi dan mengenali setiap titik kendali kritis dapat dilakukan dengan metode alur keputusan atau CCP *Decission Tree* seperti terlihat pada Gambar 4.2



Gambar 4. Error! No text of specified style in document. Diagram Alur Penentuan Titik Kendali Kritis (CCP Decision Tree)⁽⁸⁾

e. Penentuan batas kritis (*Critical Limits*) terhadap setiap CCP

Setelah semua CCP dan parameter pengendali yang berkaitan dengan setiap CCP teridentifikasi, Tim HACCP harus menetapkan batas kritis untuk setiap CCP. Biasanya batas kritis untuk bahaya biologis atau mikrobiologis, kimia dan fisika untuk setiap jenis produk berbeda satu sama lainnya (BSN, 1998).

Batas kritis didefinisikan sebagai batas toleransi yang dapat diterima untuk mengamankan bahaya, sehingga titik kendali dapat mengendalikan bahaya kesehatan secara cermat dan efektif. Batas kritis yang sudah ditetapkan ini tidak boleh dilanggar atau dilampaui nilainya, karena bila suatu nilai batas kritis yang dilanggar dan kemudian titik kendali kritisnya lepas dari kendali, maka dapat menyebabkan terjadinya bahaya terhadap kesehatan konsumen (BSN, 1998).

Beberapa contoh batas kritis yang perlu ditetapkan sebagai alat pencegah timbulnya bahaya, misalnya adalah; suhu dan waktu maksimal untuk proses thermal, suhu maksimal untuk menjaga kondisi pendinginan, suhu dan waktu tertentu untuk proses sterilisasi komersial, jumlah residu pestisida yang diperkenankan ada dalam bahan pangan., pH maksimal yang diperkenankan, bobot pengisian maksimal, viskositas maksimal yang diperkenankan dan sebagainya.

Selain batas kritis untuk residu pestisida yang berasal dari komoditas pertanian, batas kritis bahan kimia lain yang berpotensi sebagai bahaya kimia juga harus ditetapkan. Dalam hal ini tim HACCP harus menggunakan peraturan-peraturan yang sudah ditetapkan sebagai panduan dalam menetapkan batas kritis untuk semua Bahan Tambahan Makanan (BTM), termasuk bahan kimia yang digunakan dalam bahan pengemas yang bersentuhan dengan produk pangan (Rauf, R. 2013). Batas kritis untuk setiap CCP perlu didokumentasikan. Dokumentasi ini harus dapat menjelaskan bagaimana setiap batas kritis dapat diterima dan harus disimpan sebagai bagian dari rencana formal HACCP (BSN, 1998).

B. PENYUSUNAN PROSEDUR PEMANTAUAN UNTUK SETIAP CCP

Monitoring merupakan rencana pengawasan dan pengukuran berkesinambungan untuk mengetahui apakah suatu CCP dalam keadaan terkendali dan menghasilkan catatan (*record*) yang tepat untuk digunakan dalam verifikasi nantinya. Cara dan prosedur monitoring untuk setiap CCP perlu diidentifikasi agar dapat memberi jaminan bahwa proses pengendalian pengolahan produk pangan masih dalam batas kritisnya dan dijamin tidak ada bahayanya. Dalam hal ini, metode, prosedur dan frekuensi monitoring serta kemampuan hitungannya harus dibuat daftarnya pada lembar kerja HACCP.

Prosedur dan metode monitoring harus efektif dalam memberi jaminan keamanan terhadap produk pangan yang dihasilkan. Idealnya, monitoring pada CCP dilakukan secara kontinyu hingga dicapai tingkat kepercayaan 100 persen. Namun bila hal ini tidak memungkinkan, dapat dilakukan monitoring secara tidak kontinyu dengan syarat terlebih dahulu harus ditetapkan interval waktu yang sesuai sehingga keamanan pangan benar-benar terjamin. Biasanya agar pengukurannya dapat dilakukan secara cepat dan tepat, monitoring dilakukan dengan cara pengujian yang bersifat otomatis dan tidak memerlukan waktu yang lama. Oleh karena itu, pengujian dengan cara analisis mikrobiologis jarang digunakan sebagai prosedur monitoring. Beberapa contoh pengukuran dalam pemantauan (*monitoring*) adalah observasi secara visual dan pengamatan langsung (misal : kebersihan lingkungan pengolahan, penyimpanan bahan mentah), pengukuran suhu dan waktu proses, pH, kadar air dan sebagainya (Rauf, R., 2013).

1. Menentukan Tindakan Perbaikan

Meskipun sistem HACCP sudah dirancang untuk dapat mengenali kemungkinan adanya bahaya yang berhubungan dengan kesehatan dan untuk membangun strategi pencegahan preventif terhadap bahaya, tetapi kadang-kadang terjadi pula penyimpangan yang tidak diharapkan. Oleh karena itu, jika dari hasil pemantauan (*monitoring*) ternyata menunjukkan telah terjadi penyimpangan terhadap CCP dan batas kritisnya, maka harus dilakukan tindakan koreksi (*corrective action*) atau perbaikan dari penyimpangan tersebut (BSN, 1998).

Tindakan koreksi adalah prosedur proses yang harus dilaksanakan ketika kesalahan serius atau kritis ditemukan dan batas kritisnya terlampaui. Dengan demikian, apabila terjadi kegagalan dalam pengawasan pada CCP-nya, maka tindakan koreksi harus segera dilaksanakan. Tindakan koreksi ini dapat berbeda-beda tergantung dari tingkat resiko produk, yaitu semakin tinggi resiko produk semakin cepat tindakan koreksi harus dilakukan (Rauf, R. 2013).

Tabel 1.5

Tindakan Koreksi Yang Harus Dilakukan Jika Ditemukan Penyimpangan
Dari Batas Pada CCP

Tingkat resiko	Tindakan koreksi
Produk beresiko tinggi	Produk tidak boleh diproses atau diproduksi sebelum semua penyimpanan dikoreksi atau diperbaiki Produk ditahan atau tidak dipasarkan dan diuji keamanannya Jika keamanan produk tidak memenuhi persyaratan perlu dilakukan tindakan koreksi atau perbaikan yang tepat
Produk beresiko sedang	Produk dapat diproses, tetapi penyimpangan harus diperbaiki dalam waktu singkat (dalam beberapa hari atau minggu) Diperlukan pemantauan khusus sampai semua penyimpangan dikoreksi atau diperbaiki
Produk resiko rendah	Produk dapat diproses Penyimpangan harus dikoreksi atau diperbaiki jika waktu memungkinkan Harus dilakukan pengawasan rutin untuk menjamin bahwa status resiko rendah tidak berubah menjadi resiko sedang atau tinggi

Tindakan koreksi di sini harus dapat mengurangi atau mengeliminasi potensi bahaya dan resiko yang terjadi, ketika batas kritis terlampaui pada CCP-nya sehingga dapat menjamin bahwa disposisi produk yang tidak memenuhi, tidak mengakibatkan potensi bahaya baru.

Setiap tindakan koreksi dilaksanakan, harus didokumentasikan dengan tujuan untuk modifikasi suatu proses atau pengembangan lainnya.⁽¹⁰⁾

2. Penetapan Prosedur Verifikasi

Verifikasi adalah aktivitas selain monitoring yang menentukan validitas dari rencana HACCP dan menerangkan apakah sistem berjalan sesuai dengan yang direncanakan. Kegiatan verifikasi akan memberikan suatu kepercayaan bahwa rencana HACCP telah terlaksana dengan baik dalam mengendalikan potensi bahaya, karena didasarkan pada prinsip-prinsip ilmiah. Aktivitas verifikasi yang dilakukan dapat berupa kalibrasi peralatan dan pengujian mikrobiologi produk makanan.

3. Dokumentasi dan Pencatatan

Pencatatan dan pembuktian yang efisien serta akurat adalah penting dalam penerapan HACCP. Prosedur harus didokumentasikan. Dokumentasi dan pencatatan harus cukup memadai sesuai sifat dan besarnya makanan yang diproduksi.

Latihan

Untuk dapat memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah Latihan berikut!

- 1) Jelaskan dengan ringkas tujuan HACCP
- 2) Jelaskan dengan ringkas tahap-tahap HACCP
- 3) Jelaskan dengan ringkas Penentuan batas kritis (*Critical Limits*) terhadap setiap CCP
- 4) Jelaskan dengan ringkas Penyusunan prosedur pemantauan untuk setiap CCP

Ringkasan

Prinsip pertama pada konsep HACCP adalah analisis bahaya yang berkaitan dengan semua aspek produk yang sedang diproduksi. Pemeriksaan atau analisis terhadap bahaya ini harus dilaksanakan, sebagai tahap utama untuk mengidentifikasi semua bahaya yang dapat terjadi bila produk pangan dikonsumsi. Analisis bahaya harus dilaksanakan menyeluruh dan realistis, dari bahan baku hingga ke tangan konsumen (BSN, 1998).

Jenis bahaya yang mungkin terdapat di dalam makanan dibedakan atas tiga kelompok bahaya, (Muhendri, 2015) yaitu :

1. Bahaya Biologis atau Mikrobiologis, disebabkan oleh bakteri pathogen, virus atau parasit yang dapat menyebabkan keracunan, penyakit infeksi atau infestasi, misalnya : *E. coli* pathogenik, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus sp.*, *Clostridium sp.*, Virus hepatitis A, dan lain;
2. Bahaya Kimia, karena tertelannya toksin alami atau bahan kimia yang beracun, misalnya: aflatoksin, histamin, toksin jamur, toksin kerang, alkaloid pirolizidin, pestisida, antibiotika, hormon pertumbuhan, logam-logam berat (Pb, Zn, Ag, Hg, sianida), bahan pengawet (nitrit, sulfit), pewarna (amaranth, rhodamin B, methanyl yellow), lubrikan, sanitizer, dan sebagainya
3. Bahaya Fisik, karena tertelannya benda-benda asing yang seharusnya tidak boleh terdapat di dalam makanan, misalnya : pecahan gelas, potongan kayu, kerikil, logam, serangga, potongan tulang, plastik, bagian tubuh (rambut), sisik, duri, kulit dan lain-lain. Agar analisis bahaya ini dapat benar-benar mencapai hasil yang dapat menjamin semua informasi mengenai bahaya dapat diperoleh, maka analisis bahaya harus dilaksanakan secara sistematis dan terorganisasi. Langkah ini merupakan inti dari HACCP. Kegiatan-kegiatan yang harus dilakukan adalah (Muhendri, 2015):
 - a. Mendata semua bahaya potensial yang terkait dengan setiap tahap, mulai dari bahan baku diterima instansi, penyimpanan bahan, proses pengolahan, pendistribusian dan penyajian ke tangan konsumen.
 - b. Menganalisis bahaya untuk mengidentifikasi jenis bahaya yang memerlukan penghilangan atau pengurangan. Parameter utama dalam analisis ini adalah tingkat keamanan untuk dikonsumsi.

Tes 2

Pilihlah salah satu jawaban yang paling benar!

- 1) Analisis bahaya yang berkaitan dengan semua aspek produk yang sedang diproduksi merupakan....
 - A. Tujuan HACCP
 - B. Konsep HACCP
 - C. Manfaat HACCP
 - D. Sasaran HACCP
 - E. Fungsi HACCP

- 2) Agar analisis bahaya ini dapat benar-benar mencapai hasil yang dapat menjamin semua informasi mengenai bahaya dapat diperoleh, maka analisis bahaya harus dilaksanakan secara....
- A. Sistematis
 - B. Sistem
 - C. Terorganisir
 - D. Sistematis Dan Terorganisir
 - E. System Dan Terorganisir
- 3) Prosedur proses yang harus dilaksanakan ketika kesalahan serius atau kritis ditemukan dan batas kritisnya terlampaui merupakan pengertian dari....
- A. Tindakan koreksi
 - B. Kesalahan koreksi
 - C. Tujuan koreksi
 - D. Fungsi koreksi
 - E. Manfaat koreksi
- 4) Hasil tindakan koreksi HACCP terhadap kualitas makanan dan minuman, sehingga diperlukan pemantauan khusus sampai semua penyimpangan dikoreksi atau diperbaiki, termasuk....
- A. Tidak berisiko
 - B. Tingkat risiko rendah
 - C. Tingkat risiko sedang
 - D. Tingkat risiko tinggi
 - E. Tingkat risiko sangat tinggi
- 5) Hasil tindakan koreksi HACCP, menjelaskan Apabila keamanan produk tidak memenuhi persyaratan perlu dilakukan tindakan koreksi atau perbaikan yang tepat:
- A. Tidak berisiko
 - B. Tingkat risiko rendah
 - C. Tingkat risiko sedang
 - D. Tingkat risiko tinggi
 - E. Tingkat risiko sangat tinggi

Kunci Jawaban Tes

Test 1

- 1) A.
- 2) C.
- 3) A.
- 4) B.
- 5) E.

Test 2

- 1) B.
- 2) D.
- 3) A.
- 4) C.
- 5) D.

Daftar Pustaka

Chandra B. *Pengantar Kesehatan Lingkungan Jakarta* EGC; 2012.

World Health Organization. *Penyakit Bawaan Makanan*: Jakarta EGC; 2005.

BPOM RI. *Pedoman Penyelenggaraan Bulan Keamanan Pangan Nasional*. Jakarta: BPOM RI; 2015.

Kementerian Kesehatan RI. *Hygiene Sanitasi Makanan dan Minuman* Jakarta: Kementerian Kesehatan RI; 2004.

Tjahja Muhandri dkk. *Sistem Jaminan Mutu Industri Pangan*. Bogor: IPB Press; 2015.

Thaheer H. *Sistem Manajemen HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point)* Jakarta Bumi Aksara; 2005.

Kementerian Kesehatan RI. *Pedoman Pelayanan Gizi Rumah Sakit*. Jakarta: Kemenkes RI; 2013.

Badan Standarisasi Nasional. *Sistem Analisa Bahaya dan Pengendalian Titik Kritis (HACCP) Serta Pedoman Penerapannya* (1998).

Sumantri A. *Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Kencana 2015.

Rauf R. *Sanitasi Pangan dan HACCP*. Yogyakarta: Graha Ilmu; 2013.

Mundiatun D. *Pengelolaan Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta Gava Media; 2015.

Bab 5

PENGAWASAN VEKTOR DAN TIKUS DI INDUSTRI

Dr. Sumihardi, SKM, M.Kes

Dr. Djamaluddin Ramlan, SKM, M.Kes

Pendahuluan

Keberadaan vektor penyakit seperti lalat, kecoa, nyamuk dan binatang pengganggu (tikus), dalam dunia industri masih kurang mendapat perhatian pihak manajemen. Hal ini dapat disebabkan, karena vektor dan tikus di industri tidak langsung dapat menimbulkan penyakit, tetapi hanya sebagai perantara penularan penyakit. Walaupun sebagai perantara penularan penyakit, adanya vektor lalat, kecoa, nyamuk dan tikus dapat mengganggu kenyamanan dan kesehatan tenaga kerja di industri.

Bab yang akan Saudara baca ini merupakan kelanjutan dari Bab 4 sebelumnya yang membahas tentang pengawasan makanan dan minuman di industri, yang meliputi enam prinsip sanitasi makanan dan *Hazard Analysis and Critical Control Point* (HACCP). Bab 5 ini akan membahas tentang Pengawasan Vektor dan tikus di industri, yang meliputi; lalat, kecoa, nyamuk dan tikus

Penguasaan materi pada Bab ini akan memberikan pemahaman dan kemampuan anda untuk dapat menguraikan dan menjelaskan tentang keberadaan lalat, kecoa, nyamuk dan tikus. Selain itu diharapkan saudara dapat memahami dan mampu menjelaskan ciri-ciri masing-masing vektor dan tikus, serta mampu menjelaskan penyakit yang ditularkan oleh lalat, kecoa, nyamuk dan tikus. Disamping itu juga saudara mampu menjelaskan metode pengendalian masing-masing vektor dan tikus. enam prinsip hygiene sanitasi makanan, yang akan diuraikan satu persatu. Dengan penjelasan keberadaan, ciri, gangguan kesehatan oleh lalat, kecoa, nyamuk dan tikus, serta metode pengendalian vektor dan tikus tersebut, dalam pengawasan vektor dan tikus di industri akan memudahkan Saudara untuk mempelajari dan menguasai materi pada Bab 5 tentang pengawasan vektor dan tikus di industri. Kemampuan menguraikan dan menjelaskan ini nantinya merupakan kemampuan yang sangat dibutuhkan dalam tugas sebagai sanitarian yang dituntut untuk mampu memberikan penjelasan yang baik dan benar pada masyarakat tentang pengawasan kualitas makanan dan minuman di industri.

Untuk memahami Bab ini dengan baik, Saudara harus membacanya secara berurutan secara seksama masing-masing vektor dan tikus. Dalam mempelajari materi Pengawasan vektor dan tikus di industri, diharapkan saudara dapat mengatur waktu untuk bersitirahat dan melakukan relaksasi apabila anda sudah mulai merasa lelah. Pada bagian akhir dari Bab ini, Saudara akan mengerjakan latihan dan menyelesaikan soal-soal yang berkaitan dengan materi vektor dan dan tikus yang telah dipelajari. Untuk melihat tingkat penguasaan materi pada Bab ini. Kerjakanlah latihan tersebut secara sungguh-sungguh sesuai dengan alokasi waktu yang disediakan. Saudara tidak dibenarkan menjawab soal latihan sambil berdiskusi atau mencontoh dalam menjawab soal pada Bab ini. Setelah selesai mengerjakan soal, cocokkanlah jawaban Saudara dengan kunci jawaban yang disediakan pada bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban Saudara yang betul kemudian tentukan skor dengan menggunakan rumus jumlah yang betul dibagi jumlah soal dikalikan 100%. Apabila Saudara skor telah mencapai 75%, saudara dapat melanjutkan untuk mempelajari Bab 5 dan apabila skor yang Saudara peroleh masih kurang dari 75%, maka Saudara harus membaca kembali modul ini dari awal sampai akhir dan mengerjakan soal atau test kembali.

Topik 1

Pengawasan Vektor di Industri

Pada dasarnya dalam pengawasan vektor penyakit seperti lalat, kecoa, dan nyamuk baik di permukiman masyarakat maupun di industri tidak ada perbedaan, bedanya hanya dari segi lokasi. Pengawasan vektor di industri dapat dilakukan baik secara fisik, kimia, biologis dan perbaikan sanitasi lingkungan di industri. Upaya untuk pengawasan vektor penyakit di industri dengan tujuan untuk membasmi vektor sampai tuntas, namun hal tersebut tidak mungkin dan yang dapat dilakukan adalah usaha mengurangi dan menurunkan populasi kesatu tingkat yang tidak membahayakan kehidupan manusia. Selain itu, hendaknya dalam pengawasan dapat diusahakan agar segala kegiatan dalam rangka menurunkan populasi vektor dapat mencapai hasil yang baik. Untuk itu perlu diterapkan teknologi yang sesuai, bahkan teknologi sederhana pun, yang penting didasarkan prinsip dan konsep yang benar. Adapun prinsip dasar dalam pengawasan atau pengendalian vektor penyakit yang dapat dijadikan sebagai pegangan sebagai berikut : 1. Pengendalian vektor harus menerapkan bermacam-macam cara pengendalian agar vektor tetap berada di bawah garis batas yang tidak merugikan atau membahayakan. 2. Pengendalian vektor tidak menimbulkan kerusakan atau gangguan ekologi terhadap tata lingkungan hidup. Sementara konsep dasar pengendalian vektor; 1. Harus dapat menekan densitas vektor 2. Tidak membahayakan manusia 3. Tidak mengganggu keseimbangan lingkungan. Tujuan pengawasan/pengendalian vektor di industri antara lain; 1. Mencegah wabah penyakit yang tergolong vector-borne disease, memperkecil risiko kontak antara manusia dengan vektor penyakit dan memperkecil sumber penularan penyakit atau reservoir, 2. Mencegah dimasukkannya vektor atau penyakit yang baru ke suatu kawasan yang bebas dilakukan dengan pendekatan legal, maupun dengan aplikasi pestisida (*spraying, baiting, trapping*).

A. LALAT DI INDUSTRI

Lalat adalah salah satu insekta yang termasuk ordo diptera (serangga yang memiliki sepasang sayap berbentuk membran). Lalat merupakan salah satu serangga yang dapat menjadi vektor atau binatang perantara yang menghantarkan penyakit ke manusia antara lain : typhus, paratyphus, disentri basiler, disentri amuba dan sebagainya. (Soemirat Slamet, 2009).

1. Species Lalat

Spesies lalat mencapai 60.000 spesies tetapi tidak semua yang menimbulkan gangguan kesehatan. Lalat yang berpengaruh pada kesehatan lingkungan penting untuk diketahui ; lalat rumah (*Musca domestica*), lalat kandang (*Stomoxys calcitrans*), lalat hijau (*Phenicia*), lalat daging (*Sarcophaga*) dan lalat kecil (*Fannia*). Genus lalat yang paling penting adalah jenis lalat yang termasuk genus *Musca*. (Slamet, 2009).

Di Afrika ditemukan lalat tse-tse yang dapat menimbulkan penyakit tidur. Peranan lalat dalam menimbulkan penyakit umumnya bersifat mekanis, yaitu tercemarnya bahan makanan oleh bibit penyakit yang kebetulan menempel pada kaki, tubuh lalat ketika hinggap pada sampah dan kotoran. Kadangkala lalat meninggalkan telur dan larvanya pada luka yang terbuka, kemudian hidup pada daging manusia. Lebih lanjut Slamet, 2009 menjelaskan tentang spesies lalat sebagai berikut:

- a. *Simulium* (lalat Hitam) Disebut dengan lalat kerbau, karena suka menggigit kerbau



Gambar 5.1 *Simulium* (lalat Hitam)

- b. Lalat Chrysop, lalat yang hidup dihutan, pada daerah lembab dan teduh



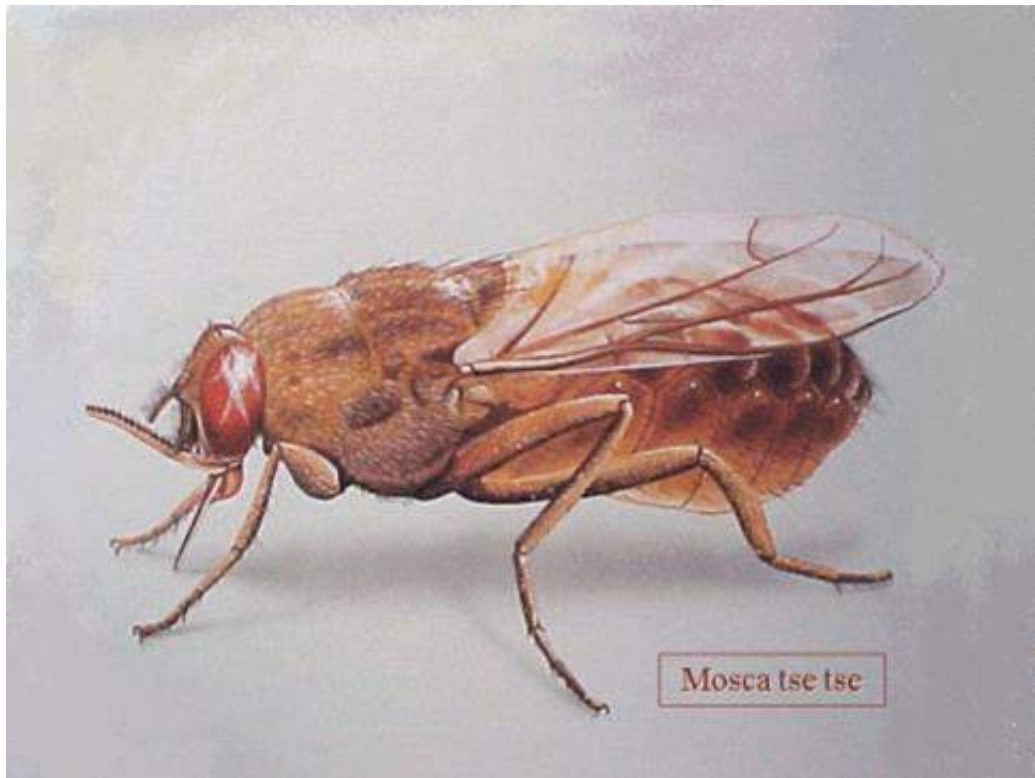
Gambar 5.2 Lalat Chrysop

- c. Stomoxys (lalat kandang)



Gambar 5.3 Stomoxys (lalat kandang)

- d. Lalat Tse-Tse (Glossina palpalis, Glossina morsitans)



Gambar 5.4 Lalat Tse-Tse

2. Sifat dan Cara Hidup Lalat

Hal-hal yang perlu diketahui dari sifat dan cara hidup lalat, adalah sebagai berikut:

- a. lalat hidupnya ditempat yang kotor seperti tinja manusia dan hewan, sampah.
- b. untuk berkembang biak lalat membutuhkan udara yang panas serta lembab dan tersedia makanan yang cukup
- c. lalat menyukai bau yang busuk serta makanan minuman yang merangsang penciuman.
- d. lalat tertarik pada cahaya lampu
- e. lalat dapat terbang berpindah-pindah sampai menempuh jarak 200 meter sampai 1000 meter. oleh karena itu TPA sampah harus berada jauh dari pemukiman penduduk sesuai dengan jarak terbang lalat.
- f. lalat tidak menyukai warna biru.

Lalat merupakan serangga dengan metamorfosis sempurna, pada usia 4 sampai 20 hari lalat betina sudah bisa menghasilkan telur. telurnya berbentuk oval, warna putih, ukuran 10mm dan biasanya mengelompok, pada tiap kelompok bisa mencapai 75 sampai dengan 150 butir telur. Telur diletakkan pada tempat yang terhindar dari sinar matahari dan ada makanannya. telur dan tempayaknya tidak tahan pada suhu 75°C.

Telur menetas berubah menjadi tempayak (12 jam) pada waktu 4 s.d 7 hari berubah menjadi kepompong (warnanya merah tua atau coklat). kepompong mencari tempat yang kering untuk bersembunyi. jika suhu sesuai maka akan berubah menjadi dewasa setelah 3 hari. Sebelum terbang memerlukan waktu satu jam untuk mengeringkan tubuh dan sayap. lebih kurang 15 jam, kemudian hidup sebagaimana lalat dewasa. Usia lalat antara 2 sampai 4 minggu, tetapi akan lebih lama jika udara dingin. (Azwar, 1995).

B. KECOA DI INDUSTRI

Menurut DeSorbo (2004), hama yang paling umum dalam pabrik pengolahan makanan dan fasilitas jasa makanan di seluruh dunia adalah kecoa. Kecoa ini membawa dan menyebarkan organisme berbagai penyakit. Membawa sekitar 50 mikroorganisme yang berbeda (seperti Salmonella dan Shigella), Poliomieltis, dan Vibrio cholerae, agen penyebab kolera. Kecoa menyebar organisme yang tidak diinginkan melalui kontak dengan makanan, khususnya melalui menggigit dan mengunyah.

Kecoa tersebut dapat dikontrol melalui identifikasi dan penghapusan bahan-bahan yang tersimpan penuh dan penyimpanan produk. Nilai metil bromida untuk kontrol terbatas karena kerumitannya penggunaan, biaya, dan mengantisipasi *fase-out*. Sebuah teknologi yang potensial untuk mengendalikan Rokok Kumbang adalah perlakuan panas. Termal perawatan

di mana suhu udara di sekitarnya meningkat menjadi 48°C dan ditahan selama 24 jam adalah yang paling mematikan bagi serangga (Hirsch, 2004).

Oleh karena banyaknya kecoa yang mengganggu maka Shapton dan Shapton (1991) menyarankan bahwa peralatan luar harus dinaikkan 23 sampai 30 cm yang jelas dari permukaan untuk mencegah suka tikus. Semak-semak harus minimal 10 m dari fasilitas makanan. Katsuyama dan Strachan (1980) merekomendasikan bahwa strip rumput-bebas 0,6 sampai 0,9 m dalam ukuran ditutupi dengan lapisan batu kerikil atau 2,5-3,8 cm di sekitar gedung pengolahan makanan.

Pengendalian kecoa dalam perusahaan makanan harus secara berkesinambungan melalui sanitasi yang efektif dan penggunaan bahan kimia. Bentuk yang paling penting dari kontrol sanitasi efektif. Hama ini membutuhkan makanan, air, dan tempat bersembunyi terlindung. Exterior pencahayaan, termasuk lampu parkir, harus terdiri dari bola lampu uap natrium-lampu kuning) yang menarik serangga lebih sedikit dibandingkan dengan jenis-pijar standar (Eicher, 2004).

Kemasan tahan serangga adalah strategi pengendalian yang mungkin tidak selalu dimasukkan ketika mempertimbangkan kontrol non-kimia atau teknik pengecualian. serangga produk Disimpan bervariasi dalam kemampuan mereka untuk paket kontes (Arthur dan Phillips, 2003). Hama ini dapat menembus, melalui bahan kemasan atau penyerang yang dapat masuk melalui jahitan atau bukaan. Serangga dapat berbeda-beda dalam kemampuan mereka untuk memasukkan paket pada tahap kehidupan yang berbeda (Mullen, 1997). Kemasan film mungkin berbeda dalam kemampuan mereka untuk mencegah masuknya serangga. Sebagai contoh, film polypropylene lebih tahan terhadap serangga masuk daripada penggunaan polivinil klorida polimer.

Kecoa menyebarkan organisme yang tidak diinginkan melalui kontak dengan makanan, khususnya melalui gigitan. Meskipun mereka lebih suka makanan yang mengandung sejumlah besar karbohidrat, mereka akan memakan substansi buangan manusia, seperti pada kotoran manusia, bahan membusuk, serangga mati (termasuk kecoa lainnya), lapisan sepatu, dan bahan kertas dan kayu. Kecoa paling aktif di daerah gelap dan di malam hari, saat aktivitas manusia sudah mulai berkurang.

Kecoa termasuk serangga dalam *famili bkattidae ordo Orthoptera* dan banyak ditemukann didaerah tropika. Seranggan ini banyak ditemukan ditempat-tempat penyiapan makanan dan ditempat-tempat hangat dan lembab, misalnya diatap, dan saluran air kotor. Kecoa ini berkembang biak dengan cepat oleh produksi bulanan kasus telur kecil yang dapat mengandung 15 sampai 40 telur. Tiga spesies kecoa yang paling sering menyerbu kawasan industri, antara lain :

1. Jenis Keco

Secara umum, jenis kecoa baik di permukiman maupun di dunia industri dibagi 3 jenis, antara lain:

a. Keco Jerman (*Blatella germanica*)



Gambar 5.5 Keco Jerman (*Blatella germanica*)

Keco Jerman memiliki panjang 13 sampai 20 mm dan berwarna coklat muda, dengan dua garis coklat gelap di belakang kepala. Keco dewasa dari kedua jenis kelamin memiliki sayap yang berkembang dengan baik. Keco betina membawa telur secara menonjol dari ujung perut sampai penetasan terjadi yaitu selama 9 bulan, sebuah betina dewasa menghasilkan sekitar 130 keturunan.

Keco Jerman biasanya mendiami pada ruang pengolahan utama atau ruang persiapan disamping area penyimpanan, kantor dan fasilitas kesejahteraan. Keco ini juga lebih suka mendiami celah yang hangat di dekat sumber panas.

b. Keco Amerika (*Periplaneta americana*)

Keco spesies ini memiliki panjang sekitar 40 sampai 60 mm dan merupakan keco terbesar di Amerika Serikat. Keco dewasa berwarna coklat kemerahan sampai coklat, dan coklat muda pucat.

Keco Amerika cenderung menghuni daerah terbuka, daerah basah, seperti ruang bawah tanah, got, daerah drainase, dan area sampah, meskipun spesies ini dapat ditemukan dalam ruang penyimpanan. Mereka cenderung tinggal di tempat-tempat yang sedikit lebih dingin dan memiliki celah yang lebih besar.



Gambar 5.6 Kecoa Amerika (*Periplaneta americana*)

c. Kecoa Oriental (*Blatta orientalis*)



Gambar 5.7 Kecoa Oriental (*Blatta orientalis*)

Kecoa oriental memiliki warna yang mengkilap, coklat tua sampai hitam dan memiliki panjang sekitar 25 mm. Pada spesies ini kecoa muda berwarna coklat muda. Telur dari kecoa betina akan dihasilkan setelah kecoa betina hidup 5 sampai 6 bulan dan dapat menghasilkan satu produksi telur per bulan untuk perkiraan produksi 80 kecoa. Jenis ini lebih menyukai habitat yang mirip dengan kecoa Amerika. Pada tanaman pangan, mereka biasanya mendiami tempat penyimpanan bawah tanah atau daerah-daerah dengan lingkungan yang lembab. (Rachmadhi, 2013)

C. KEBERADAAN NYAMUK DI INDUSTRI

Pada umumnya yang sering teridentifikasi nyamuk di industri adalah nyamuk *Culex*, *Aedes aegypti* dan *Anopheles*, sehingga pengendalian dan pengawasannya ditujukan terhadap ketiga jenis nyamuk tersebut. Untuk pengendalian dan pengawasan ketiga jenis nyamuk tersebut kita harus mengetahui kebiasaan dan perkembangbiakan nyamuk tersebut. *Aedes aegypti* bersifat diurnal atau aktif pada pagi hingga siang hari. Penularan penyakit dilakukan oleh nyamuk betina karena hanya nyamuk betina yang mengisap darah. Hal itu dilakukannya untuk memperoleh asupan protein yang diperlukannya untuk memproduksi telur. Nyamuk jantan tidak membutuhkan darah, dan memperoleh energi dari nektar bunga ataupun tumbuhan. Jenis ini menyukai area yang gelap dan benda-benda berwarna hitam atau merah. Demam berdarah kerap menyerang anak-anak karena anak-anak cenderung duduk di dalam kelas selama pagi hingga siang hari dan kaki mereka yang tersembunyi di bawah meja menjadi sasaran empuk nyamuk jenis ini.

Sementara nyamuk *Anopheles* betina mempunyai kemampuan memilih tempat perindukan atau tempat untuk berkembang biak yang sesuai dengan kesenangan dan kebutuhannya. Ada species yang senang pada tempat-tempat yang kena sinar matahari langsung (*An. Sundaicus*), ada pula yang senang pada tempat-tempat teduh (*An. Umrosus*). Species yang satu berkembang dengan baik di air payau (campuran tawar dan air laut) misalnya (*An. Aconitus*) dan seterusnya. Oleh karena perilaku berkembang biak ini sangat bervariasi, maka diperlukan suatu survei yang intensif untuk inventarisasi tempat perindukan, yang sangat diperlukan dalam program pemberantasan. Sedangkan Nyamuk *Culex* mempunyai kebiasaan mengisap darah pada malam hari. Jarak terbang biasanya pendek mencapai jarak rata-rata beberapa puluh meter saja. Umur nyamuk *Culex* baik di alam maupun di laboratorium sama seperti *Anopheles*, biasanya kira-kira dua minggu.

D. PENGAWASAN VEKTOR DI INDUSTRI

1. Pengawasan Terhadap Lalat

Pengawasan ini ditujukan terutama untuk serangga dan binatang pengerat yang menularkan penyakit. Dalam keadaan bencana walaupun tidak merupakan prioritas utama seperti halnya upaya menyediakan air bersih dan makanan, pengendalian atau pengawasan vektor pengganggu tetap harus dijalankan agar tidak menambah masalah kesehatan lingkungan di industri. (Rachmadhi, 2013) Ditujukan pada telur, dengan menghilangkan tempat berkembang-biaknya lalat seperti gundukan sampah, diantaranya adalah; ditujukan pada tempayak, menghindari menumpuk sampah pada tempat yang lembab yang ditujukan pada lalat :

- a. Pengawasan Lalat Muda, adapun tujuan pengawasan lalat muda adalah:
 - 1) Menghilangkan kemungkinan tempat berkembang-biak lalat (mekanis)
 - 2) Menyiram tempat berkembang-biak dengan malathion/ diazinon (kimia)
 - 3) Semut memakan telur dan tempayak (biologis)
 - 4) Merubah kebiasaan yang menguntungkan lalat (budaya)
- b. Pengawasan Lalat Dewasa,
 - 1) Memasang perangkap lalat (mekanis)
 - 2) Menyemprot dengan pestisida. cara ini kurang disarankan karena lalat bisa resisten atau tahan terhadap zat kimia tersebut setelah dilakukan secara berulang kali dengan dosis kurang tepat (kimia)
 - 3) Secara alamiah dimakan oleh reptil (biologis)
 - 4) Menutup makanan (budaya).
- c. Cara Pengendalian Lalat Di industri
Keberadaan lalat di industri, selain dapat mengganggu kenyamanan tenaga kerja dalam bekerja, lalat juga dapat menularkan penyakit pada tenaga kerja, untuk diperlukan usaha pengendalian vektor lalat sebagai berikut:
 - 1) Usaha pencegahan (*prevention*) mencegah kontak dengan vektor pemberantasan nyamuk, kelambu, misalnya di tempat istirahat tenaga kerja lubang-lubang ventilasinya dipasang kawat kasa, sehingga dapat mengurangi nyamuk masuk ke ruangan istirahat.
 - 2) Usaha penekanan (*suppression*) menekan populasi vektor sehingga tidak membahayakan kehidupan manusia
 - 3) Usaha pembasmian (*eradication*) menghilangkan vektor sampai habis
 - 4) Metode pengendalian Vektor lalat, dilakukan dengan:

- a) Pengendalian secara alamiah (*naturalistic control*) memanfaatkan kondisi alam yang dapat mempengaruhi kehidupan vector jangka waktu lama
- b) Pengendalian terapan (*applied control*) memberikan perlindungan bagi kesehatan manusia dari gangguan vektor sementara
- c) Upaya peningkatan sanitasi lingkungan (*environmental sanitation improvement*)
- d) Pengendalian secara fisik-mekanik (*physical-mechanical control*) modifikasi atau manipulasi lingkungan *landfilling, draining*.
- e) Pengendalian secara biologis (*biological control*) memanfaatkan musuh alamiah atau pemangsa atau predator, fertilisasi
- f) Pengendalian dengan pendekatan per-UU (*legal control*) karantina
- g) Pengendalian dengan menggunakan bahan kimia (*chemical control*)

2. Pengawasan Kecoa

Beberapa kegiatan yang dapat dilakukan untuk pengawasan kecoa di industri adalah:

a. Deteksi Keberadaan Kecoa

Kecoa dapat ditemukan di lokasi di mana makanan sedang diproses, disimpan, disiapkan, atau dilayani. Serangga ini cenderung untuk bersembunyi dan bertelur di dalam gelap, hangat, dan daerah yang sulit untuk bersihkan. Tempat favorit mereka adalah ruang dalam ruang kecil, dan tumpukan peralatan dalam rak. Salah satu cara termudah untuk memeriksa kutu kecoa adalah dengan memasukkan serangga kedalam tempat penyimpanan yang gelap. (DeSorbo, 2004).

b. Pengontrolan Kecoa

Kutu Kecoa dikontrol dengan mengurangi tempat-tempat yang optimal untuk berkembangbiakan kecoa dengan memberikan suhu 5°C . Penggunaan bahan kimia kadang-kadang ditambah dengan insektisida nonresidual pyrethrin berbasis memaksa serangga dari daerah tersembunyi ke wilayah terbuka, di mana kontak diperbaiki dengan insektisida dapat terjadi. Senyawa lainnya, seperti *diazinon microencapsulated flowable*, tersedia untuk pengontrolan kecoa dan serangga lain didaerah retak, atau celah tapi tidak untuk aplikasi di daerah penanganan makanan. Cairan pestisida, dan siflutrin digunakan sebagai racun saraf yang membunuh serangga. Bahan kimia yang memiliki toksisitas sangat rendah untuk manusia dan hewan peliharaan, dapat ditemukan dalam insektisida komersial seperti Raid. Serbuk, *dinatrium octoborate tetrahydrate*, adalah formulasi asam borat dengan toksisitas rendah bagi manusia dan hewan peliharaan, tetapi menyebabkan serangga untuk dehidrasi dan mati (DeSorbo, 2004).

c. Penggunaan Pestisida

Insektisida tidak boleh disemprotkan di daerah makanan selama jam beroperasi. Insektisida harus diterapkan hanya setelah shift, selama akhir pekan, atau pada waktu lain ketika pembentukan makanan ditutup. Tindakan pencegahan harus diambil untuk menjamin terhadap percikan atau drift insektisida keluar dari area pengobatan untuk permukaan yang berdekatan atau ke makanan. Residu insektisidal, yang umumnya dalam bentuk kering mengandung senyawa beracun yang sama yang berada dalam semprotan juga tersedia. Mereka membutuhkan keterampilan lebih dalam aplikasi dibandingkan semprotan dan harus dikelola hanya oleh operator pengendalian hama. (DeSorbo, 2004).

Sebelum penggunaan insektisida digunakan untuk produk makanan dimakan atau area pasokan penyimpanan, semua makanan terbuka dan barang pasokan harus ditutup di area yang akan disemprotkan. Peralatan yang digunakan dalam penyemprotan pasti akan menjadi tercemar dan harus benar-benar dibersihkan sebelum digunakan kembali. Hal ini paling baik dilakukan dengan menggosok senyawa pembersih dengan air panas, lalu berkumur. Produk yang mengandung sisa-jenis insektisida tidak boleh digunakan pada setiap permukaan yang bersentuhan dengan makanan. Sebuah prosedur fumigasi ini tidak dianjurkan kecuali tampaknya menjadi metode efektif saja, dan bahkan kemudian hanya apabila dilakukan oleh fumigator profesional. Dalam situasi harus personil pabrik biasa atau supervisor mencoba jenis pekerjaan kecuali mereka benar-benar terlatih. Bahkan ketika fumigators profesional yang melakukannya, para manajer pabrik harus memastikan diri bahwa semua tindakan pencegahan telah diambil sesuai dengan praktek-praktek keselamatan yang berlaku.

Tindakan pencegahan dengan menggunakan pestisida, harus dipertimbangkan ketika menerapkan pestisida:

- 1) Wadah pestisida harus diidentifikasi dan diberi label.
- 2) Exterminators bekerja harus memiliki asuransi pada pekerjaan mereka untuk melindungi pendirian, karyawan, dan pelanggan.
- 3) Instruksi harus diikuti ketika menggunakan pestisida. Bahan kimia ini harus digunakan hanya untuk tujuan yang ditunjuk. Sebuah insektisida efektif terhadap satu jenis serangga tidak dapat merusak hama lainnya.
- 4) Racun paling lemah yang akan menghancurkan hama harus digunakan dengan konsentrasi yang dianjurkan.
- 5) Semprotan berbasis minyak dan berbahan dasar air harus digunakan di lokasi yang sesuai. semprotan berbasis minyak harus diterapkan di mana air dapat menyebabkan terjadinya korsleting listrik, menyusut kain, atau jamur penyebabnya. semprotan air tersebut harus dapat diterapkan di lokasi-lokasi

dimana minyak dapat menyebabkan kebakaran, kerusakan karet atau aspal, atau bau yang menyenangkan.

- 6) Lama terkena semprotan harus dihindari. Pakaian pelindung harus dipakai selama aplikasi, dan tangan harus dicuci setelah aplikasi pestisida.
- 7) Makanan, peralatan, dan peralatan tidak boleh terkontaminasi dengan pestisida.
- 8) Jika keracunan terjadi, seorang dokter harus disebut. Jika dokter tidak tersedia, sebuah pemadam kebakaran, regu penyelamatan, atau pusat kendali racun harus dihubungi. Jika assistance langsung tidak dapat diperoleh, pengobatan harus mencakup induksi muntah dengan memasukkan jari ke dalam tenggorokan, dengan tindak lanjut dari 2 sendok makan garam Epsom atau susu magnesium dalam air, diikuti oleh satu atau lebih gelas susu dan / atau air. Jika racun tidak berbahaya ini, tidak ada tindakan yang harus diambil sampai dokter datang. Dari keracunan logam berat harus ditangani dengan pemberian satu sendok teh-setengah bikarbonat soda dalam segelas air, 1 sendok makan garam dalam segelas air hangat (Sampai muntah jelas), 2 sendok makan garam Epsom dalam segelas air, dan dua atau lebih gelas air. Jika keracunan strychnine terjadi, mengelola 1 sendok makan garam dalam segelas air dalam waktu 10 menit untuk menginduksi muntah, diikuti dengan 1 sendok teh arang aktif dalam setengah gelas air. Korban kemudian harus diletakkan sendiri dan tetap hangat.

Selain itu untuk meminimalkan kemungkinan kontaminasi, fasilitas makanan harus disimpan jauh dari tempat pestisida disimpan. Pestisida persediaan harus diperiksa secara periodik untuk memverifikasi persediaan dan untuk memeriksa kondisi produk, dilakukan tindakan pencegahan penyimpanan sebagai berikut:

- 1) Pestisida harus disimpan di daerah kering dan pada suhu yang tidak melebihi 35 °C.
- 2) Daerah di mana pestisida harus disimpan terletak jauh dari makanan-penanganan dan area penyimpanan makanan, dan harus dikunci. Senyawa ini harus disimpan secara terpisah dari bahan-bahan berbahaya lainnya, seperti senyawa pembersih, produk minyak bumi, dan bahan kimia lainnya.
- 3) Pestisida tidak boleh dipindahkan dari paket-paket mereka berlabel ke wadah penyimpanan lainnya. Penyimpanan pestisida dalam kemasan makanan kosong dapat menyebabkan keracunan pestisida.
- 4) Pestisida wadah kosong harus ditempatkan dalam wadah plastik ditandai untuk pembuangan limbah berbahaya. Bahkan wadah kosong merupakan potensi bahaya karena bahan beracun sisa mungkin ada. Kertas dan koran dapat dibakar, tetapi kaleng aerosol kosong tidak harus dihancurkan melalui pembakaran.

d. Mencegah kontak produk makanan terhadap pestisida

Program pengendalian kecoak pada industri makanan memerlukan kecermatan yang tinggi agar tidak terjadinya kontaminasi produk makanan baik dengan insektisida yang digunakan selama proses pengendaliannya. (DeSorbo, 2004).

Inspeksi Barang yang Baru Datang

- 1) Melakukan pemeriksaan barang atau bahan baku yang baru datang dengan sesame dan mendalam, termasuk pemeriksaan kendaraan pembawa, pallet dan alat-alat bantu lainnya yang dipergunakan
- 2) Membuat kebijakan yang tegas terhadap barang atau bahan baku yang bermasalah (ditolak atau difumigasi dahulu sebelum masuk ke bagian penerimaan atau gudang penyimpanan).

3. Pengawasan dan Pengendalian Nyamuk

Pengendalian nyamuk Culex dapat dilakukan dengan berbagai cara dan macam. Macam-macam pengendalian nyamuk Culex diantaranya (Muhammad, 2010):

- a. Pengendalian Alami, musim, cuaca panas, dingin, kering, tanah tandus, angin besar, dan curah hujan tinggi. Ketinggian tertentu menyebabkan serangga tidak tahan hidup
- b. Pengendalian Mekanik
- c. Pengendalian ini dilakukan dengan menggunakan alat yang langsung dapat membunuh, menangkap, atau menghalau, menyisir, mengeluarkan serangga dari jaringan tubuh. (Gandahusada, 1998). Cara-cara yang dapat dilakukan antara lain:

1) Pemasangan kasa nyamuk

Kasa nyamuk adalah sebuah alat yang digunakan untuk menghindari nyamuk agar tidak dapat masuk kedalam ruangan atau tempat tertentu. Biasanya pemasangan kasa di pintu dan jendela. Kasa nyamuk terdapat beberapa jenis, diantaranya kasa nyamuk magnetik, yakni kasa nyamuk yang framenya mengandung medan magnet dari Hoze. Kalau kusen jendela atau pintu sudah terbuat dari bahan yang mengandung besi atau baja, kasa magnetik tinggal ditempelkan begitu saja. Tapi, kalau tidak, ada magnet yang bisa ditempelkan di kusen. (Jlien, 2010).

2) Penggunaan raket elektrik

Raket elektrik adalah alat yang berbentuk raket, dan dapat mengandung aliran listrik pada jaring-jaring raket yang terbuat dari logam. Sehingga dapat membunuh nyamuk culex secara langsung (Kuncoro, 2010).

3) Kandang dan Payung perangkap nyamuk

Payung perangkap nyamuk adalah alat yang menyerupai payung dengan atap berupa kain berwarna hitam. Atap payung bagian dalam di beri sirip atau kain yang digantungkan atau dijahit di sela-sela jeruji dengan ukuran 40×40 cm. Kain ini sebagai

tempat untuk hinggap dan bersembunyi bagi nyamuk *Culex* sp. Atap payung dan sirip-siripnya merupakan satu kesatuan bangunan payung yang dapat dilepas dari rangkanya untuk dicelup dengan insektisida (Kuncoro, 2010).

d. Pengendalian Biologi

Keuntungan dari pengendalian secara biologis adalah tidak adanya kontaminasi kimiawi terhadap lingkungan. Beberapa parasit dari golongan nematoda, bakteri, protozoa, jamur dan virus dapat dipakai sebagai pengendalian larva nyamuk. Arthropoda juga dapat dipakai sebagai pengendali nyamuk dewasa. Predator atau pemangsa yang baik untuk pengendalian larva nyamuk terdiri dari beberapa jenis ikan, larva nyamuk yang berukuran lebih besa, larva capung dan crustaceae (Gandahusada, 1998).

Contoh parasit dari golongan nematoda adalah *Ramanomerms* iyangari dan *Ramanomerms* culiciforax, merupakan 2 spesies cacing yang dapat digunakan untuk pengendalian biologik. Nematoda ini dapat menembus badan larva nyamuk, hidup sebagai parasit sampai larva mati, kemudian mencari hospes baru. Bakteri *Bacillus sphaericus* sangat baik digunakan untuk pengendalian larva culex. Selain itu jenis bakteri lain yang diharapkan dapat pula digunakan sebagai pengendali biologik larva nyamuk ialah : *Bacillus pumilus* dan *Clostridium bifermentans* (Gandahusada, 1998).

Dua spesies protozoa yang dapat menjadi parasit larva nyamuk ialah : *Pleistophora* culicis dan *Nosema algarae*. Dari hasil peneltian ternyata jamur *Langenidium giganticum* dan *Coelomyces stegomyiae* baik untuk pengendalian larva nyamuk , sedangkan 2 jenis jamur lainnya yang juga potensial sebagai pengendali larva ialah : *Tolypocladium cylindosporum* dan *Culicinomyces clavisporus*. Kedua jenis jamur ini termasuk kelas Deuteromycetes dan efektif untuk pengendalian larva culex. Sedangkan golongan arthropoda yang bersifat parasit dan dapat membunuh nyamuk dewasa adalah *Arrenurus madarazzi*. (Gandahusada, 1998).

Contoh beberapa jenis ikan pemangsa yang cocok untuk pengendalian nyamuk vektor stadium larva ialah : *Panchax panchax* (ikan kepala timah), *Lebistus retcularis* (*Guppy*=water ceto), *Gambusia affinis* (ikan gabus), *Poecilia reticulate*, *Trichogaster trichopterus*, *Cyprinus carpio*, *Tilapia nilotica*, *Puntious binotatus* dan *Rasbora lateristrata*. Pemangsa lainnya adalah larva *Toxorrhynchites amboinensis*, larva *culex furcanus* (Gandahusada, 1998).

e. Pengendalian Kimia

Pengendalian secara kimia dapat dilakukan dengan insektisida dan larvasida. Insektisida adalah bahan-bahan kimia yang digunakan untuk memberantas serangga. Berdasarkan stadium serangga yang dibunuhnya maka insektisida dibagi menjadi imagosida yang ditujukan kepada serangga serta ovisida yang ditujukan untuk membunuh telurnya . Insektisida ini disebarluaskan dalam berbagai formulasi, baik aerosol, oil spray, konsentrat space spray, dan

pencelupan. Pencelupan kelambu, korden, serta seragam tentara biasanya menggunakan produk berbahan aktif permethrine (Darwanto, 2008).

f. Pengendalian Lingkungan

Pengendalian dilakukan dengan cara mengelola lingkungan (*environmental management*) yaitu memodifikasi atau memanipulasi lingkungan seperti dengan menerapkan 3 M, yaitu menutup, menguras dan menimbun sehingga tidak ada lagi genangan-genangan air air yang dapat mencegah atau membatasi perkembangan vektor nyamuk (Gandahusada, 1998).

1) Modifikasi Lingkungan (*environmental management*)

Cara ini paling aman terhadap lingkungan, karena tidak merusak keseimbangan alam dan tidak mencemari lingkungan, tetapi harus dilakukan terus-menerus.

- a) Pengaturan sistem irigasi.
- b) Penimbunan tempat penampung air dan pembuangan sampah.
- c) Pengeringan air yang menggenang.
- d) Pengubahan hutan jadi pemukiman.
- e) pengaturan system irigasi.
- f) penimbunan tempat-tempat yang dapat menampung air dan tempat pembuangan sampah
- g) pengaliran air yang menggenang menjadi kering.

2) Manipulasi Lingkungan (*environmental manipulation*)

Cara ini berkaitan dengan pembersihan atau pemeliharaan sarana fisik yang telah ada supaya tidak berbentuk tempat-tempat perindukan atau tempat istirahat nyamuk, sebagai contoh misalnya: Culex menyukai air yang kotor seperti genangan air, limbah pembuangan mandi, got (selokan) dan sungai yang penuh sampah terutama pada musim kemarau, nyamuk ini juga dapat menularkan penyakit kaki gajah (filariasis) bancrofti, sehingga kita perlu melancarkan air dalam got yang tersumbat agar tidak menjadi tempat perindukan culex, tidak menggantung baju terutama yang berwarna hitam dikarenakan akan menjadi tempat perindukannya (Gandahusada,1998).

4. Pengendalian Nyamuk Aedes

a. Pengendalian Secara Fisika

Pada pengendalian fisik meliputi pengendalian telur, larva dan pupa yaitu dengan cara mengeringkan rawa, menimbun air yang tergenang, membuat air selokan mengalir dengan lancar. Sedangkan pengawasan dan pengendalian nyamuk dewasa yaitu dengan cara

memasang kasa, mempergunakan kelambu atau memukul dengan alat pemukul. (Azrul Azwar; 1979).

b. Pengendalian Secara Radiasi

Di sini nyamuk dewasa jantan diradiasi dengan bahan radioaktif dengan dosis tertentu sehingga menjadi mandul. Kemudian nyamuk jantan yang telah diradiasi ini dilepaskan ke alam bebas. Meskipun nanti akan berkopulasi dengan nyamuk betina tetapi nyamuk betina tidak akan dapat menghasilkan telur yang fertil. (Soegeng Soegijanto; 2004).

c. Pengendalian Secara Kimiawi

Bahan kimia telah digunakan untuk mengendalikan *Ae. aegypti* sejak mulainya abad ini. Pada kampanye pertama melawan demam kuning di Kuba dan Panama, dalam hubungannya dengan penyebarluasan kampanye kebersihan, habitat larva *Aedes* diatasi minyak dan rumah disemprot dengan pyrethrin.

Saat insektisida DDT ditemukan pada tahun 1940-an, senyawa ini menjadi metode utama untuk program pemusnahan *Ae. aegypti* di Amerika. Saat resisten terhadap DDT terjadi pada awal tahun 1960an, insektisida organofosfat, termasuk fenthion, malathion, fenithrothion, dan temepos, digunakan untuk pengendalian *Ae. aegypti*. (WHO;1999). Lebih lanjut WHO menjelaskan metode terbaru untuk penetalaksanaan insektisida mencakup:

1) Penggunaan larvasida

Larvasida atau kontrol “fokal” dari *aedes aegypti* biasanya terbatas pada wadah yang dipertahankan untuk penggunaan rumah tangga yang tidak dapat dibuang. Tiga larvasida dapat digunakan untuk mengatasi wadah yang menyimpan air minum: 1% bubuk granul temephos, regulator pertumbuhan serangga methoprene dalam bentuk balok, dan BTI (*bacillus thuringiensis* H-14) yang dianggap di bawah pengendalian biologis. Ketiga larvasida ini mempunyai toksisitas mamalia sangat rendah dan penanganan air minum yang tepat aman untuk konsumsi manusia.

2) Pengobatan perifokal

Pengobatan perifokal mencakup penggunaan penyemprot tangan atau dengan listrik untuk menyebarkan bubuk atau bentuk konsentrat emulsi insektisida sebagai semprotan pada habitat larva dan area perifer. Tindakan ini akan merusak keberadaan dan kelanjutan serangan larva dalam wadah air bukan untuk minum, serta membunuh nyamuk dewasa yang sering ada di tempat ini. Metode ini dapat digunakan untuk mengatasi wadah yang disukai oleh *Ae. aegypti*, baik yang menyimpan air atau tidak.

Dinding dalam dan luar dari wadah disemprot sampai tertutup oleh lapisan insektisida; penyemprotan juga diperluas sampai menutupi semua dinding jarak 60 cm

dari wadah. Permukaan air yang dapat diminum dalam wadah juga ditangani demikian. Insektisida yang akhir – akhir ini digunakan dalam tindakan perifokal adalah malathion, fenitrothion, fenthion, dan beberapa pirethroid.

d. Pemberantasan nyamuk secara kimia

1) Penyemprotan ruangan

Dua bentuk penyemprotan ruangan yang secara umum digunakan adalah sebagai berikut:

a) Fogging termal

Fogging termal dihasilkan dengan alat dimana insektisida, biasanya dicampur dalam minyak dengan titik nyala tinggi, disebarkan dengan diinjeksikan ke dalam aliran gas panas kecepatan tinggi. Bila dibuang ke atmosfer, minyak yang membawa pestisida pekat dalam bentuk asap. Malathion, fenithrothion, fenthion, dan beberapa pirethroid digunakan dalam operasi pengasapan termal.

b) Aerosol volume rendah – ultra (ULV)(fogging dingin) dan embun

Aerosol ULV dan embun mencakup pemakaian kuantitas kecil konsentrasi insektisida cair. Pemakaian konsentrasi insektisida kurang dari 4,6 liter per ha biasanya dianggap menjadi pemakaian ULV. Aerosol dan embun dapat digunakan menggunakan mesin portabel, mobil yang dilengkapi dengan generator, helikopter, atau pesawat dengan sayap kaku

2) Dengan abate

Abate yaitu insektisida yang dapat membunuh jentik. Abate akan menempel di dinding wadah air dan bertahan 2-3 bulan. Abate merupakan senyawa fosfat organik yang mengandung gugus phosphorothioate. Bersifat stabil pada pH 8, sehingga tidak mudah larut dalam air dan tidak mudah terhidrolisa.

3) Repelan

Repelan adalah bahan kimia atau obat kimia yang mengganggu kemampuan serangga untuk mengenal bahan kimia atraktan dari hewan atau manusia sehingga mencegah serangga untuk menggigit. Dengan demikian, jika kita menggunakan repelan nyamuk dan nyamuk tidak mau mendekati bukan karena bahan tersebut berbau dan terasa tidak enak untuk nyamuk. Tetapi, karena bahan itu menginduksi proses yang secara halus memblokir fungsi sensori pada nyamuk sasaran. Jika repelan digunakan secara benar maka repelan nyamuk bermanfaat untuk memberikan perlindungan pada individu pemakainya dari gigitan nyamuk dalam jangka waktu tertentu (Mardihsodo, 2003).

d. **Pengendalian Secara Biologis**

Intervensi yang didasarkan pada pengenalan organisme pemangsa, parasit, yang bersaing dengan cara penurunan jumlah *Ae. aegypti* atau *Ae. albopictus* masih menjadi percobaan, dan informasi tentang keampuhannya didasarkan pada hasil operasi lapangan yang berskala kecil. Ikan pemangsa larva dan biosida *Bacillus thuringiensis* H-14 (BTI) adalah dua organisme yang paling sering digunakan.

5. Pengendalian Nyamuk Anopheles

Malaria dapat dicegah hanya dengan menurunkan kontak dengan nyamuk terinfeksi melalui pemakaian kelambu dan pembasmi serangga yang tepat dan menggunakan obat secara profilaktik terhadap stadium eritrositik. Chloroquine (300 mg basa peroral sekali seminggu untuk orang dewasa) digunakan di daerah dimana malaria masih sensitif terhadap obat ini. Terapi ini harus dimulai satu minggu sebelum memasuki daerah endemik dan harus dilanjutkan selama tinggal dan selama sekurangnya enam minggu setelah meninggalkan daerah endemik. (LouisF. Rose dan Donaid Kaye, 1997)

Di daerah dimana terjadi resistensi terhadap chloroquine 1 tablet mengandung pyrimethamine dan sulfadoxine digunakan dengan cara yang serupa satu kali perminggu, bersama dengan chloroquin atau doxycycline sekali sehari jika pasien kembali dari daerah endemic mengalami infeksi parah dengan vivax atau ovale, mereka harus diberikan primaquine selama 2 minggu (15 mg basa setiap hari peroral) untuk mencegah relaps malaria. Sekarang, tidak ada vaksin yang tersedia untuk mencegah malaria. Pengendalian malaria di dalam masyarakat terutama tergantung pada pengendalian vektor serangga dengan menghilangkan genangan air tempat serangga berkembang biak dan dengan menggunakan insektisida. (LouisF. Rose dan Donaid Kaye, 1997), pengendalian vektor nyamuk Anopheles bertujuan untuk: mengurangi atau menekan populasi vector nyamuk Anopheles serendah-rendahnya sehingga tidak berarti lagi sebagai penular penyakit dan menghindarkan terjadinya kontak antara vector nyamuk Anopheles dengan manusia (Gandahusada, 1998).

Bentuk-bentuk pengendalian vektor nyamuk Anopheles yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut :

a. **Pengendalian Kimia**

Untuk pengendalian ini digunakan bahan kimia yang berkhasiat membunuh vektor nyamuk Anopheles atau hanya untuk menghalaunya saja. Kebaikan cara pengendalian ini adalah dapat dilakukan dengan segera, meliputi daerah yang luas sehingga dapat menekan jumlah populasi vektor nyamuk Anopheles dalam waktu yang singkat. Keburukannya karena cara pengendalian ini hanya bersifat sementara, dapat menimbulkan pencemaran lingkungan, kemungkinan timbulnya resistensi vektor nyamuk Anopheles terhadap

insektisida dan mengakibatkan matinya beberapa pemangsa (Gandahusada, 1998). Contoh tindakannya :

- 1) Menggunakan obat nyamuk bakar, Sering digunakan karena biayanya relatif murah. Obat nyamuk tersebut dibakar pada ujungnya dan menghasilkan asap yang memiliki aroma yang tidak disukai nyamuk yang dapat mengusir nyamuk untuk beberapa saat atau membunuh nyamuk tersebut. Namun, pemakaian obatnyamuk dapat merugikan kesehatan karena dapat mengganggu proses pernafasan manusia itu sendiri.
- 2) Menggunakan obat semprot nyamuk, biasanya dengan penggunaan insektisida yang disemprotkan pada dinding. Insektisida yang dipakai yaitu dari DDT (dibuat oleh Zeidler di Jerman tahun 1874) oleh Muller dan Weisman di Swiss. Namun ada penemuan insektisida yang sudah disintesis seperti HCH, dieldrin, Chlordane, dan lain-lain (Putu, 2004).
- 3) Menggunakan alat elektrik, lebih ekonomis dan tidak mengganggu pernafasan karena tidak menghasilkan asap yang dapat mengusir dan membunuh nyamuk.

b. Pengendalian Biologi

Dengan memperbanyak pemangsa dan parasit sebagai musuh alami bagi vector nyamuk Anopheles, dapat dilakukan pengendalian vector nyamuk Anopheles yang menjadi vector atau hospes perantara. Beberapa parasit dari golongan nematoda, bakteri, protozoa, jamur dan virus dapat dipakai sebagai pengendali larva. Arthropoda juga dapat dipakai sebagai pengendali nyamuk dewasa. Predator atau pemangsa yang baik untuk pengendalian larva nyamuk antara lain adalah beberapa jenis ikan (Gandahusada, 1998).

c. Mengurangi kontak gigitan nyamuk

Hal ini bertujuan untuk mencegah vektor anopheles agar tidak menggigit host (manusia) sehingga agen (plasmodium) yang dibawa vektor tidak dapat masuk dalam tubuh host (manusia). Berikut contoh tindakan yang dapat dilakukan : (Depkes RI, 2003)

- 1) Penggunaan kasa pada ventilasi
Ventilasi dilapisi kain kasa tipis sehingga tidak ada ruang masuk bagi nyamuk. Jadi tidak ada kesempatan bagi nyamuk untuk menggigit dan memindahkan plasmodium ke dalam tubuh host.
- 2) Memakai lotion anti nyamuk
Mengoleskan zat anti nyamuk yang biasanya terbuat dari tumbuhan seperti lavender, kulit jeruk, serai dan daun zodia yang aromanya tidak disukai nyamuk sehingga lotion anti nyamuk memberi perlindungan atau barrier kulit dari gigitan nyamuk.

- 3) Pembersihan tanaman air dan semak belukar.
 - 4) Pengendalian Menggunakan tanaman herbal pengusir nyamuk
- d. Perubahan lingkungan (*Environmental Modivication*)
- Merubah bentuk lingkungan (adanya sesuatu yang baru) yang dapat diterapkan sehingga dapat merubah kondisi lingkungan aslinya. Hal ini bertujuan untuk mencegah nyamuk tumbuh dan berkembang biak karena lingkungan berbiak nyamuk sudah tidak sesuai dengan standart untuk kelangsungan hidupnya. Sebagai contoh; penggunaan AC pada ruangan, pengeringan berkala suatu sistem irigasi dan memelihara ikan pemangsa jentik (ikan kepala timah) pada kolam atau sawah atau rawa.
- e. Manipulasi Lingkungan (*Environment Manipulation*)
- Memanipulasi lingkungan tetapi tidak merubah bentuk lingkungan sehingga dapat merubah kondisi lingkungan aslinya. Hal ini bertujuan untuk memcegah nyamuk tumbuh dan berkembang biak.
- f. Sterilisasi nyamuk
- Manipulasi genetik yang dilakukan terhadap nyamuk sehingga nyamuk tersebut menjadi mandul (infertil). Dengan cara radiasi, yakni menyinari nyamuk dengan sinar berenergi tinggi yang dapat merubah komposisi dan susunan gennya. Biasanya dilakukan dilaboratorium dan caranya relatif sulit.

Latihan

Untuk dapat memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah Latihan berikut!

- 1) Jelaskan dengan ringkas jenis lalat, kecoa, dan nyamuk sesuai dengan ciri-cirinya?
- 2) Jelaskan dengan ringkas penyakit yang dapat ditularkan oleh lalat, kecoa, dan nyamuk?
- 3) Jelaskan (Rauf R, 2013) dengan ringkas Pengawasan atau pengendalian lalat, kecoa, dan nyamuk di industri?

Ringkasan

Berdasarkan uraian dan penjelasan tentang enam prinsip hygiene dan sanitasi makanan, dapat diringkas sebagai berikut:

Pengawasan ini ditujukan terutama untuk serangga dan binatang pengerat yang menularkan penyakit. Dalam keadaan bencana walaupun tidak merupakan prioritas utama seperti halnya upaya menyediakan air bersih dan makanan, pengendalian atau pengawasan vektor pengganggu tetap harus dijalankan agar tidak menambah masalah kesehatan lingkungan di industry (Rachmadhi, 2013). Ditujukan pada telur, dengan menghilangkan tempat berkembang-biaknya lalat seperti gundukan sampah

Merubah bentuk lingkungan (adanya sesuatu yang baru) yang dapat diterapkan sehingga dapat merubah kondisi lingkungan aslinya. Hal ini bertujuan untuk memcegah nyamuk tumbuh dan berkembang biak karena lingkungan berbiak nyamuk sudah tidak sesuai dengan standart untuk kelangsungan hidupnya.

Kecoa dikontrol dengan mengurangi tempat-tempat yang optimal untuk perkembangbiakan kecoa dengan memberikan suhu 5°C . Penggunaan bahan kimia kadang-kadang ditambah dengan insektisida nonresidual pyrethrin berbasis memaksa serangga dari daerah tersembunyi ke wilayahterbuka, di mana kontak diperbaiki dengan insektisida dapat terjadi. Senyawa lainnya, seperti diazinon microencapsulated flowable, tersedia untuk pengontrolan kecoa dan serangga lain didaerah retak, atau celah tapi tidak untuk aplikasi di daerah penanganan makanan.

Tes 1

Pilihlah salah satu jawaban yang paling benar!

- 1) Apa yang dimaksud dengan peranan lalat dalam menimbulkan penyakit yang bersifat mekanis....
 - A. Tercemarnya bahan makanan oleh bibit penyakit yang kebetulan menempel pada kaki, tubuh lalat ketika hinggap pada sampah dan kotoran.
 - B. Tercemarnya bahan makanan oleh bibit penyakit melalui bentuk tubuhnya.
 - C. Tercemarnya bahan makanan oleh bibit penyakit melalui cara makan lalat.
 - D. Tercemarnya makanan atau persiapan bahan makanan oleh banyaknya lalat yang hinggap.
 - E. Tercemarnya makanan diakibat oleh tingginya angka kepadatan lalat tersebut.

- 2) Program pengendalian hama (lalat dan kecoa) pada industri makanan memerlukan kecermatan yang tinggi, karena
- A. Supaya hama (lalat dan kecoa) rentan terhadap proses pengendalian
 - B. Agar dosis yang diberikan sesuai
 - C. Agar hama tersebut sukar untuk kembali
 - D. Agar tidak terjadi kontaminasi produk makanan baik dengan hama atau dengan insektisida yang digunakan selama proses pengendalian hama
 - E. Supaya hama tidak mengganggu kawasan industri tersebut
- 3) Bagaimana cara mendeteksi keberadaan kecoa pada kawasan industri ?
- A. Kecoa biasa berada pada lokasi dimana pada industri tersebut sedang memproses atau mengolah makanan, serta tumpukan sampah
 - B. Kecoa berkeliaran pada pagi hari dan pada ruangan terbuka
 - C. Perhatikan pada siang hari
 - D. Deteksi pada dinding-dinding bangunan industri
 - E. Biasanya berada pada ruangan yang bersuhu dingin
- 4) Mengapa perlu adanya pengawasan nyamuk di industri....
- A. Karena merusak hasil industri
 - B. Karena tuntutan dari industri
 - C. Karena nyamuk merupakan salah satu binatang yang menularkan berbagai macam penyakit
 - D. Karena nyamuk menyebabkan kebisingan
 - E. Karena nyamuk harus dilestarikan
- 5) Berikut ini manakah cara yang tepat untuk mengendalikan nyamuk di industri....
- A. Menghidupkan kipas dengan kencang
 - B. Membiarkan air tergenang di industri
 - C. Pemasangan kelambu
 - D. Melakukan *fogging* di daerah industri yang rawan dengan api
 - E. Pemasangan kawat kasa pada ventilasi industri

Topik 2

Pengawasan Tikus di Industri

A. KEBERADAAN TIKUS DI INDUSTRI

Tikus disebut juga hewan pengerat atau rodentia. Di industri tikus sering dijumpai gedung-gedung perkantoran atau ruang administrasi yang kurang dijaga kebersihannya. Di ruang perkantoran dapat kita jumpai di plafon atau diriol sekitar perkantoran. Demikian juga di bagian produksi perusahaan atau industri, apabila kebersihan di bagian produksi kurang saniter, biasanya tikus sering dijumpai, misalnya di tempat tumpukan sampah atau riol-riol bagian produksi.

Tikus atau Rodent adalah hewan pengerat yang memiliki banyak jenis, yaitu ada *aquatic rodent* (*rodent* yang hidup di air), *leaping rodent* (*rodent* yang biasanya hidup di rumput atau padang pasir), *tunneling rodent* (*rodent* yang hidup di terowongan) dan *tree-dwelling rodent* (*rodent* yang hidup terutama di pohon).

Berdasarkan sudut ilmu kesehatan lingkungan, keempat jenis rodent tersebut perlu mendapatkan pengawasan yang seksama baik di permukiman masyarakat maupun di perindustrian. Namun, pengawasan rodentia mengenal prioritas sehingga yang paling perlu untuk dilakukan pengawasan adalah golongan tunneling rodent. Hal tersebut dikarenakan, hewan pengerat golongan ini senang hidup di lingkungan pemukiman manusia dan lingkungan perindustrian (Yudhastuti, 2011:11).

Salah satu golongan *tunneling rodent* adalah tikus. Tikus merupakan hewan liar dari golongan mamalia dan dikenal sebagai hewan pengganggu dalam kehidupan manusia. Hewan pengerat dan pemakan segala jenis makanan (omnivora) ini sering menimbulkan kerusakan dan kerugian dalam kehidupan manusia antara lain dalam bidang pertanian, perkebunan, permukiman dan kesehatan serta di perindustrian. Tikus sudah mampu beradaptasi dengan baik serta menggantungkan dirinya pada kehidupan manusia dalam hal pakan dan tempat tinggal. Selain itu, tikus dapat membahayakan manusia karena mampu menularkan penyakit pada manusia.

1. Jenis-jenis Tikus

a. Tikus Rumah (*Rattus tanezumi*)

Tikus ini mempunyai panjang ujung kepala sampai ujung ekor 220-370 mm, ekor 101-180 mm, kaki belakang 20-39 mm, ukuran telinga 13-23 mm, sedangkan rumus mammae $2+3=10$. Warna rambut badan atas coklat tua dan rambut badan bawah (perut) coklat tua

kelabu. Yang termasuk dalam jenis tikus rumah (*rattus rattus*) yaitu tikus atap (*roof rat*), tikus kapal (*ship rat*), dan *black rat*. Jika dilihat dari jarak kedekatan hubungan antara aktifitas tikus dengan manusia, tikus rumah merupakan jenis domestik, yaitu aktifitas dilakukan di dalam rumah manusia atau disebut juga tikus komensal (*comensal rodent*) atau *synanthropic*.

Tikus rumah merupakan binatang arboreal dan pemanjat ulung. Kemampuan memanjat tembok kasar dan turun dengan kepala dibawab sangat lihai, dan hilang jatuh dari ketinggian 5,5 meter tidak akan menimbulkan luka yang berarti bagi tikus. Makanan yang dibutuhkan seekor tikus dalam sehari sebanyak 10- 15% dari berat badannya. Perilaku makan tikus dengan memegang makanan dengan kedua kaki depan, dan kebiasaan mencicipi makanan untuk menunggu reaksi makanan tersebut dalam perutnya. Hal ini perlu diperhatikan apabila kita memberantas tikus dengan racun. Tikus mempunyai kebiasaan mencari makan dua kali sehari yaitu pada 1-2 jam setelah matahari tenggelam dan pada 1-2 jam sebelum fajar.

Dalam tubuh tikus, terdapat beberapa hewan lain (parasit) yang ada di dalam tubuh (endoparasit) dan diluar atau menempel di tubuh (ektoparasit) yang merupakan penular atau penyebab banyak sekali jenis penyakit. Endoparasit tikus antara lain cacing, virus, jamur, protozoa, bakteri, dan rickettsia yang mempunyai tempat hidup di hati dan ginjal tikus. Sedangkan ektoparasit tikus meliputi: pinjal (fleas) : *Xenopsylla cheopsis*, *Stivalus cognatus*; kutu (lice) : *Polyp/ax spinulosa*, *Hoplopleura pasifica*; larva tungau (chigger) ; tungau (mite); dan caplak (ticks).

b. Tikus Got (*Rattus norvegicus*)

Tikus got ini mempunyai panjang ujung kepala sampai ekor 300-400 mm, panjang ekornya 170-230 mm, kaki belakang 42-47 mm, telinga 18-22 mm dan mempunyai rumus mammae 3+3=12. Warna rambut bagian atas coklat kelabu, rambut bagian perut kelabu. Tikus ini banyak dijumpai diseluruh air atau *roil* atau got di daerah kota dan pasar.

c. Tikus Ladang (*Rattus exulans*)

Tikus ladang mempunyai panjang ujung kepala sampai ekor 139-365 mm, panjang ekor 108-147 mm, kaki belakang 24-35 mm dan ukuran telinga 11-28 mm dan mempunyai rumus mammae 2+2=8. Warna rambut badan atas coklat kelabu rambut bagian perut putih kelabu. Jenis tikus ini banyak terdapat di semak-semak dan kebun atau ladang sayur-sayuran dan pinggiran hutan dan kadang-kadang masuk ke rumah.

d. Tikus Sawah (*Rattus Argentiveter*)

Tikus sawah (*Rattus rattus argentiventer*) merupakan hama yang dapat menimbulkan kerugian bagi tanaman pertanian, yang dapat menyerang tanaman padi, jagung, kedelai, kacang tanah dan ubi-ubian. *R. rattus argentiventer* (tikus sawah) adalah merupakan binatang

pengerat. Tanda karakteristik binatang pengerat ditentukan dari giginya. Gigi seri berkembang sepasang dan membengkok, permukaan gigi seperti pahat. Selain itu terdapat diastema (bagian lebar tidak bergigi yang memisahkan gigi seri dengan geraham), serta tidak mempunyai taring. Gigi lainnya berada di bagian pipi terdiri dari 1 geraham awal (*premolar*) dan 3 geraham atau hanya 3 geraham (Anonim, 1989).

e. Tikus Wirok (*Bandicota indica*)

Panjang dari tikus wirok ini dari ujung kepala sampai ekor 400-580 mm, panjang ekornya 160-315 mm, kaki belakang 47-53 mm, telinga 29-32 mm seangkan rumus mammae $3+3=12$. Warna rambut badan atas dan rambut bagian perut coklat hitam, rambutnya agak jarang dan rambut di pangkal ekor kaku seperti ijuk, jenis tikus ini banyak dijumpai di daerah berawa, padang alang-alang dan kadang-kadang di kebun sekitar rumah.

f. Mencit (*Mus musculus*)

Mencit adalah binatang asli Asia, India, dan Eropa Barat. Mencit (*Mus musculus*) adalah anggota Muridae (tikus-tikusan) yang berukuran kecil. Mencit mudah dijumpai di rumah-rumah dan dikenal sebagai hewan pengganggu karena kebiasaannya menggigiti mebel dan barang-barang kecil lainnya, serta bersarang di sudut-sudut lemari. Mencit percobaan (laboratorium) dikembangkan dari mencit, melalui proses seleksi. Sekarang mencit juga dikembangkan sebagai hewan peliharaan.

2. Makanan Tikus

Tikus merupakan hewan yang mempunyai preferensi makanan yang banyak, baik yang berasal dari tumbuhan maupun dari hewan. Walaupun demikian biji-bijian seperti gabah, beras dan jagung tampaknya lebih disukai daripada yang lain. Seekor tikus dapat merusak 283 bibit padi per hari atau 103 batang padi bunting per hari. Setelah itu, tikus juga menyukai umbi-umbian seperti ubi jalar dan ubi kayu. Makanan yang berasal dari hewan terutama adalah serangga dan hewan-hewan kecil lainnya. Makanan dari hewan ini merupakan sumber untuk pertumbuhan dan untuk memperbaiki bagian-bagian tubuh yang rusak, sedangkan makanan yang berasal dari tumbuhan dimanfaatkan sebagai sumber tenaga.

Hasil penelitian di laboratorium menunjukkan bahwa kebutuhan makanan seekor tikus setiap hari kira-kira 10% dari bobot tubuhnya, tergantung dari kandungan air dan gizi dalam makanannya. Tikus merupakan hewan yang aktif pada malam hari sehingga sebagian besar aktivitas makannya dilakukan pada malam hari. Tikus memiliki sifat “neo-fobia”, yaitu takut atau mudah curiga terhadap benda-benda yang baru ditemuinya. Dengan adanya sifat tikus yang demikian, maka makanan akan dimakan adalah makanan yang sudah biasa ditemui. Dia akan mencicipi dulu makanan yang baru ditemuinya.

Hal ini dapat mempengaruhi keberhasilan pengendalian secara kimia dengan menggunakan umpan beracun, sehingga harus diusahakan agar umpan yang digunakan adalah umpan yang disukai oleh tikus dan tempat umpanyang digunakan adalah benda-benda alami yang banyak terdapat di alam. Dan bila makanan yang dimakan tersebut membuat keracunan dengan cepat maka dia akan mengeluarkan suara kesakitan dan tanda bahaya kepada teman-temannya. Maka dari itu untuk penggunaan pestida kimia sebaiknya digunakan pestisida yang membunuh secara perlahan, dimana tikus tersebut akan mati dalam beberapa hari, sehingga tikus tersebut tidak merasa kapok dan tidak akan tahu kalau makanan yang dimakannya ternyata beracun.

Dalam mencari makanan, tikus selalu pergi dan kembali melalui jalan yang sama, sehingga lama-lama terbentuk jalan tikus. Hal ini disebabkan tikus akan merasa aman untuk melewati jalan yang sama, daripada setiap saat harus membuat jalan baru. Jalan yang sama dapat ditandai dengan gesekan benda-benda di sekitar jalan tersebut dengan misainya, dan juga karena adanya air seni yang dikeluarkan pada jalan tersebut yang dapat diciumnya.

3. Indera Pada Tikus

a. Indera Penglihatan Tikus

Dilihat dari pengelihatannya menurut para ahli konon tikus ternyata tikus mempunyai pengelihatannya yang jelek, yaitu ternyata tikus adalah hewan yang buta warna, artinya ia hanya dapat melihat benda-benda berwarna hitam dan putih. Akan tetapi, tikus tampaknya tertarik pada warna-warna hijau, kuning dan hitam. Warna hijau dan kuning diduga merupakan warna daun dan malai tanaman padi yang merupakan makanan utamanya di lapang. Sedangkan warna hitam merupakan warna gelap yang terlihat pada malam hari. Kemampuan tikus dalam melihat benda-benda yang ada di depannya dapat mencapai 10 meter.

b. Indera Penciuman Tikus

Organ penciuman tikus sangat baik, terutama untuk mencium bau makanannya. Tikus jantan dapat mencium bau tikus betina yang sedang birahi untuk dikawininya. Tikus betina dapat mencium bau anaknya yang keluar dari sarang berdasarkan air seni yang dikeluarkan oleh anaknya.

c. Indera Pendengaran Tikus

Pendengaran tikus sangat baik. Tikus dapat mendengar suara-suara dengan frekuensi tinggi, yang tidak dapat didengar oleh manusia. Berdasarkan suara-suara yang dikeluarkan oleh tikus, dapat dibagi menjadi beberapa suara, yaitu :

- 1) Suara-suara pada saat akan melakukan perkawinan
- 2) Suara-suara menandakan adanya bahaya

- 3) Suara-suara pada saat menemukan makanan
- 4) Suara-suara pada saat tikus mengalami kesakitan

4. Sarang Tikus

Sarang yang dibuat biasanya mempunyai lebih dari satu pintu, pintu utama untuk jalan keluar dan masuk setiap hari, pintu darurat yang digunakan dalam keadaan yang membahayakan, misalnya pada saat dikerjar oleh predator ataupun pada saat dilakukan gropyokan, dan pintu yang menuju ke sumber air sebagai minumannya. Pintu darurat ini disamarkan dengan cara ditutupi dengan daun-daunan. Selain itu, sarang tikus juga terdiri dari lorong yang berkelok-kelok; semakin banyak anggota keluarga tikus, semakin panjang lorong yang dib Sarang tikus juga dilengkapi dengan ruangan atau kamar yang difungsikan untuk beranak dan kamar sebagai gudang tempat meyimpan bahan makanan.

5. Tanda-tanda Keberadaan Tikus

Untuk mengetahui ada tidaknya tikus pada suatu tempat dan mencegah kemungkinan bahaya dari makanan yang tercemar oleh tikus adalah sebagai berikut (Irawan Prastomo:2015) :

a. *Dropping*

Adanya kotoran tikus yang ditemukan di tempat atau ruangan yang diperiksa. Tinja tikus mudah dikenal dari bentuk dan warna yang khas, tanpa disertai bau yang mencolok, tinja tikus yang masih baru lebih terang dan mengkilap serta lebih lembut (agak lunak), makin lama maka tinja akan semakin keras.

b. *Run ways*

Jalan yang biasa dilalui tikus dari waktu ke waktu disuatu tempat disebut *run ways*. Tikus mempunyai kebiasaan melalui jalan yang sama, bila melalui lubang diantara eternit rumah, maka jalan yang dilaluinya lambat laun menjadi hitam.

c. *Grawing*

Grawing merupakan bekas gigitan yang dapat ditemukan, tikus dalam aktivitasnya akan melakukan gigitan baik untuk makan maupun membuat jalan misalnya lubang dinding.

d. *Borrow*

Borrow adalah lubang yang terdapat pada sekitar beradanya tikus seperti dinding, lantai, perabotan dan lain-lain.

- g. Bau
Tikus akan mengeluarkan bau yang disebabkan oleh tubuh tikus atau urinnya.
- h. Tikus hidup
Tikus hidup akan berkeliaran walaupun hanya sebentar.
- i. Ditemukannya Bangka tikus baru atau lama di tempat yang diamati.

B. PENYAKIT YANG DISEBABKAN OLEH TIKUS

Tikus berperan sebagai tuan rumah perantara untuk beberpa jenis penyakit yang dikenal Rodent Borne Disease. Penyakit-penyakit yang tergolong *Rodent Borne Disease* adalah :

1. Pes atau sampar atau plague atau la peste merupakan penyakit zoonosis yang timbul pada hewan pengerat dan dapat ditularkan pada manusia. Penyakit tikus ini menular dan dapat mewabah. Gejalanya antara lain adalah demam tinggi tanpa sebab, timbulnya bubo pada femoral, inguinal dan ketiak juga sesak dan batuk.
2. Salmonellisis yang merupakan penyakit yang disebabkan bakteri salmonella yang dapat menginfeksi hewan dan juga manusia. Tikus yang terinfeksi bakteri ini akan dapat menyebabkan kematian pada manusia dan salmonellisis dapat tersebar dengan melalui kontaminasi feses. Gejalanya antara lain adalah gastroenteritis, diare, mual, muntah dan juga demam yang diikuti oleh dehidrasi.
3. Leptospirosis merupakan infeksi akut disebabkan oleh bakteri leptospira yang menyerang mamalia. Ini dapat menyerang siapapun yang memiliki kontak dengan berbagai benda maupun hewan lain yang mengalami infeksi leptospirosis. Gejalanya antara lain adalah sakit kepala, bercak merah di kulit, gejala demam dan juga nyeri otot.
4. Murine typhus adalah penyakit yang disebabkan oleh Rickettsian typhi atau R. mooseri yang dapat ditularkan melalui gigitan pinjal tikus. Gejalanya antara lain adalah kedinginan, sakit kepala, demam, prostration dan nyeri di seluruh tubuh. Ada juga bintil-bintil merah yang timbul di hari kelima hingga keenam.
5. Rabies merupakan penyakit yang menyerang sistem saraf pusat dan memiliki gejala khas yaitu penderita jadi takut terhadap air dan karena inilah rabies juga sering disebut hidrofovia. Tikus menyebarkan penyakit ini melalui gigitan. Gejala awal dari rabies tidaklah jelas, umumnya pasien merasa gelisah dan tidak nyaman. Gejala lanjut yang dapat diidentifikasi antara lain adalah rasa gatal di area sekitar luka, panas dan juga nyeri yang lalu bisa saja diikuti dengan sakit kepala, kesulitan menelan, demam dan juga kejang.

6. Rat-Bit Fever atau demam gigitan tikus disebabkan oleh gigitan tikus dan biasanya dialami anak-anak di bawah 12 tahun dan penyakit ini memiliki masa inkubasi selama 1 hingga 22 hari. Gejala yang ditimbulkan antara lain adalah sakit kepala, muntah, kedinginan dan demam. Bakteri di dalam gigitan tikus merupakan penyebab dari penyakit tikus ini.

C. PENGENDALIAN TIKUS

Menurut Aria Gusti Darusin:2015 pengendalian tikus dapat dilakukan dengan cara:

1. Pengendalian Non Kimiawi

Upaya pengendalian vektor dan tikus secara non kimia atau tanpa menggunakan bahan kimia, sangat dianjurkan karena dapat mengurangi risiko baik terhadap tenaga kerjanya maupun terhadap produk yang dihasilkan di sebuah industri.

Beberapa upaya yang dapat dilakukan adalah:

- a. Perbaikan sanitasi adalah satu dari beberapa bagian penting dalam pengendalian vektor atau hama yaitu dengan sanitasi gudang yang baik. Sanitasi berguna untuk mengurangi ketersediaan makanan bagi hama dan juga membersihkan debu dimana keduanya dapat meningkatkan kelembaban yang dapat merusak komoditas dan juga disukai serangga hama. Kegiatan sanitasi juga meningkatkan efektivitas aplikasi insektisida, karena sanitasi yang jelek akan menyerap insektisida melalui debu dan serbuk bijian sehingga tidak tersedia untuk hama.
- b. *Pest exclusion*, suatu usaha untuk menghalangi berbagai jalan masuk untuk serangga hama ke dalam gudang. Kegiatan ini meliputi pemasangan kawat kasa, memperbaiki tembok dan lantai yang rusak yang dapat dijadikan tempat persembunyian oleh serangga hama, pemasangan tirai udara dan plastic strip door.
- c. Trapping dan biomonitoring. Pemasangan insect light trap, sticky trap, dan pheromone trap. Kedua metode tersebut selain efektif sebagai alat monitor juga efektif sebagai alat pengendalian.
- d. Pengaturan suhu yaitu suhu tinggi dan rendah terutama untuk produk dalam kemasan. Pengaturan suhu ini hanya efektif pada skala kecil atau skala menengah pada kemasan karung.
- e. Modified atmosphere yaitu merubah lingkungan serangga hama misalnya dengan menggantikan oksigen dengan CO₂ atau nitrogen yang toksis terhadap serangga.

2. Pengendalian Secara Kimiawi

- a. Fumigasi adalah perlakuan dengan cara memberikan insektisida aktif berbentuk gas pada ruang tertutup. Fumigant bisa dalam bentuk padatan seperti metal phosphide

yang bila bereaksi dengan uap air akan menghasilkan gas aktif phosphide atau dalam bentuk gas cair seperti metyl bromide.

- b. Residual treatment yaitu aplikasi insektisida yang dapat bertahan lebih dari 1 jam dan biasanya diaplikasikan pada permukaan
- c. Non-residual treatment yaitu aplikasi insektisida yang tidak meninggalkan residu dalam ruangan. Aplikasi non residu pada industri makanan dapat dilakukan dengan space spray dengan thermal fogging dan atau *cold fogging* serta semprot langsung pada serangga sasaran.

3. Pencegahan Secara Fisik Dan Mekanis

- a. Secara fisik dilakukan dengan eksklusi atau struktur kedap tikus untuk mencegah tikus dapat masuk ke dalam bangunan antara lain dengan menutup semua akses keluar-masuk tikus (celah, lubang) pada bangunan, mengeliminasi sarang atau tempat persembunyian tikus serta memangkas ranting pohon yang menjulur kebagunan, tidak membuat taman terlalu dekat dengan struktur bangunan.
- b. Sedangkan secara mekanik dilakukan dengan membuat pelindung (Proofing) sehingga tikus tidak dapat masuk ke dalam rumah, ruangan dan tempat penyimpanan contohnya dengan memasang plat besi pada pohon. Pengendalian secara mekanis lainnya juga dapat dilakukan antara lain dengan menggunakan perangkat antara lain perangkat lem, perangkat jepit, perangkat massal dan perangkat elektrik. Perangkat merupakan cara yang paling disukai untuk membunuh atau menangkap tikus pada keadaan dimana tikus yang mati disebarkan tempat sulit dijangkau dan dapat menimbulkan bau yang tidak sedap serta sulit.
- c. Perangkat
Perangkat Lem Tahapan Pemasangan disesuaikan dengan kondisi kerja:
 - 1) Gunakan kertas ber perekat yang tersimpan dalam kotak seng untuk lokasi kerja yang terdapat pengolahan makanan, sediaan farmasi atau area sensitif lainnya.
 - 2) Tempatkan pada lokasi tertentu dekat dinding atau tanda lalu-lintas tikus banyak terdapat masing-masing berjarak 10 – 25 meter dengan lubang pintu sejajar dengan dinding.
 - 3) Tempelkan sticker petunjuk dan kartu cek list di atas perangkat lem.
 - 4) Lakukan pencatatan jumlah tikus yang tertangkap untuk setiap periode.
- d. Perangkat Tikus Elektrik (*Rat Zapper*) Tahapan Pemasangan:
 - 1) Pemasangan perangkat tikus elektrik dilakukan untuk "*Food area*" yaitu lokasi yang berdekatan dengan makanan atau ruang produksi, gudang makanan atau area sensitif lainnya.

- 2) Penggunaan peralatan tersebut dipergunakan untuk kasus khusus apabila telah digunakan jenis perangkat yang lain dan tidak efektif.
- 3) Perangkat tikus elektrik tersebut menggunakan energi listrik dari baterai dengan dilengkapi tombol *on/off*.
- 4) Pada saat pemasangan perangkat elektrik tersebut kondisi tombol “on”
- 5) Tempelkan sticker petunjuk di atas perangkat elektrik.
- 6) Lakukan pemeriksaan setiap hari oleh teknisi atau minta bantuan pemilik atau penanggungjawab lokasi, bunuh tikus yang terperangkap dan bersihkan perangkat dengan air panas serta ganti umpan tanpa racun bila perlu untuk siap dipasang kembali.

D. KERUGIAN YANG DITIMBULKAN TIKUS

Menurut Anonim 1989 Tikus dapat menimbulkan permasalahan dalam kehidupan manusia baik langsung maupun tidak langsung. Tikus dapat menimbulkan berbagai gangguan dan kerugian, antara lain adalah :

1. Menimbulkan kerugian ekonomi karena tikus memakan bahan-bahan makanan yang dihasilkan manusia.
2. Menimbulkan kerusakan pada perabot rumah tangga dan juga kerusakan pada bangunan atau gudang penyimpanan bahan makanan.
3. Dibiidang kesehatan tikus-tikus tersebut berperan sebagai tuan rumah perantara untuk beberapa jenis penyakit yang dikenal sebagai Rodent – borne diseases, adalah Penyakit *Pes (Plague)*, *Leptospirosis*, *Scrub typhus*, *Murine typhus*, dan *Rat bite fever*.

E. TEKNIK PENGAWASAN TIKUS DI INDUSTRI

1. Dengan Melihat Tanda-Tanda Keberadaan tikus

Untuk melakukan pengawasan tikus di lingkungan industri, ada beberapa factor yang harus diketahui tentang tanda-tanda kehidupan tikus tersebut. Menurut Assimina,2008;kute,2007 tanda-tanda yang dapat diamati untuk mengetahui keberadaan/kehidupan tikus, antara lain :

- a. Bekas gigitan atau gerogotan tikus
Tikus yang sering menggerogoti sesuatu, gig depannya dengan cepat menjadi pendek. Untuk mendapatkan makanan, tikus menggerogoti pintu, kotak, tas, dan tempat penyimpanan lainnya.

- b. Liang
Tikus norwegia lebih suka bersarang dibawah tanah.Liangnya sering terdapat disepanjang pagar, dekat pondasi bangunan, disekitar tempat penyimpanan padi, dan dibawah lempengan beton atau tembok.
- c. Kotoran atau feses tikus
Kotoran tikus akan tertinggal disepanjang tempat yang didatanginya, misalnya, ditempat penyimpanan makanan dan air atau pelabuhan.
- d. Jalan yang dilalui tikus
Tikus mengikuti alur khusus sepanjang waktu selama pperjalanannya dalam liang atau sarang menuju ketempat penyimpanan makanan dan air
- e. Jejak kaki dan ekor
Jejak tikus sering terlihat pada lumpur dan pada beberapa produk makanan seperti tepung.
- f. Tanda- tanda geroggotan
Tikus loteng umumnya memanjat bagian belakang dan dasar dari bangunan dan berjalan disepanjang palang kayu.
- g. Kumpulan tanda
Bau tikus, warna urine, tempat hidup tikus, atau bangkai tikus yang mati disarangnya dan ditempat penyimpanan makanan dapaat dijumpai pada pengamatan dari perjalanan investasi tikus.

2. Pengendalian tikus (*Rodent Control*) di Industri

(Menurut Mukono 2000) banyak metode yang digunakan dalam mengendalikan tikus,pengendalian terpadu hama tikus dapat dilakukan 4 tahap yaitu :

- a. Inspeksi tikus dan initial survey di lingkungan industri
Inspeksi tikus sangat penting dilakukan sebelum dilaksanakan program pengendalian tikus, inspeksi yang baik akan memberikan hasil maksimal dalam pengendalian. Initial Survey, ditujukan untuk menentukan kondisi awal atau tingkat serangan dan kerusakan yang ditimbulkan oleh tikus sebelum dilakukan program pengendalian tikus.
- b. Sanitasi
Sanitasi sangat diperlukan dalam upaya suksesnya program pengendalian hama tikus. Untuk mendapatkan hasil sanitasi yang baik, kami akan membuat beberapa rekomendasi mengenai pengelolaan sampah, menjaga kebersihan area, sistem tata letak barang digudang dengan susunan berjarak dari dinding dan tertata diatas palet, dan lain-lain. Tikus menyukai tempat-tempat yang kotor dan lembab. Melakukan sanitasi berarti menghilangkan tempat beristirahat, bersembunyi, berteduh dan berkembang biak bagi tikus, di samping juga

menghilangkan makanan tikus. Minimalisasi tempat bersarang atau harborages antara lain: eliminasi rumput atau semak belukar. Meletakkan sampah dalam garbage atau tempat sampah yang memiliki konstruksi yang rapat Meniadakan sumber air yang dapat mengundang tikus, karena tikus membutuhkan minum setiap hari.

3. *Rat proofing*

Untuk mengendalikan tikus disuatu lokasi diupayakan agar lokasi tersebut tertutup dari celah yang memungkinkan tikus masuk dari luar. Tikus dapat leluasa masuk lewat bawah pintu yang renggang, lewat lubang pembuangan air yang tidak tertutup kawat kasa, lewat shaft yang tidak bersekat atau lewat jalur kabel telepon dan listrik dari bangunan yang tersambung disekitarnya.

4. *Rodent killing (trapping program dan rodentisida program)*

Pengendalian tikus dilakukan dengan 2 cara yaitu dengan cara non kimia dan cara kimia.

a. Pengendalian non kimia

Pada pengendalian non kimia cara yang dilakukan adalah Trapping. Trapping adalah cara yang paling efektif untuk mengendalikan tikus yaitu dengan membuat kandang yang diletakkan di tempat yang biasanya dilewati oleh tikus sehingga tikus bisa masuk dan terperangkap di tempat tersebut. Tahapan Pemasangan:

b. Perangkap Lem Tahapan Pemasangan:

- 1) Gunakan kertas ber perekat yang tersimpan dalam kotak seng untuk lokasi kerja yang terdapat pengolahan makanan, sediaan farmasi atau area sensitif lainnya.
- 2) Tempatkan pada lokasi tertentu dekat dinding atau tanda lalu-lintas tikus banyak terdapat masing-masing berjarak 10 – 25 meter dengan lubang pintu sejajar dengan dinding.
- 3) Tempelkan sticker petunjuk dan kartu cek list di atas perangkap lem.
- 4) Lakukan pencatatan jumlah tikus yang tertangkap untuk setiap periode.

c. Perangkap Tikus Elektrik (*Rat Zapper*) Tahapan Pemasangan:

- 1) Pemasangan perangkap tikus elektrik dilakukan untuk "*Food area*" yaitu lokasi yang berdekatan dengan makanan atau ruang produksi, gudang makanan atau area sensitif lainnya.
- 2) Penggunaan peralatan tersebut dipergunakan untuk kasus khusus apabila telah digunakan jenis perangkap yang lain dan tidak efektif.
- 3) Perangkap tikus elektrik tersebut menggunakan energi listrik dari baterai dengan dilengkapi tombol *on/off*.

- 4) Pada saat pemasangan perangkat elektrik tersebut kondisi tombol “on”
- a) Tempelkan sticker petunjuk di atas perangkat elektrik.
 - b) Lakukan pemeriksaan setiap hari oleh teknisi atau minta bantuan pemilik atau penanggungjawab lokasi, bunuh tikus yang terperangkap dan bersihkan perangkat dengan air panas serta ganti umpan tanpa racun bila perlu untuk siap dipasang kembali.
 - c) Apabila terdapat tikus yang tertangkap di dalam perangkat elektrik, dilakukan pembersihan bangkai tikus dengan mempergunakan lap basah di sensor perangkat elektrik dalam kondisi perangkat “off” atau tidak ada aliran listrik.
 - d) Lakukan pencatatan jumlah tikus yang tertangkap untuk setiap periode.

Kelebihan menggunakan metode trapping :

- a) Sangat aman karena tidak mengandung racun seperti halnya umpan.
- b) Cepat mendatangkan hasil.
- c) Menghindari tersebarnya bangkai tikus yang sangat sulit ditemukan dan menimbulkan bau yang sangat menyengat.
- d) Pengendalian kimia.

d. Poisoning

Poisoning dimaksudkan sebagai peracunan tikus melalui umpan makanan beracun. Keberhasilan poisoning ini tergantung pada bagaimana usaha agar tikus memilih dan menyukai umpan makanan yang dipasang dan tidak memilih atau menyukai makanan lain yang ada disekitarnya. Umpan makanan haruslah yang *preference* bagi tikus dan pemasangannya ditempat yang tempatnya mudah didapatkan oleh tikus.

e. Rodentisida

Rodentisida adalah bahan kimia yang digunakan untuk mengendalikan tikus, rodentisida yang digunakan adalah rodentisida antikoagulan yang mempunyai sifat sebagai berikut; Tidak berbau dan tidak berasa serta mempunyai daya bunuh yang tinggi secara perlahan-lahan. Selain itu tidak menyebabkan tikus jera umpan.

Jenis bahan aktif rodentisida adalah boadifakum, kumatetralil atau bromadiolone. Sedangkan untuk area khusus yang sangat sensitive dan memerlukan perlakuan khusus akan dilakukan pengumpanan dengan lem tikus. Dengan menggunakan sistem peracunan dengan rodentisida anti coagulant. Berdasarkan cara kerja bahan aktif rodentisida, termasuk racun kronis. Rodentisida atau anti coagulant beraksi dalam pembekuan darah merah, setelah tikus memakan racun ini menjadi lemah dan mengalami pendarahan, tiga hari kemudian sifat rakus tikus akan berkurang dan tikus akan mati. Untuk memastikan tikus mati diperlukan waktu 4 -

7 hari, dengan dosis 0,005 % dan dengan pemasangan umpan yang tidak menimbulkan kecurigaan dan pencemaran lingkungan serta relatif aman terhadap hewan bukan sasaran dan aman bagi manusia.

Teknik kerjanya yaitu pemasangan umpan secara total dilakukan 1 bulan sekali dan pengecekan atau penambahan setiap saat sesuai kebutuhan. Adapun teknik kerjanya adalah sebagai berikut:

- 1) Pemasangan kotak-kotak umpan pada seluruh ruangan, terutama dinding, bawah rak, lemari, dan tempat-tempat yang memungkinkan jalannya tikus dan dipandang aman.
- 2) Pemasangan kotak-kotak umpan di atas plafon yang dipandang perlu.
- 3) Pemasangan kotak umpan di sekeliling luar bangunan.
- 4) Pencarian atau pengambilan bangkai dan pengamanannya.

Tikus Pasca Pengendalian Tikus Kumpulkan tikus yang terperangkap atau mati, musnahkan dengan cara membakar dan dikubur dengan kedalaman sekurang-kurangnya 50 cm, begitu pula dengan setiap bahan sisa atau sisa pembungkus umpan racun. Peralatan Keselamatan Dan Pakaian Kerja Dalam melaksanakan aktivitas pengendalian tikus, kelengkapan keselamatan kerja yang harus dipenuhi meliputi (Mukono 2000) :

- 1) Sarung tangan karet apabila berhubungan dengan rodentisida, bangkai tikus.
- 2) Masker penutup hidung dan mulut apabila berhubungan dengan bangkai tikus.
- 3) Helmet apabila bekerja di area kolong bangunan atau daerah berbahaya atau bila ditentukan oleh pemilik atau penanggungjawab lokasi.
- 4) Sepatu *safety* dan *safety glass* dan tanda pengenal lainnya bila ditentukan oleh pemilik atau penanggungjawab lokasi.
- 5) Pakaian kerja yang dipergunakan khusus melakukan pekerjaan.
- 6) Pakai Tanda Pengenal Perusahaan yang masih berlaku.

Latihan

Untuk dapat memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah Latihan berikut!

- 1) Jelaskan dengan ringkas jenis tikus sesuai dengan ciri-cirinya
- 2) Jelaskan dengan ringkas tanda-tanda kehidupan tikus di industri
- 3) Jelaskan dengan ringkas penyakit yang dapat ditularkan melalui pinjal tikus
- 4) Jelaskan dengan ringkas metode pengawasan/pengendalian tikus di industry

Ringkasan

Berdasarkan uraian dan penjelasan tentang enam prinsip hygiene dan sanitasi makanan, dapat diringkas sebagai berikut:

Rodent adalah hewan pengerat (tikus) adalah binatang pengerat yang memiliki gigi depan yang selalu tumbuh dan biasanya pada manusia biasa menyebabkan penyakit dan didalam dunia kedokteran digunakan sebagai hewan percobaan. Tikus adalah suatu jenis binatang pengerat yang perkembangbiakannya sangat cepat dan sering merugikan manusia karena dalam kehidupan sehari - harinya tikus sering merusak bahan makanan dan peralatan manusia baik di rumah, kantor, gudang, dsb. Tikus juga merusak kabel sehingga dapat menyebabkan terjadinya hubungan pendek yang bisa mengakibatkan terjadinya kebakaran. Selain itu tikus juga dapat menjadi penular penyakit seperti pes, leptospirosis bagi manusia. Oleh karena itu pengawasan atau pengendalian tikus merupakan sesuatu hal yang penting dan perlu dilakukan agar tidak menimbulkan penyakit pada manusia. Untuk pengawasan atau pengendalian tikus di industri, dapat dilakukan dengan;

1. Inspeksi tikus dan initial survey di lingkungan industri,
2. *Rat proofing*,
3. Pada saat pemasangan perangkat elektrik,
4. Lem tikus, dan perbaikan sanitasi lingkungan industri

Tes 2

Pilihlah salah satu jawaban yang paling benar!

- 1) Jenis tikus yang sering dan umum dijumpai di perusahaan atau di industri adalah jenis....
 - A. Tikus Got (*Rattus norvegicus*)
 - B. Tikus Ladang (*Rattus exulans*)
 - C. Tikus Rumah (*Rattus tanezumi*)
 - D. Tikus Sawah (*Rattus Argentiveter*)
 - E. Tikus Wirok (*Bandicota indica*)

- 2) Salah satu penyakit berikut ini, yang diakibatkan oleh gigitan tikus adalah....
- A. Salmonellosis
 - B. Leptopirosis
 - C. pes
 - D. Rat bit fever
 - E. Murine tiphus
- 3) Pengawasan atau pengendalian tikus secara mekanik di industri dapat dilakukan dengan....
- A. menutup lubang masuk ke ruangan
 - B. memasang perangkat jepit
 - C. mengeliminasi sarang
 - D. tidak membuat taman dengan dengan bangunan industri
 - E. Menutup tempat persembunyian tikus
- 4) Untuk melakukan pengawasan tikus di lingkungan industri, ada beberapa faktor yang harus diketahui tentang tanda-tanda kehidupan tikus tersebut, diantaranya adalah....
- A. jalan yang dilalui tikus
 - B. siasa makanan tikus
 - C. kebiasaan makanan tikus
 - D. ciri-ciri tikus
 - E. jenis tikus tikus
- 5) Rodentisida untuk membasmi tikus di lingkungan industri, sebaiknya yang mempunyai sifat....
- A. beraroma bau yang disukai tikus
 - B. yang menyebabkan tikus jera
 - C. fast acting
 - D. slow acting
 - E. middle acting

Kunci Jawaban Tes

Test 1

- 1) A.
- 2) D.
- 3) A.
- 4) C.
- 5) C.

Test 2

- 1) A.
- 2) D.
- 3) B.
- 4) A.
- 5) D.

Daftar Pustaka

World Health Organisation (Juli Sooemirat,2009:180) tentang sanitasi industry.

Annonimus.2010.Nyamuk.http://id.shvoong.com/medicine-and-health/epidemology_public-health/2066459-nyamuk-aedes-aegypti.

Santio Kirniwardoyo (1992), *Pengamatan dan pemberantasan vektor malaria*, sanitas. Puslitbang Kesehatan Depkes RI Jakarta.

Nursakinah,2008 *tentang perkembangbiakan nyamuk aedes aegypti di Indonesia*.

Lestari, Bakti D; Gama Z.P; Rahardi Brian. 2009. *Identifikasi Nyamuk Di Kelurahan Sawojajar Kota Malang*. <http://biologi.ub.ac.id/files/2010/12/BSS2010ZPGBR.pdf>. Diakses Tanggal8 Maret 2011.

Nurmaini. 2003. *Mentifikasi Vektor dan Pengendalian Nyamuk Anopheles. Aconitus Secara sederhana*.<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/3705/1/fkm.nurmaini1.pdf>. Diakses tanggal 10 Maret 2011.

Ahmad, H.dkk. 2012. *Buku Penuntun Praktikum PVBP-B Laboratorium Terapan & Rekayasa lingkungan. Kesehatan Lingkungan*. Poltekkes Makassar.

Ahmad, .dkk. 2011. *Pengendalian Vektor & Binatang Pengganggu*. Kesehatan Lingkungan. Poltekkes Makassar.

Djoko Pramono, 2004. *Permasalahan Hama Tikus Dan Strategi Pengendaliannya (Contoh Kasus Periode Tanam 2003-2004) Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI)* <https://febriandhy.blogspot.co.id/2014/05/identifikasi-tikus.html?m=1G>
Serereg (1972, h. 2)

<https://febriandhy.blogspot.co.id/2014/05/identifikasi-tikus.html?m=1Wikipedia> 2010.
Pengendalian Vektor & Binatang Pengganggu.

<https://febriandhy.blogspot.co.id/2014/05/identifikasi-tikus.html?m=1Khuang>, 1966.
Manfaat keberadaan tikus.

<https://febriandhy.blogspot.co.id/2014/05/identifikasitikus.html?m=1>

Asimina,2008;kute,2007. Penyakit yang di sebabkan oleh tikus

<https://febriandhy.blogspot.co.id/2014/05/identifikasi-tikus.html?m=1>Mukono, 2000.

Permasalahan Tikus Dan Strategi

Djoko Pramono, 2004. Permasalahan Hama Tikus Dan Strategi Pengendaliannya (Contoh Kasus Periode Tanam 2003-2004) Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI)

<https://febriandhy.blogspot.co.id/2014/05/identifikasi-tikus.html?m=1>G Serereg (1972, h. 2) pengertian tikus dan taksonomi tikus.

<https://febriandhy.blogspot.co.id/2014/05/identifikasi-tikus.html?m=1>Wikipedia 2010.

Pengendalian Vektor & Binatang Pengganggu.

<https://febriandhy.blogspot.co.id/2014/05/identifikasi-tikus.html?m=1>Khuang, 1966.

Manfaat keberadaan tikus.

<https://febriandhy.blogspot.co.id/2014/05/identifikasitikus.html?m=1>Asimina,2008;

<https://febriandhy.blogspot.co.id/2014/05/identifikasi-tikus.html?m=1>Mukono, 2000.

Permasalahan Tikus Dan Strategi

Bab 6

PENGAWASAN KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA DI INDUSTRI

Dr. Sumihardi, SKM, M.Kes

Dr. Djamaluddin Ramlan, SKM, M.Kes

Pendahuluan

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) adalah hak dasar bagi pekerja dan merupakan komponen dari Hak Azasi Manusia (HAM). Upaya keselamatan dan kesehatan kerja pada hakikatnya merupakan alat untuk mencapai derajat kesehatan tenaga kerja seoptimal mungkin di semua sektor kegiatan formal dan informal, sehingga tercapai kesejahteraan tenaga kerja; dan yang kedua sebagai alat untuk meningkatkan produktivitas yang berlandaskan kepada perbaikan daya kerja dan produktivitas faktor manusia dalam produksi.

Apabila setiap industri dapat menerapkan kesehatan dan keselamatan kerja sesuai dengan konsep manajemen kesehatan dan keselamatan kerja, secara teoritis, dapat menurunkan angka kecelakaan kerja bahkan meniadakan atau *zero accident* dari kecelakaan kerja. Menurut Frank E. Bird, kecelakaan kerja adalah suatu kejadian yang tidak diinginkan, yang dapat mengakibatkan cedera pada manusia atau kerusakan pada harta. Kecelakaan kerja adalah kecelakaan yang berhubungan dengan kerja pada perusahaan. Hubungan kerja berarti bahwa kecelakaan terjadi dikarenakan oleh pekerjaan pada waktu melaksanakan pekerjaan.

Dalam setiap bidang kegiatan manusia selalu terdapat kemungkinan terjadinya kecelakaan, tidak ada satu bidang kerja pun yang dapat memperoleh pengecualian. Setiap pekerja selalu memiliki potensi risiko mengalami kecelakaan kerja tergantung dari jenis produksi, teknologi yang dipakai, bahan yang digunakan, tata ruang dan lingkungan bangunan serta kualitas manajemen tenaga-tenaga pelaksana. Kecelakaan kerja sesungguhnya merupakan hasil akhir dari suatu aturan dan kondisi kerja yang tidak aman.

Bab yang akan Saudara baca ini merupakan kelanjutan dari Bab 5 sebelumnya yang membahas tentang pengawasan vektor dan tikus di industri, yang meliputi pengawasan lalat, pengawasan kecoa dan pengawasan nyamuk serta pengawasan tikus di industri). Bab 6 ini

akan membahas tentang Pengawasan keselamatan dan kesehatan kerja di industri, yang membahas tentang kesehatan dan keselamatan kerja serta kecelakaan kerja.

Penguasaan materi pada Bab ini akan memberikan pemahaman dan kemampuan anda untuk dapat menguraikan dan menjelaskan tentang pengertian kesehatan dan keselamatan kerja, pencegahan dan pengendalian bahaya dan risiko di tempat kerja, dan manajemen risiko di tempat kerja. Disamping itu juga saudara mampu menjelaskan pengertian dan klasifikasi kecelakaan kerja, sebab-sebab terjadinya kecelakaan kerja, juga di harapkan saudara mampu menganalisis kerugian akibat kecelakaan kerja, serta mampu menjelaskan upaya pencegahan dan pengendalian kecelakaan kerja di industri akan memudahkan Saudara untuk mempelajari dan menguasai materi pada Bab 6 tentang pengawasan kesehatan dan keselamatan di industri. Kemampuan menguraikan dan menjelaskan ini nantinya merupakan kemampuan yang sangat dibutuhkan dalam tugas sebagai sanitarian yang dituntut untuk mampu memberikan penjelasan yang baik dan benar pada masyarakat tentang pengawasan kesehatan dan keselamatan kerja di industri.

Untuk memahami Bab ini dengan baik, Saudara harus membacanya secara berurutan secara seksama masing-masing vektor dan tikus. Dalam mempelajari materi Pengawasan kesehatan dan keselamatan kerja di industri, diharapkan saudara dapat mengatur waktu untuk bersitirahat dan melakukan relaksasi apabila anda sudah mulai merasa lelah. Pada bagian akhir dari Bab ini, Saudara akan mengerjakan latihan dan menyelesaikan soal-soal yang berkaitan dengan materi kesehatan dan keselamatan kerja yang telah dipelajari. Untuk melihat tingkat penguasaan materi pada Bab ini. Kerjakanlah latihan tersebut secara sungguh-sungguh sesuai dengan alokasi waktu yang disediakan. Saudara tidak dibenarkan menjawab soal latihan sambil berdiskusi atau mencontoh dalam menjawab soal pada Bab ini. Setelah selesai mengerjakan soal, cocokkanlah jawaban Saudara dengan kunci jawaban yang disediakan pada bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban Saudara yang betul kemudian tentukan skor dengan menggunakan rumus jumlah yang betul dibagi jumlah soal dikalikan 100%. Apabila Saudara skor telah mencapai 75%, saudara dapat melanjutkan untuk mempelajari Bab 5 dan apabila skor yang Saudara peroleh masih kurang dari 75%, maka Saudara harus membaca kembali modul ini dari awal sampai akhir dan mengerjakan soal atau test kembali.

Topik 1

Pengawasan Kesehatan dan Keselamatan Kerja di Industri

A. KONSEP KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA

1. Pengertian Keselamatan Kerja

Keselamatan Kerja adalah suatu keadaan terhindar dari bahaya selama melakukan pekerjaan yang berkaitan dengan mesin, pesawat, alat kerja, bahan dan proses pengolahannya, landasan tempat kerja dan lingkungannya serta cara-cara melakukan pekerjaan. Keselamatan kerja merupakan salah satu faktor yang harus dilakukan selama bekerja. Unsur-unsur penunjang keselamatan kerja adalah sebagai berikut (darmawi H.2013 :

- a. Adanya unsur-unsur keamanan dan kesehatan kerja.
- b. Adanya kesadaran dalam menjaga keamanan dan kesehatan kerja
- c. Teliti dalam bekerja
- d. Melaksanakan prosedur kerja dengan memperhatikan keamanan dan kesehatan kerja.

2. Sasaran Keselamatan Kerja

Sasarannya mencakup segala tempat kerja (darat, di dalam tanah, permukaan dan dalam air, serta udara), industri, pertanian, pertambangan, perhubungan, pekerjaan umum dan jasa. Salah satu aspek penting sasaran keselamatan kerja bagaimana risiko bahaya yang terdapat di tempat kerja dan penerapan teknologi, terutama teknologi yang lebih maju dan mutakhir yang digunakan di industri dapat diminimalkan risiko bahaya yang ada, sehingga para pekerja selamat dalam melakukan pekerjaannya. Untuk mencapai sasaran keselamatan kerja, harus ada komitmen dari semua unsur yang ada di industri tersebut yaitu bahwa keselamatan kerja merupakan tugas semua orang yang bekerja, dari, oleh, untuk setiap tenaga kerja serta orang lainnya dan juga masyarakat pada umumnya.

3. Tujuan Keselamatan Kerja

Secara umum tujuan keselamatan kerja (Suma'mur, 1996) adalah

- a. Melindungi tenaga kerja atas hak keselamatan dalam melakukan pekerjaan untuk kesejahteraan hidup dan meningkatkan produksi serta produktivitas nasional.
- b. Menjamin keselamatan setiap orang lain yang berada di tempat kerja.
- c. Memelihara sumber produksi dan menggunakan secara aman dan efisien.

4. Kesehatan Kerja

Ilmu Kesehatan Kerja adalah bagian dari Ilmu Kesehatan Masyarakat yang sejak awal bertujuan mencegah kematian dini dan penyakit dengan menerapkan ilmu pengetahuan pencegahan penyakit. Dalam perjalanannya, Ilmu Kesehatan Masyarakat sangat memperhatikan pemeliharaan dan peningkatan derajat kesehatan dan kapasitas kerja, dengan menerapkan ilmu pengetahuan promosi kesehatan. Ilmu Kesehatan Kerja bertujuan melindungi (proteksi) pekerja dari penyakit serta meningkatkan derajat kesehatan pekerja dan kapasitas kerjanya (Kurniawidjaya M.2010).

Defenisi Kesehatan kerja menurut Komisi Gabungan ILO/WHO dalam Kesehatan Kerja pada tahun 1950 yang disempurnakan pada sesi ke 12 tahun 1995 adalah upaya mempertahankan dan meningkatkan derajat kesehatan fisik, mental dan kesejahteraan sosial semua pekerjaan yang setinggi-tingginya. Mencegah gangguan kesehatan yang disebabkan oleh kondisi pekerjaan, melindungi pekerjaan dari factor risiko pekerjaan yang merugikan kesehatan, penempatan dan pemeliharaan pekerja dalam suatu lingkungan kerja disesuaikan dengan kapabilitas fisiologi dan psikologinya, dan disimpulkan sebagai adaptasi pekerjaan kepada manusia dan setiap manusia dan setiap manusia kepada pekerjaannya. Fokus utama upaya Kesehatan Kerja mencapai tiga tujuan : 1) Pemeliharaan dan peningkatan derajat kesehatan pekerja dan kapasitas kerjanya, 2) Perbaikan kondisi lingkungan kerja dan pekerjaan yang kondusif bagi keselamatan dan Kesehatan Kerja, 3) Pengembangan pengorganisasian pekerjaan dan budaya kerja ke arah yang mendukung Keselamatan dan Kesehatan Kerja . juga meningkatkan kondisi sosial yang positif dan operasi yang lancar dan dapat meningkatkan produktivitas perusahaan (Widjayakusuma M, 2010).

Fokus dari Kesehatan Kerja adalah kesehatan pekerja, perilaku kesehatan dan hazard/faktor risiko kesehatan di tempat kerja. Kesehatan pekerja meliputi kesehatan fisik dan mental. Perilaku kesehatan adalah faktor risiko perilaku hidup dan perilaku bekerja yang berpotensi menimbulkan risiko penyakit degeneratif dan atau Penyakit Akibat Kerja (PAK) atau Penyakit Terkait Kerja (PTK) pada populasi pekerja. Sedangkan risiko kesehatan di tempat kerja dapat bersumber dari lingkungan, ergonomi, pengorganisasian pekerjaan dan budaya kerja dalam mengendalikan bahaya di tempat kerja (Widjayakusuma M, 2010).

B. BAHAYA KERJA (HAZARD)

Bahaya adalah segala sesuatu termasuk situasi atau tindakan yang berpotensi menimbulkan kecelakaan atau cedera pada manusia, kerusakan atau gangguan lainnya. Bahaya merupakan sifat yang melekat (*inherent*) dan menjadi bagian dari suatu zat, sistem, kondisi atau peralatan. Misalnya api, secara alamiah mengandung sifat panas yang bila mengenai benda atau tubuh manusia dapat menimbulkan kerusakan cedera. Bahaya dalam

kehidupan sangat banyak ragam dan jenisnya. Tanpa disadari di sekitar kita terdapat berbagai jenis bahaya. Berikut jenis bahaya yang ada (Ramli S., 2099) dan Suma'mur, 1996):

1. Bahaya Mekanis

Bahaya mekanis bersumber dari peralatan mekanis atau benda bergerak dengan gaya mekanik baik yang digerakkan secara manual maupun dengan penggerak. Misalnya mesin gerinda, bubut, potong, press, tempa, pengaduk dan lain-lain. Bagian yang bergerak pada mesin mengandung bahaya seperti gerakan mengebor, memotong, menempa, menjepit, menekan dan bentuk gerakan lainnya. Gerakan mekanis ini dapat menimbulkan cedera atau kerusakan seperti tersayat, terjepit, terpotong, atau terkupas.

2. Bahaya Listrik

Bahaya listrik adalah sumber bahaya yang berasal dari energi listrik. Energi listrik dapat mengakibatkan berbagai bahaya seperti kebakaran, sengatan listrik, dan hubungan singkat. Banyak bahaya listrik yang ditemukan di lingkungan kerja, baik dari jaringan listrik, maupun peralatan kerja atau mesin yang menggunakan energi listrik.

3. Bahaya Kimiawi

Bahaya kimiawi mengandung berbagai potensi bahaya sesuai dengan sifat dan kandungannya. Banyak kecelakaan terjadi akibat bahaya kimiawi. Bahaya yang dapat ditimbulkan oleh bahan-bahan kimia antara lain :

- a. Keracunan oleh bahan kimia yang bersifat beracun (toxic)
- b. Iritasi, oleh bahan kimia yang memiliki sifat iritasi seperti asam keras, cuka air aki dan lainnya.
- c. Kebakaran dan peledakan. Beberapa jenis bahan kimia memiliki sifat mudah terbakar dan meledak misalnya golongan senyawa hidrokarbon seperti minyak tanah, premium, LPG dan lainnya.
- d. Polusi dan pencemaran lingkungan
- e. Bahan kimia sangat beragam dan biasanya bahaya bahan kimia bersifat kronis, tidak dirasakan secara langsung namun dirasakan setelah dalam jangka waktu yang panjang. Berikut beberapa bahan kimia yang perlu mendapat perhatian, antara lain:
 - 1) Dioksin, banyak digunakan untuk kemasan makanan.
 - 2) Melamin, bahan kimia yang digunakan untuk berbagai keperluan seperti alat rumah tangga, lem dan jika dicampur ke dalam bahan makanan dapat menimbulkan kerusakan ginjal.
 - 3) Asbes, digunakan untuk bahan bangunan, atap, pakaian anti api. Seratnya sangat berbahaya dapat mengakibatkan kanker paru-paru.

- 4) Timah hitam, banyak digunakan untuk meningkatkan angka oktan bahan bakar minyak, industri cat, baterai. Timah hitam merupakan logam berat yang berbahaya bagi kesehatan.
- 5) Formalin, biasa digunakan untuk bahan pengawet. Jika digunakan untuk pengawet makanan dapat mengakibatkan risiko kerusakan organ tubuh.

4. Bahaya Fisik

Bahaya yang berasal dari faktor fisik antara lain :

- a. Bising, adalah suara yang tidak diinginkan yang mengganggu pendengaran dan mengurangi ketajaman pendengaran. Gangguan pendengaran mulai dari yang ringan sampai yang berat, yang meliputi;
 - 1) stadium adaptasi yaitu pendengaran tenaga kerja terganggu pada saat bekerja atau di ruang kerja, setelah keluar dari ruang kerja pendengaran normal kembali.
 - 2) stadium temporary threshold shift, artinya pendengaran terganggu sampai waktu 48 jam.
 - 3) stadium persisten threshold shift, yaitu pendengaran tenaga kerja terganggu dalam waktu 16 jam.
 - 4) stadium permanen, artinya terjadi tuli permanen.
- b. Getaran, bersumber dari mesin-mesin yang digunakan di industri. Getaran dibagi 2 yaitu getaran sebagian dan seluruh tubuh. Dampak dari getaran adalah dapat mengganggu sistem pencernaan dan sistem saraf
- c. Suhu panas atau dingin, suhu di tempat kerja sesuai dengan Permenaker Trans. No. 13 tahun 2011 tentang Faktor Fisik dan Kimia di Tempat Kerja, suhu yang diperbolehkan adalah $18^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$. Suhu udara tempat kerja lebih dari 30°C dapat mengganggu kesehatan seperti heat rash, heat cramp, heat exhaustion, heat stroke atau sun stroke.
- d. Cahaya atau penerangan, pengaturan cahaya di tempat kerja disesuaikan dengan jenis pekerjaannya. Cahaya yang terlalu terang dapat menimbulkan kesilauan dan juga dapat menaikkan suhu di ruangan kerja, sedangkan apabila cahaya terlalu rendah dapat menyebabkan otot mata bekerja lebih maksimal sehingga dapat menyebabkan kelelahan mata.
- e. Radiasi dari bahan radioaktif, sinar ultraviolet atau infra merah.

5. Bahaya Biologis

Potensi bahaya kerja dari unsur biologis berasal dari fauna dan flora, biasanya ditemukan dalam industri makanan, farmasi, pertanian dan kimia, pertambangan, minyak dan gas bumi.

6. Bahaya Ergonomis

Bahaya ergonomis terjadi ketika jenis pekerjaan, posisi tubuh, dan kondisi kerja meletakkan beban pada tubuh. Penyebabnya paling sulit untuk diidentifikasi secara langsung karena kita tidak selalu segera melihat ketegangan pada tubuh atau bahaya-bahaya ini saat melakukan. Paparan jangka pendek dapat menyebabkan nyeri otot hari berikutnya ataupun hari-hari setelah terekspos, tetapi paparan jangka panjang dapat mengakibatkan cedera jangka panjang yang serius. Bahaya ergonomi, meliputi :

- a. Tempat kerja tidak tepat dan tidak disesuaikan dengan tubuh pekerja
- b. Sering mengangkat
- c. Postur tubuh yang kurang memadai
- d. Gerakan canggung, terutama jika harus berulang-ulang
- e. Mengulangi gerakan yang sama berulang-ulang
- f. Harus menggunakan kekuatan terlalu banyak, terutama jika harus sering melakukannya.

Pengendalian bahaya ergonomi dapat dilakukan dengan menyesuaikan antara rancangan tempat kerja dengan karakteristik tubuh pekerja, mengurangi gerakan berlebihan dengan mengganti manusia dengan mesin, meminimalkan tekanan pada satu titik, memiliki *cek up clearance*, pidah gerak dan peregangan, menjaga kenyamanan lingkungan, mengurangi angkatan beban berlebihan dan mengatur jangkauan (Kuswana WS, 2014).

7. Bahaya Psikologis

Bahaya psikologis menyebabkan pekerja mengalami tekanan mental atau gangguan. Meskipun termasuk klasifikasi bahaya yang agak baru, sangat penting bahwa bahaya psikologis secara menyeluruh diidentifikasi dan dikendalikan. Contoh bahaya psikologis meliputi :

- a. Kekerasan di tempat kerja
- b. Kecepatan kerja
- c. Bekerja sendiri
- d. Kelebihan beban kerja/kekurangan beban kerja
- e. Fobia pekerja
- f. Kepemimpinan yang kurang baik
- g. Kurangnya motivasi
- h. Tidak ada prosedur yang jelas
- i. Bullying dan pelecehan
- j. Agresi klien atau pasien
- k. Kelelahan
- l. Shift kerja

C. RISIKO DI TEMPAT KERJA

Menurut AS/NZS 4360:2004, risiko merupakan peluang terjadinya suatu kejadian yang dapat menimbulkan kerugian. Risiko dapat digambarkan sebagai peluang dan kemungkinan (*probability*) suatu bahaya untuk menghasilkan kecelakaan kerja serta tingkat keparahan yang dapat ditimbulkan jika kecelakaan terjadi (*severity*) (Anizar, 2009).

Risiko keselamatan dan kesehatan kerja merupakan kombinasi dari kemungkinan terjadinya kejadian berbahaya atau paparan dengan keparahan dari cedera atau gangguan kesehatan yang disebabkan oleh kejadian atau paparan tersebut (Soedirman, 2014) Jadi dapat disimpulkan bahwa risiko merupakan hasil dari peluang terjadinya suatu kejadian yang tidak diinginkan dengan besar dampak atau kerugian yang dapat timbul dari kejadian tersebut.

1. Jenis-Jenis Risiko

Jenis-jenis risiko dan fokusnya menurut Bntaro (2015) adalah sebagai berikut :⁽¹⁾ Risiko keselamatan

- a. Risiko yang memiliki probabilitas rendah, konsekuensi tinggi bila terjadi kecelakaan, akut, dan efek yang segera. Respon terhadap kecelakaan harus cepat. Risiko keselamatan memiliki *cause-effect* yang jelas fokus kepada keselamatan manusia dan pencegahan kecelakaan atau kerugian, terutama di dalam area kerja.
- b. Risiko kesehatan
Risiko kesehatan umumnya memiliki probabilitas tinggi terhadap pajanan level rendah, konsekuensi rendah, masa laten yang lama, dan efek tertunda. Hubungan cause-effect tidak mudah ditentukan. Fokus pada kesehatan manusia, terutama diluar tempat kerja.
- c. Risiko lingkungan
Efek yang sering tidak disadari, memiliki banyak interaksi dengan populasi masyarakat dan ekosistem (termasuk rantai makanan) baik dalam level mikro maupun makro. Hubungan *cause-effect* sangat tidak pasti. Fokus kepada dampak yang dapat timbul pada habitat dan ekosistem yang dapat termanifestasi jauh dari sumber.
- d. Risiko kesejahteraan publik
Risiko ini berkaitan dengan persepsi public terhadap performa dan produk dari suatu organisasi. Fokus terhadap estetika, nilai properti, dan batasan penggunaan suatu peralatan. Dampak negatif pada persepsi publik bersifat cepat atau segera. Fokus pada persepsi publik dan nilai-nilai.
- e. Risiko keuangan
Risiko ini berkaitan dengan risiko jangka panjang dan pendek dari kehilangan properti maupun pendapatan, kemampuan asuransi untuk pulih, mengembalikan investasi lingkungan, kesehatan dan keselamatan. Risiko ini fokus pada kelangsungan finansial.

2. Upaya Pengendalian Bahaya dan Risiko di Tempat Kerja/Industri

Adanya bahaya dan risiko di tempat kerja atau industri, perlu dilakukan upaya pengendalian, sehingga tenaga kerja, masyarakat di lingkungan kerja serta asset perusahaan atau industri dapat dilindungi, upaya tersebut antara lain:

a. Mengantisipasi

Antisipasi merupakan kegiatan untuk memprediksi atau memperkirakan potensi bahaya dan risiko di tempat kerja. Antisipasi merupakan tahap awal dalam melakukan atau penerapan *higiene industri* atau perusahaan di tempat kerja. Dalam memprediksi potensi bahaya dan risiko di tempat kerja dapat dilihat dari bahan atau material yang digunakan, alat dan mesin yang dipakai untuk proses produksi. Potensi bahaya dan risiko pada proses produksi, Demikian juga halnya kegiatan antisipasi dapat dilihat pada faktor lingkungan kerja. Adapun tujuan dari antisipasi adalah :

1) Mengetahui potensi bahaya dan risiko lebih dini sebelum muncul menjadi bahaya dan risiko yang nyata.

Untuk mengetahui potensi dan risiko lebih dini, dapat dilihat dari bahan yang digunakan atau bahan yang diolah menjadi bahan setengah jadi atau bahan jadi, misalnya industri tekstil, yang salah satu bahan bakunya adalah kapas, dari bahan kapas yang digunakan dapat diketahui bahwa potensi bahaya yang dapat diketahui lebih dini adalah debu kapas yang berisiko terhadap penyakit bisingosis. Walaupun penyakit bisingosis ini baru dapat dideteksi setelah tenaga kerja paling sedikit masa kerjanya minimal 5 tahun. Selain itu juga dari peralatan dan mesin yang digunakan untuk proses pengolahan benang menjadi kain, potensi bahaya yang dapat dideteksi dini adalah intensitas kebisingan yang ditimbulkan oleh mesin yang dapat mengganggu bahkan dapat menurunkan ketajaman pendengaran dan merusak indra pendengaran. Demikian juga halnya dalam proses pewarnaan, yaitu benang yang sudah menjadi lembaran kain, selanjutnya diberi pewarnaan sesuai dengan orderan atau warna-warna tertentu sesuai dengan selera konsumen. Dalam proses pewarnaan ini, potensi bahaya dan risiko yang dihadapi oleh tenaga kerja adalah panas akibat dari proses perebusan.

2) Mempersiapkan tindakan yang perlu sebelum suatu proses dijalankan atau suatu area dimasuki.

Tindakan yang perlu sebelum proses dijalankan atau area dimasuki, tentu bagaimana mengurangi potensi bahaya dan risiko yang dihadapi oleh tenaga kerja. Misalnya pada industri yang telah dijelaskan di atas, ada beberapa potensi dan risiko bahaya yang dihadapi oleh tenaga kerja, seperti bahaya debu kapas, agar tenaga kerja tidak terpapar

debu kapas pada saat proses pengolahan sebelum dijalankan, dapat dilakukan pengendalian secara teknis, misalnya dengan metode wet scrubber. Demikian juga halnya terhadap bahaya intensitas kebisingan, perlu dipasang peredam suara apabila memungkinkan. Apabila tidak memungkinkan dapat juga dilakukan dengan mengatur jarak tenaga kerja dengan sumber bising, sehingga intensitas kebisingan yang didengar oleh tenaga kerja dibawah Nilai Ambang batas (NAB). Jika tidak memungkinkan juga, perlindungan terhadap tenaga kerja perlu diproteksi dengan memakai sumbat telinga atau tutup telinga. Untuk intensitas bising < 100 dB, gunakanlah sumbat telinga sedangkan intensitas bising > 100 dB digunakan tutup telinga.

- 3) Meminimalisasi kemungkinan risiko yang terjadi pada saat suatu proses dijalankan atau suatu area dimasuki.

Hal ini perlu dilakukan sesuai dengan risiko bahaya yang ada di tempat kerja. Sebagai contoh di industri karet, apabila dilihat dari risiko yang ada di industri karet, dapat dilihat pada setiap bagian, yaitu yang pertama pada bagian sortir, risiko bahaya yang dihadapi oleh tenaga kerja adalah kaki terkena gancu dan terkena pisau yang digunakan untuk membelah bongkahan karet atau juga apabila untuk membelah bongkahan karet dengan menggunakan mesin pembelah risiko yang dihadapi oleh tenaga kerja adalah tangan terkena mesin pembelah bongkahan karet. Kedua di bagian pre braker, yaitu bagian mencacah bongkahan karet mejadi bagian yang kecil-kecil. Risiko yang dihadapi oleh tenaga kerja adalah pada saat memasukan bongkahan karet, apabila tenaga kerja tidak hati-hati atau kondisi fisik kurang sehat bisa saja tenaga kerja terjatuh. Demikian juga pada bagian-bagian lain, seperti pada bagian pencetakan karet yaitu pada saat tenaga kerja mengeluarkan karet yang sudah dicetak di dalam oven, tenaga kerja berdiri diantara sisi-sisi plat pada lori tempat pencetakan yang lebarnya sekitar satu sampai dua centimeter, apabila tenaga kerja kurang hati-hati bisa terjatuh masuk ke dalam cetakan yang dalamnya sekitar 70 cm, yang dapat mengakibatkan paha memar terkena sisi-sisi plat bahkan yang lebih fatal apabila terkena alat kelamin tenaga kerja pria apabila terjatuh masuk ke dalam ruas-ruas cetakan karet tersebut.

- b. Menenal atau rekognisi Bahaya

Menenal atau rekognisi merupakan serangkaian kegiatan untuk mengenali suatu bahaya lebih detil dan lebih komprehensif dengan menggunakan suatu metode yang sistematis sehingga dihasilkan suatu hasil yang objektif dan dapat dipertanggungjawabkan. Dalam rekognisi dilakukan pengenalan dan pengukuran untuk mendapatkan informasi tentang konsentrasi, dosis, ukuran (partikel), jenis, kandungan atau struktur, dan sifat. Adapun tujuan dari pengenalan bahaya di lingkungan atau tempat kerja adalah :

- 1) Untuk mengetahui karakteristik suatu bahaya secara detil (sifat, kandungan, efek, severity, pola pajanan, besaran), dimulai dari bahan yang digunakan, peralatan yang dipakai, mesin produksi yang digunakan, proses produksi, faktor lingkungan kerja termasuk faktor ergonomik dan fasilitas kerja lainnya yang mempunyai potensi bahaya atau risiko bahaya terhadap tenaga kerja dan perusahaan. Misalnya bahaya gas methane di tambang batu bara, dapat diketahui dari sifatnya yang tidak berbau, tidak berwarna dan sangat beracun serta dapat meledak secara tiba-tiba apabila kontak dengan udara. Sementara dari peralatan dan mesin yang digunakan seperti alat berat mempunyai risiko getaran dari alat berat yang digunakan oleh operator alat berat. Bahaya atau risiko yang dihadapi tenaga kerja adalah: a. Terhadap sistem peredaran darah : Dapat berupa kesemutan jari tangan waktu bekerja b. Terhadap sistem tulang, sendi dan otot, berupa gangguan osteo articular (gangguan pada sendi jari tangan) c. Terhadap sistem syaraf : Parastesi, menurunnya sensitivitas, gangguan kemampuan membedakan dan selanjutnya atrofi. Paparan terhadap getaran seluruh tubuh dengan frekuensi 4-5 Hz dan 6-12 Hz dikaitkan dgn fenomena resonansi (kenaikan amplitudo getaran organ), terutama berpengaruh buruk pada SSP (Sistem syaraf pusat). Selain itu apabila dilihat dari proses produksi tambang batu bara, risiko yang dihadapi oleh tenaga kerja disamping kecelakaan kerja tentu yang lebih nyata adalah debu batu bara, yaitu apabila tenaga kerja terpapar oleh debu batu bara dapat berisiko terhadap penyakit pneumoconiosis yakni penyakit paru akibat debu batu bara yang disebut antracosis. Lebih lanjut apabila dilihat dari aspek faktor lingkungan kerja, beberapa potensi bahaya yang dapat ditimbulkan oleh faktor lingkungan kerja antara lain; faktor fisik lingkungan kerja.
- 2) Untuk mengetahui sumber bahaya dan area yang berisiko. Sumber bahaya tersebut dapat bersumber dari bahan, peralatan dan mesin, proses produksi serta lingkungan tempat kerja. Sebagai contoh di industri semen atau pabrik semen, yang salah satu bahan yang digunakan adalah silikat bebas (SiO_2), risiko dari silikat bebas ini apabila tenaga kerja terpapar adalah berisiko terhadap penyakit silicosis. Sedangkan area yang berisiko secara umum baik pada proses produksi maupun di sekitar pabrik berisiko terhadap debu silikat bebas.
- 3) Untuk mengetahui pekerja yang berisiko, hal ini sangat penting dilakukan untuk melindungi tenaga kerja dari bahaya penyakit akibat kerja dan kecelakaan kerja. Sebagai contoh apabila tenaga kerja yang menderita penyakit asma, dapat dikatakan tenaga kerja tersebut berisiko bekerja di tempat kerja yang berdebu. Demikian juga misalnya tenaga kerja yang mempunyai sifat peggamang, tenaga kerja ini tentu akan sangat

berisiko bekerja pada ketinggian seperti bekerja pengecatan bagian luar pada gedung-gedung bertingkat atau bekerja memanjat tiang listrik dalam pemasangan jaringan listrik dan perbaikan listrik.

c. Evaluasi atau Penilaian Bahaya

Pada tahap penilaian atau evaluasi pada proses produksi dan lingkungan kerja, dilakukan pengukuran, pengambilan sampel dan analisis di laboratorium. Melalui penilaian bahaya pada proses produksi dan lingkungan kerja dapat ditentukan kondisi lingkungan kerja secara kuantitatif dan terinci, serta membandingkan hasil pengukuran dengan standar yang berlaku, sehingga dapat ditentukan perlu atau tidaknya teknologi pengendalian. Tujuan dari pengukuran dalam evaluasi, yaitu :

- 1) Untuk mengetahui tingkat risiko. Secara umum tingkat risiko terdiri dari risiko tinggi risiko sedang dan risiko rendah. Untuk menilai tingkat risiko dapat dilihat dari beberapa aspek, misalnya dilihat dari jenis pekerjaan, seperti pekerjaan berat yang dikerjakan dengan posisi berdiri dengan waktu kerja 75% dan istirahat 25 %. Jenis pekerjaan ini dapat dikatakan berisiko tinggi bagi tenaga kerja, yang salah satunya dapat menyebabkan tenaga kerja mengalami kelelahan kerja berat, apabila tidak diikuti dengan pengaturan istirahat yang cukup Selain itu juga tempat kerja yang mengerjakan atau pekerjaan yang bahan nya mudah meledak atau mudah terbakar dapat dikatakan mempunyai risiko tinggi bagi tenaga kerja dan perusahaan. Sebagai contoh kebakaran di industri atau perusahaan kembang api di Tangerang Banten pada tanggal 26 Oktober 2017, yang diperkirakan menyebabkan 47 orang tenaga kerjanya meninggal dunia dan lebih dari 40 orang tenaga kerja luka-luka. Demikian juga halnya tempat-tempat kerja di pertambangan, seperti tambang batu bara tenaga kerja sangat berisiko terhadap ledakan atau reruntuhan pada saat melakukan penambangan.
- 2) Untuk mengetahui pajanan pada pekerja. Adanya evaluasi terhadap bahaya yang ada di tempat kerja dapat diketahui pajanan atau paparan dari bahan-bahan yang digunakan atau faktor lingkungan kerja yang dapat membahayakan kesehatan tenaga kerja atau menimbulkan kecelakaan kerja. Sebagai contoh pajanan debu silikat bebas terhadap tenaga kerja di pabrik semen, yang dapat menimbulkan penyakit silicosis.
- 3) Untuk memenuhi peraturan (legal aspek). Dengan terlaksananya evaluasi bahaya di tempat kerja, dapat diketahui apakah perusahaan telah melaksanakan peraturan perundang-undangan, misalnya Undang-Undang No. 1 tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja.

- 4) Untuk mengevaluasi program pengendalian yang sudah dilaksanakan di industri, baik pengendalian secara administrasi, pengendalian secara teknik (eliminasi, isolasi dan substitusi), dan atau rekayasa metode kerja dan penggunaan alat pelindung diri (APD).
- 5) Untuk memastikan apakah suatu area aman untuk dimasuki pekerja. Hal ini perlu dilakukan oleh pengawas K3, agar tenaga kerja terhindar dari bahaya dan risiko penyakit akibat kerja atau kecelakaan kerja.
- 6) Mengetahui jenis dan besaran hazard secara lebih spesifik. Sebagaimana diketahui bahwa setiap tempat kerja/industri, dapat dikatakan mempunyai potensi bahaya dan risiko. Besaran hazard/bahaya tersebut dapat diketahui dari diidentifikasi mulai dari bahan yang digunakan untuk proses produksi, peralatan dan mesin yang digunakan, proses proses produksi, lingkungan kerja industri dan dari factor manusianya yaitu tenaga kerja.

d. Pengendalian (*Control*)

Pengendalian faktor–faktor lingkungan kerja sesungguhnya dimaksudkan untuk menciptakan atau memelihara lingkungan kerja agar tetap sehat dan aman atau memenuhi persyaratan kesehatan dan norma keselamatan, sehingga tenaga kerja terbebas dari bahaya penyakit akibat kerja maupun kecelakaan kerja. Pengendalian bahaya secara teknis dengan melakukan modifikasi atau rekayasa pada faktor lingkungan kerja selain pekerja, seperti apabila ruangan berdebu dapat dilakukan pengendalian cara basah, dengan menggunakan *wet scrubber* dan untuk di luar ruangan dapat dilakukan dengan membuat atau meninggikan cerobong asap atau debu dari bangunan yang ada disekitarnya. Untuk intensitas kebisingan yang melebihi nilai ambang batas, dapat dikendalikan dengan memasang alat atau bahan peredam suara pada sumbernya atau merayasa ruangan dengan membuat skat atau pembatas ruangan yang dibuat dua lapis. Selain itu untuk tempat kerja yang suhu udaranya cukup tinggi, dapat dilakukan dengan pengaturan ventilasi udara yang disesuaikan dengan jenis pekerjaanya. Lebih lanjut pengendalian bahaya di tempat kerja dapat dilakukan yaitu:

1) Eliminasi

Eliminasi, merupakan upaya menghilangkan bahaya dari sumbernya serta menghentikan semua kegiatan pekerja di daerah yang berpotensi bahaya terhadap tenaga kerja dan perusahaan serta lingkungan kerja. Sebagai contoh menghilangkan bahaya dari sumbernya adalah misalnya bahaya gas karbon monoksida (CO) yang keluar

dari mesin yang digunakan di industri atau perusahaan, dengan cara memasang filter dan atau menyalurkan asap dari mesin melalui cerobong asap yang di desain.

2) Substitusi

Substitusi dapat dilakukan dengan memodifikasi proses untuk mengurangi penyebaran debu atau asap, dan atau mengurangi bahaya yang ada di tempat kerja. Pengendalian bahaya kesehatan kerja dengan mengubah beberapa peralatan proses untuk mengurangi bahaya, mengubah kondisi fisik bahan baku yang diterima untuk diproses lebih lanjut agar dapat menghilangkan potensi bahayanya. Substitusi dapat juga dilakukan bahan yang berbahaya dengan bahan yang kurang berbahaya, misalnya penggunaan asam sulfat kuat disubstitusi dengan asam sulfat lemah.

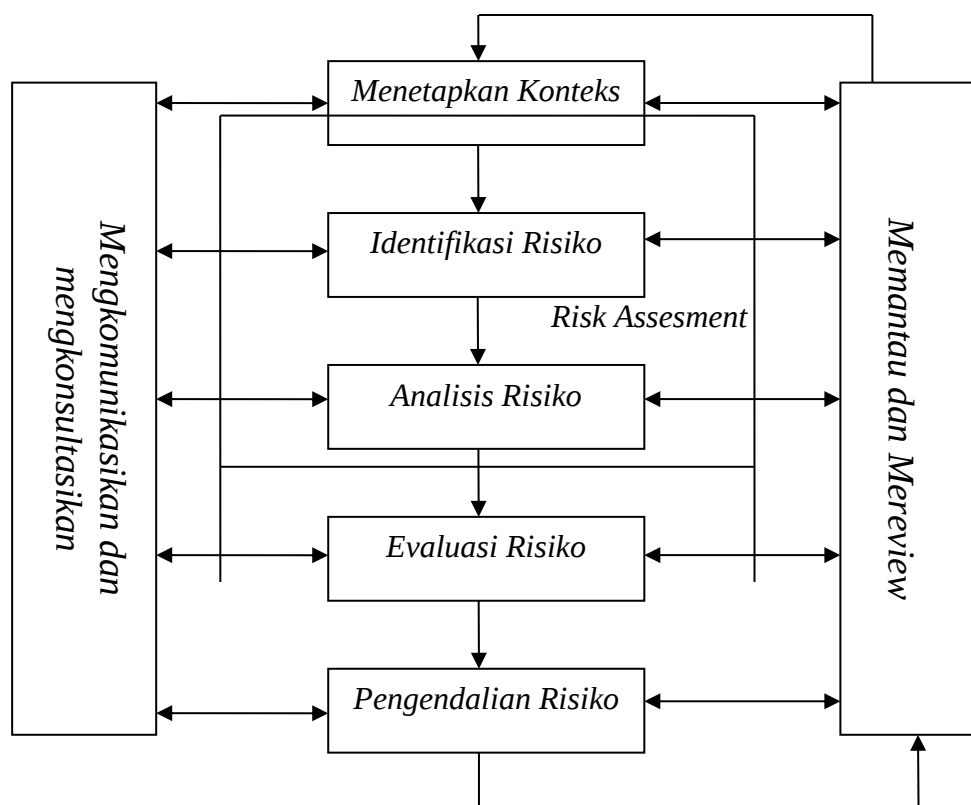
3) Isolasi Potensi Bahaya

Isolasi merupakan upaya untuk menghapus sumber paparan bahaya dari lingkungan pekerja dengan menempatkannya di tempat lain atau menjauhkan lokasi kerja yang berbahaya dari tempat pekerja lainnya. Sebagai contoh apabila di tempat kerja menggunakan mesin yang intensitas kebisingannya tinggi (misalnya 101 dB), agar intensitas kebisingan yang diterima tenaga kerja mejadi 85 dB untuk 8 jam kerja perhari, perlu dilakukan pengendalian seara isolasi, yaitu dengan memisahkan ruang mesin dengan ruang pekerja atau dengan menjauhkan sumber bising (mesin) dengan tenaga kerja.

D. MANAJEMEN RISIKO

Manajemen risiko keselamatan dan kesehatan kerja adalah bagian dari sistem manajemen yang terintegrasi dalam suatu organisasi, dan merupakan salah satu bagian dari penentu kebijakan. Sistem kesehatan kerja dibangun diatas komponen yaitu pekerja, lingkungan kerja, pekerjaan, pengorganisasian pekerja dan budaya kerja, dengan melakukan manajemen risiko kesehatan kerja agar setiap komponen menjadi sehat (Kurniawidjaya, M.2010) Di dunia usaha dan dunia kerja, manajemen risiko kesehatan kerja (termasuk keselamatan kerja) merupakan suatu sistem yang mencakup penilaian, pemantauan dan pengendalian risiko, dilaksanakan secara sistematis dan berkesinambungan berupa siklus dari serangkaian kegiatan yaitu antisipasi (*anticipation*), rekognisi (*recognition*), evaluasi (*evaluation*) dan pengendalian (*control*) atau disingkat dengan AREP (AREC). Antisipasi, rekognisi dan evaluasi merupakan kegiatan penilaian risiko (risk assessment) yang merupakan bagian dari manajemen risiko. Setiap tahap proses manajemen risiko harus terus dipantau dan ditelaah ulang, apakah dapat dilaksanakan, bagaimana hasilnya dan informasi ini dijadikan

umpan balik untuk melakukan perbaikan proses, serta dikomunikasikan dan dikonsultasikan kepada pemangku kepentingan baik dari dalam maupun dari luar organisasi. Jadi manajemen risiko dimulai dengan penetapan konteks atau ruang lingkup kegiatan yaang akan dikelola risikonya, konteks strategik dalam proses, kemudian pelaksanaan manajemen risiko yang kesemuanyaa terkait dan berkesinambungan, seperti terlihat pada gambar berikut ini:



Gambar 6.1 Manajemen Risiko AS/NZS 4360:2004

Manajemen risiko keselamatan dan kesehatan di tempat kerja mempunyai tujuan : meminimalkan kerugian akibat kecelakaan dan sakit, meningkatkan kesempatan *atau* peluang untuk meningkatkan produksi melalui suasana kerja yang aman, sehat dan nyaman, memotong mata rantai kejadian kerugian akibat kegagalan produksi yang disebabkan kecelakaan dan sakit, serta pencegahan kerugian akibat kecelakaan dan sakit, serta pencegahan kerugian akibat kecelakaan dan penyakit akibat kerja (Heni Y, 2011).

Untuk mencegah dan mengurangi kerugian akibat kecelakaan diawali dengan identifikasi bahaya yang berkaitan dengan faktor penyebab kecelakaan. Dengan melakukan identifikasi bahaya maka sumber-sumber bahaya dapat diketahui sehingga kemungkinan kecelakaan dapat diminimalisir (Ridley J, 2008).

1. Metode Identifikasi Bahaya

Menurut (Buntaro, 2015) metode identifikasi merupakan teknik yang dikembangkan untuk mengenal dan mengevaluasi berbagai bahaya yang terdapat dalam proses kerja. Ada beberapa efektif yang dapat digunakan dalam melakukan identifikasi risiko untuk mengetahui faktor penyebab dan proses terjadinya dampak. Beberapa contoh metode identifikasi risiko tersebut adalah sebagai berikut:

a. *Preliminary Hazard Analysis (PHA)*

Merupakan suatu metode yang dilakukan dalam mengetahui bahaya-bahaya awal pada suatu sistem baru. PHA dilakukan jika tidak ada informasi mengenai sistem tersebut.

b. *Failur Mode Effect Analysis (FMEA)*

Suatu metode yang digunakan untuk menganalisis sistem yang berhubungan dengan engineering yang mungkin mengalami kegagalan dan efek yang ditimbulkan dari kegagalan. FMEA secara sistematis menilai komponen dari suatu sistem tentang bagaimana sistem dapat gagal lalu mengevaluasi efek dari kegagalan tersebut, tingkat bahaya yang dihasilkan dari kegagalan dan bagaimana kegagalan tersebut dicegah dan diminimalisasi

c. *Check List*

Digunakan sebagai cara untuk mengetahui kondisi awal pada suatu kondisi yang meliputi aspek-aspek *safety*. *Safety, check list* dapat digunakan untuk mengevaluasi perangkat peralatan, fasilitas, konsep desain atau prosedur operasi.

d. *Hazard and Operability Study (HAZOPS)*

Digunakan untuk mengidentifikasi bahaya pada industri kimia. HAZOPS digunakan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi proses yang berhubungan dengan keselamatan dan bahaya pada lingkungan dan memproses masalah yang dapat berdampak pada efisiensi operasi.

e. *Fault Tree Analysis (FTA)*

FTA menentukan metode analisis yang bersifat deduktif, dimulai dengan menetapkan kejadian puncak (*top event*) yang mungkin terjadi dalam sistem atau proses. Dilanjutkan dengan mengidentifikasi semua kejadian yang dapat menyebabkan kejadian puncak tersebut dalam bentuk pohon logika ke bawah.

g. *Job Safety Analysis (JSA)*

Menurut Soeripto (1997) *Job Safety Analysis (JSA)* adalah suatu cara yang digunakan untuk memeriksa metode kerja dan menentukan bahaya yang sebelumnya telah diabaikan dalam merencanakan pabrik atau gedung dan di dalam rancang bangun mesin-mesin, alat-alat kerja, material, lingkungan tempat kerja, dan proses kerja.

2. Analisis Risiko

Analisis risiko merupakan metode mengidentifikasi risiko dan menilai kerusakan yang mungkin disebabkan, sebagai alasan perlunya perlindungan keamanan. Menurut Daryanto, 2010) Analisis risiko memiliki tiga tujuan, yaitu :

- a. Mengidentifikasi risiko
- b. Menghitung dampak dari ancaman
- c. Memberikan perbandingan biaya atau manfaat antara dampak risiko dengan biaya.

Analisis risiko pada umumnya dilakukan setelah melakukan identifikasi terhadap sebuah risiko. Setelah melakukan identifikasi risiko, maka tahap berikutnya adalah pengukuran risiko dengan cara melihat potensial terjadinya seberapa besar *severity* (kerusakan) probabilitas terjadinya risiko tersebut. Penentuan probabilitas terjadinya suatu event sangatlah subjektif dan lebih berdasarkan nalar dan pengalaman. Beberapa risiko memang mudah untuk diukur, namun sangatlah sulit untuk memastikan probabilitas suatu kejadian yang sangat jarang terjadi. Sehingga pada tahap ini sangatlah penting untuk menentukan dugaan yang terbaik supaya nantinya dapat memprioritaskan dengan baik dalam implementasi perencanaan manajemen risiko. Kesulitan dalam pengukuran risiko adalah menentukan kemungkinan terjadi suatu risiko karena informasi statistik tidak selalu tersedia untuk beberapa risiko tertentu. Selain itu, mengevaluasi dampak *severity* (kerusakan) cukup sulit untuk asset immateriil. Setelah mengetahui probabilitas dan dampak dari suatu risiko, maka potensi suatu risiko dapat diketahui. Untuk mengukur suatu risiko dapat menggunakan skala 1-5, sebagaimana pada tabel berikut.

Tabel 6.2
Skala Risiko Berdasarkan Dampak

Skala	Probabilitas	Dampak
Sangat rendah	Hampir tidak mungkin terjadi	Dampak kecil
Rendah	Kadang terjadi	Dampak kecil pada biaya, waktu dan kualitas
Sedang	Mungkin tidak terjadi	Dampak sedang pada biaya, waktu dan kualitas
Tinggi	Sangat mungkin terjadi	Dampa substansial pada biaya, waktu dan kualitas
Sangat tinggi	Hampir pasti terjadi	Mengancam kesuksesan proyek

Sumber : Australian Standard / New Zealand Standard Risk Management 4360:2004

Probabilitas terjadinya risiko sering disebut dengan *risk likelihood*, sedangkan dampak yang akan terjadi jika risiko tersebut terjadi dikenal dengan *risk impact* dan tingkat kepentingan risiko disebut dengan *risk value* atau *risk exposure*. *Risk value* dapat dihitung dengan formula :

$$\textbf{\textit{Risk exposure = Risk likelihood x Risk Impact}}$$

3. Penilaian Risiko

Setelah dilakukan penentuan faktor *probability*, *consequences* dan *exposure* maka akan diperoleh nilai atau level risiko dari hasil perkalian *probability*, *consequences* dan *exposure* pada pekerjaan yang dilakukan di sebuah industri. Sebelum dilakukan penilaian risiko, perlu dilakukan persiapan antara lain:

a. Langkah umum sebelum dilaksanakan penilaian risiko, yang meliputi :

1) Menentukan personil penilai

Penilaian risiko dapat berasal dari *intern* perusahaan yang berkompeten atau dibantu oleh petugas lain diluar perusahaan yang berkompeten baik dalam pengetahuan, kewenangan maupun kemampuan lainnya yang berkaitan.

- 2) Menentukan objek atau bagian yang akan dinilai
Objek yang akan dinilai dapat dibedakan menurut bagian atau departemen, jenis pekerjaan, proses produksi dan sebagainya.
 - 3) Kunjungan atau inspeksi tempat kerja
Kegiatan ini dimulai melalui *walk through survey* atau *inspection* yaitu melihat, mendengar dan mencatat semua keadaan di tempat kerja baik mengenai kegiatan, proses, bahan, jumlah pekerja, kondisi lingkungan, cara kerja, teknologi pengendalian, alat pelindungan diri dan hal lain yang terkait.
 - 4) Identifikasi potensi bahaya, mencari informasi atau data potensi bahaya, dengan menggunakan instrumen sesuai dengan potensi bahaya di tempat kerja.
- b. Pelaksanaan Penilaian Risiko
- Untuk melakukan penilaian risiko dapat digunakan analisis secara kualitatif dan kuantitatif sebagai berikut (Anizar, 2009):
- 1) Analisis Kualitatif
Menurut AZ/NZS 4360:2004 analisis kualitatif digunakan untuk melihat besarnya potensi konsekuensi yang dapat timbul dan peluang konsekuensi tersebut dapat terjadi. Analisis kualitatif dapat digunakan untuk hal-hal berikut :
 - a) *Skrinning* awal untuk mengidentifikasi risiko
 - b) Analisis untuk menentukan keputusan yang tepat
 - c) Data numerik atau sumber informasi tidak mencukupi untuk dilaksanakannya analisis kuantitatif.

Metode kualitatif bersifat kasar. Belum jelas perbedaan tingkat risiko rendah, medium atau tinggi, karena penjelasannya masih bersifat kualitatif, seperti terlihat pada tabel berikut ini:

Tabel 6.3
Ukuran Kualitatif Untuk Likelihood

<i>Level</i>	<i>Descriptor</i>	<i>Keterangan</i>
A	<i>Very likely</i>	<i>Dapat terjadi setiap kondisi</i>
B	<i>Likely</i>	<i>Kemungkinan terjadi sering</i>
C	<i>Moderate</i>	<i>Dapat terjadi beberapa kali</i>
D	<i>Unlike</i>	<i>Kemungkinan terjadi jarang</i>
E	<i>Rare</i>	<i>Hanya dapat terjadi pada kondisi pengecualian</i>

Sumber : Australian Standard / New Zealand Standard Risk Management 4360:2004

Tabel 6.4
Ukuran Kualitatif untuk Consequency

<i>Level</i>	<i>Descriptor</i>	<i>Keterangan</i>
1	<i>Insignificant</i>	<i>Tidak terjadi cedera, kerugian financial kecil</i>
2	<i>Minor</i>	<i>Membutuhkan tindakan pertolongan pertama, kerugian financial sedang</i>
3	<i>Moderate</i>	<i>Membutuhkan perawatan medis, kerugian financial besar</i>
4	<i>Major</i>	<i>Cedera berat, kerugian produksi, kerugian financial besar</i>
5	<i>Catastrophic</i>	<i>Fatal, toxic release dengan dampak luas, kerugian financial sangat besar</i>

Sumber : Australian Standard / New Zealand Standard Risk Management 4360:2004

2) Analisis semi-kuantitatif

Pada analisis semi-kuantitatif, skala kualitatif telah digambarkan dengan angka numerik. Penilaian risiko pada analisis semi-kuantitatif menggunakan rumusan W.T.Fine (1971) yang menjelaskan bahwa nilai dari suatu risiko ditentukan oleh nilai dampak (*consequence*), paparan (*exposure*) dan kemungkinan (*probability*).

- a) Dampak (*consequence*) merupakan dampak yang paling mungkin untuk terjadi dari suatu potensi kecelakaan, termasuk cedera dan kerusakan properti.

- b) Papanan (*exposure*) merupakan frekuensi papanan terhadap bahaya
- c) Kemungkinan (*probability*) merupakan peluang terjadinya suatu kecelakaan mulai dari papanan terhadap bahaya hingga menimbulkan suatu kecelakaan dan dampaknya.

Nilai risiko dapat dihitung dengan rumusan sebagai berikut :

$$\text{Risk Score} = \text{Consequence} \times \text{Exposure} \times \text{Probability}$$

Estimasi perhitungan penilaian risiko yang ada di sebuah industri dapat dijelaskan seperti tabel berikut ini:

Tabel 6.5
Analisis Penilaian Risiko Estimasi *Consequence*

Category	Deskripsi	Rating
<i>Catastrophe</i>	Bencana besar : kematian massal, kerusakan permanen pada lingkungan setempat	100
<i>Disaster</i>	Bencana : kematian, kerusakan permanen yang bersifat local terhadap lingkungan	50
<i>Very Serious</i>	Sangat serius : cacat permanen, penyakit kanker, kerusakan lingkungan yang bersifat sementara	25
<i>Serious</i>	Serius : Efek serius pada pekerja namun tidak bersifat permanen, efek serius non kanker, efek yang merugikan bagi lingkungan tapi tidak besar	15
<i>Important</i>	Penting : Membutuhkan perawatan medis, terjadi emisi buangan tetapi tidak mengakibatkan kerusakan	5
<i>Noticeable</i>	Tampak : Luka atau sakit ringan, sedikit kerugian produksi, kerugian kecil pada peralatan atau mesin tapi tidak berpengaruh pada produksi	1

Sumber : Australian Standard / New Zealand Standard Risk Management 4360:2004

Dalam menentukan faktor konsekuensi yang ada di lingkungan kerja diberi rentangan dari bencana besar seperti kematian massal, kerusakan permanen pada lingkungan kerja (*Catastrophe*) sampai dengan kemungkinan terjadinya luka atau sakit ringan, sedikit kerugian produksi, kerugian kecil pada peralatan atau mesin tapi tidak berpengaruh pada produksi (*Noticeable*).

Tabel 6.6
Analisis Penilaian Risiko Estimasi *Exposure*

Pemaparan	Deskripsi	Rating
Continuously	Terus-menerus : terjadi > 1 kali sehari	10
Frequently	Sering : terjadi kira-kira 1 kali sehari	6
Occasionally	Kadang-kadang : terjadi 1 kali seminggu sampai 1 kali sebulan	3
Infrequent	Tidak sering : sekali dalam sebulan sampai sekali dalam setahun	2
Rare	Tidak diketahui kapan terjadinya	1
Very rare	Sangat tidak diketahui kapan terjadinya	0,5

Sumber : Australian Standard / New Zealand Standard Risk Management 4360:2004

Analisis penilaian risiko faktor pajanan (*exposure*) diberi rentangan dari kejadian terus menerus yaitu terjadi >1 kali sehari (*Continuously*) sampai kejadian yang tidak tahu kapan terjadinya (*Very rare*).

Tabel 6.7
Analisis Penilaian Risiko Estimasi *Probability*

Probabilitas	Deskripsi	Rating
Almost certain	Terjadi kemungkinan yang paling sering terjadi	10
Likely	Kemungkinan terjadi kecelakaan 50 % : 50 %	6
Unusually but possible	Tidak biasa terjadi namun mempunyai kemungkinan untuk terjadi	3
Remotely possible	Kejadian yang sangat kecil kemungkinannya untuk terjadi	1
Conceivable	Tidak pernah terjadi kecelakaan selama tahun-tahun pemajanan, namun mungkin terjadi	0,5
Pratically impossible	Sangat tidak mungkin terjadi	0,1

Sumber : Australian Standard / New Zealand Standard Risk Management 4360:2004

Berdasarkan tabel di atas, dapat dijelaskan estimasi risiko untuk menilai seberapa besar peluang kejadian risiko yang ditimbulkan oleh pajanan *hazard*. Bila risikonya terlalu besar

maka dilakukan intervensi atau pengendalian untuk perbaikan, sampai ke tingkat risiko yang dapat diterima (*acceptable risk*) atau dihilangkan kalau memungkinkan. Sebaliknya, bila risikonya kecil maka dapat diabaikan namun tetap dilakukan pemantauan yang berkesinambungan untuk selalu waspada kemungkinan perubahan sewaktu-waktu dari tingkat risiko rendah menjadi tinggi (Kurniawidjaya, M. 2010).

Latihan

Untuk dapat memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah Latihan berikut!

- 1) Jelaskan dengan ringkas tentang kesehatan dan keselamatan kerja
- 2) Jelaskan dengan ringkas upaya pengendalian bahaya dan risiko di tempat kerja
- 3) Jelaskan dengan ringkas Manajemen risiko di tempat kerja

Ringkasan

Berdasarkan uraian dan penjelasan tentang enam prinsip hygiene dan sanitasi makanan, dapat diringkas sebagai berikut:

Untuk melihat kesehatan dan keselamatan kerja dapat dilakukan dengan mempelajari manajemen risiko di tempat kerja/industri, dengan melakukan evaluasi bahaya dan risiko di tempat kerja untuk menilai seberapa besar peluang kejadian risiko yang ditimbulkan oleh paparan hazard. Bila risikonya terlalu besar maka dilakukan intervensi atau pengendalian untuk perbaikan, sampai ke tingkat risiko yang dapat diterima (*acceptable risk*) atau dihilangkan kalau memungkinkan. Sebaliknya, bila risikonya kecil maka dapat diabaikan namun tetap dilakukan pemantauan yang berkesinambungan untuk selalu waspada kemungkinan perubahan sewaktu-waktu dari tingkat risiko rendah menjadi tinggi.

Evaluasi risiko dimulai dengan mengukur kadar atau intensitas paparan, yang diteruskan dengan estimasi peluang dan konsekuensi dari efek buruk kesehatan yang mungkin ditimbulkan, kemudian dihitung secara semikuantitatif dan akhirnya sampai kepada simpulan tentang tingkat risiko, serta saran tentang kebutuhan pengelolaan risiko. Evaluasi risiko juga memperhitungkan dampaknya terhadap tenaga kerja dan masyarakat, kerugian lingkungan, kerugian ekonomi seperti kehilangan pendapatan individu, kerusakan aset industri, berhentinya proses produksi, dan rusaknya citra perusahaan atau industri.

Tes 1

Pilihlah salah satu jawaban yang paling benar!

- 1) Bahaya mekanik di tempat kerja yang sering di alami tenaga kerja, salah satunya adalah....
 - A. kontak dengan arus listrik
 - B. mata terkena percikan api pada saat menggerinda
 - C. adanya getaran mesin yang melebihi standar
 - D. kontak dengan bahan kimia berbahaya
 - E. tertimpa benda dari ketinggian

- 2) Sedangkan yang termasuk bahaya fisik yang berisiko terhadap tenaga kerja adalah....
 - A. kontak dengan arus listrik
 - B. mata terkena percikan api pada saat menggerinda
 - C. adanya getaran mesin yang melebihi standar
 - D. kontak dengan bahan kimia berbahaya
 - E. tertimpa benda dari ketinggian

- 3) Menurut Australian Standard / New Zealand Standard Risk Management 4360:2004, berdasarkan analisis risiko, suatu kecelakaan kadang-kadang terjadi. Hal ini termasuk skala dalam analisis risiko adalah....
 - A. Sangat rendah
 - B. Rendah
 - C. Sedang
 - D. Tinggi
 - E. Sangat tinggi

- 4) Berdasarkan prediksi di tempat kerja tenaga kerja diperkirakan mengalami mengalami cedera kepala apabila tidak memakai helm di tempat. Hal ini dalam analisis risiko, termasuk....
 - A. Sangat rendah
 - B. Rendah
 - C. Sedang
 - D. Tinggi
 - E. Sangat tinggi

- 5) Dalam upaya mencegah dan pengendalian bahaya di tempat kerja, dilakukan dengan memajangkan standar operasional prosedur dalam proses produksi, hal ini merupakan....
- A. Pengendalian secara administrasi
 - B. Pengendalian dengan memasang *safety poster* pada bagian produksi
 - C. Pengendalian secara teknik
 - D. Pengendalian personal *protective equitment*
 - E. Pengendalian berdasarkan *job safety analisis*

Topik 2

Kecelakaan Kerja

A. KECELAKAAN KERJA

1. Pengertian Kecelakaan Kerja

Kecelakaan kerja adalah kejadian yang tidak terduga (tidak ada unsur kesengajaan) dan tidak diharapkan karena mengakibatkan kerugian, baik material maupun penderitaan bagi yang mengalaminya. Berdasarkan Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang keselamatan kerja, kecelakaan kerja adalah suatu kejadian yang tidak diduga semula dan tidak dikehendaki, yang mengacaukan proses yang telah diatur dari suatu aktivitas dan dapat menimbulkan kerugian baik korban manusia maupun harta benda (PP No.50 Tahun 2012).

Kecelakaan kerja adalah kejadian yang tak terduga dan tidak diharapkan. Tak terduga, oleh karena dibelakang peristiwa itu tidak terdapat unsur kesengajaan, lebih-lebih dalam bentuk perencanaan. Tidak diharapkan, oleh karena peristiwa kecelakaan disertai kerugian material ataupun penderitaan dari yang paling ringan sampai kepada yang paling berat. Kecelakaan kerja juga diartikan sebagai suatu kecelakaan yang berkaitan dengan hubungan kerja dengan perusahaan. Hubungan kerja disini dapat berarti, bahwa kecelakaan terjadi karena akibat dari pekerjaan atau pada waktu melaksanakan pekerjaan (Sucipto, 2014).

2. Klasifikasi Kecelakaan Kerja

Klasifikasi kecelakaan akibat kerja menurut Organisasi Perburuhan Internasional (ILO) Tahun 1962 adalah sebagai berikut (Triwibowo dan Mitha, 2013)

- a. Klasifikasi menurut jenis kecelakaan, meliputi:
 - 1) Terjatuh
 - 2) Tertimpa benda jatuh
 - 3) Tertumbuk atau terkena benda-benda
 - 4) Terjepit oleh benda
 - 5) Gerakan-gerakan melebihi kemampuan
 - 6) Pengaruh suhu tinggi
 - 7) Kontak dengan bahan-bahan berbahaya atau radiasi
- b. Klasifikasi menurut penyebab
 - 1) Mesin
 - 2) Alat angkut dan angkat
 - 3) Peralatan lain
 - 4) Bahan-bahan, zat-zat dan radiasi

- 5) Lingkungan kerja
- 6) Klasifikasi menurut sifat luka atau kelainan
- 7) Patah tulang
- 8) Dislokasi atau keseleo
- 9) Regang otot atau urat
- 10) Memar dan luar dalam yang lain
- 11) Amputasi
- 12) Luka-luka lain
- 13) Luka dipermukaan
- 14) Gegar dan remuk
- 15) Luka bakar
- 16) Keracunan-keracunan mendadak (akut)
- 17) Akibat cuaca dan lain-lain
- 18) Mati lemas
- 19) Pengaruh arus listrik
- 20) Pengaruh radiasi
- 21) Luka-luka yang banyak dan berlainan sifatnya
- 22) Lain-lain
- 23) Klasifikasi menurut letak kelainan atau luka ditubuh
- 24) Kepala
- 25) Leher
- 26) Badan
- 27) Anggota atas
- 28) Anggota bawah
- 29) Banyak tempat
- 30) Kelainan umum
- 31) Letak lain yang tidak dapat dimasukkan klasifikasi tersebut

Klasifikasi menurut jenis kecelakaan dan penyebab berguna untuk membantu dalam usaha pencegahan kecelakaan. Sedangkan penggolongan menurut sifat dan letak luka atau kelainan tubuh berguna untuk penelaahan tentang kecelakaan lebih lanjut dan terperinci.

B. TEORI PENYEBAB KECELAKAAN KERJA

Beberapa teori mengenai penyebab kecelakaan kerja telah dikemukakan oleh para ahli, antara lain sebagai berikut (Budiono, 2003):

1. Teori Domino Heinrich

Menurut teori domino effect H.W Heinrich, kecelakaan terjadi melalui hubungan mata rantai sebab-akibat dari beberapa faktor penyebab kecelakaan kerja yang saling berhubungan, yaitu : (1) Kondisi kerja; (2) Kelalaian manusia; (3) Tindakan tidak aman; (4) Kecelakaan; (5) Cedera. Kelima faktor ini tersusun layaknya kartu domino yang diberdirikan. Jika satu kartu jatuh, maka kartu ini akan menimpa kartu lain hingga kelimanya akan roboh secara bersama. Ilustrasi ini mirip dengan efek domino yang telah kita kenal sebelumnya, jika satu bangunan roboh, kejadian ini akan memicu peristiwa beruntun yang menyebabkan robohnya bangunan lain. Lebih lanjut Heinrich, menjelaskan kunci untuk mencegah kecelakaan adalah dengan menghilangkan tindakan tidak aman sebagai poin ketiga dari lima faktor penyebab kecelakaan. Menurut penelitian yang dilakukannya, tindakan tidak aman ini menyumbang 98% penyebab kecelakaan.

Dianalogikan jika kartu nomor 3 tidak ada lagi, seandainya kartu nomer 1 dan 2 jatuh, ini tidak akan menyebabkan jatuhnya semua kartu. Dengan adanya gap/jarak antara kartu kedua dengan kartu keempat, jika kartu kedua terjatuh, ini tidak akan sampai menimpa kartu nomor 4. Akhirnya, kecelakaan dan cedera dapat dicegah. Dengan penjelasannya ini, Teori Domino Heinrich menjadi teori ilmiah pertama yang menjelaskan terjadinya kecelakaan kerja.

2. Teori Frank E. Bird Petersen and Germain

Bird mengadakan modifikasi dengan teori domino (Heinrich) dengan menggunakan teori manajemen, yaitu manajemen kurang kontrol, sumber penyebab utama, gejala penyebab langsung (praktik dibawah standar), kontak peristiwa (kondisi dibawah standar), dan kerugian gangguan (tubuh maupun harta benda). Teori ini lebih dikenal dengan sebutan ILCI tentang Loss Caution Model, yang menjelaskan tentang:

a. Kurangnya pengawasan manajemen (*Lack of Control Management*)

Kontrol merupakan salah satu diantara fungsi manajemen yang penting, selain perencanaan, pengorganisasian, dan kepemimpinan. Fungsi ini berhubungan dengan pekerjaan manajer pada berbagai tingkat atau jabatan.

b. Penyebab Dasar (*Basic Causes*)

Penyebab dasar adalah penyebab sebenarnya dibalik gejala mengapa perilaku dan praktik-praktik di bawah standar bisa terjadi, dan kondisi ini bila diidentifikasi dengan benar akan sangat berarti untuk menentukan perilaku pencegahan oleh pihak manajemen. Sering dari penyebab dasar ini akan memudahkan dalam mengidentifikasi akar permasalahan, penyebab yang sebenarnya, penyebab tidak langsung, dan faktor yang berkontribusi terhadap kecelakaan. Ada dua jenis penyebab dasar, yaitu faktor manusia dan faktor pekerjaan.

c. Penyebab Langsung (*Immediate Causes*)

Penyebab langsung suatu kecelakaan adalah kondisi yang dengan segera menyebabkan timbulnya kontak yang biasanya dapat dilihat atau dirasakan. Yang dimaksud dengan penyebab langsung adalah tindakan tidak aman (*unsafe act*) dan kondisi tidak aman (*unsafe condition*).

d. Kecelakaan

Kecelakaan adalah kejadian yang kemudian diikuti dengan kerugian. Kecelakaan disebabkan adanya suatu kontak dengan sumber energi yang melampaui ambang batas dari yang seharusnya diterima oleh tubuh atau benda.

e. Kerugian (Loss)

Akibat dari sebuah kecelakaan adalah kerugian, baik itu kerugian pada manusia, harta benda dan juga lingkungan.

3. Teori Human Factors

Teori Human Factors Model dikemukakan oleh Gordon (1949) yang menerangkan tentang Multiple Causation Model dengan basic epidemiologi yang diadopsi dari Henrich model dan konsep Loss Control. Pada pendekatan epidemiologi, faktor yang mempengaruhi terjadinya kecelakaan adalah host, yaitu pekerja yang melakukan pekerjaan; agent, yaitu pekerjaan; dan environment, yaitu lingkungan kerja dimana pekerja melakukan pekerjaannya.

Menurut Gordon, kecelakaan merupakan akibat dari interaksi antara korban kecelakaan, perantara terjadinya kecelakaan, dan lingkungan yang kompleks, yang tidak dapat dijelaskan hanya dengan mempertimbangkan salah satu dari faktor-faktor yang terlibat. Untuk lebih memahami mengenai penyebab-penyebab terjadinya kecelakaan, maka karakteristik dari korban kecelakaan, perantara terjadinya kecelakaan, dan lingkungan yang mendukung harus dapat diketahui secara detail.

4. Teori Reason

Reason menggambarkan kecelakaan kerja terjadi akibat kurang terampilnya pekerja dalam menggunakan alat ini dapat ditingkatkan dengan pelatihan-pelatihan, prosedur atau peraturan mengenai keselamatan kerja.

C. SEBAB-SEBAB KECELAKAAN KERJA

ILO (1989) mengemukakan bahwa kecelakaan akibat kerja pada dasarnya disebabkan oleh tiga faktor, yaitu faktor manusia, faktor pekerjaannya, dan faktor lingkungan di tempat kerja.

1. Faktor Manusia

a. Usia

Usia mempunyai pengaruh yang penting terhadap kejadian kecelakaan akibat kerja. Usia harus mendapat perhatian karena akan mempengaruhi kondisi fisik, mental, kemampuan kerja, dan tanggung jawab seseorang (Malayu, 2003).

Golongan usia tua mempunyai kecenderungan yang lebih tinggi untuk mengalami kecelakaan akibat kerja dibandingkan dengan golongan usia muda karena usia muda mempunyai reaksi dan kegesitan yang lebih tinggi. Namun usia muda pun sering pula mengalami kasus kecelakaan akibat kerja, hal ini mungkin karena kecerobohan dan sikap suka tergesa-gesa. Pekerja muda usia biasanya kurang berpengalaman dalam pekerjaannya, lebih kurang perhatian, kurang disiplin, dan cenderung menuruti kata hati (Triwibowo dan Mitha, 2013).

Umum mengetahui bahwa beberapa kapasitas fisik, seperti penglihatan, pendengaran dan kecepatan reaksi, menurun sesudah usia 30 tahun atau lebih. Sebaliknya mereka lebih berhati-hati, lebih dapat dipercaya dan lebih menyadari akan bahaya dari pada tenaga kerja usia muda. Efek menjadi tua terhadap terjadinya kecelakaan masih terus ditelaah. Namun terdapat kecenderungan bahwa beberapa jenis kecelakaan seperti terjatuh lebih sering terjadi pada tenaga kerja usia 30 tahun atau lebih dari pada tenaga kerja berusia sedang atau muda. Juga angka beratnya kecelakaan rata-rata lebih meningkat mengikuti pertambahan usia.

b. Jenis kelamin

Jenis pekerjaan antara pria dan wanita berbeda. Pembagian kerja secara sosial antara pria dan wanita menyebabkan perbedaan terjadinya paparan yang diterima orang, sehingga penyakit yang dialami berbeda pula. Kasus kecelakaan kerja pada wanita cenderung lebih banyak daripada pria (Suma'mur, 1989).

c. Tingkat pendidikan

Pendidikan seseorang berpengaruh dalam pola pikir seseorang dalam menghadapi pekerjaan yang dipercayakan kepadanya, selain itu pendidikan juga akan mempengaruhi tingkat penyerapan terhadap pelatihan yang diberikan dalam rangka melaksanakan pekerjaan dan keselamatan kerja. Pendidikan adalah segala upaya yang direncanakan untuk mempengaruhi orang lain baik individu, kelompok atau masyarakat sehingga mereka melakukan apa yang diharapkan oleh pelaku pendidikan. Semakin tinggi tingkat pendidikan seseorang, maka mereka cenderung untuk menghindari potensi bahaya yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan.

Hubungan tingkat pendidikan dengan lapangan pekerjaan yang tersedia bahwa pekerja dengan tingkat pendidikan rendah, seperti Sekolah Dasar atau bahkan tidak pernah bersekolah akan bekerja di lapangan yang mengandalkan fisik. Hal ini dapat mempengaruhi terjadinya kecelakaan kerja karena beban fisik yang berat dapat mengakibatkan kelelahan yang merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi terjadinya kecelakaan akibat kerja (Triwibowo dan Mitha, 2013).

d. Pengalaman kerja

Pengalaman kerja merupakan faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya kecelakaan akibat kerja. Masa kerja berhubungan langsung dengan pengalaman kerja. Masa kerja dapat dikategorikan menjadi: Masa kerja baru (<6 tahun); Masa kerja sedang (6-10 tahun); dan Masa kerja lama (>10 tahun). Berdasarkan berbagai penelitian dengan meningkatnya pengalaman dan keterampilan akan disertai dengan penurunan angka kecelakaan akibat kerja. Kewaspadaan terhadap kecelakaan akibat kerja bertambah baik sejalan dengan pertambahan usia dan lamanya kerja di tempat kerja yang bersangkutan. Tenaga kerja baru biasanya belum mengetahui secara mendalam seluk-beluk pekerjaannya. Penelitian dengan studi restropektif di Hongkong dengan 383 kasus membuktikan bahwa kecelakaan akibat kerja karena mesin terutama terjadi pada buruh yang mempunyai pengalaman kerja di bawah satu tahun. Kewaspadaan terhadap kecelakaan akibat kerja bertambah baik sejalan dengan pertambahan usia dan lamanya kerja di tempat kerja yang bersangkutan (Malayu, 2003).

2. Faktor pekerjaan

a. Giliran kerja (*shift*)

Giliran kerja adalah pembagian kerja dalam waktu dua puluh empat jam. Terdapat dua masalah utama pada pekerja yang bekerja secara bergiliran, yaitu ketidakmampuan pekerja untuk beradaptasi dengan sistem shift dan ketidakmampuan pekerja untuk beradaptasi dengan kerja pada malam hari dan tidur pada siang hari. Pergeseran waktu kerja dari pagi, siang, dan malam hari dapat mempengaruhi terjadinya peningkatan kecelakaan akibat kerja (Daryanto, 2010).

b. Jenis (unit) pekerjaan

Jenis pekerjaan mempunyai pengaruh besar terhadap risiko terjadinya kecelakaan akibat kerja. Jumlah dan macam kecelakaan akibat kerja berbeda-beda di berbagai kesatuan operasi dalam suatu proses (Daryanto, 2010).

3. Faktor Lingkungan

Faktor lingkungan juga dapat mempengaruhi kesehatan dan keselamatan kerja, sehingga perlu diperhatikan dalam upaya meningkatkan kesehatan dan keselamatan kerja, faktor lingkungan tersebut adalah: (Triwibowo, dan Mitha, 2013)

a. Lingkungan fisik

1) Pencahayaan

Pencahayaan merupakan suatu aspek lingkungan fisik yang penting bagi keselamatan kerja. Penerangan yang baik memungkinkan tenaga kerja melihat obyek yang dikerjakan secara jelas, cepat dan tanpa upaya-upaya tidak perlu. Beberapa penelitian membuktikan bahwa pencahayaan yang tepat dan sesuai dengan pekerjaan akan dapat menghasilkan produksi yang maksimal dan dapat mengurangi terjadinya kecelakaan akibat kerja.

2) Kebisingan

Kebisingan di tempat kerja dapat berpengaruh terhadap pekerja karena kebisingan dapat menimbulkan gangguan perasaan, gangguan komunikasi sehingga menyebabkan salah pengertian, tidak mendengar isyarat yang diberikan, hal ini dapat berakibat terjadinya kecelakaan akibat kerja. Di samping itu, kebisingan juga dapat menyebabkan hilangnya pendengaran sementara atau menetap. Nilai ambang batas kebisingan adalah 85 dBA untuk 8 jam kerja sehari atau 40 jam kerja dalam seminggu.

3) Suhu udara

Dari suatu penyelidikan diperoleh hasil bahwa produktivitas kerja manusia akan mencapai tingkat yang paling tinggi pada temperatur sekitar 24°C-27°C. Suhu dingin mengurangi efisiensi dengan keluhan kaku dan kurangnya koordinasi otot. Suhu panas terutama berakibat menurunkan prestasi kerja pekerja, mengurangi kelincahan, memperpanjang waktu reaksi dan waktu pengambilan keputusan, mengganggu kecermatan kerja otak, mengganggu koordinasi syaraf perasa dan motoris, serta memudahkan untuk dirangsang. Pendapat lain mengatakan kondisi panas sekeliling yang berlebih akan mengakibatkan rasa letih dan kantuk, mengurangi kestabilan dan meningkatkan jumlah angka kesalahan kerja. Hal ini akan menurunkan daya kreasi tubuh manusia untuk menghasilkan panas dengan jumlah yang sangat sedikit.

b. Lingkungan kimia

Faktor lingkungan kimia merupakan salah satu faktor lingkungan yang memungkinkan penyebab kecelakaan kerja. Faktor tersebut dapat berupa bahan baku suatu produksi, hasil suatu produksi dari suatu proses, proses produksi sendiri ataupun limbah dari suatu produksi.

c. Lingkungan biologi

Bahaya biologi disebabkan oleh jasad renik, gangguan dari serangga maupun binatang lain yang ada di tempat kerja. Berbagai macam penyakit dapat timbul sebagai infeksi, alergi, dan sengatan serangga maupun gigitan binatang berbisa berbagai penyakit serta bisa menyebabkan kematian.

Selain pernyataan sebab-sebab di atas dan kondisi kerja yang tidak aman, maka faktor-faktor yang berhubungan dengan kecelakaan kerja dapat pula disimpulkan bahwa masih ada tiga faktor yang mempengaruhi atau menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja. Ketiga faktor tersebut, yaitu sifat dari kerja itu sendiri, jadwal kerja, dan iklim psikologis di tempat kerja.

a. Sifat kerja

Menurut kajian para ahli keselamatan, sifat kerja mempengaruhi tingkat kecelakaan. Sebagai contoh, karyawan yang bekerja sebagai operator *crane* (derek) akan memiliki risiko kecelakaan kerja yang lebih tinggi dibandingkan mereka yang bekerja sebagai supervisor atau penyelia.

b. Jadwal kerja

Jadwal kerja dan kelelahan kerja juga mempengaruhi kecelakaan kerja. Tingkat kecelakaan kerja biasanya stabil pada 6 – 7 jam pertama di hari kerja. Akan tetapi pada jam-jam sesudah itu, tingkat kecelakaan kerja akan lebih tinggi. Hal ini dimungkinkan karena karyawan atau tenaga kerja sudah melampaui tingkat kelelahan yang tinggi. Kenyataan di lapangan juga membuktikan bahwa kerja malam mempunyai risiko kecelakaan kerja lebih tinggi dibandingkan kerja pada siang hari.

c. Iklim psikologis tempat kerja

Iklim psikologis di tempat kerja juga berpengaruh pada kecelakaan kerja. Karyawan atau tenaga kerja yang bekerja dibawah tekanan stres atau yang merasa pekerjaan mereka terancam atau yang merasa tidak aman akan mengalami lebih banyak kecelakaan kerja dibandingkan mereka yang tidak mengalami tekanan.

4. Faktor Penyebab Kecelakaan Kerja

Berdasarkan faktor penyebabnya kecelakaan kerja dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok, yaitu (Sucipto, 2014):

a. Sebab dasar atau asal mula

Sebab dasar adalah merupakan sebab atau faktor yang mendasari secara umum terhadap kejadian kecelakaan, misalnya ketidakharmonisan dalam bekerja.

b. Sebab utama

Sebab utama disebabkan adanya faktor dan persyaratan yang belum dilaksanakan.

Sebab utama dibagi atas:

1) Kondisi tidak aman (*unsafe condition*)

Yaitu, kondisi tidak aman dari : Mesin, peralatan, pesawat, bahan, lingkungan, proses, sifat pekerjaan, cara kerja.

2) Perbuatan tidak aman (*unsafe action*)

Yaitu, perbuatan berbahaya dari manusia, yang dalam beberapa hal dapat dilatarbelakangi antara lain oleh faktor-faktor kurangnya pengetahuan dan keterampilan, cacat tubuh yang tidak kentara, kelelahan dan kelesuhan, sikap dan tingkah laku yang tidak aman.

D. Kerugian Akibat Kecelakaan Kerja

Kerugian akibat kecelakaan kerja sangat besar. Kecelakaan kerja tidak saja menimbulkan korban jiwa maupun kerugian materi bagi pekerja dan pengusaha atau perusahaan tetapi juga dapat mengganggu proses produksi secara menyeluruh, merusak lingkungan yang pada akhirnya akan berdampak pada masyarakat luas. Kerugian akibat kecelakaan kerja dikategorikan atas kerugian langsung (*direct cost*) dan kerugian tidak langsung (*indirect cost*) (Alamsyah dan Ratna 2003):

1. Kerugian Langsung

Kerugian langsung adalah kerugian akibat kecelakaan yang langsung dirasakan dan membawa dampak terhadap organisasi atau perusahaan. Kerugian langsung dapat berupa:

a. Biaya Pengobatan dan Kompensasi

Kecelakaan mengakibatkan cedera, baik cedera ringan, berat, cacat atau menimbulkan kematian. Cedera ini akan mengakibatkan seorang pekerja tidak mampu menjalankan tugasnya dengan baik sehingga mempengaruhi produktivitas. Jika terjadi kecelakaan, perusahaan harus mengeluarkan biaya pengobatan dan tunjangan kecelakaan sesuai ketentuan yang berlaku.

b. Kerusakan Sarana Produksi

Kerusakan langsung lainnya adalah kerusakan sarana produksi akibat kecelakaan, seperti kebakaran, peledakan, dan kerusakan.

2. Kerugian Tidak Langsung

Disamping kerugian langsung, kecelakaan juga menimbulkan kerugian tidak langsung. Kerugian tidak langsung adalah kerugian yang tidak terlihat sehingga sering disebut juga sebagai kerugian tersembunyi, antara lain:

a. Kerugian Jam Kerja

Jika terjadi kecelakaan, kegiatan pasti akan terhenti sementara untuk membantu korban yang cedera, penanggulangan kejadian, perbaikan kerusakan atau penyelidikan kejadian. Kerugian jam kerja yang hilang akibat kecelakaan jumlahnya cukup besar yang dapat mempengaruhi produktivitas.

b. Kerugian Produksi

Kecelakaan juga membawa kerugian terhadap proses produksi akibat kerusakan atau cedera pada pekerja. Perusahaan tidak bisa memproduksi sementara waktu sehingga kehilangan peluang untuk mendapatkan keuntungan.

c. Kerugian Sosial

Kecelakaan dapat menimbulkan dampak sosial bagi keluarga korban yang terkait langsung maupun lingkungan sosial sekitarnya. Apabila seorang pekerja mendapat kecelakaan, keluarganya akan turut menderita. Apabila korban tidak mampu bekerja atau meninggal, maka keluarga akan kehilangan sumber kehidupan, keluarga terlantar dan dapat menimbulkan kesengsaraan. Untuk lingkup lebih luas, kecelakaan membawa dampak terhadap lingkungan sekitarnya. Apabila terjadi bencana seperti kebocoran, peledakan atau kebakaran, masyarakat sekitar akan turut merasakannya sebagai korban seperti bencana lumpur panas Lapindo di Sidoarjo dimana kejadian ini menimbulkan kerugian yang besar seperti terhentinya produksi industri, gangguan aktivitas masyarakat, dan gangguan lalu lintas yang diperkirakan mencapai triliunan rupiah.

d. Citra dan Kepercayaan Konsumen

Kecelakaan menimbulkan citra negatif bagi organisasi atau perusahaan karena dinilai tidak peduli keselamatan, tidak aman atau merusak lingkungan. Sebaliknya, organisasi atau perusahaan yang peduli K3 akan dihargai dan memperoleh kepercayaan dari masyarakat dan penanam modal.

Berikut ini merupakan penggolongan dampak fisik dari kecelakaan kerja, yaitu Buntrto, 2015):

- a. Meninggal dunia, merupakan akibat kecelakaan yang paling fatal yang menyebabkan penderita meninggal dunia walaupun telah mendapatkan pertolongan dan perawatan sebelumnya.
- b. Cacat permanen total, yaitu cacat yang mengakibatkan penderita secara permanen tidak mampu lagi melakukan pekerjaan produktif karena kehilangan atau tidak berfungsinya lagi salah satu bagian tubuh, seperti: kedua mata; satu mata atau satu tangan atau satu lengan atau satu kaki.
- c. Cacat permanen sebagian, yaitu cacat yang mengakibatkan hilangnya sebagian atau beberapa bagian dari anggota tubuh.
- d. Cacat kekurangan fungsi, yaitu cacat yang mengakibatkan berkurangnya fungsi sebagian atau beberapa bagian dari anggota tubuh untuk selama-lamanya.
- e. Tidak mampu bekerja sementara ketika dalam masa pengobatan maupun karena harus beristirahat menunggu kesembuhan.

E. PENCEGAHAN DAN PENGENDALIAN KECELAKAAN KERJA

1. Pencegahan Kecelakaan Kerja

Menurut Suma'mur (1996) pencegahan kecelakaan kerja ditujukan kepada lingkungan kerja, mesin, peralatan kerja, perlengkapan kerja dan terutama faktor manusia.

- a. Lingkungan Kerja, Syarat lingkungan kerja dibagi menjadi tiga bagian, yaitu:
 - 1) Memenuhi syarat aman, meliputi higiene umum, sanitasi, ventilasi udara, pencahayaan dan penerangan di tempat kerja dan pengaturan suhu udara ruang kerja
 - 2) Memenuhi syarat keselamatan, meliputi kondisi gedung dan tempat kerja yang dapat menjamin keselamatan
 - 3) Memenuhi penyelenggaraan ketatarumahtangaan, meliputi pengaturan penyimpanan barang, penempatan dan pemasangan mesin, penggunaan tempat,dan ruangan

b. Mesin dan peralatan kerja

Mesin dan peralatan kerja harus didasarkan pada perencanaan yang baik dengan memperhatikan ketentuan yang berlaku. Perencanaan yang baik terlihat dari baiknya pagar atau tutup pengaman pada bagian-bagian mesin atau perkakas yang bergerak, antara lain bagian yang berputar. Bila pagar atau tutup pengaman telah terpasang, harus diketahui dengan pasti efektif tidaknya pagar atau tutup pengaman tersebut yang dilihat dari bentuk dan

ukurannya yang sesuai terhadap mesin atau alat serta perkakas yang terhadapnya keselamatan pekerja dilindungi.

c. Perlengkapan kerja

Alat pelindung diri merupakan perlengkapan kerja yang harus terpenuhi bagi pekerja. Alat pelindung diri berupa pakaian kerja, kacamata, sarung tangan, yang kesemuanya harus cocok ukurannya sehingga menimbulkan kenyamanan dalam penggunaannya.

d. Faktor manusia

Pencegahan kecelakaan terhadap faktor manusia meliputi peraturan kerja, mempertimbangkan batas kemampuan dan keterampilan pekerja, meniadakan hal-hal yang mengurangi konsentrasi kerja, menegakkan disiplin kerja, menghindari perbuatan yang mendatangkan kecelakaan serta menghilangkan adanya ketidakcocokan fisik dan mental.

2. Pengendalian Kecelakaan Kerja

Pengendalian kecelakaan kerja dapat dilakukan dengan beberapa pendekatan, antara lain (Alamsyah dan Ratna, 2013)

a. Pendekatan Energi

Kecelakaan bermula karena adanya sumber energi yang mengalir mencapai penerima. Pendekatan energi untuk mengendalikan kecelakaan dilakukan melalui tiga titik, yaitu:

b. Pengendalian pada sumber bahaya

Bahaya sebagai sumber terjadinya kecelakaan dapat dikendalikan langsung pada sumbernya dengan melakukan pengendalian secara teknis atau administratif. Contoh, mesin yang bising dapat dikendalikan dengan mematikan mesin, mengurangi tingkat kebisingan dengan memasang peredam pada mesin, memodifikasi mesin, atau mengganti dengan mesin yang lebih rendah tingkat kebisingannya.

c. Pendekatan pada jalan energi

Pendekatan ini dapat dilakukan dengan melakukan penetrasi pada jalan energi sehingga intensitas energi yang mengalir ke penerima dapat dikurangi. Contoh, kebisingan dapat dikurangi tingkat bahayanya dengan memasang dinding kedap suara, menjauhkan manusia dari sumber bising, atau mengurangi waktu paparan.

d. Pengendalian pada penerima

Pendekatan ini dilakukan melalui pengendalian terhadap penerima, baik manusia, benda atau material. Pendekatan ini dapat dilakukan apabila pengendalian pada sumber atau

jalannya energi tidak dapat dilakukan secara efektif. Perlindungan diberikan kepada penerima dengan meningkatkan ketahanannya menerima energi yang datang. Contoh, untuk mengatasi bahaya bising, manusia yang menerima energi suara tersebut dilindungi dengan alat pelindung telinga sehingga dampak bising yang timbul dapat dikurangi.

e. Pendekatan Manusia

Pendekatan kepada manusia didasarkan hasil statistik yang menyatakan bahwa 85% kecelakaan disebabkan oleh faktor manusia dengan tindakan yang tidak aman. Untuk meningkatkan kesadaran dan kepedulian mengenai Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dilakukan berbagai pendekatan dan program K3, antara lain:

- 1) Pembinaan dan pelatihan
- 2) Promosi K3 dan kampanye K3
- 3) Pembinaan perilaku aman
- 4) Pengawasan dan inspeksi K3
- 5) Audit K3
- 6) Komunikasi K3
- 7) Pengembangan prosedur kerja aman

f. Pendekatan Teknis

Pendekatan teknis menyangkut kondisi fisik, peralatan, material, proses maupun lingkungan kerja yang tidak aman. Untuk mencegah kecelakaan yang bersifat teknis dilakukan upaya keselamatan antara lain:

- 1) Rancang bangun yang aman yang disesuaikan dengan persyaratan teknis dan standar yang berlaku untuk menjamin kelaikan instalasi atau peralatan kerja.
- 2) Sistem pengaman pada peralatan atau instalasi untuk mencegah kecelakaan dalam pengoperasian alat atau instalasi.

g. Pendekatan Administratif

Pendekatan secara administratif dapat dilakukan dengan berbagai cara, antara lain:

- 1) Pengaturan waktu dan jam kerja, sehingga tingkat kelelahan dan paparan bahaya dapat dikurangi.
- 2) Penyediaan alat keselamatan kerja
- 3) Mengembangkan dan menetapkan prosedur dan peraturan tentang K3
- 4) Mengatur pola kerja, sistem produksi dan proses kerja.

h. Pendekatan Manajemen

Banyak kecelakaan yang disebabkan faktor manajemen yang tidak kondusif, sehingga mendorong terjadinya kecelakaan. Upaya pencegahan yang dapat dilakukan, antara lain:

- 1) Menerapkan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3)
- 2) Mengembangkan organisasi K3 yang efektif

Latihan

Untuk dapat memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah Latihan berikut!

- 1) Jelaskan dengan ringkas pengertian kecelakaan kerja
- 2) Jelaskan klasifikasi kecelakaan kerja
- 3) Jelaskan dengan ringkas sebab-sebab kecelakaan kerja
- 4) Jelaskan dengan ringkas kerugian akibat kecelakaan kerja
- 5) Jelaskan dengan ringkas pencegahan dan pengendalian kecelakaan kerja

Ringkasan

Berdasarkan uraian dan penjelasan tentang enam prinsip hygiene dan sanitasi makanan, dapat diringkas sebagai berikut:

Kecelakaan kerja adalah kejadian yang tak terduga dan tidak diharapkan. Tak terduga, oleh karena dibelakang peristiwa itu tidak terdapat unsur kesengajaan, lebih-lebih dalam bentuk perencanaan. Tidak diharapkan, oleh karena peristiwa kecelakaan disertai kerugian material ataupun penderitaan dari yang paling ringan sampai kepada yang paling berat. Kecelakaan kerja juga diartikan sebagai suatu kecelakaan yang berkaitan dengan hubungan kerja dengan perusahaan. Hubungan kerja disini dapat berarti, bahwa kecelakaan terjadi karena akibat dari pekerjaan atau pada waktu melaksanakan pekerjaan.

Akibat dari kecelakaan kerja adalah cideranya tenaga kerja, dapat menyebabkan berhendinya proses produksi, sehingga order tidak terpenuhi yang gilirannya berdampak pada citra perusahaan/industri. Untuk itu diperlukan pencegahan dan pengendalian kecelakaan kerja, sehingga tenaga kerja dan masyarakat yang ada di perusahaan dapat terlindungi selain itu juga akan dapat meningkatkan produktivitas kerja atau perusahaan.

Tes 2

Pilihlah salah satu jawaban yang paling benar!

- 1) Menurut teori domino effect H.W Heinrich, kecelakaan terjadi melalui hubungan mata rantai sebab-akibat dari beberapa faktor penyebab kecelakaan kerja yang saling berhubungan, yang terbagi....
 - A. 4
 - B. 5
 - C. 6
 - D. 7
 - E. 8

- 2) Pengendalian kecelakaan kerja dapat dilakukan dengan beberapa pendekatan energi, yang dilakukan dengan....
 - A. 3 pendekatan
 - B. 4 pendekatan
 - C. 5 pendekatan
 - D. 6 pendekatan
 - E. 7 pendekatan

- 3) Pendekatan secara administratif dapat dilakukan dengan berbagai cara, antara lain....
 - A. Pengaturan waktu dan jam kerja, sehingga tingkat kelelahan dan paparan bahaya dapat dikurangi
 - B. Penyediaan alat keselamatan kerja
 - C. Mengembangkan dan menetapkan prosedur dan peraturan tentang K3
 - D. Mengatur pola kerja, sistem produksi dan proses kerja
 - E. Benar semua

- 4) Kerugian tidak langsung akibat kecelakaan kerja adalah....
 - A. Kerugian biaya produksi
 - B. kerugian tenaga kerja
 - C. kerugian asset perusahaan
 - D. kerugian orderan
 - E. kerugian social

- 5) Upaya pencegahan yang dapat dilakukan, melalui pendekatan manajemen, antara lain....
- A. Memperbaiki
 - B. Sistem mengembangkan organisasi K3
 - C. pendekatan ergonomi
 - D. Pendekatan sosial
 - E. pendekatan persuasif

Kunci Jawaban Tes

Test 1

- 1) B.
- 2) C.
- 3) B.
- 4) C.
- 5) A.

Test 2

- 1) B.
- 2) A.
- 3) E.
- 4) E.
- 5) B.

Daftar Pustaka

- Budiono S. *Hiperkes Dan KK*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro; 2003.
- Anizar. *Teknik Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Di Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu; 2009.
- Darmawi H. *Manajemen Risiko*. Jakarta: Bumi Aksara; 2013.
- Heni Y. *Improving Our Safety Culture Cara Cerdas Membangun Budaya Keselamatan Yang Kokoh*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama; 2011.
- Kurniawidjaja M. *Teori Dan Aplikasi Kesehatan Kerja*. Jakarta: UI-Press; 2010.
- Ramli S. *Manajemen Risiko dalam Perspektif K3*. Jakarta: Dian Rakyat; 2009.
- Kuswana WS. *Ergonomi dan K3*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya; 2014.
- Soedirman. *Kesehatan Kerja Dalam Perspektif Hiperkes & Keselamatan Kerja*. Jakarta: Erlangga; 2014.
- Buntarto. *Panduan Praktis Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Untuk Industri*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press; 2015.
- Triwibowo C, Pusphandandani ME. *Kesehatan Lingkungan Dan K3*. Yogyakarta: Nuha Medika; 2013.
- Ridley J. *Ikhtisar Kesehatan Dan Keselamatan Kerja*. Jakarta: Erlangga; 2008.
- Daryanto. *Keselamatan Kerja Peralatan Bengkel Dan Peralatan Mesin*. Bandung: Alfabeta; 2010.
- Alamsyah, D dan Ratna M. 2013. *Pilar Dasar Ilmu Kesehatan Masyarakat*. Penerbit NuhaMedika. Yogyakarta.
- Suma'mur. 2014. *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja (Hiperkes)*. Edisi 2. Sagung Seto : Bandung

Sucipto, C. D. 2014. *Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Gosyen Publishing : Yogyakarta.

Peraturan Pemerintah Nomor 50 Tahun 2012. *Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3)*. Dari URL : <http://www.hukumonline.com> (Diakses pada tanggal 28 Oktober 2017)

Malayu S. P. Hasibuan. 2003. *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Jakarta: Bumi Aksara.



SANITASI INDUSTRI DAN K3

PUSAT PENDIDIKAN SUMBER DAYA MANUSIA KESEHATAN
Badan Pengembangan dan Pemberdayaan
Sumber Daya Manusia Kesehatan

Jl. Hang Jebat III Blok F3,
Kebayoran Baru Jakarta Selatan - 12120

Telp. (021) 725 5429

Fax. (021) 739 8950