



PENGENDALIAN PENYAKIT BERBASIS LINGKUNGAN



Andi Susilawaty • Efbertias Sitorus • Jernita Sinaga • Mahyati • Ismail Marzuki
Dhorkas Dhonna Ruth Marpaung • Bibit Nasrokhatun Diniah
Dyah Widodo • Nila Puspita Sari • Zrimurti Mappau • Fahrul Islam
Fuad Hilmi Sudasman • Muhammad Syahrir • David Soputra
Siti Ambarnovitaputri Baharuddin • Ruslan La Ane

PENGENDALIAN PENYAKIT BERBASIS LINGKUNGAN



UU 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta/Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelaksanaan/Pasal 20

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 21, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- a. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk keperluan penelitian aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyebaran informasi ilmiah;
- b. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- c. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kuliah, pertunjukan dan Program yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- d. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Program, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran/Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan sengaja hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan sengaja hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).

Pengendalian Penyakit Berbasis Lingkungan

Andi Susilawaty, Efbertias Sitorus, Jernita Sinaga, Mahyati
Ismail Marzuki, Dhorkas Dhonna Ruth Marpaung
Bibit Nasrokhatun Diniyah, Dyah Widodo, Nila Puspita Sari
Zrimurti Mappau, Fahrul Islam, Fuad Hilmi Sudasman
Muhammad Syahrir, David Soputra
Siti Ambarnovitaputri Baharuddin, Ruslan La Ane



Penerbit Yayasan Kita Menulis

Pengendalian Penyakit Berbasis Lingkungan

Copyright © Yayasan Kita Menulis, 2022

Penulis:

Andi Susilawaty, Efbertias Sitorus, Jemita Sinaga, Mahyati
Ismail Marzuki, Dhorkas Dhonna Ruth Marpaung
Bibit Nasrokhatus Diniyah, Dyah Widodo, Nila Puspita Sari
Zrimurti Mappau, Fahrul Islam, Fuad Hilmi Sudasman
Muhammad Syahrir, David Soputra
Siti Ambarovitaputri Baharuddin, Ruslan La Ane

Editor: Ronal Watrianthos & Janner Simarmata
Desain Sampul: Devy Dian Pratama, S.Kom.

Penerbit

Yayasan Kita Menulis

Web: kitamenulis.id

e-mail: press@kitamenulis.id

WA: 0821-6453-7176

IKAPI: 044/SUT/2021

Andi Susilawaty., dkk.

Pengendalian Penyakit Berbasis Lingkungan

Yayasan Kita Menulis, 2022

xiv, 288 hlm; 16 x 23 cm

ISBN: 978-623-342-450-9

Cetakan 1, April 2022

- I. Pengendalian Penyakit Berbasis Lingkungan
- II. Yayasan Kita Menulis

Katalog Dalam Terbitan

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak maupun mengedarkan buku tanpa
izin tertulis dari penerbit maupun penulis

Kata Pengantar

Segala puji hanya milik Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga para penulis dapat merampungkan penyusunan buku “Pengendalian Penyakit Berbasis Lingkungan” sebagai sebuah wujud pengembangan ilmu kesehatan lingkungan. Shalawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan Rasulullah SAW, beserta sahabat, tabiin, tabiit dan siapa saja yang mengikuti petunjuknya sampai hari kemudian. Hari yang tiada lagi bermanfaat harta dan anak bagi pemiliknya kecuali bagi mereka yang datang menghadap Tuhannya dengan hati yang ikhlas.

Penyakit berbasis lingkungan pertama kali dikemukakan oleh Umar Fachmi Achmadi pada tahun 2015 dalam Rencana Aksi Agenda 21 Bidang Kesehatan di Indonesia. Setelah Agenda 21, rencana aksi dikembangkan dan dibahas kembali di Johannesburg dan melahirkan komitmen *Milenium Development Goals* (MDGs) yang di dalamnya tercermin adanya hubungan yang erat antara kejadian penyakit menular yang bounded dengan kemiskinan, sanitasi dasar dan kondisi lingkungan secara umum. Hal ini mengelaborasi secara integral pengertian dan pemahaman bahwa lingkungan dan derajat kesehatan masyarakat bagaikan dua sisi mata uang yang tak bisa terpisahkan.

Secara garis besar dalam buku ini membahas bagian-bagian menarik dan penting antara lain:

- Bab 1 Pengantar: Penyakit Berbasis Lingkungan di Indonesia
- Bab 2 Teori Kejadian Penyakit dan Peran Lingkungan
- Bab 3 Lima Pilar STMB: Upaya Pengendalian Penyakit Lingkungan
- Bab 4 ISPA: Penyebab Lingkungan dan Pengendaliannya
- Bab 5 DIARE: Penyebab Lingkungan dan Pengendaliannya
- Bab 6 TBC: Penyebab Lingkungan dan Pengendaliannya
- Bab 7 DBD: Penyebab Lingkungan dan Pengendaliannya
- Bab 8 Tifoid: Penyebab Lingkungan dan Pengendaliannya
- Bab 9 Leptospirosis: Penyebab Lingkungan dan Pengendaliannya

- Bab 10 Filariasis: Penyebab Lingkungan dan Pengendaliannya
- Bab 11 Asbestosis: Penyebab Lingkungan dan Pengendaliannya
- Bab 12 Kecacingan: Penyebab Lingkungan Dan Pengendaliannya
- Bab 13 Gangguan Kulit Penyebab Lingkungan dan Pengendaliannya
- Bab 14 Kanker: Penyebab Lingkungan dan Pengendaliannya
- Bab 15 Alergi dan Asma: Penyebab Lingkungan dan Pengendaliannya
- Bab 16 Gangguan Ginjal: Penyebab Lingkungan dan Pengendaliannya

Ke depan dibutuhkan pengembangan ilmu pengetahuan yang core knowledge-nya mendalami tentang penyebab dan proses timbulnya penyakit yang berakar atau berbasis lingkungan. Hal ini diperlukan untuk menganalisis lebih lanjut kasus penyakit berbasis lingkungan hingga perencanaan program pengendalian yang efektif. Buku ini diharapkan dapat mengisi ruang-ruang kosong informasi yang dibutuhkan oleh para praktisi dan akademisi kesehatan lingkungan dan dalam upaya menciptakan derajat kesehatan masyarakat Indonesia yang tinggi.

Penulis menyadari bahwa penulisan buku ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu saran, umpan balik, dan kritik yang membangun sangat kami harapkan untuk penyempurnaan buku ini didisi berikutnya.

Akhirnya penulis berharap semoga buku ini dapat memberi manfaat dan memperkaya khasanah ilmu pengetahuan khususnya pada kajian keilmuan kesehatan lingkungan.

Bagi seluruh pihak yang telah membantu penyelesaian buku ini, baik dalam penyusunan maupun penerbitan, penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya. Akhirnya semoga segala bantuan, arahan dan bimbingan semua pihak atas terbitnya buku ini senantiasa mendapat imbalan berupa limpahan berkat dan rahmat Tuhan Yang Maha Esa. Amin.

Maret, 2022

Penulis
(Andi Susilawaty, dkk)

Daftar Isi

Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar	xi
Daftar Tabel	xiii
Bab 1 Pengantar: Penyakit Berbasis Lingkungan di Indonesia	
1.1 Pendahuluan	1
1.2 Penyakit-Penyakit Berbasis Lingkungan di Indonesia	5
Bab 2 Teori Kejadian Penyakit dan Peran Lingkungan	
2.1 Pendahuluan	13
2.2 Teori Kejadian Penyakit	14
2.3 Peran Lingkungan	19
Bab 3 Lima Pilar STMB: Upaya Pengendalian Penyakit Lingkungan	
3.1 Pendahuluan	23
3.2 Tahap Pelaksanaan STMB	25
3.3 Upaya Pengendalian Penyakit Lingkungan pada 5 Pilar STBM	27
3.3.1 Stop Buang Air Besar Sembarangan (SBS)	28
3.3.2 Cuci Tangan Pakai Sabun (CTPS)	31
3.3.3 Pengolahan Air Minum dan Makanan Rumah Tangga (PAMM-RT)	32
3.3.4 Pengamanan Sampah Rumah Tangga	37
3.3.5 Pengamanan Limbah Cair Rumah Tangga	39
3.4 Penyakit dan Rantai Penularan Penyakit Lingkungan	40
Bab 4 ISPA: Penyebab Lingkungan dan Pengendaliannya	
4.1 Pendahuluan	45
4.2 Pencemaran Udara Penyebab ISPA	46
4.3 Sanitasi Lingkungan Penyebab ISPA	50
4.4 Ventilasi	55
4.5 Pencegahan ISPA	59

alveoli (saluran bawah) termasuk jaringan adneksanya, seperti sinus, rongga telinga tengah dan pleura. ISPA termasuk penyakit menular dan sangat rawan terjadi pada masyarakat. Penyebab dari ISPA sangat beraneka ragam, maka tidak mengherankan bahwa banyak penyakit yang dapat menyebabkan infeksi saluran pernafasan akut di antaranya virus, bakteri (Alsagaff H, 2002: 110). Keadaan tersebut akan diperparah oleh udara yang tercemar, dampak dari pencemaran udara tersebut dapat menyebabkan penurunan kualitas udara, yang berdampak negatif terhadap kesehatan manusia.

Sumber pencemaran udara dapat berasal dari berbagai kegiatan antara lain: industri, transportasi, perkantoran dan perumahan. Peningkatan kejadian ISPA dan polusi udara disebabkan salah satunya pengetahuan yang kurang dan informasi masyarakat yang tidak tepat. (Nursalam, 2001).

4.2 Pencemaran Udara Penyebab ISPA

Pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara ambien turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya. (PP No. 41 tahun 1999). Kandungan emisi gas yang melebihi ambang batas dapat menyebabkan sejumlah gangguan kesehatan. Polusi udara ditengarai menjadi salah satu penyebab infeksi saluran pernafasan akut (ISPA). Selain mengganggu saluran pernafasan, polusi udara dapat memengaruhi tingkat kecerdasan. (Depkes RI, 1999).

Penyumbang pencemaran udara ruangan salah satunya bersumber pada peralatan yang dipergunakan yang merupakan penyumbang polusi udara berupa partikel atau dari manusia itu sendiri yang menyumbang pencemaran udara biologis, akan menimbulkan beberapa jenis penyakit yang disebabkan oleh virus, bakteri, protozoa, dan ataupun cacing.

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 41 tahun 1999 tentang baku mutu udara ambien nasional tentang zat polutan pada udara adalah parameter sulfur oksida (SO_x), karbon monoksida (CO), nitrogen dioksida (NO_x), oksidan (O_x), hidrokarbon (HC), Particulate Matter (PM₁₀ dan PM_{2,5}), total suspended solid (TSP), dan Pb (Timah hitam), dan ada beberapa yang dapat menyebabkan gangguan pernafasan yaitu polutan SO_x dapat mengiritasi

Bab 4

ISPA: Penyebab Lingkungan dan Pengendaliannya

4.1 Pendahuluan

ISPA dikenal dengan penyakit masyarakat yang terkait pada kondisi lingkungan. Hal ini berdasarkan pada susunan anatomi saluran pernafasan manusia yang dibagi menjadi saluran pernafasan bagian atas dan bagian bawah. Faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian ISPA antara lain, lingkungan, BBLR (berat badan lahir rendah), status imunisasi, tingkat pendidikan dan pengetahuan keluarga, serta mal nutrisi (Kemenkes. RI, 2015).

Adapun gejala infeksi pada saluran pernafasan atas atau ISPA antara lain batuk, pilek, demam, faringitis, tonsillitis dan otitis media. ISPA bagian atas ini dapat mengakibatkan kematian tetapi dalam jumlah yang kecil, hanya dapat menyebabkan kecacatan, misalnya otitis media menyebabkan ketulian dan lain-lain. Jenis infeksi ISPA bagian bawah antara lain laringitis, laringotraqueitis, bronkiolitis dan pneumonia (WHO, 2007).

Pengertian ISPA

ISPA adalah infeksi saluran pernafasan akut yang menyerang salah satu bagian dan atau lebih dari saluran nafas mulai dari hidung (saluran atas) hingga

sistem pernafasan. Senyawa hidrokarbon yang masuk dalam paru-paru akan menimbulkan luka dan merangsang terbentuknya sel-sel kanker. Selanjutnya senyawa klorin yang terbentuk dari kegiatan ini dapat menyebabkan iritasi pada mata dan saluran pernafasan.

Ukuran partikulat debu yang membahayakan kesehatan umumnya berkisar antara 0,1 mikron sampai dengan 10 mikron, partikulat debu yang masuk kedalam paru-paru dan mengendap di alveoli dan partikulat yang lebih besar dapat mengganggu saluran pernafasan bagian atas dan menyebabkan iritasi. Paparan debu adalah partikel debu yang dihirup masyarakat di luar ruangan maupun di dalam ruangan, paparan debu dapat mengganggu saluran pernafasan (Hikmawati, 2013).

Senyawa Karbon Monoksida (CO) Dari Aktivitas Merokok

Gas CO di udara dapat berasal dari aktivitas pembakaran bahan bakar fosil, transportasi dan beberapa aktivitas industri. Baku mutu ambien gas CO setiap jam adalah 30.000 ug/Nm³. Polusi udara akibat senyawa CO dapat ditimbulkan dengan asap rokok dan salah satu penyebab ISPA. Asap rokok mengandung CO dengan konsentrasi lebih dari 20.000 ppm selama dihisap. Konsentrasi tersebut diencerkan menjadi 400-500 ppm.

Konsentrasi CO yang tinggi di dalam asap rokok yang terisap mengakibatkan kadar COHb dalam darah meningkat. Selain berbahaya terhadap orang yang merokok, adanya asap rokok yang mengandung CO juga berbahaya bagi orang yang berada di sekitarnya karena asapnya dapat terisap (Fardiaz, 1992).

Merokok adalah salah satu faktor yang bermakna dalam kejadian ISPA. Lama merokok dan jumlah konsumsi rokok mempunyai hubungan bermakna dengan prevalensi penyakit ISPA, asma, pneumonia dan jantung. Dalam teori menyatakan bahwa asap rokok mempunyai efek toksik lebih buruk daripada asap utama terutama dalam menimbulkan iritasi mukosa saluran napas dan meningkatkan kecenderungan untuk mendapatkan ISPA. Asap utama juga mengandung radikal bebas yang berperan dalam kerusakan jaringan (Pringgoutomo.S, 2013).

Senyawa SO₂ Dari Asap Pembakaran Sampah

Sulfur dioksida (SO₂) merupakan salah satu dari kelompok gas yang reaktif terkait dengan efek buruk yang dapat ditimbulkan pada sistem pernafasan, isu-isu lingkungan lainnya. Tercemarnya udara di sekitar tempat pembuangan akhir sampah menyebabkan kesehatan lingkungan terganggu, termasuk

kualitas udara di sekitar tempat pembuangan akhir sampah dapat menimbulkan penyakit ISPA (Roy, 2015).

Pembakaran limbah padat dan pembusukan sampah dapat menghasilkan gas SO₂ dalam jumlah kecil karena dipengaruhi oleh faktor cuaca, arah angin serta kelembaban. Meskipun kadar SO₂ dalam udara tidak melebihi nilai baku mutu lingkungan, apabila terpapar setiap hari oleh udara yang mengandung gas SO₂, akan mengiritasi sistem pernapasan pada manusia.

Secara umum aktivitas penghasil utama gas SO₂ adalah pembakaran bahan bakar, hasil aktivitas gunung berapi dan hasil pembusukan sampah dalam jumlah sedikit gas SO₂. Selain itu, ada juga faktor lain yang mendukung dalam hal menghasilkan gas SO₂ dalam rumah yaitu perilaku merokok dalam ruang rumah dan penggunaan bahan bakar berupa kayu untuk memasak. (Depkes RI., 2002).

Adapun baku mutu udara ambien yang ditetapkan oleh PP No. 41 Tahun 1999 yaitu sebesar 1199,29 µg/Nm³ dengan syarat baku mutu udara ambien adalah sebesar ≤ 900 µg/ Nm³. Peraturan Menteri Kesehatan No.1077 tahun 2011 tentang pedoman penyehatan udara dalam ruang rumah menyatakan bahwa kadar SO₂ dalam rumah maksimal yang diprasyaratkan adalah 0,1 ppm atau 261,75 µg/Nm³.

Emisi Gas Dari Kendaraan

Gas buang (emisi) dari kendaraan, yang lebih dikenal sebagai asap knalpot adalah produk sisa dari pembakaran mesin kendaraan yang tidak sempurna. Gas yang dibuang mengandung berbagai zat kimia dan dengan mudah terhirup manusia di sekitar kendaraan. Tanpa disadari, paparan tersebut memasuki sistem pernapasan dan peredaran darah sehingga menyebabkan kerusakan tubuh meskipun dalam waktu yang agak lama (Segerstedt, B, 2006).

Jumlah emisi gas pada saat ini meningkat, sesuai peningkatan jumlah kendaraan terutama di daerah perkotaan. Selain itu, gas buang pada kendaraan tetap bersifat karsinogenik yang berbahaya bagi kesehatan meskipun dalam jumlah yang sedikit. Paparan zat karsinogenik berakibat kerusakan organ dan dapat menyebabkan kanker. Saat ini, semakin dikembangkan kendaraan rendah emisi seperti hibrid atau listrik karena emisi CO₂ di dunia meningkat tajam.

Salah satu upaya mengurangi emisi gas di udara dengan mengalihkan penggunaan kendaraan dari yang menggunakan bahan bakar fosil ke

kendaraan rendah emisi. Emisi gas tersebut dapat memicu kerusakan pada sistem pernapasan akibat terpapar gas buang.

Dampak dari paparan gas buang kendaraan terhadap sistem pernapasan, di antaranya:

1. Menurunkan kadar oksigen dalam tubuh

Semua udara yang dihirup akan memasuki rongga paru untuk didistribusikan ke seluruh tubuh melalui aliran darah. Menghirup gas buang kendaraan akan sangat berbahaya karena mengandung karbon monoksida (CO). Dibandingkan dengan oksigen, CO lebih mudah diikat oleh sel darah merah sehingga paparan CO dalam waktu singkat dapat menurunkan kadar oksigen yang didistribusikan dalam darah. Jaringan tubuh yang mengalami kekurangan oksigen akan sangat mudah mengalami kerusakan terutama otak, dan kadar CO juga memicu terjadinya sesak napas.

2. Kerusakan saluran pernapasan

Partikel debu kendaraan biasanya berupa debu berwarna hitam yang dikeluarkan dari saluran knalpot. Debu tersebut juga dapat mengendap di bagian lain kendaraan. Paparan debu kendaraan dalam jangka waktu panjang dapat menyebabkan gangguan pada sistem pernapasan yaitu: Asma yang tidak hanya dipicu oleh alergi namun juga inflamasi yang menyebabkan gangguan fungsi paru dalam bernapas. Kanker paru dapat terjadi akibat iritasi dan inflamasi serta akumulasi bahan karsinogenik yang dapat memicu perkembangan penyakit kanker paru.

3. Gas yang merusak sistem peredaran darah adalah bagian yang mengalami kerusakan setelah saluran pernafasan. Suatu penelitian menunjukkan paparan CO meningkatkan kekentalan dalam darah serta peningkatan kadar protein inflamasi, yang perkembangan aterosklerosis. Hal ini juga diperburuk oleh paparan sulfat dari debu kendaraan karena dapat mempercepat kerusakan pembuluh darah.

4. Gangguan saluran pernapasan dan kardiovaskuler akibat gas buang kendaraan menyebabkan dampak yang berbeda pada setiap orang. Hal ini bergantung intensitas paparan dan lamanya pemaparan

tersebut berlangsung. Gangguan kesehatan umumnya muncul jika terjadi paparan secara rutin dalam waktu yang lama. Selain itu, gas buang kendaraan berjenis diesel pada umumnya memiliki kadar racun dan debu yang lebih tinggi, serta lebih banyak jenis karsinogenik, terutama benzena, timbal, formaldehida dan 1,3-butadiena. Pada anak-anak, orang dewasa yang memiliki penyakit tertentu, dan orang-orang usia lanjut lebih rentan mengalami gangguan akibat paparan gas buang kendaraan. Anak-anak yang sering terpapar asap knalpot berisiko mengalami gangguan perkembangan, gangguan pernapasan, penyakit jantung dan kardiovaskuler, bahkan kanker di kemudian hari. Sedangkan penderita penyakit degeneratif dan lansia pada umumnya memiliki risiko kematian yang lebih tinggi saat terpapar gas buang kendaraan.

4.3 Sanitasi Lingkungan Penyebab ISPA

Sanitasi lingkungan adalah keadaan lingkungan yang mencakup dari keadaan perumahan, ventilasi, cahaya dan sebagainya. (Depkes RI, 1999) Sanitasi fisik rumah harus diperhatikan. Berdasarkan kondisi sanitasi lingkungan di dalam rumah, harus dilengkapi dengan luas ventilasi minimal 10% dari luas lantai agar di dalam rumah terjadi pertukaran udara yang baik.

Suhu yang diperkenankan di dalam sebuah rumah adalah 18oC - 30oC dengan kelembapan udara 40%-60%. Kelembaban harus dijaga agar optimal karena kelembaban yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat menyebabkan suburnya pertumbuhan mikroorganisme penyakit (Kementerian Kesehatan RI, 2011).

Kelembaban Udara

Kelembaban adalah konsentrasi uap air di udara dengan konsentrasi air di udara pada tingkat permukaan laut dapat mencapai 3% pada 30 °C (86 °F), dan tidak melebihi 0,5% pada 0 °C (32 °F). Angka kelembaban dapat memicu berkembang biak mikroorganisme hingga terbentuk infeksi saluran pernapasan atau ISPA serta mempermudah terjadinya penularan penyakit baik secara langsung ataupun tidak langsung.

Kelembaban udara menggambarkan kandungan uap air di udara yang dapat dinyatakan sebagai kelembaban mutlak, kelembaban nisbi (relatif) maupun defisit tekanan uap air (Handoko,1994).

Kelembaban terbagi menjadi beberapa jenis yaitu:

1. Kelembaban mutlak (absolut), adalah banyak sedikitnya uap air dalam gram pada 1 cm³ atau jumlah uap air yang dikandung udara pada suatu daerah tertentu yang dinyatakan dalam gram uap air tiap m³ udara. Kelembaban absolut tergantung pada suhu yang memengaruhi kekuatan udara untuk memuat uap air. Tiap-tiap suhu mempunyai batas dari uap air yang dimuatnya.
2. Kelembaban relatif (nisbi), yaitu perbandingan antara uap air di udara pada suhu yang sama, dengan jumlah uap air maksimum yang dikandung udara dan dinyatakan dengan persen. Pada suhu udara yang semakin naik maka kelembaban relatif akan semakin kecil. Kelembaban relatif paling besar adalah 100%. Pada saat itu terjadi titik pengembunan, artinya pendinginan terus berlangsung dan terjadilah kondensasi yaitu uap air menjadi titik air dan jika melampaui titik beku terjadilah kristal es atau salju. Kelembaban relatif dari suatu campuran udara-air didefinisikan sebagai rasio dari tekanan parsial uap air dalam campuran terhadap tekanan uap jenuh air pada temperatur tersebut. Perhitungan kelembaban relatif ini merupakan salah satu data yang dibutuhkan (selain suhu, curah hujan, dan observasi visual terhadap vegetasi) (Santoso, 2007).
3. Kapasitas udara untuk menampung uap air tersebut (pada keadaan jenuh) ditentukan oleh suhu udara. Sedangkan defisit tekanan uap air adalah selisih antara tekanan uap jenuh dan tekanan uap aktual.

Semua uap air yang ada di dalam udara berasal dari penguapan. Penguapan adalah proses perubahan air dari keadaan cair ke keadaan gas. Pada proses penguapan membutuhkan panas, sedangkan pada pengembunan dilepaskan panas.

Seperti diketahui, penguapan tidak hanya terjadi pada permukaan air yang terbuka saja, tetapi dapat juga terjadi langsung dari tanah dan lebih-lebih dari

tumbuh-tumbuhan. Penguapan dari tiga tempat itu disebut dengan evaporasi (Karim,1985).

Tinggi rendahnya kelembaban udara di suatu tempat sangat bergantung pada beberapa faktor sebagai berikut:

1. Suhu.

Suhu udara adalah ukuran energi kinetik rata – rata dari pergerakan molekul-molekul. Suhu udara adalah derajat panas dari aktivitas molekul dalam atmosfer. Suhu dan kelembaban udara sangat erat hubungannya, karena jika kelembaban udara berubah, maka suhu juga akan berubah. Di musim penghujan suhu udara rendah, kelembaban tinggi, memungkinkan tumbuhnya jamur pada kertas, atau kertas menjadi bergelombang karena naik turunnya suhu udara.

2. Kuantitas dan kualitas penyinaran Kualitas intensitas

Lamanya radiasi yang mengenai tumbuhan mempunyai pengaruh yang besar terhadap berbagai proses fisiologi tumbuhan. Cahaya memengaruhi pembentukan klorofil, fotosintesis, fototropisme, dan fotoperiodisme.

3. Pergerakan angin, semakin tinggi kecepatan pergerakan angin akan lebih mempercepat pengangkatan uap air menggumpal di udara semakin tinggi.

4. Tekanan udara erat kaitannya dengan pergerakan angin.

5. Vegetasi yang semakin banyak pada suatu daerah, maka semakin tingkat kelembaban suatu daerah, karena tanaman termasuk salah satu penghasil uap air melalui proses transpirasi.

6. Ketersediaan air di suatu tempat (air tanah)

Kelembaban udara yang tidak memenuhi persyaratan Kemenkes Nomor 829 tahun 1999 dapat menjadi sarana yang baik untuk pertumbuhan mikroorganisme sehingga kuman patogen dapat tumbuh dan berkembang terutama pada daerah yang tingkat kelembaban yang tinggi. Sedangkan pada tingkat kelembaban yang rendah dapat mengakibatkan keringnya selaput lendir membran.

Bila kelembaban udara kurang dari 40%, maka dapat dilakukan upaya penyehatan antara lain:

1. menggunakan alat untuk meningkatkan kelembaban seperti *humidifier* (alat pengatur kelembaban udara);
2. membuka jendela rumah;
3. menambah jumlah dan luas jendela rumah;
4. memodifikasi fisik bangunan (meningkatkan pencahayaan, sirkulasi udara).

Bila kelembaban udara lebih dari 60%, maka dapat dilakukan upaya penyehatan antara lain:

1. memasang genteng kaca;
2. menggunakan alat untuk menurunkan kelembaban seperti *humidifier* (alat pengatur kelembaban udara).

Lantai

Lantai rumah dapat memengaruhi terjadinya penyakit ISPA karena lantai yang tidak memenuhi standar merupakan media yang baik untuk per kembang biakan bakteri atau virus penyebab ISPA. Lantai yang baik adalah lantai yang dalam keadaan kering dan tidak lembab.

Bahan lantai harus kedap air dan mudah dibersihkan, jadi paling tidak lantai perlu diplester dan akan lebih baik kalau dilapisi ubin atau keramik yang mudah dibersihkan. (Kemenkes No. 829/Menkes/SK/VII/1999)

Suhu

Suhu dalam ruangan yang terlalu rendah dapat menyebabkan gangguan kesehatan hingga hypothermia, sedangkan suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan dehidrasi sampai dengan heat stroke. Perubahan suhu udara dalam ruangan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain penggunaan bahan bakar biomassa, ventilasi yang tidak memenuhi syarat, kepadatan hunian, bahan dan struktur bangunan, kondisi geografis dan kondisi topografi.

Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan RI No.829 tahun 1999 tentang persyaratan kesehatan perumahan, suhu udara yang ideal dan nyaman adalah berkisar antara 18 °C sampai 30 °C. Jika suhu udara diatas 30 °C diturunkan dengan cara meningkatkan sirkulasi udara dengan menambah ventilasi, dan

apabila suhu kurang dari 18°C maka perlu memerlukan pemanasan ruangan dengan menggunakan sumber energi yang aman bagi lingkungan dan kesehatan. Suhu ruangan sangat dipengaruhi oleh suhu udara luar, pergerakan udara, kelembaban udara, suhu benda-benda yang ada di sekitar.

Debu

Debu penyebab pencemaran dapat diuraikan berdasarkan jenis dan sumbernya, antara lain:

1. Jenis Debu

Debu jalan terdiri dari partikel padat yang dihasilkan oleh proses material mekanis, termasuk penghancuran, penggilingan, dampak cepat, penanganan, detonasi, dan penipisan bahan organik dan anorganik seperti batu, bijih, dan logam. Ketika debu ini melayang di udara, terutama oleh gesekan ban yang bergerak di jalan tanah tak beraspal dan jalan beraspal tertutup debu, ini disebut sebagai debu jalan (DAQ,2018). Debu buram didefinisikan sebagai debu yang tidak dipancarkan dari sumber titik yang dapat didefinisikan, seperti cerobong asap industri.

2. Sumber debu

Sumber debu berasal dari lapangan terbuka, jalan raya, dan akibat adanya pembersihan lahan. Ukuran debu umumnya dinyatakan dalam materi partikulat (PM10 dan PM 2,5) dan ini mengacu pada campuran partikel padat dan tetesan cairan yang ditemukan di udara. Beberapa partikel seperti debu, kotoran, atau asap, cukup besar atau gelap untuk dilihat dengan mata telanjang. Bentuk lain dari PM lebih kecil hanya terlihat di bawah mikroskop elektron .

Pencahayaan

Cahaya mempunyai sifat dapat membunuh bakteri, selain itu sinar matahari sering dimanfaatkan untuk membunuh beberapa jenis bakteri dan virus, tetapi sebaliknya terlalu banyak terkena sinar matahari dapat menyebabkan kanker kulit. Cahaya yang cukup untuk penerangan ruang di dalam rumah merupakan kebutuhan kesehatan manusia. Penerangan ini dapat diperoleh dengan pengaturan cahaya buatan dan cahaya alami.

4.4 Ventilasi

Ventilasi merupakan tempat proses penyediaan udara segar ke dalam ruangan dan tempat pengeluaran udara kotor dari suatu ruangan tertutup secara alamiah maupun mekanis, dengan udara yang selalu bergerak diharapkan kondisi udara di dalam ruangan akan bertambah baik, meliputi kualitas dan kenyamanan. Tersedianya udara yang segar atau bersih dalam ruangan amat dibutuhkan sehingga apabila dalam suatu ruangan tersebut tidak mempunyai ventilasi yang baik akan menimbulkan keadaan yang dapat merugikan kesehatan.

Menurut Kemenkes No. 829/Menkes/SK/VII/1999 tentang ketentuan persyaratan kesehatan rumah tinggal secara umum penilaian ventilasi rumah dapat dilakukan dengan cara melihat indikator penghawaan rumah, luas ventilasi yang memenuhi syarat kesehatan adalah lebih dari sama dengan 10% dari luas lantai rumah dan luas ventilasi yang tidak memenuhi syarat kesehatan adalah kurang dari 10% dari luas lantai rumah.

Adapun fungsi ventilasi antara lain adalah:

1. Untuk menjaga agar aliran udara di dalam ruangan tetap segar untuk menjaga keseimbangan oksigen yang diperlukan oleh penghuni ruangan tersebut.
2. Mengurangi konsentrasi polutan yang berada di udara serta berasal dari lingkungan sekitar dan menjamin ketersediaan dan mengalirkan udara dalam ruangan.
3. Menyebabkan kurangnya oksigen dalam rumah yang berarti kadar karbon dioksida yang bersifat racun bagi penghuni meningkat karena tidak terjadi siklus karbon
4. Adanya pergerakan udara oleh ventilasi diharapkan mikroorganisme penyebab ISPA dapat terbuang dan terbawa aliran udara keluar sehingga dalam ruangan bersih dari penyebab ISPA
5. Menyeimbangkan kelembaban udara dalam ruangan sehingga proses penguapan cairan dari kulit manusia dapat terkontrol karena kelembaban dapat memicu pertumbuhan dan perkembangbiakan kuman patogen yang dapat mengakibatkan peningkatan risiko kejadian ISPA.

6. Mengurangi pengaruh buruk akibat berkurangnya kadar oksigen, bertambahnya kadar gas CO₂, adanya bau pengap, suhu udara ruangan naik, dan kelembaban udara ruangan bertambah. (Mahyati, 2022)

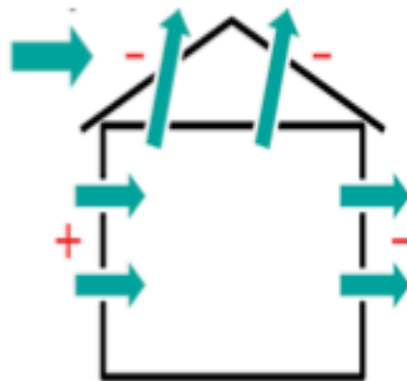
Ada 3 elemen dasar pada ventilasi bangunan yaitu (WHO, 2020):

1. Laju ventilasi adalah jumlah dan kualitas udara luar yang disediakan ke dalam ruangan.
2. Arah aliran udara adalah arah aliran udara keseluruhan dalam suatu bangunan, yang arahnya harus dari zona bersih ke yang lebih kotor.
3. Pola distribusi udara atau aliran udara adalah udara eksternal yang harus didistribusikan ke setiap bagian ruangan secara efisien, dan polutan airborne yang dihasilkan di setiap bagian ruangan harus dihilangkan dengan secara efisien.

Ada tiga metode yang dapat digunakan untuk melakukan ventilasi pada bangunan: ventilasi alami, mekanis dan hibrid (model campuran) (WHO,2022)

Ventilasi Alami

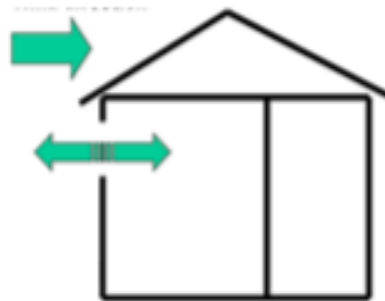
Kekuatan alam (angin dan gaya apung termal karena perbedaan kepadatan udara di dalam dan di luar ruangan) mendorong masuk udara luar melalui bagian terbuka dinding yang menyelubungi bangunan yang sengaja dibuat, seperti jendela, pintu, cerobong surya, menara angin, dan ventilator yang menetes.



Gambar 4.1: Arah Aliran Yang Diinduksi Angin Dalam Bangunan Yang Searah Arah Angin (Atkinson, 2009)

Ventilasi alami bangunan ini tergantung pada iklim, rancangan bangunan, dan perilaku manusia. Ketika angin menabrak sebuah bangunan, hal ini menimbulkan tekanan positif pada arah tujuan angin dan tekanan negatif pada arah yang berlawanan dengan angin. Hal ini mendorong udara mengalir melalui lubang angin ke dalam gedung ke lubang bertekanan rendah di permukaan bawah angin untuk bangunan sederhana, tekanan angin mungkin dapat diperkirakan (Gambar 4.1).

Pada ventilasi satu sisi dengan ruangan yang tertutup rapat, kontribusi hanya diterima dari komponen yang berfluktuasi, dan bukan dari tekanan angin rata-rata (Gambar 4.2). Rancangan ini merupakan rancangan umum; tetapi seiring waktu, timbul kebocoran yang signifikan di sekitar pintu dan penetrasi ruangan lainnya, pada pergantian udara yang cukup per jam (ACH) belum tentu tercapai hanya karena jendela terbuka (Atkinson, 2009)



Gambar 4.2: Komponen Yang Berfluktuasi Berkontribusi Terhadap Aliran Udara Satu Sisi (Atkinson, 2009)

Ventilasi Mekanis

Ventilasi mekanis dapat dilakukan dengan menggunakan alat mekanis maupun elektrik. Alat-alat tersebut di antaranya adalah kipas angin, exhauster dan AC. Kipas dapat dipasang langsung di jendela atau dinding, atau dipasang di saluran udara untuk memasok udara ke dalam atau udara buang dari ruangan. Jenis ventilasi mekanis yang digunakan tergantung pada iklim.

Misalnya, dalam iklim hangat dan lembap, infiltrasi mungkin perlu diminimalkan atau dicegah untuk mengurangi kondensasi awal (yang terjadi ketika udara hangat dan lembap dari dalam bangunan menembus dinding, atap atau lantai dan bertemu dengan permukaan yang dingin). Dalam kasus ini, sistem ventilasi mekanis negatif-positif sering digunakan.

Sebaliknya, pada iklim dingin, eksfiltrasi perlu dicegah untuk mengurangi kondensasi selitan (interstitial), dan ventilasi tekanan negatif digunakan. Pada ruangan dengan polutan yang dihasilkan secara lokal, seperti kamar mandi, toilet dan dapur, sering digunakan sistem tekanan negatif (WHO, 2020)

Ventilasi hybrid atau Mode Campuran

Ventilasi hybrid atau mode campuran bergantung pada kekuatan penggerak alami untuk memberikan laju aliran (rancangan) yang diinginkan, dan menggunakan ventilasi mekanis ketika laju aliran ventilasi alami terlalu rendah. Jenis ventilasi hybrid sederhana ini perlu digunakan dengan hati-hati. Kipas harus dipasang di mana udara ruangan dapat dibuang langsung ke lingkungan luar melalui dinding atau atap. Ukuran dan jumlah kipas angin pembuangan gas kotor tergantung pada laju ventilasi yang ditargetkan dan harus diukur dan diuji sebelum digunakan.

Masalah yang terkait dengan penggunaan kipas angin termasuk kesulitan pemasangan (terutama untuk kipas besar), kebisingan (terutama dari kipas daya tinggi), kenaikan atau penurunan suhu di dalam ruangan, dan kebutuhan akan pasokan listrik nonstop. Jika lingkungan di dalam ruangan menyebabkan suhu menjadi tidak nyaman, sistem pendingin atau pemanas ruangan dan kipas langit-langit dapat ditambahkan.

Kemungkinan lain adalah pemasangan whirlybird (turbin angin sirkulasi udara berputar) (Gambar 4.3) yang tidak memerlukan listrik dan menyediakan sistem pembuangan atap yang dapat meningkatkan aliran udara di suatu gedung. (WHO, 2020)



Gambar 4.3: Turbin Angin Sirkulasi Udara Berputar
(<https://www.askthebuilder.com/roof-turbine-vents/>)

4.5 Pencegahan ISPA

Menurut Depkes RI (2008b), hal yang dapat mencegah terjadinya ISPA yaitu:

1. Hindari asap, debu dan bahan lain yang dapat mengganggu pernapasan.
2. Melakukan imunisasi lengkap pada balita di Posyandu.
3. Menjaga kebersihan rumah dan lingkungan tempat tinggal.
4. Mencegah anak berhubungan dengan penderita ISPA.
5. Rumah harus mendapatkan udara bersih dan sinar matahari yang cukup serta memiliki lubang angin dan jendela.
6. Menutup mulut dan hidung saat batuk.
7. Tidak meludah sembarangan.