

# ISLAM, LINGKUNGAN HIDUP & KESEHATAN

Andi Susilawaty

**Alauddin University Press** 

Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini ke dalam bentuk apapun tanpa izin tertulis dari penerbit

All Rights Reserved

#### Islam, Lingkungan Hidup & Kesehatan

Penulis:

Andi Susilawaty

Editor:

Irmawati

Penyelaras Akhir:

Taufiq Mathar

Cetakan I: Agustus 2020 v + 236 hlm.; 15,5 x 23 cm

ISBN: 978-602-328-295-1

#### **Alauddin University Press**

UPT Perpustakaan UIN Alauddin Jl. H. M. Yasin Limpo No. 36 Romangpolong, Samata, Kabupaten Gowa

Website: <a href="http://ebooks.uin-alauddin.ac.id/">http://ebooks.uin-alauddin.ac.id/</a>

#### SAMBUTAN REKTOR

Puji syukur kepada Allah swt atas segala nikmat, rahmat, dan berkah-Nya yang tak terbatas. Salawat dan Salam semoga tercurah kepada Rasulullah Muhammad saw.

Di tengah situasi penuh keterbatasan karena pandemi global Covid-19, karya buku *"Islam, Lingkungan Hidup & Kesehatan"* yang kini hadir di tangan pembaca patut mendapat apresiasi setinggi-tingginya. Apresiasi tersebut diperlukan sebagai bentuk penghargaan kita sebagai pembaca terhadap penulis yang dengan penuh kesungguhan hati, mampu menyelesaikan suatu naskah buku referensi yang berharga bagi khazanah ilmu pengetahuan.

Sebagai Rektor, tentu hal ini merupakan suatu kebanggaan sekaligus kehormatan bagi kami, sebab pada tahun pertama kepemimpinan ini, melalui program Gerakan Penulisan dan Penerbitan 100 Buku Referensi, karya ini dapat lahir. Hal ini, selain merupakan manifestasi dari salah satu Pancacita kepemimpinan kami, vakni Publikasi yang menunjukkan bahwa Aktif. iuga tentu produktifitas melahirkan karya referensi dan karya akademik harus tetap digalakkan dan disupport demi terciptanya suatu lingkungan akademik yang dinamis dan dipenuhi dengan khazanah keilmuan. Iklim akademik yang demikian itu dapat mendorong kepada hal-hal positif yang dapat memberi dampak kepada seluruh sivitas akademika UIN Alauddin Makassar. Tentu, hal ini juga perlu dilihat sebagai bagian upgrading kapasitas proses dan updating perkembangan ilmu pengetahuan sebagai ruh dari sebuah universitas.

Transformasi keilmuan yang baik dan aktif dalam sebuah lembaga pendidikan seperti UIN Alauddin Makassar adalah kunci bagi suksesnya pembangunan sumber daya manusia dan pengembangan ilmu pengetahuan. Hal ini perlu dibarengi dengan kepemimpinan yang baik, keuletan, sikap

akomodatif dan kolektif yang mampu mendorong peningkatan kapasitas dan kreatifitas sumber daya, dan menciptakan inovasi yang kontinu guna menjawab setiap tantangan zaman yang semakin kompleks. Apalagi, di tengah kemajuan pada bidang teknologi informasi yang kian pesat dewasa ini, hal-hal tersebut bukanlah sesuatu yang sulit diwujudkan. Semua berpulang pada tekad yang kuat dan usaha maksimal kita untuk merealisasikannya.

Karya ilmiah berupa buku referensi akan menjadi memori sekaligus *legacy* bagi penulisnya di masa datang. UIN Alauddin Makassar sebagai salah satu institusi pendidikan yang memiliki *basic core* pengembangan ilmu pengetahuan, memiliki kewajiban untuk terus menerus memproduksi ilmu pengetahuan dengan menghasilkan karya ilmiah dan penelitian yang berkualitas sebagai kontribusinya terhadap kesejahteraan umat manusia.

Semoga ikhtiar para penulis yang berhasil meluncurkan karya intelektual ini dapat menjadi sumbangsih yang bermanfaat bagi pembangunan sumber daya manusia dan pengembangan ilmu pengetahuan yang berkualitas, berkarakter, dan berdaya saing demi kemajuan peradaban bangsa.

Hanya kepada Allah jugalah kita berserah diri atas segala usaha dan urusan kita. Semoga Allah swt senantiasa merahmati, memberkahi, dan menunjukkan jalan-Nya yang lurus untuk kita semua. *Amin...* 

Makassar, 17 Agustus 2020 Rektor

Prof. H. Hamdan Juhannis, M.A., Ph.D.

#### KATA PENGANTAR

Segala puji hanya milik Allah swt. atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat merampungkan penyusunan buku daras yang berjudul *"Islam, Lingkungan Hidup & Kesehatan"* sebagai sebuah wujud pengembangan ilmu. 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.

Secara garis besar dalam buku ini diuraikan mengenai berbagai aspek lingkungan kaitannya dengan kesehatan dilengkapi dengan uraian bagaimana Islam mengatur dan mengajarkan tentang etika lingkungan dalam kehidupan sehari-hari. Buku ini diharapkan dapat mengisi ruang-ruang kosong informasi yang dibutuhkan oleh khalayak dalam upaya menciptakan kesehatan lingkungan yang lebih baik.

Akhirnya penulis berharap semoga buku ini dapat memberi manfaat dan memperkaya khasanah ilmu pengetahuan. Semoga segala bantuan dan bimbingan semua pihak kepada penulis dalam penyusunan buku ini mendapat imbalan dari Allah swt. Amin. *Jazakumullah Khairan Katsiran. Wassalamu 'Alaikum wr wb* 

Makassar, Agustus 2020 Penulis

Andi Susilawaty

### **DAFTAR ISI**

Sambutan Rektor	i
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
Daftar Tabel	v
BAB I Nilai Islam Atas Lingkungan dan Kesehatan	1
BAB II Udara dan Kesehatan	39
BAB III Air Limbah dan Kesehatan	58
BAB IV Air Minum Mineral dan Kesehatan	102
BAB V Tanah dan Kesehatan	121
BAB VI Insekta dan Kesehatan	149
BAB VII Rumah dan Kesehatan	172
BAB VIII Geografi Pesisir dan Kesehatan	198
BAB IX Perubahan Iklim dan Kesehatan	210
Daftar Pustaka	229

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 1 Lapisan Atmosfer	. 44
Tabel 2 Gas-gas Penyusun Atmosfer	. 47
Tabel 3 Kriterian Udara Bersih dan Udara Tercemar oleh WHO	
Tabel 4 Persentase Komponen Pencemar Udara dan sumber Transportasi	. 51
Tabel 5 Toksisitas Relatif Poluton Udara	. 52
Tabel 6 Kandungan ion berbagai Jenis Air Mineral	106



# NILAI ISLAM ATAS LINGKUNGAN DAN KESEHATAN

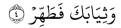
"Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi sesudah Tuhan memperbaikinya. Yang demikian itu lebih baik bagimu jika betul-betul kamu orang-orang yang beriman". (QS. Al-A'raf [7]: 85)

slam merupakan agama yang mengatur seluruh aspek kehidupan manusia, untuk mengatur kemakmuran di bumi guna menuju kebahagiaan dunia dan akhirat. Salah satu penunjang kebahagian tersebut adalah dengan memiliki tubuh yang sehat, sehingga dengannya kita dapat beribadah dengan lebih baik kepada Allah. Agama Islam sangat mengutamakan kesehatan (lahir dan batin) dan menempatkannya sebagai kenikmatan kedua setelah Iman. (Salim, 2008). Sebagaimana sabda Nabi Muhammad

Saw.: "Mohonlah kepada Allah pengampunan, kesehatan dan keyakinan di dunia dan akhirat. Sesungguhnya Allah tidak memberikan kepada seseorang setelah keyakinan (Iman) yang lebih baik daripada kesehatan." (HR. Ahmad, Tirmidzi, dan Ibnu Majah dari Abu BAkar, sahih sanadnya dari Ibnu Abbas).

Dalam perspektif Islam, kesehatan merupakan nikmat dan karunia Allah swt. yang wajib disyukuri. Sehat juga obsesi setiap insan berakal, sehingga tak seorang pun yang tidak ingin selalu sehat, agar tugas dan kewajiban hidup dapat dilaksanakannya dengan baik.

Di antara perhatian Islam tentang kesehatan adalah perintah dan anjuran menjaga kebersihan. Demikian dapat dipahami, jika pembahasan ulama fiqh dalam khazanah intelektual selalu diawali dengan "Bab Thaharah" yaitu bahasan mengenai kesucian atau kebersihan. Kemudian dijabarkan dalam sub-bahasan mengenai bersih dari hadas besar dengan mandi junub, atau hadas kecil dengan berwudhu, bersih dari najis dan kotoran dengan mandi atau mencuci badan. Demikian juga selain wudhu, syarat sah shalat adalah bersih pakaian, tempat dari segala najis, dan kotoran yang menodai, Allah juga berfirman dalam QS al-Mudassir/74:4,



"Dan pakaianmu bersihkanlah".

Bahkan Rasulullah SAW telah memberikan banyak penjelasan mengenai kebersihan dan kesehatan. Di antara hadis ini antara lain:

a. "Kebersihan adalah sebagian daripada iman." (HR. Imam Muslim)

- b. "Kewajiban setiap muslim adalah menggunakan satu hari dari tujuh hari untuk mencuci rambut dan badannya." (HR. muttafaq 'alaihi)
- c. "Barangsiapa yang memiliki rambut, hendaknya ia merawatnya dengan baik." (HR. Abu Daud)
- d. "Sesungguhnya Allah Mahaindah, mencintai keindahan, Allah Mahabaik menyukai kebaikan, Allah Mahabersih mencintai kebersihan. Karena itu bersihkanlah teras rumah kalian dan janganlah kalian seperti orang-orang Yahudi." (HR Tirmizi)

Pentingnya menjaga kebersihan dan kesehatan secara tidak langsung dapat diambil dari firman Allah sebagai berikut dalam QS al-Baqarah/2:222,

"Sesungguhnya Allah menyukai orang-orang yang bertaubat dan mensucikan diri".

Pada ayat tersebut mengisyaratkan bahwa siapa saja yang ingin dicintai Allah, mereka harus bertobat dan membersihkan atau menyucikan diri. Orang yang bertobat adalah orang yang memiliki kesehatan secara psikologis dan spiritual. Adapun orang yang membersihkan diri akan senantiasa menjaga badan, pakaian, serta lingkungannya. Sehingga tidaklah heran bila Badan Kesehatan Dunia (WHO) mendefinisikan sehat sebagai suatu keadaan sejahtera sempurna fisik, mental, dan sosial yang tidak hanya terbatas pada bebas dari penyakit atau kelemahan saja (Health is a state of physical mental and social well being, and not merely the absent of disease and infirmity) (Sumantri, 2010).

Krisis lingkungan saat ini sudah sampai pada tahap yang serius dan mengancam eksitensi planet bumi di mana manusia, hewan dan tumbuhan bertempat tinggal dan melanjutkan kehidupannya. Manusia modern dewasa ini sedang melakukan perusakan secara perlahan akan tetapi pasti terhadap sistem lingkungan yang menopang kehidupannya. Kerusakan lingkungan baik dalam skala global maupun lokal termasuk di negara kita hingga saat ini sudah semakin parah. Indikator kerusakan lingkungan terutama yang diakibatkan oleh degradasi lahan cukup nyata didepan mata dan sudah sangat sering kita alami seperti banjir tahunan yang semakin besar dan meluas, erosi dan pendangkalan (sedimentasi) sungai dan danau, tanah longsor, kelangkaan air (kuantitas dan kualitasnya) yang berakibat terjadinya kasus kelaparan di beberapa daerah di negara kita dan beberapa negara lain. Polusi air dan udara, pemanasan global vang mengakibatkan teriadinya perubahan iklim dunia. Sebenarnya juga merupakan akibat dan dampak dari telah terjadinya gangguan kesetimbangan dan kerusakan lingkungan fisik maupun non-fisik di permukaan bumi.

Berbagai kasus kerusakan lingkungan yang terjadi baik dalam lingkup global maupun nasional, jika dicermati, sebenarnya berakar dari pandangan manusia tentang alam dan lingkungannya. Perilaku manusia tidak yang bertanggungjawab terhadap alam itulah vang mengakibatkan terjadinya kerusakan lingkungan. Agama sebenarnya mempunyai Islam terutama pandangan (konsep) yang sangat jelas tentang hubungan manusia dengan alam ini. Islam merupakan agama yang memandang lingkungan sebagai bagian tak terpisahkan dari keimanan seseorang terhadap Tuhan. Dengan kata lain, perilaku

manusia terhadap alam lingkungannya merupakan manifestasi dari keimanan seseorang.

Allah swt berfirman dalam QS Ar-Rum/30:41,

"Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)".

Konsep Islam tentang lingkungan ini ternyata sebagian telah diadopsi dan menjadi prinsip etika lingkungan yang dikembangkan oleh para ilmuwan lingkungan. Akan tetapi konsep (ajaran) Islam yang sangat jelas ini tampaknya masih belum banyak dipahami apalagi dijadikan pedoman dalam bersikap dan berperilaku terhadap lingkungannya oleh sebagian besar umat Islam yang jumlah nya tak kurang dari sepertiga penduduk dunia.

Upaya-upaya praktis penyelamatan lingkungan dengan memanfaatkan kemajuan sains dan teknologi rupanya tidak cukup untuk mengendalikan perusakan lingkungan yang dilakukan oleh manusia. Permasalahan lingkungan ternyata bukan hanya masalah teknis ekologi semata, akan tetapi juga menyangkut teologi. Permasalahan yang menyangkut lingkungan sangat komplek serta multi dimensi. Oleh karena itu nilai-nilai agama (ad-diin) yang juga bersifat multi-dimensi bisa digunakan sebagai landasan berpijak dalam upaya penyelamatan lingkungan.

Proses kerusakan lingkungan berjalan secara progresif dan membuat lingkungan tidak nyaman bagi manusia, bahkan jika terus berjalan akan dapat membuatnya tidak sesuai lagi untuk kehidupan kita. Itu semua karena ulah tangan manusia sendiri, sehingga bencananya juga akan menimpa manusia itu sendiri. Untuk mengatasi masalah tersebut, pendekatan yang dapat kita lakukan di antaranya dengan pengembangan Sumber Daya Manusia yang handal, pembangunan lingkungan berkelanjutan, dan kembali petunjuk Allah swt dan Rasul-Nva kepada dalam pengelolaan lingkungan hidup. Kita diajarkan untuk hidup serasi dengan alam sekitar kita, dengan sesama manusia dan dengan Allah swt.

Tinjauan keislaman mengajarkan bahwa sebagai bagian dari alam, keberadaan manusia di alam adalah saling mengisi dan melengkapi satu dengan lainnya dengan peran yang berbeda-beda. Manusia mempunyai peran dan posisi khusus di antara komponen alam dan mahluk ciptaan Tuhan yang lain yakni sebagai *khalifah*, wakil Tuhan dan pemimpin di bumi. Hubungan antara manusia dengan alam lingkungan hidupnya ini ditegaskan dalam beberapa ayat Al-Qur'an dan Hadist Nabi yang intinya adalah: Hubungan keimanan dan peribadatan. Allah swt berfirman dalam QS. Al-Anbiya/21:30,

"Dan apakah orang-orang yang kafir tidak mengetahui bahwasanya langit dan bumi itu keduanya dahulu adalah suatu yang padu, kemudian Kami pisahkan antara keduanya. Dan dari air Kami jadikan segala sesuatu yang hidup. Maka mengapakah mereka tiada juga beriman?"

Alam semesta berfungsi sebagai sarana bagi manusia untuk mengenal kebesaran dan kekuasaan Tuhan (beriman kepada Tuhan) melalui alam semesta, karena alam semesta adalah tanda atau ayat-ayat Allah. Manusia dilarang memperhamba alam dan dilarang menyembah kecuali kepada Allah yang Menciptakan alam. Pandangan hidup ini mencerminkan pandangan yang holistis terhadap kehidupan kita, yaitu bahwa manusia adalah bagian dari lingkungan tempat hidupnya. Dalam pandangan ini sistem sosial manusia bersama dengan sistem biogeofisik membentuk satu kesatuan yang disebut ekosistem sosiobiogeofisik, sehingga manusia merupakan bagian dari ekosistem tempat hidupnya dan bukannya hidup diluarnya. Oleh karenanya, keselamatan dan kesejahteraan manusia tergantung dari keutuhan ekosistem tempat hidupnya. Jika terjadi kerusakan pada ekosistemnya, manusia akan menderita. Karena itu walaupun biogeofisik merupakan sumberdaya bagi manusia, namun pemanfaatannya untuk kebutuhan hidupnya dilakukan dengan hati-hati agar tidak terjadi kerusakan pada ekosistem. Dengan begitu manusia akan sadar terhadap hukum yang mengatur lingkungan hidup dari Allah swt. dan komitmen terhadap masalah-masalah lingkungan hidup.

Pemeliharaan lingkungan hidup merupakan penentu keseimbangan alam. Dalam konteks pelestarian lingkungan, pemahaman ini sudah kita dengar sejak lama. Bahkan, pelajaran ilmu alam seolah tidak henti-hentinya mengajarkan bahwa semua komponen ekosistem baik berwujud makhluk hidup maupun komponen alam lainnya, merupakan sebuah kesatuan yang harus berjalan seimbang dan tidak boleh timpang satu dengan yang lain. Namun dalam tataran aplikasinya, manusia harus banyak mengkaji

serta mempertanyakan efektivitas hasil dan upaya-upaya yang ada. Dan tentunya setelah semuanya disadari, manusia layak melakukan intropeksi atas berbagai potret bencana yang terjadi di belahan bumi belakangan ini. Sudah tepatkah mereka dalam melaksanakan amanat sebagai pengendali ekosistem alam? Ataukah kerusakan demi kerusakan menjadi sebuah proses alami yang tidak mungkin terkendali?

Allah swt. berfirman tentang dimensi alam semesta dalam beberapa perspektif dalam QS Al-Hadid/57:4,

"Dialah yang menciptakan langit dan bumi dalam enam masa; Kemudian Dia bersemayam di atas 'Arsy, Dia mengetahui apa yang masuk ke dalam bumi dan apa yang keluar daripadanya dan apa yang turun dan langit dan apa yang naik kepadanya. Dan Dia bersama kamu di mana saja kamu berada. Dan Allah Maha Melihat apa yang kamu kerjakan."

Dalam ayat ini, Allah swt. memaparkan bahwa secara makro alam semesta terpusat pada dua tempat, langit dan bumi. Mungkin karena selama ini akal manusia masih sangat naif untuk mampu menjangkau alam lain selain keduanya. Hanya saja sunatullah dalam wacana alam menentukan situasi di bumi sebagai obyek dominan, selain pembicaraan seputar alam akhirat. Dengan sebab itulah, kalam al-Qur'an

dalam bagian berikutnya mulai mengilustrasikan kondisi bumi dan segala isinya dengan corak dan keberagaman yang ada. Tersebut dalam QS al-Baqarah/2:164,

إِنَّ فِي خَلْقِ ٱلسَّمَوَاتِ وَٱلْأَرْضِ وَٱخْتِلَفِ ٱلَّيْلِ وَٱلنَّهَارِ وَٱلْفُلُكِ ٱلَّتِي تَجْرِى فِي ٱلْبَحْرِ بِمَا يَنفَعُ ٱلنَّاسَ وَمَآ أَنزَلَ ٱللَّهُ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مِن مَّآءِ فَأَحْمِي فِي ٱلْبَحْرِ بِمَا يَنفَعُ ٱلنَّاسَ وَمَآ أَنزَلَ ٱللَّهُ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مِن مَّآءِ فَأَحْمِي فِي الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَبَثَّ فِيهَا مِن كُلِّ دَآبَةٍ وَتَصْرِيفِ فَأَحْمِي اللَّمَاءِ وَٱلأَرْضِ لَآئِتِ لِقَوْمِ اللَّيْعَ وَاللَّرْضِ لَآئِتِ لِقَوْمِ لَلْآئِتِ لِقَوْمِ يَعْقِلُونَ السَّمَآءِ وَٱلأَرْضِ لَآئِتِ لِقَوْمِ يَعْقِلُونَ اللَّهَا فَيَ السَّمَآءِ وَاللَّوْلَةِ اللَّهُ اللْمُلْكِ اللَّهُ اللَّهُ اللَّهُ اللَّهُ اللَّهُ اللَّهُ الللْمُ اللَّهُ اللَّهُ اللَّهُ اللَّهُ اللَّهُ اللَّهُ اللللَّهُ اللَّهُ اللَّهُ اللَّهُ اللَّهُ اللَّهُ الللَّهُ اللَّهُ اللْمُلْمُ اللَّهُ اللَّهُ اللَّهُ اللللَّهُ الللللَّهُ الللللَّهُ اللَّهُ اللَّهُ الللللَّهُ الللَّهُ اللللللَّهُ الللللَّهُ اللللللَّهُ

"Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, silih bergantinya malam dan siang, bahtera yang berlayar di laut membawa apa yang berguna bagi manusia, dan apa yang Allah turunkan dari langit berupa air, lalu dengan air itu Dia hidupkan bumi sesudah mati (kering)-nya dan Dia sebarkan di bumi itu segala jenis hewan, dan pengisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi, Sungguh (terdapat) tanda-tanda (keesaan dan kebesaran Allah) bagi kaum yang memikirkan."

Allah menggariskan takdirnya atas bumi, pertama kalinya dengan memberikan segala fasilitas terbaik bagi semua penghuni bumi. Diciptakanlah lautan yang maha luas dengan segala kekayaan di dalamnya. Air hujan yang menghidupkan bumi setelah masa masa keringnya. Belum cukup dengan itu semua, Allah memperindah polesan kehidupan di muka bumi dengan menciptakan hewan, tumbuhan, angin dan awan di angkasa, sebagai teman hidup manusia.

Setelah selesai dengan segala penciptaannya, Allah hanya memberikan sebuah titipan amanat kepada manusia, dalam QS Al A'raaf/7:56,

"Dan janganlah kalian membuat kerusakan di atas muka bumi setelah Allah memperbaikinya..."

Setiap amanat semestinya harus dijaga. Setiap titipan tentunya harus disampaikan. Akan tetapi manusia telah merusak dirinya dengan kemaksiatan setelah Allah menancapkan tonggak syariat melalui panji-panji rasul-Nya. Manusia merusak bumi dan segala isinya setelah sekian banyak nikmat telah Allah berikan kepada mereka. Kerusakan moralitas agama menjadi awal mula sebelum kemudian ambisi duniawi menjadi penentu rusaknya tatanan lingkungan di atas muka bumi ini.

Islam mengajarkan kepada kita untuk tidak bertindak secara berlebihan dalam segala hal dan menganjurkan untuk berlaku sederhana, mengambil yang secukup kita butuhkan. Eksplorasi alam semestinya juga harus dilandaskan pada prinsip ini. Sehingga putaran hidup makhluk Allah akan berjalan secara wajar, harmonis dan teratur.

Islam adalah agama yang berperan dalam membentuk kelompok-kelompok budaya tersebut, misalnya budaya Melayu yang biasa diidentikkan dengan Islam, begitu pula beberapa suku bangsa besar di Indonesia yang mempunyai berbagai kearifan tradisional termasuk dalam cara pandang dan sikap melestarikan alam. Dalam konteks itulah, konservasi alam memerlukan pendekatan multi-disiplin yang keberhasilannya akan melibatkan berbagai pihak,

sebab pada hakikatnya keperluan terhadap konservasi kepentingan bersama. Konservasi merupakan merupakan kepentingan kemanusiaan clan melindungi alam merupakan kebutuhan manusia di segala tingkat komunitas, karena manusia perlu menjaga dan melestarikan ekosistem untuk keberlanjutan kehidupan di bumi. Hubungan antara agama dan konservasi, dibahas sebagai disiplin: etika konservasi, dalam buku-buku teks biologi konservasi yang mengenai hubungan pandangan membahas terhadap alam yang didasari oleh pandangan hidup mereka di bumi yaitu: agama.

Islam merupakan agama yang banyak menyuruh kita memperhatikan alam, jika ingin mengenal lebih dekat akan Tuhan. Alam memang ciptaan Tuhan yang agung, dan berdasarkan agama-khususnya Islam-manusia merupakan khalifah yang diberikan amanah untuk mengelola sekaligus menjaga alam. Oleh karena itu spirit agama sangat diperlukan dalam membantu pemahaman dan kesadaran akan pentingnya memelihara alam.

Islam dengan praktik *rakhmatan lil 'alamin* tentu harus dapat menjawab tantangan itu. Dapatkah umat memperbaiki din, memberikan keteladanan dan kepeloporan. Isu lingkungan merupakan wacana penting karena berhubungan langsung dengan perilaku manusia dan kualitas hidupnya, termasuk gaya hidup dan peradabannya.

Ketika permintaan terhadap produk barang yang umumnya mempuyai bahan mentah dan sumber daya alam (SDA) semakin tinggi dan agresif karena ingin memperbesar sektor pendapatan dalam negeri maka yang sering terlupakan adalah bahwa kita harus meningkatkan volume eksploitasi agar semakin besar pula. Tentu saja dampak

pengurasan ini mempunyai pengaruh terhadap kesehatan ekosistem kita. Padahal sumber daya alam yang berlimpah dan sehat merupakan modal vital pembangunan. Namun, dalam sikap praktis sehari-hari, umat Islam seolah memisahkan diri antara praktis hidup duniawi dan ukhrawi. Ada pandangan dikotomi persoalan dunia akhirat (ukhrawi).

Misalnya, apabila Anda ingin menjadi orang yang saleh, tempat Anda hanyalah di masjid dan selalulah berdoa kepada Tuhan, beribadatlah secara syaksiah (individu), tinggalkan perkara keduniaan yang fana ini dan lupakan bagian duniamu karena dunia dan akhirat tidak ada pertalian sama sekali. Padahal syariat menghendaki praktis hidup yang holistik setiap detik dan menit manusia diperuntukkan ibadah pada Khaliknya. Artinya tidak ada pemisahan antara perkara duniawi dan ukhrawi. Oleh karena itu syariat melingkupi setiap jengkal kehidupan muslim.

Menjalankan syariat dalam kehidupan sehari-hari merupakan kewajiban setiap umat. Oleh karena itu hari ini semangat mentaati syariat di kalangan muslim menjadi lebih intensif dengan praktik langsung. Contohnya adalah upaya bank syariah untuk menyuguhkan mekanisme bank tanpa bunga yang dianggap riba dalam aturan syari'at. Syariat yang diturunkan dalam al Qur'an sebenarnya merupakan suatu karunia besar yang seharusnya ditaati oleh ummat Islam itu sendiri. Oleh karena itu Allah secara tegas dan keras mengingatkan manusia agar nikmat yang diturunkanNya hendaklah tidak diingkari, seperti peringatanNya dalam QS. Ibrahim/14:28-29,

"Tidakkah engkau perhatikan orang-orang yang menukar nikmat Allah dengan kekafiran dan menjatuhkan kaumnya ke dalam lembah kebinasaan? Yaitu neraka jahanam, mereka masuk ke dalamnya, dan itulah seburuk-buruk tempat kediaman"

Dalam ayat yang lain, sesungguhnya Allah telah memetakan dan menggambarkan akibat dan kedurhakaan manusia terhadap syariat. Manusia hanya bisa menguras dan menggali isi bumi tanpa menyadari di sana berlaku sunatullah. Maka terjadilah bencana dan kerusakan di atas muka bumi. Padahal semua itu, menurut Yang Maha Kuasa, adalah akibat dari tangan-tangan manusia itu sendiri dalam QS Ar-Ruum/30:41,

"Telah nampak kerusakan di darat dan di laut (disebabkan) karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dan (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (kejalan yang benar)."

Secara lebih luas, tindakan nyata harus dapat disumbangkan oleh komunitas muslim Indonesia yang saat ini penduduknya paling besar di dunia ini. Umat Islam bangsa Indonesia bisa menjadi tolok ukur positif bagi dunia, bila saja penduduk negeri yang mayoritas penduduknya muslim ini mampu hidup selaras dengan alam yang dianugerahkan kepada mereka.

Krisis lingkungan yang tengah terjadi sekarang ini adalah akibat kesalahan manusia menanggapi persoalan ekologinya, begitu menurut ahli sejarah, Lynn White Jr. Apa yang dilakukan manusia terhadap lingkungan hidupnya bergantung pada apa yang mereka pikirkan tentang diri mereka sendiri dalam hubungannya dengan apa yang ada di sekitar mereka. Lebih tegas lagi dikatakannya, bahwa akar dari sumber krisis lingkungan manusia hari ini sangat dipengaruhi oleh keyakinan tentang alam kita dan takdirnya yaitu oleh agama.

Teori yang mendasari pemahaman manusia tentang lingkungannya disebut ekologi. Ekologi atau ilmu tentang lingkungan adalah suatu cabang ilmu yang mempelajari hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Istilah ekologi berasal dan kata "oikos" yang berarti tempat tinggal atau rumah, dan "logos" yang bermakna telaah atau studi. Jadi, ekologi adalah pemahaman atau ilmu tentang tempat tinggal makhluk hidup.

Manusia adalah makhluk hidup yang diciptakan oleh Allah swt., untuk tinggal di bumi, beraktivitas dan berinteraksi dengan lingkungannya dengan masa dan relung waktu terbatas. Firman Allah dalam QS Al-Baqarah/2:36,

"... dan bagimu ada tempat kediaman di bumi, kesenangan hidup sampai waktu yang ditentukan"

Kediaman di muka bumi diberikan Allah kepada manusia sebagai suatu karunia yang harus disyukuri. Maka manusia wajib memeliharanya sebagai suatu amanah. Manusia telah diberitahu oleh Allah bahwa mereka akan hidup di bumi dalam batas waktu tertentu. Oleh karena itu manusia dilarang keras berbuat kerusakan.

Bagi makhluk hidup, bumi adalah habitat atau tempat tinggal. Bagi kehidupan liar habitat merupakan unsur penting kehidupan termasuk di dalamnya manusia. Di muka bumi ini ada berbagai tipe habitat yang terdiri dan berbagai jenis ekosistem, seperti hutan, rawa, gunung dan sungai yang membentuk suatu landskap yang kompleks. Setiap makhluk hidup menempati habitatnya masing-masing yang menjadi pembatas aktivitas hidup mereka.

Kerusakan lingkungan pada saat mi semakin bertambah parah. Kelalaian dan dominasi manusia terhadap alam dan pengelolaan lingkungan yang tidak beraturan membuat segala unsur harmoni dan sesuatu yang tumbuh alami berubah menjadi kacau dan sering berakhir menjadi bencana. Kerugian akibat kerusakan lingkungan yang diderita manusia terwujud dalam bermacam bentuk. Tanah longsor, pencemaran udara, tanah dan air, banjir, kepunahan spesies flora dan fauna, dan seterusnya.

Ciptaan Allah yang begitu banyak dan beranekaragam ternyata perlahan-lahan tergusur oleh keserakahan mánusia. Benarkah kita ditugaskan untuk bertindak demikian? Allah sangat santun kepada semua makhluk, diberikannya rezeki sendiri-sendiri terhadap ciptaannya itu dengan adanya suatu keseimbangan ekosistem yang stabil. Firman Allah dalam QS Hud/11:6,

"Dan tidak ada sesuatu yang melata di bumi melainkan atas Allah rezekinya dan Dia mengetahui tempat kediamannya serta tempat menyimpannya. Semuanya termasuk dalam kitab yang nyata".

Dengan dukungan ekosistem yang seimbang itulah kehidupan liar yang tidak mempunyai persediaan makanannya-pun dapat bertahan di muka bumi karena kemurahan dan kasih sayangNya. Betapa adilnya Allah yang telah memberikan tempat yang luas bagi semua makhluknya sehingga binatang melata di manapun tidak pernah membawa pulang atau menyimpan makanannya sebagai 'stock' tanpa merasa khawatir akan kehilangan rezekinya. Dalam QS al-Ankabut/29:60,

"Berapa banyak binatang yang tidak membawa rezkinya (perbekalan). Allah memberikan rezki kepadanya dan kepadamu Dia Maha Mendengar lagi Maha Mengetahui".

Keseimbangan ekosistem merupakan proses alami yang memerlukan proses suksesi yang panjang. Berkaitan dengan itu, perubahan ekosistem merupakan proses panjang di mana semua kehidupan liar yang ada dalam ekosistem itu terlibat pada sebuah adaptasi dan interaksi yang akhirnya menjadikan ekosistem berjalan harmonis. Sebagai contoh, dalam suatu habitat hutan dengan mudah dijumpai kumbang atau kupu-kupu penyerbuk dan angin yang bertindak sebagai penyebar biji, ngengat yang bertindak sebagai kontrol biologis hama dan seterusnya.

Semua unsur ekosistem itu adalah ciptaan Tuhan yang patut diberikan penghargaan demi terjaganya keseimbangan di bumi, dan mereka pun tercatat sebagai ummat al-Khalik. Pengakuan Allah swt terhadap ciptaan-Nya yang berupa makhluk dan kehidupan liar adalah mempunyai status sebagai umatnya juga seperti halnya manusia termaktub dalam firman dalam QS al-An 'am/6:38,

"Tiadalah binatang-binatang yang ada di bumi dan tiada pula burung-burung yang terbang dengan dua sayapnya, melainkan semuanya itu umat (juga) seperti kamu. Tiadalah kami alpakan sesuatupun di dalam Al-Kitab, kemudian kepada Tuhanlah mereka dihimpunkan".

Jika demikian semua yang ada di muka bumi merupakan makhluk ciptaan Allah. Kemudian Allah memberikan kejelasan tersebut di dalam kitab-Nya yang merupakan keleluasaan bagi manusia (Khalifah) untuk mengikuti hukum-hukum sesuai dengan kitab yang telah diberikan: memberikan kepada-hewan dan binatang tersebut hak-hak mereka secara sepantasnya.

Keindahan-keindahan yang ada di bumi tidak ada artinya tanpa kehadiran keanekaragaman makhluk hidup. Begitu pula manusia dapat mengambil hikmah dan manfaat dan keberadaan makhluk lain itu. Sebab itu kepatutan dan akhlaq (etika) terhadap makhluk itupun harus ditegakkan pula. Pemanfaatan sumber daya alam yang telah tersedia sepantasnya dikelola secara bijaksana sepanjang keperluan ummat manusia dan tidak menggunakannya dengan cara berlebih-lebihan yang akhirnya dapat menyebabkan

kerusakan dan bencana. Jika terjadi kerusakan maka yang pantas menjadi tertuduh adalah manusia yang sangat ceroboh mengelola alam itu.

Kita lahir telah dikaruniakan bumi yang subur, tanamtanaman yang indah dan memberikan hasil setiap musim, namun terkadang manusia berbuat kesalahan dalam mengelolanya. Mereka melakukan eksploitasi berdasarkan kemauan hawa nafsunya untuk memperoleh keuntungan sebanyak-banyaknya tanpa memikirkan bencana yang ditimbulkannya. Manusia tersebut tidak mempunyai pengetahuan mengenai ekosistem dan memandang baik perbuatannya yang salah tersebut tanpa pengetahuan, dalam al-Qur'an disebutkan sebagai manusia yang zalim. Sebagaimana Allah mengingatkan dalam QS Ar-Ruum/30:29,

"Tetapi orang-orang yang zalim, mengikuti hawa nafsunya tanpa ilmu pengetahuan, maka siapakah yang akan menunjuki orang yang telah disesatkan Allah? Dan tiadalah bagi mereka seorang penolong pun".

Bahaya yang diakibatkan menurutkan kehendak nafsu sangat jelas dampaknya pada kehancuran bumi. Hal ini dapat berupa eksploitasi yang berlebihan dan tidak mempertimbangkan daya dukung lingkungan, pemborosan, menguras sesuatu yang tidak penting dan tidak efisien, bermewah-mewahan dalam konsumsi dan gaya hidup dan seterusnya. Karena dominasi nafsu tersebut maka sumber daya manusia dianggap sebagai aset produksi yang mengejar habis-habisan aktivitas tanpa mempertimbangkan akhlaq

dan moral sesama manusia maupun terhadap lingkungan. Manusia yang melakukan cara seperti itu tenth mengelola bumi tanpa landasan dan petunjuk al Khalik sesuai dengan apa yang disyariatkan kepadanya selaku hamba Tuhan. Syariat adalah fitrah di mana bumi hanya dapat diatur dengan ilmu syariatnya tersebut. Bila sesuatu menyalahi fitrah, maka akibatnya dapat terjadi kefatalan.

Tanpa standar nilai-nilai syariat tersebut, manusia cenderung melihat kebenaran menurut hawa nafsu, kacamatanya atau cara pandangnya sendiri. Kecenderungan manusia dengan super ego yang dimilikinya cenderung tidak mengakui ketentuan ilahiah yang sebenarnya telah jelas harus diikutinya sebagai suatu kerangka agar manusia dan seisi alam tidak terjerumus kepada kesesatan cara berfikir dan bertindak yang mengakibatkan kehancuran. Manusia memang cenderung sombong dan tidak memperdulikan fitrahnya sendiri. Ketika dia diingatkan pastilah ia membantah tanpa pengetahuan ilahiah, maka pendapatnya sendiri itulah katanya suatu kebaikan. Kondisi ini memang diingatkan Allah dengan firmannya dalam QS. al-Mu'minun/ 23:71,

"Dan seandainya kebenaran itu menuruti keinginan mereka, pasti binasalah langit dan bumi, dan semuanya ada di dalamnya. Bahkan kami telah memberikan peringatan kepada mereka, tetapi mereka berpaling dari peringatan itu".

Demikian manusia diperintahkan untuk mengelola bumi berdasarkan landasan atau petunjuk syariat-Nya. Oleh karena itu Islam diharapkan dapat tampil menjawab dan menyelamatkan bumi, karena kefahaman Islam terhadap fitrah bumi itu sendiri. Kefitrahan nilai-nilai universal pengelolaan bumi terkandung dalam al-Qur'an serta akhlaq Rasulullah dalam mengelola bumi dengan contoh-contoh dan proyek-proyek islah yang pernah beliau lakukan.

Dalam Islam, syariahlah yang harus melandasi teori dan hukum lingkungan. Berbicara praktik pemeliharaan bumi, berarti manusia harus pula memperhatikan hukum Islam.

Hukum Islam atau syariat adalah suatu sistem nilai. Syariah itu ada untuk mewujudkan nilai-nilai yang melekat dalam konsep kunci Islam seperti Tauhid, Khilafah, Istishlah, Halal dan Haram (Sarciar 1985). Tujuan tertinggi dan sistem ini adalah kesejahteraan kita di alam akhirat nanti. Namun yang menjadi tujuan universal syariat adalah kesejahteraan Um Umb1 seorang muslim, pengalaman syariat ini menjadi sesuatu yang khas karena mempunyai implikasi penting yang berakar dan konsep Tauhid. Orang hanya dapat mematuhi satu pencipta dan segala ke kehidupan dengan jalan bekerja demi kesejahteraan umum yang universal bagi kesejahteraan makhluk.

Syariat mengutamakan keselamatan bagi semua makhluk yang eksis di átas bumi, tidak terkecuali makhluk hidup berupa jamur, yang menempel di pohon yang lapuk, mikro organisme yang tidak kasat mata, lalu pada kutu hingga gajah berhak mendapatkan perhatian manusia agar mereka dapat mempelajarinya dalam QS Al-Jatsiyah/45:4,

"Dan pada penciptaan kamu dan binatang melata yang betebaran (di muka bumi) terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah) untuk kaum yang meyakini".

Yang Maha Pencipta membuat bumi dan segala isinya dengan suatu tujuan agar manusia dapat menjalankan ibadah dengan sempurna. Adalah naif bila dalam menjalankan segala aktivitas di bumi tidak dikontrol oleh aturan dan penciptanya. Juga mustahil manusia mengolah bumi tanpa ada suatu kerangka yang membatasi mereka memanfaatkan sumber daya di bumi. Maka kerangka-kerangka inilah yang dapat digunakan untuk menampilkan pengelolaan Sumber Daya Alam yang beradab.

Sebagai makhluk yang dimuliakan dengan akal, maka seorang anak manusia mampu berbuat apapun asalkan dalam kerangka bahwa dia adalah seorang khalifah yang memegang amanah dan tanggung jawab dalam mengelola bumi. Tanggung jawab itu merupakan konsekuensi logis dan pemilihan manusia atas akalnya, karena itu Allah selalu memerintahkan manusia menggunakan akalnya. Allah menimpakan kemurkaan terhadap orang-orang yang tidak mau menggunakan akalnya, lihat QS Yunus /10:100.

Dominasi manusia terhadap alam memang menjadi suatu fitrah, oleh karena itu penangkal terhadap penyimpangan karena kekuasaan yang dominan tersebut, maka manusia harus mempunyai garis-garis pembatas ketetapan yang jelas yang bersifat fitrah pula. Hal ini penting agar manusia tetap mensyukuri kelebihan-kelebihannya itu. Kelebihan karunia yang diberikan Allah swt., tersirat dalam QS Al-Isra'/17:70,

"Dan sesungguhnya telah kami muliakan anak-anak Adam, Kami angkut mereka di daratan dan di lautan, Kami beri mereka rezki yang baik-baik dan Kami lebihkan mereka dengan kelebihan yang sempurna atas kebanyakan makhluk yang telah Kami ciptakan".

Keutamaan yang sempurna dan kebanyakan makhluk lain ialah karunia akal yang dimiliki manusia. Dengan akal fikirannya, manusia mampu menaklukkan segala yang ada di alam untuk keperluan dirinya.

abad teknologi ini, manusia telah mampu merekayasa genetika tanaman sehingga berubah dan sifataslinya. Ilmuwan bioteknologi telah mengadakan perbanyakan tanaman tanpa melalui biji tetapi melalui teknologi plasma (germ plasm) atau dengan cara perbiakan klon untuk hewan-hewan ternak. Dengan kemajuan teknologi ini manusia mampu memikirkan industri-industri yang ramah lingkungan dengan prinsip membangun tanpa merusak alam sekitarnya. Manusia telah mampu membuat pengolahan limbah sehingga sanggup menanggulangi pencemaran industri. Karena itu tanggungjawab pengambil kebijakan (khalifah) merupakan unsur penting dalam pemeliharaan lingkungan menurut ajaran Islam.

Kemaslahatan umum (*al-istishlah*) atau mementingkan kemaslahatan umat merupakan salah satu syarat mutlak dalam pertimbangan pemeliharaan lingkungan. Visi yang diberikan Islam terhadap lingkungan termasuk usaha memperbaiki (ishlah) terhadap kehidupan manusia.

Kepentingan itu bukan saja untuk hari ini namun juga untuk masa yang akan datang yaitu 20,30,50 bahkan berabad-abad berikutnya. Allah menyediakan alam dan isinya yang harmonis sejalan dengan keseimbangan ekosistem yang telah terjadi secara ilmiah. Manusia dilarang untuk merusak anugerah ini sesuai dengan firmannya dalam QS Al-A'raf/7:56,

"Dan janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi sesudah Allah memperbaikinya. Dan berdoalah kepadaNya dengan rasa takut dan harapan. Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik".

Demikian oleh Yang Maha Rahman, kondisi alam yang seimbang dan dinamis tidak mungkin terjadi kerusakan karena Allah memberikannya pada manusia dalam keadaan baik. Al-Istishlah dapat berarti memberikan perawatan terhadap lingkungan, termasuk manusia namun terikut pula kemaslahatan spesies-spesies yang ada di bumi. Tuhan menetapkan berbagai spesies hewan dan tumbuh-tumbuhan untuk dirawat dan diambil manfaatnya, namun bukan untuk dirusak. Arti umum istishlah ini dapat bermakna pemanfaatan secara berkelanjutan, mencukupi kebutuhan generasi hari ini sama halnya dengan yang akan diperoleh oleh generasi yang akan datang.

Dalam pemahaman lain bahwa manusia harus pandai memanfaatkan sumber daya alam secara optimal tetapi tidak berlebih-lebihan dan melampaui batas. Jika ada eksploitasi yang sangat besar terhadap sumber daya alam, maka yang diperhitungkan adalah efisiensi dan jaminan tidak menjadi rusak karena adanya eksploitasi yang berlebihan. Apabila terjadi kerusakan dan berbuntut bencana, artinya telah terjadi pengurasan sumber daya alam yang melebihi daya dukung lingkungan (DDL).

Menurut hipotesis Lovelock (1979) bumi merupakan makhluk hidup yang disebut sebagai Gala. Bumi dapat menjadi sakit atau tidak dapat memulihkan seperti kondisinya seperti semula apabila terjadi pengurasan sumber daya alam yang melebihi kemampuan lingkungan untuk pulih kembali. Bumi dan ekosistemnya mempunyai sifat awal yaitu mampu memperbaiki din (homeostasis). memperbaiki Kemampuan untuk diri kembali lingkungannya itulah yang perlu dirumuskan sehingga ada perhitungan bahwa ada pemanfaatan sumber daya alam kita tetap mampu mempertahankan sifat bumi yang dapat menjalankan fungsi homeostasisnya.

Berlebih-lebihan dalam menguras sumber daya alam merupakan penyebab utama terjadinya bencana, sebagaimana yang telah diperingatkan oleh Allah dalam QS Asy-Su'aara/26:151-152,

"Dan janganlah menuruti perintah orang yang melewati batas, yang membuat kerusakan di muka bumi dan tidak mengadakan perbaikan".

Pemulihan kondisi bumi dan ekosistem yang telah rusak memerlukan waktu yang sangat lama. Bahkan, jika faktor-faktor pendukungnya telah musnah, kepulihannya akan menghasilkan ekosistem yang berbeda. Contohnya, jika ekosistem hutan telah ditebang habis dalam skala yang sangat luas, maka tempat tertentu harus dicadangkan sebagai ekosistem yang masih utuh. Ekosistem cadangan tersebut yang lokasinya tidak jauh dengan kawasan yang dieksploitasi dapat berperan sebagai sumber pasokan alami yaitu nutrisi, spora dan biji-bijian yang ditebarkan dengan bantuan angin, serangga, burung maupun hewan penebar biji lainnya. Kondisi seperti itu diharapkan dapat secara alamiah menetralkan ekosistem, sewaktu terjadi suksesi dalam jangka yang tidak terlampau lama.

Sebaliknya jika pembabatan hutan dilakukan secara merata dalam kapasitas diluar kemampuan ekosistem yang ada untuk memulihkanya, maka terjadilah peralihan (transisi) dan pertukaran ekosistem yang berubah total. Contoh perubahan akibat eksploitasi secara kasar ini adalah banyaknya lahan terlantar menjadi lahan tidak produktif dan tidak lagi subur.

Kemaslahatan umum merupakan suatu ketentuan syariat bahwa sebagai pemimpin (khalifah) di bumi, Rasulullah SAW. telah mencontohkan suri tauladan untuk memperbaiki dan memberikan perlindungan terhadap semua umat, termasuk kemaslahatan makhluk hidup hewan dan tumbuh-tumbuhan yang ada di sekitarnya. Kerangka inilah yang mendasari bahwa kehadiran Islam ke dunia tidak lain merupakan rakhmat bagi seluruh alam.

Setiap tindakan atau perilaku manusia yang berhubungan dengan orang lain atau makhluk lain atau lingkungan hidupnya harus dilandasi keyakinan tentang keesaan dan kekuasaan Allah swt. yang mutlak. Manusia juga harus bertanggung jawab kepada-Nya untuk semua tindakan yang dilakukannya. Hal ini juga menyiratkan bahwa pengesaan Tuhan merupakan satu-satunya sumber nilai dalam etika. Bagi seorang muslim, tauhid seharusnya masuk ke seluruh aspek kehidupan dan perilakunya. Dengan kata lain, tauhid merupakan sumber etika pribadi dan kelompok, etika sosial, ekonomi dan politik, termasuk etika dalam mengembangkan sains dan teknologi.

Dalam ajaran Islam, dikenal juga dengan konsep yang berkaitan dengan penciptaan manusia dan alam semesta yakni konsep khilafah dan amanah. Konsep khilafah menyatakan bahwa manusia telah dipilih oleh Allah di muka bumi ini {khalifatullah fil'ardh). Sebagai wakil Allah, manusia wajib untuk dapat merepresentasikan dirinya sesuai dengan sifat-sifat Allah. Salah satu sifat Allah tentang alam ialah sebagai pemelihara atau penjaga (rabbul'alamin). Jadi, sebagai wakil (khalifah) Allah di muka bumi, manusia harus aktif dan bertanggung jawab untuk menjaga bumi. Artinya, menjaga keberlangsungan fungsi bumi sebagai tempat kehidupan makhluk Allah termasuk manusia sekaligus menjaga keberlanjutan kehidupannya.

Manusia mempunyai hak atau diperbolehkan untuk memanfaatkan apa-apa yang ada di muka bumi (sumber daya alam) yang tidak melampaui batas atau berlebihan (al-An'am: 141-142). Manusia baik secara individu maupun kelompok tidak mempunyai hak mutlak untuk menguasai sumber daya alam yang bersangkutan. Istilah "penaklukan" atau "penguasaan" alam seperti yang dipelopori oleh pandangan barat yang sekuler dan materialistis tidak dikenal dalam Islam. Islam menegaskan bahwa yang berhak menguasai dan mengatur alam ialah Yang Maha Pencipta dan Maha Mengatur yakni Rabbul Alamin. Hak penguasaannya tetap ada pada Tuhan Pencipta. Manusia wajib menjaga kepercayaan atau amanah yang telah diberikan oleh Allah tersebut. Dalam konteks ini, alam terutama bumi tempat tinggal manusia merupakan arena uji bagi manusia. Agar manusia dapat berhasil dalam ujiannya, ia harus dapat membaca "tanda-tanda" atau" ayat-ayat" alam yang ditujukan oleh Sang Maha Pengatur Alam. Salah satu agar manusia mampu membaca ayat-ayat Tuhan, manusia harus mempunyai pengetahuan dan ilmu.

Lingkungan alam ini oleh Islam dikontrol oleh dua konsep (in-strumen) yakni halal dan haram. Halal bermakna segala sesuatu yang baik, menguntungkan, menenteramkan hati, atau yang berakibat baik bagi seseorang, masyarakat maupun lingkungan. Sebaliknya segala sesuatu yang jelek, membahayakan atau merusak seseorang, masyarakat dan lingkungan ialah haram. Jika konsep tauhid, khilafah, amanah, halal, dan haram ini kemudian digabungkan dengan konsep keadilan, keseimbangan, keselarasan, dan kemaslahatan, maka terbangunlah suatu kerangka yang lengkap dan komprehensif tentang etika lingkungan dalam perspektif Islam.

Konsep kesalehan lingkungan tersebut mengandung makna, penghargaan yang sangat tinggi terhadap alam, penghormatan terhadap saling keterkaitan setiap komponen dan aspek kehidupan, pengakuan terhadap kesatuan penciptaan dan persaudaraan semua makhluk, serta menunjukkan bahwa etika (akhlak) harus menjadi landasan setiap perilaku dan penalaran manusia. Keempat pilar etika lingkungan ini sebenarnya juga merupakan pilar syariah Islam. Syariah yang bermakna lain as-sirath adalah sebuah

"jalan" yang merupakan konsekuensi dari persaksian (syahadat) tentang keesaan Tuhan.

Menurunnya kualitas lingkungan secara global karena aktivitas ekonomi, maka penanganannya perlu melibatkan seluruh pihak (pemerintah, industriawan dan masyarakat). Tentunya penanganan masalah kerusakan lingkungan tidak bisa hanya mengharapkan peran pemerintah meskipun pemerintah mempuinyai peran kunci, namun peranserta masvarakat diharapkan memperbaiki dalam menjaga/memelihara kondisi lingkungan agar tetap lestari. Sudah saatnya kita memperhatikan lingkungan sekitar dengan berbuat kearifan-kearifan untuk melestarikan alam. (Qassing, 2005)

Hal ini ada tuntunannya dalam Islam, seperti firman Allah dan Al Hadits dalam QS. Ar Rahmaan/55:1-9,

"Tuhan Yang Maha Pemurah. Yang telah mengajarkan Qur'an. Dia menciptakan manusia. Mengajarkan pandai berbicara. Matahari dan (beredar) menurut bulan perhitungan. Dan tumbuh-tumbuhan dan pohon-pohon keduanya tunduk kepada Nya. Dan Allah telah meninggikan langit Dia meletakkan neraca (keadilan/kesetimbangan). melampaui batas Supava kamu jangan tentang kesetimbangan itu. Dan tegakkanlah kesetimbangan itu dengan adil dan janganlah kamu mengurangi kesetimbangan itu".

Sedangkan pada dalil lain Rasulullah saw. bersabda: "Sebaik-baik manusia adalah yang paling banyak manfaatnya (bagi alam semesta)". (H.R. Ahmad).

Dari beberapa petikan firman Allah swt. dan hadits Rasulullah SAW tersebut, dapat disarikan bahwa, manusia berkewajiban menjaga keseimbangan alam dalam arti luas, tidak membuat kerusakan dan tidak sombong terhadap alam, serta larangan untuk tidak bersifat berlebih-lebihan. Kita mulai melestarikan alam dari diri kita sendiri, kemudian ditingkatkan/ditularkan pada tingkat keluarga, lingkungan terdekat dan masyarakat luas.

Ada baiknya kita renungkan Sabda Rasulullah SAW tentang peran tumbuhan dan hewan dalam kesimbangan alam:

"Tidaklah akan diturunkan hujan (oleh Allah) dari langit kalau bukan karena tumbuhan (tanaman) dan hewan". (H.R.Bukhari dan Muslim).

Hadits ini mengisyaratkan pada manusia bahwa betapa pentingnya kehadiran tumbuhan dan hewan yang merupakan bagian dari keseimbangan ekosistem bumi. Ingatlah, bahwa bumi ini akan diwariskan pada generasi berikutnya (Al-Qardlawi, 2002)

Melalui kitab suci al-Qur'an, Allah telah memberikan informasi spiritual kepada manusia untuk bersikap ramah terhadap lingkungan. Informasi ini memberikan sinyalemen bahwa manusia harus selalu menjaga dan melestarikan lingkungan agar tidak menjadi rusak, tercemar bahkan menjadi punah, sebab apa yang Allah berikan kepada manusia semata-mata merupakan suatu amanah. Melalui kitab suci yang agung ini (al-Qur'an) membuktikan bahwa

Islam adalah agama yang mengajarkan kepada umatnya untuk bersikap ramah lngkungan. Firman Allah swt. dalam al-Qur'an sangat jelas berbicara tentang hal ini. Sikap ramah lingkungan yang diajarkan oleh agama Islam kepada manusia dapat diperinci sebagai berikut:

 a. Agar manusia menjadi pelaku aktif dalam mengolah lingkungan serta melestarikannya. Dalam QS Ar-Rum/30:9,

أَوَ لَمْ يَسِيرُواْ فِي ٱلْأَرْضِ فَيَنظُرُواْ كَيْفَ كَانَ عَقِبَةُ ٱلَّذِينَ مِن قَبْلِهِمْ كَانُوّاْ أَشَدَّ مِنْهُمْ قُوَّةَ وَأَثَارُواْ ٱلْأَرْضَ وَعَمَرُوهَا أَكْثَرَ مِمَّا عَمَرُوهَا وَجَآءَتُهُمْ رُسُلُهُم بِٱلْبَيِّنَاتِ فَمَا كَانَ ٱللَّهُ لِيَظْلِمَهُمْ وَلَكِن كَانُوٓاْ أَنفُسَهُمْ يَظْلِمُونَ ۞

"Dan apakah mereka tidak mengadakan perjalanan di muka bumi dan memerhatikan bagaimana akibat (yang diderita) oleh orang-orang sebelum mereka? Orang-orang itu adalah lebih kuat dari mereka (sendiri) dan telah mengolah bumi (tanah) serta memakmurkannya lebih banyak dari apa yang telah mereka makmurkan. Dan telah datang kepada mereka rasul-rasul mereka dengan membawa bukti-bukti yang nyata. Maka Allah sekali-kali tidak berlaku zalim kepada mereka, akan tetapi merekalah yang berlaku zalim kepada diri sendiri".

Pesan yang disampaikan dalam surat ar-Rum ayat 9 di atas menggambarkan agar manusia tidak mengeksploitasi sumber daya alam secara berlebihan yang di khawatirkan terjadinya kerusakan serta kepunahan sumber daya alam, sehingga tidak memberikan sisa sedikit pun untuk generasi mendatang. Untuk itu Islam mewajibkan agar manusia menjadi pelaku aktif dalam mengolah lingkungan serta

melestarikannya. Mengolah serta melestarikan lingkungan tercermin secara sederhana dari tempat tinggal (rumah) seorang muslim. Rasulullah SAW menegaskan dalam sebuah hadis yang diriwayatkan oleh Thabrani: dari Abu Hurairah: "Jagalah kebersihan dengan segala usaha yang mampu kamu lakukan. Sesungguhnya Allah menegakkan Islam di atas prinsip kebersihan. Dan tidak akan masuk surga, kecuali orang-orang yang bersih." (HR. Thabrani)

Dari Hadis di atas memberikan pengertian bahwa manusia tidak boleh kikir untuk membiayai diri dan lingkungan secara wajar untuk menjaga kebersihan agar kesehatan diri dan keluarga/ masyarakat kita terpelihara.

Demikian pula, mengusahakan penghijauan di sekitar tempat tinggal dengan menanam pepohonan yang bermanfaat untuk kepentingan ekonomi dan kesehatan, di samping juga dapat memelihara peredaran suara yang kita isap agar selalu bersih, bebas dari pencemaran. Dalam sebuah hadis disebutkan:

"Tiga hal yang menjernihkan pandangan, yaitu menyaksikan pandangan pada yang hijau lagi asri, pada air yang mengalir, serta pada wajah yang rupawan." (HR. Ahmad)

b. Agar manusia tidak berbuat kerusakan terhadap lingkungan, dalam surat ar-Ruum ayat 41 Allah swt memperingatkan bahwa terjadinya kerusakan di darat dan laut akibat ulah manusia dalam QS Ar-Rum/30:41, sebagaimana yang telah disebutkan juga di atas, yang artinya,

"Telah tampak kerusakan di darat dan laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)". Serta QS Al-Qashash/28:77 menjelaskan sebagai berikut:

وَٱبْتَغِ فِيمَا ءَاتَىٰكَ ٱللَّهُ ٱلدَّارَ ٱلْآخِرَةَ ۗ وَلَا تَنسَ نَصِيبَكَ مِنَ ٱلدُّنْيَا ۗ وَأَحْسِن كَمَا أَحْسَنَ ٱللَّهُ إِلَيْكَ ۗ وَلَا تَبْغِ ٱلْفَسَادَ فِي ٱلْأَرْضِ إِنَّ ٱللَّهَ لَا يُحِبُ ٱلْمُفْسِدِينَ ۞

"Dan carilah pada apa yang telah dianugerahkan Allah kepadamu (kebahagiaan) negeri akhirat, dan janganlah kamu melupakan bagianmu dari (kenikmatan) duniawi dan berbuat baiklah (kepada orang lain) sebagaimana Allah telah berbuat baik kepadamu, dan janganlah kamu berbuat kerusakan di (muka) bumi Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan".

Firman Allah swt dalam surat Ar-Rum/30:41 dan surat al-Qashash/28:77 menekankan agar manusia berlaku ramah terhadap lingkungan (*environmental friendly*) dan tidak berbuat kerusakan di muka bumi ini. Dalam sebuah hadis yang diriwayatkan oleh Anas, dijelaskan bahwa:

Dalam hadis lain yang diriwayatkan oleh Abu Hurairah, bahwa Nabi pernah bersabda:

"Hati-hatilah terhadap dua macam kutukan; sahabat yang mendengar bertanya; Apakah dua hal itu ya Rasulullah? Nabi menjawab: yaitu orang yang membuang hajat di tengah jalan atau di tempat orang yang berteduh."

Dalam Hadits lainnya ditambah dengan membuang hajat di tempat sumber air. Dari keterangan di atas, jelaslah aturan-aturan agama Islam yang menganjurkan untuk menjaga kebersihan dan lingkungan. Semua larangan tersebut dimaksudkan untuk mencegah agar tidak mencelakakan orang lain, sehingga terhindar dari musibah

yang menimpanya. Islam memberikan panduan yang cukup jelas bahwa sumber daya alam merupakan daya dukung bagi kehidupan manusia, sebab fakta spiritual menunjukkan bahwa terjadinya bencana alam seperti banjir, longsor, serta bencana alam lainnya lebih banyak didominasi oleh aktivitas manusia. Allah swt telah memberikan fasilitas daya dukung lingkungan bagi kehidupan manusia.

c. Agar manusia selalu membiasakan diri bersikap ramah terhadap lingkungan. Dalam QS Hud/11:117, Allah swt berfirman,

"Dan Tuhanmu sekali-kali tidak akan membinasakan negerinegeri secara zalim, sedang penduduknya orang-orang yang berbuat kebaikan".

Fakta spiritual yang terjadi selama ini membuktikan bahwa surat Hud/11:117 benar-benar terbukti. Perhatikan bencana alam banjir di Jakarta, tanah longsor yang di daerah-daerah di Jawa Tengah, intrusi air laut, tumpukan sampah di mana-mana, polusi udara yang tidak terkendali, serta bencana alam di daerah atau di negara lain membuktikan bahwa Allah akan membinasakan negerinegeri secara zalim, melainkan penduduknya terdiri dari orang-orang yang berbuat kebaikan terhadap lingkungan.

Dalam suatu kisah diriwayatkan, ada seorang penghuni surga. Ketika ditanyakan kepadanya perbuatan apakah yang dilakukannya ketika di dunia hingga ia menjadi penghuni surga? Dia menjawab bahwa selagi di dunia, ia pernah menanam sebuah pohon. Dengan sabar dan tulus, pohon itu dipeliharanya hingga tumbuh subur dan besar. Menyadari akan keadaannya yang miskin ia teringat bunyi sebuah hadis

Nabi, "Tidak seorang muslim yang menanam tanaman atau menvemaikan tumbuh-tumbuhan, kemudian buah atau hasilnya dimakan manusia atau burung, melainkan yang demikian itu adalah sedekah baginya". Didorong keinginan untuk bersedekah, maka ia biarkan orang berteduh di bawahnya, dan diikhlaskannya manusia dan burung memakan buahnya. Sampai ia meninggal pohon ini masih berdiri hingga setiap orang (musafir) yang lewat dapat istirahat berteduh dan memetik buahnya untuk dimakan sebagai bekal perjalanan. atau Burung pun ikut menikmatinya.

Riwayat tersebut memberikan nilai yang sangat berharga sebagai bahan kontemplasi, artinya dengan adanya kepedulian terhadap lingkungan memberikan dua pahala sekaligus, yakni pahala surga dunia berupa hidup bahagia dan sejahtera dalam lingkungan yang bersih, indah dan hijau, dan pahala surga akhirat kelak di kemudian hari. Untuk mendapatkan dua pahala ini seorang manusia harus peduli terhadap lingkungan, apalagi manusia telah diangkat oleh Allah sebagai khalifah. Hal ini dapat dilihat pada QS Al Baqarah/2:30,

"Dan (ingatlah) ketika Tuhanmu berfirman kepada para malaikat, "Aku hendak menjadikan Khalifah di bumi." Mereka berkata, "Apakah engkau hendak menjadikan orang yang merusak dan menumpahkan darah di sana, sedangkan kami bertasbih memuji-Mu dan Menyucikan nama-mu?" Dia berfirman, "sungguh, Aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui."

Kekhalifahan menuntut manusia untuk memelihara, membimbing. dan mengarahkan segala sesuatu mencapai maksud dan tujuan penciptaan-Nya. Karena itu, Nabi Muhammad SAW melarang memetik buah sebelum siap untuk dimanfaatkan, memetik kembang sebelum mekar, atau menyembelih binatang yang terlalu kecil. Nabi Muhammad SAW juga mengajarkan agar selalu bersikap bersahabat dengan segala sesuatu sekalipun tidak bernyawa. Al-Qur'an tidak mengenal istilah penaklukan alam karena al-Qur'an menyatakan secara tegas bahwa yang menaklukkan alam untuk manusia adalah Allah. Secara tegas pula seorang muslim diajarkan untuk mengakui bahwa ia tidak mempunyai kekuasaan untuk menundukkan sesuatu kecuali dengan penundukan Allah swt. (Sumantri, 2010).

Perusakan lingkungan secara besar-besaran sering kali menjadi permasalahan lingkungan di negara-negara berkembang. Ini diakibatkan karena kurangnya kesadaran yang timbul dalam melestarikan lingkungan, maka untuk menjaga dan melestarikan lingkungan maka perlu diwujudkan kesalehan lingkungan pada masyarakat.

Ada beberapa cara untuk membentuk kesalehan lingkungan antara lain (Sumantri, 2010):

1. Revitalisasi ajaran agama, Bentuk ajaran agama yang didominasi dogma-dogma yang sempit perlu diperluas. Kontekstualisasi agama perlu diperbanyak agar cakrawala pemikiran dan tindakan lebih luas, tidak hanya sekadar ritual keagamaan saja. Untuk pembelajaran di kelas perlu dilakukan aksi nyata

- dibanding pembelajaran yang menekankan aspek kognitif saja.
- 2. Tadabur alam yang kita tempati sungguh eksotik. Birunya laut, gemuruh ombak, hijaunya alam dengan aneka flora dan faunanya adalah anugerah Tuhan yang tiada tara. Keeksotikan dan keindahan alam adalah modal untuk kita berpikir, merenung, dan bermuara pada aktivitas untuk memanfaatkan, mengelola, dan menjaga dengan penuh tanggung jawab.
- 3. Muhasabah dari fenomena alam panas bumi yang semakin meningkat, bencana alam yang sering kita dengar, musim yang tidak teratur, dan rusaknya lapisan ozon adalah fenomena alam yang mestinya menjadi sumber muhasabah bagi setiap individu terhadap berbagai aktivitas yang telah dilakukan selama ini. Rusaknya alam pada wilayah tertentu berdampak pada kekacauan lingkungan di seluruh permukaan bumi. Jadi dalam konteks muhasabah terhadap lingkungan tidak berpikir dan bertindak secara sempit pada wilayah lokal tempat kita tinggal, namun kesadaran atas tanggung jawab diri sebagai warga dunia.
- 4. Berpartisipasi dalam program hijau, program hijau semakin banyak variasinya. Banyaknya acara ini sudah seharusnya bukan sekadar acara sensasional atau seremonial tanpa makna, namun lebih dari itu. Acara-acara ini perlu penghayatan, sebab aktivitas tanpa penghayatan tidak akan efektif. Setiap individu mestinya dapat memilih dari berbagai program hijau yang sesuai dengan kemampuan dan karakteristik dirinya. Ibu rumah tangga dapat melaksanakan

program hijau dari aktivitas di rumah tangga seperti pengelolaan sampah rumah tangga, pak sopir dapat berpartisipasi dengan membatasi emisi kendaraan bermotornya, pengelola supermarket mengganti kantong plastik dengan kantong yang dapat didaur ulang, dan lain sebagainya. Jika setiap profesi melaksanakan program hijau sesuai dengan vang dijalaninya, karakteristik profesi maka kesalehan lingkungan akan terbentuk bermula dari kesalehan profesi.

5. Program reward and punishment, kesalehan lingkungan juga dapat dibentuk melalui program reward and punishment. Pemerintah dapat memberi reward kepada siapa saja yang berprestasi dalam menjaga kelestarian lingkungan, dan program ini telah dilaksanakan. Namun program punishment terhadap siapa saja yang melakukan aktivitas yang dapat atau berpotensi merusak lingkungan belum dilakukan dengan tegas.

Ajaran-ajaran dari Al-Quran maupun dari Rasulullah Saw telah menanamkan nilai-nilai/konsep kasih kepada lingkungan serta manusia dan makhluk lainnya. merupakan agama yang sangat memerhatikan tentang lingkungan dan keberlanjutan kehidupan di dunia. Banyak ayat al-Qur'an dan hadis yang menjelaskan, menganjurkan bahkan mewajibkan setiap manusia untuk menjaga kelangsungan kehidupannya dan kehidupan makhluk lain di bumi. Konsep yang berkaitan dengan upaya konservasi lingkungan menyatu tak terpisahkan dengan konsep keesaan Tuhan, syariah, dan akhlak.

Kurangnya kesadaran yang timbul dalam melestarikan lingkungan, akan menyebkan terjaidnya pengrusakan lingkungan secaara besar-besaran maka untuk menjaga dan melestarikan lingkungan maka perlu diwujudkan sikap ramah lingkungan dan menumbuhkan kesalehan lingkungan pada masyarakat.



# UDARA DAN KESEHATAN

"Dan jangannlah kamu berbuat kerusakan di(muka) bumi. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan". (Al-Qashash [28]: 77).

nergi secara sederhana dapat dikatakan sebagai kemampuan untuk melakukan pekerjaan. Sederhananya dapat dicontohkan seperti berjalan memerlukan energi, berenang memerlukan energi, bahkan makanpun memerlukan energi untuk mengunyah. Energi tidak dapat dilihat, hanya efek dari energi yang dapat dilihat ataupun dirasakan. Misalnya, tanaman menjadi besar, anakanak menjadi besar atau penggunaan batu bara sebagai pembangkit listrik tenaga uap, batu bara dibakar maka air menjadi menjadi dan akhirnya mesin-mesin bekerja. Atau

seperti bahan baku bensin pada pemakaian mobil di mana terjadi pembakaran dalam mesin mobil sehingga mobil dapat berjalan.

Berkaitan dengan energi, khususnya batu bara atau minyak bumi, maka pembahasan ini tentu akan dititik beratkan pada penggunaannya. Tumbuhan atau hewan yang mati, maka dalam keadaan tertentu keduanya tidak membusuk yang kemudian menjadi fosil. Dalam fosil yang berbentuk batu bara atau minyak bumi tersebut tersimpan energi. Proses pembentukan fosil berlangsung sangat lama, kemungkinan diperlukan beratus ataupun berjuta tahun. Energi di alam mengikuti hukum yang terkenal yaitu hukum termodinamika yaitu "energi tidak dapat diciptakan atau dihancurkan, hanya mengalami transformasi atau hanya dapat diubah". Misalnya energi matahari diubah menjadi energi panas atau energi kimia atau bahkan dapat pula berupa energi potensial dalam bentuk makanan. Hukum ini dikenal pula sebagai hukum kekekalan energi (Irwan, 2007).

Manusia sangat erat kaitannya dengan energi, khususnya batu bara dan minyak bumi. Manusia sampai dengan revolusi industri hanya menggunakan sebagian kecil energi yang ada di alam yang disebut energi terbarukan (renewable energy). Sejak revolusi industri, dimungkinkan pemakaian energi dalam jumlah besar yang berasal dari batubara. Memasuki abad 20 pemakaian energi minyak bumi semakin meluas, dan akhir-akhir ini gas alam dan nuklir telah dimanfaatkan untuk menopang kebutuhan energi dalam jumlah besar. Masa setelah revolusi industri dapat disebut sebagai era penggunaan energi atau bahan bakar fosil seperti gas alam, minyak bumi dan batubara dalam jumlah besar, yang sampai saat inipun

masih berlanjut. Meningkatnya aktivitas manusia dan besarnya tuntutan untuk mendapatkan kepraktisan dan kenyamanan hidup manusia, berakibat pada meningkatnya konsumsi energi. Peningkatan konsumsi energi secara drastis terjadi pada pertengahan tahun 1800 yang ditopang terutama oleh batubara (BATAN, 2001).

Revolusi industri merupakan era di mana pemakaian energi dalam jumlah besar yang berasal dari batu bara mulai digunakan. Revolusi industri pertama kali, ditandai dengan penggunaan mesin untuk pabrik pemintalan kapas. Dari tahun 1760 hingga 1870 mesin-mesin ini banyak digunakan. Salah satu yang dikembangkan adalah mesin pemintal benang yang diciptakan James Hargreaves, pada tahun 1767. mesin ini ternyata tidak Hanva saja, kuat, sampai ditemukannya kerangka air oleh Ricard Arkwight dua tahun kemudian. Pada 1779. tahun Samuel Croupton menggabungkan alat pemintal James Hargreaves dengan karangka air menjadi sebuah mesin yang diberi nama "Mule". Selanjutnya, ditemukan juga mesin tenun oleh Cartwright pada tahun 1785 yang disempurnakan beberapa tahun kemudian.

Perkembangan Revolusi Industri selanjutnya, yakni ditemukannya mesin uap yang bisa dipergunakan sebagai penggerak mesin berat, sistem pabrik menjadi semakin berkembang. Sistem kerja mesin-mesin dalam pabrik ini kemudian melahirkan temuan-temuan mesin baru yang mendorong lahirnya industri-industri besar berikutnya. Pada tahap berikutnya, munculnya industri-industri besar hasil penemuan mesin-mesin "sederhana" sebelumnya, melahirkan penemuan dalam bidang tranportasi, kereta api, kendaraan bermesin (otomobil), navigasi uap (kapal uap),

telegram dan alat-alat pertanian. Kenyataan ini, pada gilirannya juga melahirkan industri baru untuk mendukung penemuan-penemuan tersebut. Atas hasil temuannya, James Watt sering digelari sebagai Bapak Revolusi Industri walaupun sebenarnya penemuannya merupakan penyempurnaan dari mesin uap hasil penemuan Thomas New Comen tahun 1712.

Dalam menggerakkan mesin berat, mesin uap menggunakan batu bara dalam melakukan pembakaran. Problem pencemaran udara muncul karena asap dan gas yang dihasilkan dari pembakaran batu bara, khususnya dari proses industri, transportasi (kereta api dan kapal uap).

Batubara merupakan batuan sedimen yang terdiri dari komponen organik dan anorganik. Komponen organik disebut maseral sedangkan komponen anorganik disebut mineral. Kehadiran mineral dalam jumlah tertentu akan mempengaruhi kualitas batubara terutama parameter abu, sulfur dan nilai panas (kalori) sehingga dapat membatasi penggunaan. yang dihasilkan Limbah dari kegiatan pertambangan ini cukup berpengaruh untuk kelangsungan hidup biota di sekitarnya, karena batubara mengandung kadar sulfur dan nitrogen yang berbahaya bagi lingkungan udara bila terjadi pembakaran. Walaupun bahan tersebut secara alamiah kandungannya kecil namun karena batubara diproduksi besar-besaran secara serta penambangannya dalam jangka waktu lama maka sangat memungkinkan akan terjadi peningkatan konsentrasi.

Di Indonesia, seiring dengan pemakaian batubara di Industri, perkembangan pemakaian batubara pada industri berfluktuasi. Antara tahun 1998-2001, pemakaian batubara rata-rata naik sangat signifikan, yaitu 64,03%, namun pada

tahun 2002 dan 2003 sempat mengalami penurunan hingga 7,59%. Memasuki tahun 2004, kebutuhan batubara pada industri mengalami perubahan yang positif, yaitu 19,78% seiring perkembangan ekonomi yang mulai membaik di dalam negeri. Tahun 2005, tercatat sekitar 17,04% kebutuhan batubara dalam negeri digunakan oleh industri semen atau 5,77 juta ton (Pusat Litbang Teknologi Mineral dan Batubara, 2006).

Bahaya kimia yang berupa keberadaan polutan di udara yakni sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>) dan nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>) yang dapat bersumber dari industri, transportasi, alamiah. Sumber SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> buatan adalah pembakaran bahan bakar minyak, gas dan batu bara yang mengandung sulfur tinggi (Slamet, 2006). Penelitian terkait kadar sulfur batubara pernah dilakukan oleh Ibrahim (2008), dengan hasil bahwa kadar sulfur batubara Sintang Kalimantan Barat 4,24% sedangkan untuk batubara Tondongkura Sulawesi Selatan sulfur total sebesar 4,77%.

Atmosfer adalah lingkungan udara, yakni udara yang meliputi planet bumi ini. Atmosfer terdiri atas beberapa lapisan yang terbentuk karena adanya interaksi antara sinar matahari, gaya tarik bumi, rotasi bumi dan permukaan bumi. Atmosfer dapat dibagi menjadi beberapa lapisan berbeda berdasarkan pada profil temperatur.

Profil temperatur menurut ketinggian menunjukkan dua titik minimum yaitu sekitar 20 km dan 80 km di atas permukaan bumi. Batasan-batasan lapisan atmosfer ini bervariasi, tergantung dari iklim dan keadaan cuaca, tetapi setiap lapisan mempunyai karakteristik yang berbeda-beda.

Lapisan-lapisan atmosfer dapat dikenali dari perbedaan suhunya sebagai berikut ini.

Tabel 1 Lapisan Atmosfer

Lapisan	Suhu (°C)	Altitud(Km)	Unsur Kimia utama
Troposfer	15 - 56	0 - 11	N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub>
Stratosfer	-562	11 – 50	$H_2O$
Mesosfer	-2 – 92	50 – 85	$O_3$
Thermosfer	-92 – 1200	85 - 500	O <sub>2</sub> , O, NO

Sumber: Manahan, Stanley E., 1972 dalam (Slamet 2006)

Troposfer yang paling dekat ke permukaan hingga mencapai ketinggian 15 km di atas khatulistiwa dan 10 km di atas kutub. Temperatur berkurang dengan pertambahan dari permukaan humi rata-rata sebesar ketinggian 6,5°C/km. Penurunan temperatur tersebut disebabkan oleh efek pemanasan yang kuat pada permukaan bumi dari absorpsi radiasi solar UV. Selain itu terdapat campuran vertikal yang sangat kuat sehingga polutan berbentuk partikel dan gas dapat berpindah dari permukaan bumi menuju bagian atas troposfer yang berlangsung dalam beberapa hari.

Daerah troposfer ditandai oleh temperatur yang semakin rendah apabila ketinggian bertambah. Hal ini disebabkan oleh semakin jauhnya jarak dari permukaan bumi, sehinga panas yang diradiasikan bumi semakin berkurang. Selain itu kepadatan udarapun semakin rendah. Udara di dalam lapisan troposfer ini relatif tercampur dengan baik dan cepat (*rapid vertical mixing*) sehingga unsur-unsur kimia yang berada di dalamnya relatif homogen

dengan syarat bahwa udara tidak tecemar. Namun, saat ini baik spesies maupun kadar zat kimia dalam troposfer sudah semakin bertambah.

Temperatur udara lapisan selanjutnya semakin meningkat dengan meningginya altitud, menandai daerah stratosfer. Kenaikan suhu ini disebabkan karena adanya lapisan ozon atau ozonosfer di pertengahan lapisan stratosfer; kadar ozon dapat mencapai 10 volum ppm. Ozon mengabsorbsi sebagian besar sinar ultraviolet (UV), dan secara tidak langsung mengubahnya menjadi panas. Lapisan ini melindungi kehidupan di bumi dari radiasi sinar ultraviolet, penyebab utama kanker kulit pada manusia. Selain itu stratosfer ditandai pula oleh pencampuran udara yang lambat, sehingga relatif unsur-unsur yang ada di dalmnya berada dalam keadaan yang heterogen. Dibandingkan dengan troposfer kepadatan udara di lapisan ini relatif lebih rendah.

Suhu udara di lapisan stratosfer menjadi semakin dingin dengan meningginya altitude. Lapisan ini dikenal dengan sebagai lapisan mesosfer. Penurunan suhu ini disebabkan karena kadar ozon di lapisan ini menjadi semakin tipis. Di luar lapisan ini temperatur naik dengan cepat karena terjadinya absiorbsi sinar-sinar cosmos. Lapisan ini disebut thermosfer dengan suhu di dalamnya dapat mencapai sekitar 1200 derajat celcius.

Lapisan-lapisan atmosfer ini memungkinkan adanya kehidupan pada permukaan planet bumi. Sinar-sinar cosmos yang panas dan radioaktif sebagian besar tertahan dengan terbentuknya lapisan-lapisan tersebut. Atmosfer memelihara keseimbangan panas di bumi dengan mengabsorbsi sinar-sinar infra merah dari matahari dan dari pancaran kembali ke permukaan bumi.

Udara merupakan faktor yang penting dalam kehidupan, namun dengan meningkatnya pembangunan fisik kota dan pusat-pusat industri, kualitas udara telah mengalami perubahan. Udara yang dulunya segar, kini kering dan kotor. Hal ini bila tidak segera ditanggulangi, perubahan tersebut dapat membahayakan kesehatan manusia, kehidupan hewan serta tumbuhan.

lingkungan Perubahan udara pada umumnya pencemaran udara, vaitu disebabkan masuknya zat pencemar (berbentuk gas-gas dan partikel/aerosol) ke dalam udara. Masuknya zat pencemar ke dalam udara dapat secara alamiah, misalnya asap kebakaran hutan akibat gunung berapi, debu meteorit dan pancaran garam dari laut juga sebagian besar disebabkan oleh kegiatan manusia, misalnya akibat aktivitas transportasi, industri, pembuangan serta kegiatan rumah tangga.

Pembangunan fisik kota dan berdirinya pusat-pusat industri disertai dengan melonjaknya produksi kendaraan bermotor, mengakibatkan peningkatan kepadatan lalulintas dan hasil produksi sampingan, yang merupakan salah satu sumber pencemaran udara. Konsentrasi pencemaran udara dibeberapa kota besar dan daerah industri Indonesia menyebabkan adanya gangguan pernafasan, iritasi pada mata dan telinga, serta timbulnya penyakit tertentu. Selain itu juga mengakibatkan gangguan jarak pandang (visibilitas) yang sering menimbulkan kecelakaan lalu lintas (terutama lalulintas di udara dan laut).

Udara merupakan campuran beberapa macam gas yang perbandingannya tidak tetap, tergantung pada keadaan suhu udara, tekanan udara dan lingkungan sekitarnya. Susunan komposisi udara bersih dan kering, kira-kira tersusun oleh (Reeve 2002, Mukono 2008):

Nitrogen  $(N_2) = 78,09\%$  Volume Oksigen  $(O_2) = 21,94\%$ Argon (Ar) = 0,93%Karbon dioksida  $(CO_2) = 0,032\%$ 

Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No. 02/MENKLH/1988, menyatakan bahwa pencemaran udara, adalah:

Masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan/atau komponen lain ke dalam udara dan/atau berubahnya tatanan (komposisi) udara oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga kualitas udara menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No. 02/MENKLH/1998, 118).

Secara detail, gas-gas penyusun atmosfer bumi dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2 Gas-gas Penyusun Atmosfer

Gas	Konsentrasi	Konsentrasi %
	ppm volum	volum
Nitrogen (N2)	280.000	78,09
Oksigen (O <sub>2</sub> )	209.500	20,95
Argon (Ar)	9300	0,93
Karbon dioksida (CO2)	320	0,032
Neon	18	0,0018
Helium (He)	5,2	0,00052
Metan (CH <sub>4</sub> )	1,5	0,00015

Kripton (Kr)	1,0	0,0001
Hidariogen (H <sub>2</sub> )	0,5	0,00005
Dinitrogen oksida (N2O)	0,2	0,00002
Karbon monoksida (CO)	0,1	0,00001
Zenon (Xe)	0,08	0,000008
Ozone (O <sub>3</sub> )	0,02	0,000002
Amonia (NH <sub>3</sub> )	0,006	0,0000006
Nitrogen dioksida (NO2)	0,001	0,0000001
Nitrik oksida (NO)	0,0006	0,00000006
Sulfur dioksida (SO <sub>2</sub> )	0,0002	0,00000002
Hidrogen sulfida (H <sub>2</sub> S)	0,0002	0,00000002

Sumber: Mukono, 2008

Pencemaran udara adalah masuknya substansi atau kombinasi dari berbagai substansi ke dalam udara yang mengakibatkan gangguan terhadap kesehatan manusia atau bentuk kehidupan yang lebih rendah, bersifat menyerang dan merugikan bagian luar atau bagian dalam tubuh manusia atau karena keberadaan baik secara langsung maupun tidak langsung menimbulkan pengaruh buruk terhadap kesejahteraan manusia (Chandra 2007, Mukono 2008, Soedjono 2002, Mustikahadi 2001).

Pencemaran udara diartikan sebagai adanya bahanbahan atau zat-zat asing di dalam udara yang menyebabkan perubahan susunan (komposisi) udara dari keadaan normalnya. Kehadiran bahan atau zat asing di dalam udara dalam jumlah tertentu serta berada di udara dalam waktu yang cukup lama, akan dapat mengganggu kehidupan. Bila keadaan seperti itu terjadi, maka udara dapat dikatakan telah tercemar (Wardhana 2004).

Asal pencemaran udara dapat diterangkan dengan 3 (tiga) proses, yaitu atrisi (attrition), penguapan

(*vaporization*) dan pembakaran (*combustion*). Dari ketiga proses tersebut di atas, pembakaran merupakan proses yang sangat dominan dalam kemampuannya menimbulkan bahan polutan (Mukono 2008).

Penentuan terhadap tercemar atau tidaknya udara suatu daerah berdasarkan pada parameter berikut :

Tabel 3 Kriterian Udara Bersih dan Udara Tercemar oleh WHO

11111			
Parameter	Udara Bersih	Udara Tercemar	
1. Bahan Partikel	$0.01 - 0.02 \text{ mg/m}^3$	0.07 - 0.7	
		mg/m <sup>3</sup>	
2. SO <sub>2</sub>	0.003 – 0.02 ppm	0.02 – 2 ppm	
3. CO	< 1 ppm	5 – 200 ppm	
4. NO <sub>2</sub>	0.003 – 0.02 ppm	0.02 – 0.1 ppm	
5. CO <sub>2</sub>	310 – 330 ppm	350 – 700 ppm	
6. Hidrokarbon	< 1 ppm	1 – 20 ppm	

Sumber: Mukono, 2008

Sumber pencemaran dapat merupakan kegiatan yang bersifat alami (natural) dan kegiatan antropogenik. Contoh sumber alami adalah akibat letusan gunung berapi, kebakaran hutan, dekomposisi biotik, debu, spora tumbuhan dan lain sebagainya. Pencemaran Udara akibat aktivitas manusia (kegiatan antropogenik), secara kuantitatif sering lebih besar. Untuk kategori ini sumber-sumber pencemaran dibagi dalam pencemaran akibat aktivitas transportasi, industri, dari persampahan, baik akibat proses dekomposisi ataupun pembakaran, dan rumah tangga.

Emisi pencemaran udara oleh industri sangat tergantung dari jenis industri dan prosesnya. Emisi dari industri selain akibat prosesnya juga diperhitungkan pencemaran udara dari peralatan yang digunakan (utilitas). Berbagai industri dan pusat pembangkit tenaga listrik menggunakan tenaga dan panas yang berasal dari pembakaran arang dan bensin, hasil sampingan dari pembakaran tersebut adalah  $SO_x$ , asap dan bahan pencemar lainnya (Mustikahadi 2001).

Sejalan dengan kemajuan dalam bidang industri dan teknologi yang sangat membutuhkan banyak energi, produksi bahan bakar fosil baik batu bara maupun minyak bumi dari tahun ke tahun terus meningkat untuk menunjang kegiatan industri. Faktor penunjang tersebut yaitu faktor penyedia tenaga listrik dan transportasi (Wardhana 2004).

Sumber pencemar udara dapat berasal dari berbagai kegiatan manusia antara lain industri, tranportasi, perkantoran dan perumahan. Berbagai kegiatan manusia tersebut merupakan kontribusi terbesar dari pencemaran udara yang dibuang ke udara bebas. Sumber pencemar udara juga dapat disebabkan oleh berbagai kegiatan alam, seperti kebakaran hutan, gunung meletus, gas beracun dan lain-lain (Sudarman 2006).

Batu bara dan minyak bumi mengandung sejumlah kecil sulfur. Bila bahan bakar dibakar, sulfur bereaksi dengan O<sub>2</sub> dan menghasilkan SO<sub>2</sub>. Gas tersebut keluar melalui cerobong asap dan masuk ke dalam atmosfir. Pembakaran bahan bakar fosil menyadiakan sumber baru bagi zat-zat yang ada di udara. Dengan demikian, terdapat penambahan sulfur dan nitrogen atmosfer yang cukup berarti dari pembakaran bahan bakar fosil. Toksisitas langsung dan pengaruh toksik dihasilkan oleh pelarutan gas sulfur dan nitrogen yang mempunyai pengaruh buruk terhadap ekosistem alamiah (Connel dan Miller 2006).

Menurut Fardiaz (1992), bahwa sumber polusi utama berasal dari transportasi di mana hampir 60% polutan yang dihasilkan terdiri dari karbon monoksida (CO) dan sekitar 15% terdiri dari hidrokarbon (Fardiaz 1992). Pendapat Fardiaz ini diperkuat oleh Wardhana (2004) yang mengatakan bahwa sumber pencemaran udara yang utama dari transportasi, 63,8% (CO), 8,1% (NOx), 0,8% (SOx), 16,6% (HC) dan Partikel 1,2% (Wardhana 2004). Persentase komponen pencemar yang bersumber dari transportasi adalah sebagai berikut:

Tabel 4 Persentase Komponen Pencemar Udara dan Sumber Transportasi

Komponen Pencemar	Persentase (%)	
CO	70,50	
NOx	8,89	
SOx	0,88	
Hidrocarbon (HC)	18,34	
Partikel	1,33	
Total	100	

Sumber: Mukono, 2008

Pencemaran udara yang utama adalah karbon monoksida yang mencapai hampir setengahnya dari seluruh udara yang ada. Sedangkan toksisitas kelima kelompok polutan tersebut berbeda-beda, dan tabel 4.3 berikut menyajikan toksisitas relatif masing-masing kelompok polutan tersebut. Ternyata pencemaran udara yang paling berbahaya bagi kesehatan adalah partikel-partikel, diikuti berturut-turut dengan NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, Hidrokarbon (HC) dan yang paling rendah toksitasnya adalah karbon monoksida (CO).

Tabel 5 Toksisitas Relatif Poluton Udara

Polutan	Level Toleransi		
Relatif	Ppm	μg/m³	Toksisitas
СО	32,0	40000	1,00
НС	-	19300	2,07
SOx	0,50	1430	28,0
NOx	0,25	514	77,8
Partikel	-	372	106,7

Sumber: Mukono, 2008

Dilihat dari ciri fisik, bahan pencemar dapat berupa:

- **1.** Partikel (debu, aerosol, timah hitam)
- **2.** Gas (CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, H<sub>2</sub>S, Hidrokarbon)
- 3. Energi (suhu, dan kebisingan)

Klasifikasi bahan pencemaran udara dapat dibagi dua bagian (Mukono 2008, Achmadi, Assessmentof The Environmental Impact of Air Pollution, Prepared for The URBAIR Project Kusnoputranto 1995): Pencemaran primer, adalah suatu bahan kimia yang ditambahkan langsung ke udara yang konsentrasinya menvebabkan meningkat dan membahayakan. Bahan kimia dapat berupa komponen udara alamiah, seperti karbondioksida yang mengikat di atas konsentrasi normal atau sesuatu yang tidak biasanya terdapat di udara, seperti senyawa timbal.

Pencemar primer (yang dikeluarkan langsung dari sumber tertentu).

Pencemar udara *primer* yaitu semua pencemar di udara yang ada dalam bentuk yang hampir tidak berubah, sama seperti pada saat dibebaskan dari sumbernya sebagai hasil dari suatu proses tertentu. Pencemar udara primer, yang mencakup 90% dari jumlah pencemar udara seluruhnya, umumnya berasal dari sumber-sumber yang diakibatkan oleh aktivitas manusia, seperti dari industri (cerobong asap industri) di mana dalam industri tersebut terdapat proses pembakaran yang menggunakan bahan bakar minyak/batu bara, proses peleburan/pemurnian logam dan juga dihasilkan dari sector transportasi (mobil, bus, sepeda motor, dan lainnya). Dari seluruh pencemar primer tersebut, sumber pencemar yang utama berasal dari sektor transportasi, yang memberikan andil sebesar 60% dari pencemar udara total (Mustikahadi 2001).

Pencemar udara primer dapat digolongkan menjadi lima kelompok berikut (Wardhana 2004):

- 1. Karbonmonoksida (CO),
- 2. Nitrogen oksida (NOx),
- 3. Hidrokarbon (HC),
- 4. Sulfur oksida (SOx),
- 5. Partikel.

Pencemaran skunder, adalah senyawa kimia yang berbahaya yang terbentuk di atmosfer melalui reaksi kimia, di antaranya berbagai komponen udara. Pencemaran udara yang serius biasanya terjadi di suatu kota atau daerah lainnya yang mengeluarkan kadar pencemar yang tinggi.

*Pencemar sekunder* (yang terbentuk karena reaksi di udara antara berbagai zat, misalnya reaksi fotokimia).

Pencemar udara *sekunder* adalah semua pencemar di udara yang sudah berubah karena reaksi tertentu antara dua atau lebih kontaminan/polutan. Umumnya polutan sekunder tersebut merupakan hasil antara polutan primer dengan polutan lain yang ada di udara. Reaksi-reaksi yang menimbulkan polutan sekunder di antaranya adalah *reaksi fotokimia* dan reaksi *oksida katalis*. Pencemar sekunder yang terjadi melalui reaksi fotokimia, misalnya oleh pembentukan ozon, yang terjadi antara molekul-molekul hidrokarbon yang ada di udara dengan NO<sub>x</sub> melalui pengaruh sinar ultraviolet dari matahari. Sebaliknya pencemar sekunder yang terjadi melalui reaksi-reaksi oksida katalis diwakili oleh polutan-polutan berbentuk oksida gas yang terjadi di udara karena adanya partikel-partikel logam di udara yang berfungsi sebagai *katalisator*.

Dari ratusan bahan cemar udara dalam troposphere terdapat sembilan kelompok bahan cemar penting yakni (Darmono 2006, Achmadi, Pencemaran Udara di Indonesia 1983):

- 1. Karbon oksida terdiri atas karbon mono-oksida (CO) dan karbon-dioksida (CO<sub>2</sub>).
- 2. Sulfur oksida terdiri atas sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>) dan sulfur trioksida (SO<sub>3</sub>).
- 3. Nitrogen oksida, yakni nitrit oksida (NO), nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>) dan nitrous oksida (N<sub>2</sub>O).
- 4. *Volatile Organic Coumpounds (VOCs)*, seperti Metane (CH<sub>4</sub>), Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), Formaldehyde (CH<sub>20</sub>) Choloflourocarbons (CFCs) dan halon bermuatan bromine.
- 5. Suspended particular matter (SPM), butir-butir partikulat seperti debu, karbon,asbestos,tembaga,arsenic,cadmium,nitrat (NO<sub>3</sub>) dan butir-butir cairan kimia seperti sulfuric acid (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), minyak PCBs, dioxins dan berbagai pestisida.

- 6. *Photochemical oxidant*, seperti ozone (O<sub>3</sub>) peroxyacyl nitrates, hydrogen peroxide begitu pula fomaldehyde (CH<sub>20</sub>) yang terbentuk dalam atmosfir sebagai reaksi bahan kimia yang dipicu oleh sinar matahari.
- 7. Bahan radiokatif seperti radon-222, iodine-131, strontium-90, plutonium-239 dan radioisotopes yang masuk atmosfir sebagai gas atau bahan partikulat.
- 8. Panas yang dihasilkan oleh pembakaran minyak bumi dan yang serupa.
- 9. Kebisingan yang dihasilkan kendaraan bermotor, pesawat terbang, kereta api, bunyi mesin dan yang serupa.

udara dengan reaksi fotokimia dapat membentuk bahan pencemar sekunder, misalnya, peroxyl radikal dengan oksigen akan membentuk ozon dan nitrogen dioksida berubah menjadi nitrogen monoksida dengan oksigen dan sebagainya. Pemaparan dari gas terhadap manusia pada umumnya melalui pernapasan dan cara penanggulangannya terutama dengan mengurangi pembebasan bahan pencemar secara langsung ke udara, misalnya dengan menggunakan "gas scrubber", alat tambahan pada knalpot dan sebagainya (Mustikahadi 2001).

Banyak faktor yang mempengaruhi pencemaran udara di atmosfer, misalnya (Mukono 2008):

## 1. Kelembapan

Kelembapan udara yang relatif rendah (<60%) di daerah tercemar SO<sub>2</sub>, akan mengurangi efek korosif dari bahan kimia tersebut. Pada kelembapan relatif lebih atau sama dengan 80% di daerah tercemar SO<sub>2</sub>, akan terjadi peningkatan efek korosif SO<sub>2</sub> tersebut.

### 2. Suhu

Suhu yang menurun pada permukaan bumi, dapat menyebabkan peningkatan kelembapan udara relatif, sehingga akan meningkatkan efek korosif bahan pencemar di daerah yang udaranya tercemar. Pada suhu yang meningkat, akan meningkat pula kecepatan reaksi suatu bahan kimia.

### 3. Sinar matahari

Sinar matahari dapat mempengaruhi bahan oksidan terutama  $O_3$  di atmosfer. Keadaan tersebut dapat menyebabkan kerusakan bahan/alat bangunan, atau bahan yang terbuat dari karet. Jadi dapat dikatakan bahwa sinar matahari dapat meningkatkan rangsangan untuk merusak bahan.

### 4. Pergerakan udara

Pergerakan udara yang cepat dapat meningkatkan abrasi bahan bangunan.

Sedangkan menurut Chandra (2006), pencemaran udara yang terjadi di permukaan bumi ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya sebagai berikut:

### 5. Suhu

Pergerakan mendadak lapisan udara dingin ke suatu sekitar industri dapat menimbulkan *temperatur inversi*. Dengan kata lain, udara dingin akan terperangkap dan tidak dapat keluar dari sekitar tersebut akan cenderung menahan polutan tetap berada di lapisan permukaan bumi sehingga konsentrasi polutan di sekitar tersebut semakin lama semakin tinggi. Contoh, Kota Tokyo pada tahun 1970 diselimuti oleh kabut tebal penuh dengan polutan sampai

beberapa minggu sehingga lebih dari 8.000 penduduknya menderita infeksi saluran pernapasan atas, sakit mata dan lain-lain.

## 6. Arah dan kecepatan angin

Kecepatan angin yang kuat akan membawa polutan terbang kemana-mana dan dapat mencemari udara negara lain. Kondisi semacam ini pernah di alami oleh negara-negara Eropa. Contoh lainnya adalah kebakaran hutan di Indonesia yang menyebabkan kabut asap di negara Malaysia dan Singapura. Sebaliknya, apabila kecepatan angin lemah, polutan akan menumpuk di tempat dan dapat mencemari udara tempat pemukiman yang terdapat di sekitar lokasi pencemaran tersebut.



# AIR LIMBAH DAN KESEHATAN

Kehidupan laksana air, jika ia mengalir arusnya bertambah jernih, jika berhenti baunya menjadi busuk. (Imam Syafi'i).

ir adalah suatu elemen yang paling melimpah di atas bumi, yang meliputi 70% permukaannya dan berjumlah kira-kira 1,4 miliar kilometer kubik. Apabila dituang merata di seluruh permukaan bumi akan terbentuk lapisan dengan kedalaman rata-rata 3 kilometer. Namun hanya sebagian kecil saja dari jumlah ini yang benarbenar dimanfaatkan, yaitu sekitar 0,003%. Sebagian besar air, sekitar 97%, ada dalam samudera atau laut, dan kadar garamnya terlalu tinggi untuk kelayakan dalam keperluan rumah tangga. Dari 3% sisanya yang ada, hampir semuanya,

yaitu sekitar 87 persennya tersimpan dalam lapisan kutub atau sangat dalam di bawah tanah (Middleton, 2005, Miller, 1999).

Air merupakan salah satu unsur utama bagi kehidupan manusiasetelah oksigen di planet bumi ini. Manusi mampu bertahan hidup tanpa makan dalam beberapa minggu, namun tanpa air kita akan mati dalam beberapa hari saja.

Dalam bidang kehidupan ekonomi modern kita, air merupakan hal utama untuk budidaya pertanian, industri, pembangkit tenaga listrik, dan transportasi. Meningkatnya jumlah penduduk dan kegiatan pembangunan telah mengakibatkan kebutuhan akan air meningkat tajam. Di lain pihak, ketersediaan air dirasakan semakin terbatas bahkan di beberapa tempat sudah terjadi kekeringan. Hal itu semua terjadi disebabkan oleh karena kualitas lingkungan hidup yang terus menurun, seperti terjadinya pencemaran, penggundulan hutan, berubahnya tata guna lahan, dan degredasi daerah aliran sungai (DAS).

Kebutuhan masyarakat akan air bersih selama ini telah dipenuhi oleh PDAM. Namun hal ini hanya berlaku untuk masyarakat perkotaan, lalu bagaimanakah pemenuhan kebutuhan air bersih bagi masyarakat pedesaan?. Telah diketahui bersama bahwa PDAM belum dapat menjangkau wilayah pedesaan dan akhirnya masyarakat pedesaan banyak menggunakan air tanah, sungai, danau ataupun air tadah hujan yang secara kualitas tidak terjamin aman bagi kesehatan. Salah satu hal yang terpenting adalah bagaimana upaya yang perlu dilakukan agar masyarakat pedesaan dapat memenuhi kebutuhan mereka akan air bersih.

Suatu hal yang dikhawatirkan adalah bahwa pemenuhan kebutuhan akan air bersih oleh masyarakat desa yang diperoleh dari air tanah, sungai, danau dan tadah hujan akan semakin terganggu karena kontaminasi yang terjadi dari kualitas lingkungan hidup yang terus menurun. Sehingga harus ada upaya yang perlu dilakukan untuk penyelamatan air tanah bagi kepentingan pemenuhan kebutuhan air bersih bagi mayarakat.

Saat ini, masalah utama yang dihadapi terkait dengan sumber daya air meliputi kuantitas air yang sudah tidak mampu memenuhi kebutuhan yang terus meningkat dan kualitas air untuk keperluan rumah tangga yang semakin menurun. Krisis air bersih ini sudah terjadi di mana-mana, sebagai akibat dari degradasi lingkungan. Tingkat kebutuhan dan tingkat ketersediaan tidak lagi seimbang, hal itu menjadi dilema tersendiri tentang bagaimana pemenuhan kebutuhan air bersih/air minum dapat dilakukan. Oleh karena itu, upaya pengelolaan sumber daya air harus dilakukan melalui berbagai macam teknologi dan penegakkan aturan untuk memelihara ketersediaan sumber daya air. Akan tetapi tidak semua masyarakat mengetahui dan dapat menjangkau teknologi dan peraturan tersebut dikarenakan akses informasi dan pengetahuan mengenai hal itu terbatas. Pada akhirnya masyarakat terbebani akan pemenuhan kebutuhan air bersih untuk kehidupannya.

Kebutuhan air bersih per kapita di setiap negara berbeda sesuai dengan kondisi negara masing-masing. Kebutuhan air rata-rata di negara-negara maju seperti Amerika Serikat sebesar 836 liter/orang/hari, Jepang 444liter/orang/hari, Inggris 347 liter/orang/hari, dan Perancis 330 liter/orang/hari, sedangkan di negara berkembang termasuk Indonesia baru mencapai 103 liter/orang/hari di daerah perkotaan dan di daerah pedesaan sebesar 68 liter/orang/hari (Agustini, 2003).

Berdasarkan Riskesdas (2013), Proporsi rumah tangga (RT) yang memiliki akses terhadap sumber air minum improved di Indonesia adalah sebesar 66,8% (perkotaan: 64,3%; perdesaan: 69,4%). Lima provinsi dengan proporsi tertinggi untuk RT yang memiliki akses terhadap air minum improved adalah Bali (82,0%), DI Yogyakarta (81,7%), Jawa Timur (77,9%), Jawa Tengah (77,8%) dan Maluku Utara (75,3%); sedangkan lima provinsi terendah adalah Kepulauan Riau (24,0%), Kalimantan Timur (35,2%), Bangka Belitung (44,3), Riau (45,5%), dan Papua (45,7%).

Secara kualitas fisik, masih terdapat RT dengan kualitas air minum keruh (3,3%), berwarna (1,6%), berasa (2,6%), berbusa (0,5%), dan berbau (1,4%). Berdasarkan provinsi, proporsi RT tertinggi dengan air minum keruh adalah di Papua (15,7%), berwarna juga di Papua (6,6%), berasa adalah di Kalimantan Selatan (9,1%), berbusa dan berbau adalah di Aceh (1,2%, dan 3,8%).

Proporsi RT yang mengolah air sebelum diminum di Indonesia adalah sebesar 70,1%. Dari 70,1% RT yang melakukan pengolahan air sebelum diminum, 96,5 persennya melakukan pengolahan dengan cara dimasak. Cara pengolahan lainnya adalah dengan dijemur di bawah sinar mata hari/solar disinfection (2,3%), menambahkan larutan tawas (0,2%), disaring dan ditambah larutan tawas (0,2%) dan disaring saja (0,8%).

Menurut karakteristik, proporsi rumah tangga dengan kualitas air minum kategori baik (tidak keruh tidak

berwarna, tidak berasa, tidak berbusa, dan tidak berbau) di perkotaan (96,0%) lebih tinggi dibandingkan dengan di perdesaan (92,0%). Semakin tinggi kuintil indeks kepemilikan, proporsi rumah tangga dengan kualitas air minum kategori baik cenderung meningkat.

Rendahnya ketersediaan air bersih/air minum sebagai Sumber Daya Alam (SDA) baik secara kuantitas maupun secara kualitas akan berdampak terhadap akses Sumber Daya Manusia (SDM), begitu pula sebaliknya rendahnya SDM akan mengakibatkan sumber daya alam khususnya akses air bersih akan terganggu, di mana masyarakat tidak mempunyai pengetahuan yang cukup membuang limbahnya ke badan-badan, air sehingga pencemaran lingkungan air tidak dapat terelakkan lagi. Di negara-negara sedang berkembang termasuk Indonesia, pencemaran mikroorganisme (bakteri, virus dan fungi) terhadap badan air maupun dalam suplai air minum merupakan kasus yang sering terjadi, dan saat ini pencemaran oleh faktor kimia dan fisika misalnya pencemaran oleh senyawa pollutan mikro yang bersifat mutagenik, dan/atau penyebab kanker (karsinogenik) serta tidak sedikit mengakibatkan lahir cacat (teratogenik) perlu segera diwaspadai.

Telah diketahui secara luas bahwa dengan adanya suplai air bersih yang cukup dan sehat, dapat menurunkan angka penderita penyakit, khususnya penyakit yang berhubungan dengan air seperti waterborne diseases, waterwash diseases, dan waterbased diseases. Penyakit-penyakit tersebut bukan saja cholerae, thypus, disentry, tetapi juga penyakit kulit, trachoma, kecacingan, dan penyakit lainnya dapat ditekan sampai ke angka nol kasus

khususnya di negara maju karena akses air bersih yang hampir 100% telah teratasi.

Menurut karakteristik, proporsi rumah tangga yang melakukan pengolahan air sebelum diminum dengan cara pemanasan/dimasak, di perkotaan (96,5%) hampir sama dengan di pedesaan (96,6%). Tidak ada perbedaan proporsi di antara tingkat kuintil indeks kepemilikan dalam melakukan pengolahan air minum dengan cara dipanaskan atau dimasak.

Pada rumah tangga yang menggunakan sumber air untuk seluruh keperluan rumah tangga selain sungai/danau/irigasi, pemakaian air per orang per hari oleh rumah tangga di Indonesia, pada umumnya berjumlah antara 50 sampai 99,9 liter (28,3%), dan antara 100 sampai 300 liter (40%). Proporsi rumah tangga tertinggi untuk pemakaian air antara 100 liter sampai 300 liter per orang per hari paling tinggi adalah Banten (54,5%), sedangkan proporsi terendah adalah Nusa Tenggara Timur (10,1%). Masih terdapat rumah tangga dengan pemakaian air kurang dari 20 liter per orang per hari, bahkan kurang dari 7,5 liter per orang per hari (masing-masing 4,9 persen dan 0,1 Berdasarkan provinsi, proporsi rumah tangga persen). dengan jumlah pemakaian air per orang per hari kurang dari 20 liter tertinggi adalah Nusa Tenggara Timur (30,4%) diikuti Papua (22,5%).

Menurut karakteristik, proporsi rumah tangga dengan pemakaian air kurang dari 20 liter per orang per hari di perdesaan lebih tinggi (5,8%) dibandingkan di perkotaan (4,0%), sebaliknya proporsi rumah tangga jumlah pemakaian air per orang per hari 20 liter atau lebih di

perkotaan lebih tinggi 95,9%) dibandingkan dengan di perdesaan (94,2%).

Rumah tangga dengan kuintil indeks kepemilikan menengah sampai teratas cenderung menggunakan air lebih dari 100 liter per orang per hari, sedangkan rumah tangga dengan kuintil indeks kepemilikan menengah bawah dan terbawah kecenderungan pemakaian air kurang dari 20 liter per orang per hari. Untuk sumber air minum, rumah tangga di Indonesia menggunakan air kemasan, air isi ulang/ depot air minum, air ledeng baik dari PDAM maupun membeli eceran, sumur bor/ pompa, sumur terlindung, mata air (baik terlindung maupun tidak terlindung), penampungan air hujan dan air sungai/irigasi.

Proporsi rumah tangga yang memiliki akses terhadap sumber air minum improved di Indonesia adalah sebesar 66,8 persen. Lima provinsi dengan proporsi tertinggi untuk rumah tangga yang memiliki akses terhadap air minum improved adalah Bali (82,0%), DI Yogyakarta (81,7%), Jawa Timur (77,9%), Jawa Tengah (77,8%), dan Maluku Utara (75,3%); sedangkan lima provinsi terendah adalah Kepulauan Riau (24,0%), Kalimantan Timur (35,2%), Bangka Belitung (44,3%), Riau (45,5%), dan Papua (45,7%) (Buku Riskesdas 2013 dalam Angka). Data di menunjukkan bahwa masalah air bersih masih menjadi hal yang perlu untuk diperhatikan dan dibicarakan. Terutama karena kebutuhan air ini adalah kebutuhan yang pokok bagi kelangsungan hidup masyarakat. Masih belum terpenuhinya kebutuhan air baik dari segi kuantitas maupun dari segi kualitas membutuhkan solusi yang segera.

Rendahnya ketersediaan air bersih/air minum sebagai Sumber Daya Alam (SDA) baik secara kuantitas

maupun secara kualitas akan berdampak terhadap akses Sumber Daya Manusia (SDM), begitu pula sebaliknya rendahnya SDM akan mengakibatkan sumber daya alam khususnya akses air bersih akan terganggu, di mana masyarakat tidak mempunyai pengetahuan yang cukup membuang limbahnya ke badan-badan, air sehingga pencemaran lingkungan air tidak dapat terelakkan lagi. Di negara-negara sedang berkembang termasuk Indonesia, pencemaran oleh mikroorganisme (bakteri, virus, parasit dan fungi) terhadap badan air maupun dalam suplai air minum merupakan kasus yang sering terjadi, dan saat ini oleh faktor kimia dan fisika misalnya pencemaran pencemaran oleh senyawa pollutan mikro yang bersifat mutagenik, dan/atau penyebab kanker (carsinogenic) serta tidak sedikit mengakibatkan lahir cacat (teratogenic) perlu segera diwaspadai.

Telah diketahui secara luas bahwa dengan adanya suplai air bersih yang cukup dan sehat, dapat menurunkan angka penderita penyakit, khususnya penyakit yang berhubungan dengan air seperti waterborne diseases, waterwash diseases, dan waterbased diseases. Penyakit-penyakit tersebut bukan saja cholerae, thypus, disentry, tetapi juga penyakit kulit, trachoma, kecacingan, dan penyakit lainnya dapat ditekan sampai ke angka nol kasus khususnya di negara maju karena akses air bersih yang hampir 100% telah teratasi.

Menurut WHO bahwa setiap hari ada 30.000 orang diperkirakan meninggal dunia akibat penyakit yang ditimbulkan oleh air yang tidak sehat. Di negara sedang berkembang 80% penyakit berhubungan dengan air, seperempat (25%) anak-anak yang lahir di negara

berkembang telah meninggal dunia pada umur sebelum 5 hari, pada umumnya disebabkan penyakit yang berhubungan dengan air. Pada setiap saat, terdapat kurang lebih 400 juta orang menderita penyakit perut dan pencernaan (gastroenteritis), 200 juta orang menderita schistosomiasis, 160 juta menderita malaria, 30 juta orang menderita onchoceriasis dan jenis penyakit lainnya yang berhubungan dengan air (WHO dalam Daud, 2003).

Di Indonesia penyakit-penyakit yang berhubungan dengan air seperti penyakit diare, gastroenteritis, tifus dan sebagainya dari tahun ke tahun mengalami fluktuasi sebagaimana digambarkan dari hasil survei yang telah dilakukan oleh SKRT tahun 1992 angka diare sebanyak 8,0%, gangguan sistem pencernaan 5,1%, pada tahun 1995 angka diare 7,4% dan sistem pencernaan 6,6% dan pada tahun 1999 SP2RS menunjukkan bahwa angka kematian karena diare vaitu 106,5/1000 pasien keluar, Gastritis dan doudenitis 3,9/1000 pasien keluar. Pada tahun 2000 SP2RS angka kematian karena diare 49,8/1000 pasien keluar dan doudenitis 26,9/1000 Gastritis dan pasien keluar (Depkes.RI, 2001).

Sebagaimana telah disinggung pada pendahuluan diatas bahwa air pada umumnya dan air minum pada khususnya adalah unsur penting yang sangat berperan dalam kehidupan dan untuk hidup manusia atau organisme lainnya.

Sebagian besar tubuh organisme, temasuk manusia terdiri dari air. Secara global, sekitar 80% dari tubuh manusia adalah terdiri dari cairan.Disamping itu didalam air terdapat unsur dan mineral yang diperlukan untuk pertumbuhan fisik manusia, seperti Ca, Mg, Fe, Cu dan

unsur-unsur lainnya. Di dalam tubuh manusia terdapat air sekitar 33% di jaringan lemak dan tulang-tulang, 77% di dalam daging, 80% pada paru-paru dan ginjal, 84% pada jaringan saraf, cairan tubuh (plasma) 99% dan air ludah sampai 99,5%.

Untuk menjaga keseimbangan air, tubuh orang harus kemasukan air kira-kira 8 gelas atau sekitar 2 liter tiap hari. Orang dapat bertahan hidup berminggu-minggu lamanya tanpa makanan, tetapi tanpa air minum hanya bertahan 3 sampai 4 hari saja. Setiap saat ada air yang keluar dari tubuh dengan cara penguapan permukaan tubuh, pada waktu transpirasi atau berpeluh, pada pernapasan, dan pada waktu buang air. Yang menguap melalui pori kulit sekitar 500 CC selama satu hari, yang dikeluarkan oleh kelenjar-kelenjar peluh kirakira 1.000 CC selama satu hari, dan ini sangat tergantung pada temperatur setempat dan situasi orang, yang dikeluarkan sebagai uap pada pernapasan lebih kurang 300 CC dan juga ada yang dikeluarkan oleh tubuh pada waktu buang air untuk keperluan pembersihan tubuh dari bahan-bahan pencemar yang masuk kedalam tubuh yang dipisahkan dalam tubuh. Apabila atau di kelembaban udara bertambah, penguapan berkurang, apabila temperatur naik, penguapan juga naik. Jika temperatur udara terlalu tinggi, penguapan tidak hanya melalui pori kulit, tetapi juga melalui kelenjar-kelenjar sebagai keringat.

Jadi sebagai materi yang masuk ke tubuh organisme, air mempunyai peranan esensial sebagai berikut:

1. Sebagai bahan pembentuk protoplasma.

- 2. Sebagai bahan yang mengambil bagian pada proses fotosintesa.
- melarutkan 3. Sebagai medium untuk hahan makanan.
- 4. Menyelenggarakan transformasi kimia didalam tubuh.
- 5. Melaksanakan transportasi atau sirkulasi materimateri di dalam tubuh
- 6. Sebagai regulator temperatur tubuh.

Air sangat penting di dalam mendukung kehidupan manusia, air juga mempunyai potensi yang sangat besar jika air tersebut tercemar, dalam menularkan atau mentansmisikan berbagai penyakit Di negara yang mengalami kemajuan pesat, penyakit yang berhubungan dengan air sangat jarang terjadi karena penyediaan air bersih yang sangat efisien dan begitu pula dengan pengelolaan air limbahnya. Namun di negara sedang berkembang diperkirakan dua milyar manusia hidup tanpa air yang aman (safe water) dan sanitasi yang memadai. Sebagai akibatnya korban penyakit yang berhubungan dengan air di negara-negara berkembang adalah tinggi dan bahkan sampai menakutkan pada tingkat-tingkat tertentu. Seperti yang telah dilaporkan oleh UNEP melalui majalah World Water dari tahun 1981-1990 bahwa setiap tahunnya diperkirakan 30.000 meninggal di negara-negara orang vang berkembang oleh karena kurangnya air atau langkahnya persediaan air bersih dan fasilitas sanitasi.

Kemudian dari hasil survey yang dilakukan oleh WHO terakhir ini menunjukkan fakta sebagai berikut:

Di negara sedang berkembang 80% penyakit yang terjadi adalah berhubungan dengan air. Seperempat (25%) yang lahir di negara berkembang telah meninggal pada umur sebelum lima hari, pada umunya akibat penyakit yang berhubungan dengan air. Pada setiap saat kurang lebih 400 juta orang yang menderita penyakit perut dan pencernaan (gastroenteritis), 200 juta orang menderita schistosomiasis, 160 juta orang menderita malaria dan 30 juta orang menderita onchoceriasis. Semua jenis penyakit diatas dapat dihubungkan dengan air walaupun faktor-faktor lingkungan lainnya juga berpengaruh.

Sebelum membahas jenis-jenis penyakit yang berhubungan dengan iar perlu kiranya menguraikan secara garis besar tentang penyakit yang dapat ditularkan.

Untuk penyebarannya, semua penyakit memerlukan sumber infeksi, jalur atau rute transmisi, dan pemaparan pada organisme hidup yang mudah terkena penyakit tersebut Dengan demikian pengendalian penyakit harus didasarkan pada tindakan penyembuhan penderita sakit, memutuskan mata rantai penularan penyakit dan melindunmgi masyarakat yang dapat terkena penyakit tersebut. Tindakan-tindakan teknis yang dilakukan dalam pengendalian penyakit ditekankan terutama pada pemutusan mata rantai infeksi penyakit seperti penyakit yang berhubungan dengan air. Untuk memutuskan mata rantainya harus dengan melakukan penanganan air secara konfrehensip artinya harus dengan pengolahan secara sempurna. Sedangkan untuk untuk melakukan

tindakan-tindakan pengobatan (medis) harus mencari penderita-pendirita untuk ditangani lebih lanjut.

Penyakit yang ditularkan oleh manusia (contagous) adalah penyakit yang organisme pathogennya hidup dalam tubuh manusia dan hanya dapat hidup dalam waktu yang singkat dalam lingkungan yang tidak cocok diluar tubuh manusia. Jenis penyakit ditularkan secara langsung melalui kontak, droplet infeksi (tetesan), atau cara-cara serupa lainnya. Sedangkan penyakit yang penularannya bukan oleh manusia (non-contagious), organisme pathogennya melewatkan siklus hidupnya sebagian di luar tubuh manusia sehingga kontak langsung dengan penderita penyakit tersebut bukan merupakan faktor yang menentukan.

Penyakit non-contagious mungkin mencakup rute yang sederhana dengan pengembangan transmisi organisme penyebab infeksi secara extracorporeal (di luar tubuh) yang terjadi di dalam air atau tanah. Namun dalam kebanyakan kasus rute transmisi yang lebih kompleks dapat terjadi dengan melibatkan suatu host (intermediate) sebagai semetara bagian perkembangannya parasit. demikian Dengan akan penting menjadi untuk dikethui bahwa tindakan dikembangkan pengendalian harus dengan mengetahui secara penuh tentang pola transmisi dari suatu penyakit tersebut.

Penyakit-penyakit infeksiyang berhungan dengan air kurang lebih 24 macam sebagaimana menurut pembagiannya atau klasifikasinya yang kejadiannya dapat dipengaruhi oleh air. Penyakit-penyakit ini bisa disebabkan oleh virus, bakteri, protozoa atau cacing. Walaupun

pengendalian dan pendeteksiannya di antaranya didasarkan atas sifat-sifat agent penyebab penyakit tersebut, akan tetapi seringkali akan lebih mempermudah (menolong) apabila penyebaran penyakit itu ditinjau dari aspek yang berhubungan dengan air (*water related aspect*). Bradley telah mengembangkan suatu sistem klasifikasi yang lebih spesifik untuk penyakit yang berhubungan dengan air yaitu membedakan antara berbagai bentuk infeksi dan rute transmisinya.

### 1. Water-borne Disease

Penyakit yang paling umum dari semua penyakit yang berhubungan dengan air dan yang paling berbahaya dalam skala global mencakup penyakit-penyakit yang ditularkan atau disebarkan akibat kontaminasi air oleh kotoran manusia atau urine. Penyakit ini, infeksi atau penularannya dapat terjadi apabila organisme pathogen mencapai jalan masuk ke dalam air yang kemudian dikonsumsi oleh orang yang tidak memeiliki kekebalan terhadap penyakit tersebut. Penyakit yang termasuk kedalam kategori ini secara mayoritas adalah Cholera, Infectious hepatiti, Leptospirosis, paratyphoid, Tularaemia, Typhoid, Amoebic dysentry, Gastroenteritis dan Bacillaris dysentry. Penyakit ini penularannya mengikuti bentuk klasik rute transmisi faecaloral dan berjangkitnya penyakit ini (outbreaks) ditandai dengan munculnya penderita sakit secara serentak di antara orang-orang yang menggunakan air yang sama. Harus disadari pula, meskipun penyakit ini disebut waterborne, namun juga dapat ditularkan melalui rute lain yang memungkinkan faecal.

Higiene yang buruk para pekerja di bidang pelayanan makan termasuk aktivitas pembuatannya merupakan contoh

rute infeksi yang nyata. Situasinya akan lebih kompleks lagi bilamana seseorang tersebut adalah *carrier* penyakit semacam *typhoid*, sehingga walaupun dia sendiri tidak menunjukkan tanda-tanda sakit namun kotorannya mengandung organisme patogen penyakit tersebut. Oleh karena itu untuk penerimaan pekerja terutama di bidang pengolahan air bersih dan makanan perlu seleksi yang ketat mengenai status *carrier* calon pekerja tersebut.

### 2. Water-washed Disease

Penyakit ini dapat terjadi apabila air yang masuk kedalam tubuh tercemar oleh kotoran dapat pula ditularkan dengan kontak yang lebih langsung yaitu antara *faecea* dan mulut. Dalam kondisi hieginis yang buruk karena tidak tersedianya air bersih yang cukup untuk pencucian, penularan penyakit atau infeksi dapat dikurangi dengan penyediaan air tambahan, dalam hal ini kualitasnya tidak perlu setara dengan air minum. Yang termasuk kelompok penyakit ini adalah sebagian penyakit *waterborne* seperti *Gastroenteritis, Amoebic dysentry dan Bacillary dysentry.* 

Kemudian yang termasuk kelompok penyakit waterwashed adalah Diarrhoeal disease penyakit ini termasuk waterborne yang rute transmisinya adalah faecal-oral dan kejadiaannya banyak di daerah yang beriklim tropis sehingga lebih tepat disebut water-washed. Kemudian beberapa infeksi Conjunctivitis, Ascariasis, Leprosy, Scabies, Skin sepsis dan ulcers Tinea dan Trachoma.

### 3. Water-based Disease

Penyakit ini tergantung pada organisme patogen yang menghabiskan sebagian siklus hidupnya di dalam air atau dalam host sementara yang hidup didalam air. Dengan demikian infeksi kepada manusia tidak mungkin terjadi dengan masuknya organisme ke badan atau secara langsung kontak dengan organisme yang dikeluarkan oleh penderita.

Pada umumnya penyakit ini paling banyak disebabkan oleh cacing yang hidup dalam tubuh penderita. Cacing ini dapat memperbanyak diri dengan menghasilkan telur yang kemudian dikeluarkan bersama-sama kotoran manusia atau urine. Infeksi lebih sering terjadi melalui penetrasi kulit daripada infeksi melalui air minum. Sebagai contoh *Schistisomiasis* (bilharzia) adalam penyakit yang paling penting dalam kelas ini. Pola transmisi *Schistosomiasis* adalah relatif komplek dibandingkan dengan penyakit *waterborne.* 

Jika penderita membuang kotorannya ke sungai (air), telur dari cacing tersebut akan menetas menjadi larva yang dapat hidup selam kurang lebih 24 jam kecuali jika larva tersebut dapat menemukan spesies siput khusus yang dapat bertindak sebagai host sementara. Larva itu kemudian berkembang dalam kista pada hati siput yang 6 minggu kemudian pecah dan keluar sebagai cercariae yang kecil dan dapat hidup di dalam air selama kurang lebih 48 jam.

Cercariae memiliki sifat dapat menembus kulit manusia dan juga hewan dan kemudian bergerak melalui kulit, pembuluh darah, paru-paru. arteri dan hati dalam waktu kurang lebih 8 minggu. Parasit kemudian berkembang di dalam pembuluh darah, kandung kemih, atau usus, menjadi cacing yang mungkin akan hidup beberapa tahun dan yang akan menghasilkan sejumlah telur.

Sungguh suatu hal yang tidak menguntungkan bahwa penyebaran *Schisotosomiasis* seringkali diakibatkan oleh sistem irigasi yang cenderung merupakan habitat yang cocok bagi host siput maupun merupakan tempat yang memberikan kontak langsung bagi pekerja pekerja irigasi dengan air yang tercemar penyakit ini. Tentu kemungkinan di atas tidak akan terjadi apabila sistem irigasi tersebut dirancang dan dioperasikan secara hati-hati.

Tindakan penanggulangan Schistosomiasis mencakup tindakan pencegahan kontaminasi air dari kotoran manusia. penciptaan kondisi yang cocok bagi hadirnya pencegahan terjadinya kontak dengan yang potensial terhadap pencemaran dan pemberian tenggang waktu selama 48 jam sebelum *miracidia* tersebut. mempunyai kemungkinan memasuki siput. Sayang sekali tindakantindakan seperti di atas sukar sekali dilaksanakan bahkan konflik seringkali terjadi antara penanggulangan dengan keinginan untuk Schistosmiasis memperoleh keuntungan ekonomi melalui sistem irigasi yang dalam hal ini kontak dengan air tidak mungkin dapat dielakkan.

Cacing guinea adalah penyakit water-based lainnya, yang tersebar luas di daerah tropis. Dalam hal ini, host sementaranya adalah cyclops, sejenis crustacea, dan infeksi ke tubuh manusia terjadi setelah air yang mengandung crustacea, dan infeksi ketubuh manusia terjadi setelah air yang mengandung crustacea terinfeksi masuk ke dalam tubuh. Telur dikeluarkan ketika suatu bisul di kulit penderita pecah dan dapat hidup di dalam air selama 1 atau 2 minggu, Jika telur-telur masuk ke tubuh melalui cyclops, telur itu menetas menjadi bentuk larva dalam 2 minggu kemudian. Larva keluar dari cyclops selama proses pencernaan dan bergerak ke anggota badan yang lebih rendah melalui jaringan dan telur dikeluarkan 9 bulan

kemudian. Spesies-spesies vektor *cyclops* lazim ditemukan pada air yang menggenang yang mendukung zat organik. Penanggulangan cacing *guinea*, yang dapat meningkatkan kesehatan masyarakat, terutama didasarkan pada perlindungan sumber air, khususnya mata air dan sumur. Dengan melengkapi kemiringan untuk pembuangannya dan tanggul-tanggul di sekitar sumber air akan dapat mencegah jalan masuk telur cacing *guinea* ini ke dalam air yang kita perlukan.

### 4. Water-related Disease

Terdapat cukup banyak penyakit yang disebarkan oleh insekta (serangga) yang berbiak atau memperoleh makanan sehingga insiden-insidennya sekitar air dihubungkan dengan dekatnya sumber air yang cocok. Infeksi penyakit semacam ini tidak ada hubungannya dengan kebiasaan orang mengkonsumsi atau kontak dengan air. Nyamuk yang mentransmisikan malaria dan berbagai macam penyakit lainnya lebih suka pada genangan air yang dangkal, sekitar pinggiran danau dan dalam bejana. Oleh karena itu penting sekali untuk menciptakan kondisi yang menyangkut air bersih dan air limbah sedemikian rupa sehingga tidak memberikan kemungkinan munculnya habitat yang cocok untuk nyamuk, jika hal ini tidak bisa dilakukan, nyamuk harus dicegah untuk memperoleh jalan masuk ke air dengan menggunakan saringan atau penutup.

Lalat similium yang mentransmisikan *onchocerciasis* (*river blindnees*) berbiak dalam air yang turbulen yaitu pada aliran-aliran yang deras, terjunan air tersebut atau pada bangunan-bangunan air semacam ambang, pintu air, pemecah energi dan sebagainya. Penanggulangan biasanya dilakukan dengan menggunakan insektisida yang

disemprotkan atau diinjeksikan di bagian atas sebelum titiktitik terjadinya turbulensi.

## Penyakit Non Infeksi

Penyakit-penyakit non infeksi yang berhubungan dengan air umumnya disebabkan oleh zat-zat kimia baik kimia inorganik maupun kimia organik. Bahan ini biasanya berasal dari limbah industri, pertanian dan bahkan dari rumah tangga. Bahan kimia yang berasal dari industri umumnya toksik seperti Hg, As, Cd, Pb, Cr dan sebagainya. Zat kimia ini masuk golongan logam berat yang sering mecemari sumber air minum lewat air buangan oleh industri, namun bahan ini tidak disangkal juga bahwa sebagian berasal dari limbah pertanian akibat bahan dari campuran pestisida terutama Hg.

Zat kimia yang berasal dari limbah pertanian umumnya adalah akibat penggunaan pestisida baik insektisida maupun herbisida. Zat kimia yang berasal dari pertanian umumnya dalam bentuk kimia organik dan ini yang banyak mencemari badan air terutama di daerah pertanian yang menggunakan sumber air permukaan dan air tanah sebagai air minum. Jenis pestisida yang banyak ditemukan pada air minum adalah endrin, aldrin, diazinon, dursban, DDT dan akhir-akhir yang banyak menyebabkan keracunan adalah jenis fraquan.

Penyakit-penyakit yang lazim timbul akibat minum atau mengkonsumsi bahan kimia melalui air minum adalah tergantung dari jenisnya seperti:

# a. Hg (Merkuri, Hydrogerum, Air raksa)

Efek toksisitas merkuri terutama pada susunan saraf pusat, ginjal, saluran pencernaan, dan gangguan

pada mata serta kardiovaskuler di mana Hg ini terakumulasi. Jangka waktu, intensitas dan jalur paparan serta bentuk merkuri mempengaruhi sistem. Disamping itu juga dapat menyebabkan keterbelakangan mental pada bayi.

# b. As (Arsenik)

Arsenik tersebar luas di seluruh permukaan bumi dan telah digunakan secara komersial dan khususnya sebagai bahan-bahan pencampur. Kehadirannya di dalam air melalui penguraian mineral dari bijih-bijih logam dan dari penguraian di atmosfir. Konsentrasinya di dalam air tanah pada beberapa area kadang-kadang meningkat akibat proses erosi dari sumber daya alam.

Intake rata-rata perhari arsenik inorgrnik di dalam air minum diperkirakan sama dengan yang berasal dari makanan. Intake dari udara tidak berarti arsenik ditetapkan Inorganik telah sebagai bahan vang menyebabkan kanker pada manusia yang oleh LARC diklasifikasikan ke dalam group I. Tingginya penyakit kulit secara relatif dan jenis penyakit kanker yang lainnya sejalan dengan meningkatnya dosis dan umur yang telah diobservasi pada masyarakat yang mengkonsumsi air yang mengandung arsenik dalam jumlah yang tinggi. Data menunjukkan ada hubungan antara kanker pada bagian dalam tubuh dengan konsumsi arsenik di dalam air minun tak cukup untuk menaksir secara kuantitif risiko yang timbul. Sebagai gantinya diperlihatkan sifat-sifat karsinogenik arsenik yang telah didokumentasikan berdasarkan hasil pengamatan pada masyarakat yang terpapar dengan arsenik melalui air minum, risiko untuk mendapatkan kanker kulit selama hidupnya telah diperkirakan dengan menggunakan suatu modal multistage. Juga menyebabkan gangguan pada sistem pencernaan dan kanker kulit, empedu dan hati.

#### c. Asbes

Keberadaan asbes di dalam air disebabkan oleh penguraian asbestos yang terkandung di dalam mineral-mineral dan biji-biji besi, demikian juga bersumber dari buangan-buangan industri, pencemaran udara dan pipapipa air tersebut berhubungan dengan sifat-sifat suplai air minum. Dari data yang ada menunjukkan bahwa pemaparan asbes melalui udara yang digasilkan dari kran air selama pemancaran air melalui shower dapat diabaikan.

diketahui sebagai penvebab timbulnya kanker pada manusia yang diperoleh melalui jalan napas. Walaupun diteliti tapi hanya sedikit demi sedikit fakta yang menyakinkan tentang sifat karsinogenik dari asbes tersebut. Pada penelitian Epidemiologik penduduk yang mensuplai air minum yang mengandung asbes dengan konsentrasi yang tinngi lebih lanjut pada penelitian intensif pada spesies binatang tertentu, asbestos tidak secara konsisten meningkatkan jumlah penderita tumor pada sistem pencernaan. Olehnya itu tak ada fakta yang konsisten bahwa pemaparan asbestos berbahaya bagi kesehatan, dan selanjutnya disimpulkan bahwa tidak perlu menetapkan nilai yang dijadikan pedoman dasar tentang kadar asbes di dalam air minum.

#### d. Barium

Barium muncul dalam sejumlah senyawa di permukaan bumi dan digunakan pada berbagai macam industri tapi keberadaannya di dalam air berasal dari sumber-sumber alam, secara umum, makanan adalah sumber dasar pemaparan barium, namun demikian pada arca di mana konsentrasi barium tinggi dalam air minum mungkin memberi kontribusi terhadap intake secara total. Intake melalui udara diabaikan, walaupun hubungan antara kematian oleh penyakit susunan syaraf dan kandungan barium pada air minum pernah dilaporkan, dari hasil penelitian epidemiologi lingkungan, hasil tersebut tidak dikomfirmasidengan penelitian epidemiologi analitik pada situasi yang sama, lebih lanjut dalam penelitian jangka pendek dari sebagian kecil relawan, tidak ada petunjuk yang memaparkaan barium dengan konsentrasi di atas 10 mg/L air minum. Namun demikian terdapat peningkatan pada tekanan darah sistolik pada tikus yang terpapar oleh barium dengan konsentrasi yang rendah di dalam air minum. Kadar pemaparan sebesar 0,7 mg telah diperoleh dengan menggunakan NOEAL sebesar 7,3 mgl/L dari suatu studi epidemiologik, yang mana tidak ada perbedaan bermakna pada tekanan darah atau prevakasi penyakit kardiovaskuler antara masyarakat yang mengkomsumsi air minum pada kadar 7,3 mg/Ldengan masyarakat yang mengkonsumsi air dengan kadar 0,1 mg/L.

### e. Berillium

Berillium mempunyai banyak kegunaan penting yang umumnya didasarkan pada sifat tahan panasnya, jarang ditemukan dalam air minum dengan konsentrasinya sangat rendah, biasanya kurang dari 1 ml/L. Absorbsi berillium dan senyawa-senyawa diklasifikasikan oleh LARC sebagai senyawa yang mungkin menyebabkan kanker pada manusia (group 2A) atau dasar pemaparan kerja melalui pernapasan

pada binatang. Tidak ada penelitian yang cukup untuk memberi penilaian apakah berillium bersifat karsinogen.

Interaksi antara Barillium dengan DNA telah diperlihatkan dan menyebabkan mutasigen, penyimpangan kromoson dan pertukaran warna pada sel-sel somatik mamalis yang kultur. Namun tidak diperhatikan untuk menjadi mutagenik pada sistem sel bakterial. Tidak ada data yang memadai yang bisa dijadikan dasar untuk nilai pedoman yang dapat mendukung sifat toksikologinya. Namun demikian konsentrasi yang sangat rendah Barillium, normal terdapat di dalam air minum kelihatannya tak berbahaya pada konsumen.

#### f. Boron

Elemen-elemen boron pada prinsipnya digunakan dalam mencampur materi-materi dan senyawa boron digunakan pada beberapa jenis detergen dan pada proses industri lainnya. Senyawa boron berada di dalam air, asalnya dari industri dan limbah domestik. Boron biasanya hadir dalam air minum pada konsentrasi di bawah 1 mg/ltr. Tetapi kadar yang lebih tinggi telah di temukan dengan alamiah. proses terjadi secara Total intake perhari diperkirakan antara 1 sampai dengan 5 mg jika dikonsumsi dalam bentuk borak, maka boron akan cepat dan hadir sempurna diserap oleh sistem pencernaan. Estensi Boron terjadi utamanya melalui ginjal. Pemaparan senyawa boron manusia dalam jangka waktu terhadap vang lama menyebabkan iritasi ringan pada lambung.

Pemaparan yang singkat pada binatang penelitian dan pada reproduksi tikus, memperlihatkan athropi tesikular. Asam borik dan borak telah memperlihatkan kejadian mutagenik pada beragam test invivo. Tidak ada peningkatan pada penyakit tumor yang telah diabsobsi sebagaimana hasil penelitian sifat karsinogen jangka panjang pada tikus.

## g. Kadmium (Cd)

Logam kadmium telah digunakan pada industri baja dan plastik senyawa-senyawa kadmium secara luas telah digunakan dalam industri bakteri. Keberadaannya di dalam air melalui air buangan dan menyebar sebagai bahan pemakaian pupuk cemaran disebabkan oleh pencemaran udara lokal. Kontaminasi air minum mungkin juga disebabkan oleh proses pemutihan timah dari perabotperabot yang terbuat dari logam. Kadar kadmium dalam air minum biasanya kurang dari 1 mg/L. Makanan adalah sumber utama pemaparan kadmium. Intake melalui mulut per hari adalah 10-35 mg. Merokok adalah sumber penambahan pemaparan kadmium yang cukup bermakna.

Pemaparan senyawa kadmium utamanya bersifat karsinogen terhadap jalan pernapasan dan LARC mengklasifikasikan Cd dan senyawanya ke dalam group Za, namun demikian tidak ada faktor yang jelas tentang genotoxitas dari Cd. Organ yang menjadi target utama dari toksisitas Cd adalah ginjal. Batas krisis konsentrasi Cd pada lapisan ginjal yang mungkin menyebabkan 10% prevakusi dari berat molekul protein rendah pada masyarakat adalah kira-kira 175 mg/orang selama 50 tahun.

Asumsi bahwa jika rata-rata penyerapan Cd di dalam lapisan JECPA menyimpulkan bahwa jelas batas Cd dalam lapisan ginjal tak lebih dari 50 mg/kg, maka intake Cd seharusnya tidak lebih dari 1 mg/berat tubuh perhari dengan intake perminggu yang ditolerir adalah 7 mg/berat

tubuh. Ditetapkan bahwa toleransi intake perminggu dengan intake Cd perminggu yang sebenarnya oleh masyarakat lebih kecil dari 10 kali lipat dan bahwa batas ini mungkin paling kecil didapatkan dari lokal. Standar Cd dalam air minum adalah 0,003 mg/Lberdasarkan alokasi intake toleransi perminggu. Mengkonsusmsi Cd melalui air minum akan menyebabkan batu ginjal, gangguan lambung, kerapuhan tulang, mengurangi hemoglobin dan pigmentasi gigi.

# h. Khlorida (Cl)

Cl di dalam air, berasal dari alam, limbah rumah buangan industri, buangan tangga. penduduk mengandung garam-garam dari intrusi air laut. Sumber utama pemaparan Cl terhadap manusia adalah penambahan garam dalam makanan dan dari intake makanan biasanya lebih besar dibanding air minum. Kelebihan konsentrasi Cl meningkatkan jumlah korosi logam dalam sistem distribusi air minum yang tergantung pada alkalinitas air.Dalam hal ini dapat menyebabkan meningkatnya konsentrasi logam di dalam suplai air. Tidak ada program dasar kesehatan yang ditetapkan untuk klorin di dalam air. Namun demikian konsentrasi 7250 mg/Ldapat memberi rasa pada air minum dan dalam jumlah kecil menyebabkan penyakit karies gigi.

Adapun penyakit yang ditimbulkan oleh logam bila konsentrasinya sangat kurang di dalam air minum:

# 1. Zn (seng)

Manifestasi defesiensi Zn dalam air minum antara lain:

a. *Dwarfisme* (pertumbuhan terhambat) baik dalam segi ukuran tubuh maupun infantilisme testes, maturasi bahkan menunjukkan hipopituitarisme.

- b. Hipogeusia dan hiposmia (gangguan pengecapan dan penghirup).
- c. Anoreksia.
- d. Daya penyembuhan luka menurun.
- e. Reaksi immun berkurang.
- f. Pica.
- g. Akrodermatisis enteropatika kelainan ini ditandai dengan dermatitis psoriasiformis, alopesia, paronikia, pertmbuhan terhambat, dan diare.
- h. Hepatosplenomegali.
- i. Kulit kering dan kasar (iktiosis), hiperpigmentasi.
- j. Dermatitis eksematoid/bullosa pada jari, lipatan fleksor, periorifisialis.
- k. Kuku cekung serupa sendok, distrofi kuku.
- l. Gejala defisiensi vitamin A yang bukan disebabkan kekurangan vitamin A.
- m. Anomali fetus, berat badan lahir rendah.
- n. Blefaritis, fotophobia.
- o. Kurang konsentrasi, mengantuk.
- p. Anemia, berat badan menurun, cachexia.
- q. Ataxia, jitteriness.
- r. Diare.
- s. Ensefalopati pada sirosis hepatik.

# 2. Tembaga (Cu)

- a. Anemia yang mirip akibat defisiensi Fe (hipokrom mikrositik)
- b. Netropeni atau lekopeni
- c. Oedema periorbital atau pretibial
- d. Anoreksia khususnya terhadap makanan padat
- e. Diare kronis/rekuren
- f. Demineralisasi skelet
- g. Iritabel dan defisit mental

- h. Pertumbuhan terhambat
- i. Hemosiderosis
- i. Sindroma rambut aneh Menkes
- k. Maturation arrest.
- Kolesterol darah dan risiko aterosklerosis
- m. Rematoid arthritis
- n. Efek teratogenik
- o. Fertilitas yang menurun

## 3. Mg (Magnesium)

- a. Iskemia
- b. Insufisiensi jantung
- c. Spasme arteri koroner
- d. Vasodilatasi a. koronaria oleh adenosin
- e. Aritmi, henti jantung
- f. Kelainan SSP
- g. Anoreksia, nausea, muntah

### 4. Selenium

- a. Nutrisi parenteral
- b. Penyakit kulit
- c. Depressi
- 5. Mangan
  - a. penurunan berat badan
  - b. dermatitis transien
  - c. nausea
  - d. muntah
  - e. perubahan warna dan terganggunya pertumbuhan rambut

Air merupakan obat bagi semua penyakit baik penyakit infeksi maupun penyakit non infeksi. Air yang sehat mengandung energi yang dapat dimanfaatkan untuk keseimbangan tubuh karena apabila tidak ada keseimbangan energi di dalam tubuh maka gangguan metabolik akan mengalami ketidakstabilan. Jika hal ini terjadi, faktor-faktor risiko terjadinya penyakit di dalam tubuh mengalami suatu pergerakan sehingga tubuh tidak mampu lagi untuk mengontrol maka terjadilah drop atau kekurangan energi di bawah titik normalBila ini terjadi, mikroorganisme di dalam tubuh semakin melemahkan kita karena aktivitas mereka semakin aktif untuk mencari energi untuk kebutuhannya, jadi semakin lama kita kekurangan tenaga semakin (energi). Untuk mendapatkan energi dari air sehat maka perlu dilakukan suatu perlakuan yang baik sebelum diminum atau dimanfaatkan untuk keperluan tubuh kita termasuk mandi, mencuci dan sebagainya.

Air merupakan suatu media dari mikroorganisme masuk kedalam tubuh tetapi air juga merupakan media yang paling baik untuk transfer energi yang baik untuk penyembuhan suatu penyakit dengan melakukan hal-hal yang "disenangi" oleh air. "Kesenangan" air menurut prinsip hado dari Jepang bahwa air itu perlu dibacakan doa-doa atau sanjungan yang menyenangkan seperti "kamu suci, sayang, cinta dan sebagainya". Di dalam pemahaman Islam juga sudah lama dikenal oleh para pemuka agama bahwa kalau ingin sehat lakukanlah istinja(bersuci) terutama kalau ingin mandi berdoalah dengan membacakan asmaul Allah kepada air begitu pula sebelum minum air harus dibacakan doa-doa supaya air itu dapat memuluskan (melarutkan) semua makanan yang masuk ke dalam tubuh (saluran cerna).

## Syarat-Syarat Air Minum

### 1. Syarat Fisik

### a. Suhu

Suhu sangat penting sehubungan dengan pengaruhnya terhadap parameter-parameter atau sifat-sifat lainnya, misalnya lecepatan reaksi kimia pengaruhnya terhadap kelarutan suatu gas, bau, rasa dan sebagainya.

Semakin rendah temperatur kurang lebih 15°C, maka semakin rendah penggunaan air pencucian.

### b. Warna

Air yang murni itu tidak berwarna, walaupun air murni dikatakan tidak berwana, namun kalau dipandang maka air itu menimbulkan warna biru-hijau muda apabila volumenya cukup banyak.

Warna dibagi dalam dua jenis yaitu warna sejati dan warna semu. Warna sejati ditimbulkan oleh koloida-koloida organik atau zat-zat terlarut. Sedangkan warna semu ditimbulkan oleh suspensi partikel-partikel penyebab kekeruhan.Sandar air minum 5-50 USPC atau TCU (True Color Unit).

#### c. Rasa

Rasa dalam air terutama disebabkan oleh chlor, chlorida, penol (1 0,002 mg/l) dan zat-zat organik lainnya, chloropenol dan organik kompleks lainnya.

### d. Bau

Bau biasanya berasal dari sumber-sumber biologis alga, bakteri, pembusukan organik. zat-zat Pengukuran bau biasanya dinyatakan dalam TON = *Threshold OdorNumber* yaitu jumlah pelarutan suatu sampel dengan air yang bebas bau. Penghilangan bau yang paling efektif adalah dengan Absorbsi Arang Aktif (A3).

#### e. Kekeruhan

Turbidity atau kekeruhan dalam air dapat disebabkan oleh *cloy*, pasir, zat-zat organik dan anorganik yang halus, plankton dan mikroorganisme lainnya. Standar 5-25 mg/l SiO<sub>2</sub> atau JTU = *Jackson Turbidity Unit*. Chlorinasi tidak akan efektif apabila kadar kekeruhan tinggi karena merupakan habitat dari bakteri patogen. Kekeruhan dapat pula disebabkan oleh partikel-partikel tanah liat, lempung, lanan atau akibat buangan rumah tangga maupun limbah industri.

### f. Solid

Total Solid Terlarut (Total Disolved Solid) = TDS adalah jumlah solid yang berasal dari material-material terlarut.

- 1. Solid tersuspensi (Suspended Solid = SS) adalah partikel tersuspensi yang dapat diukur dengan menggunakan kertas saring halus.
- 2. Seltleable Solid (solid yang dapat diendapkan) adalah jumlah solid yang dapat dipisahkan dari air dengan prosedur standar yaitu perbedaan antara SS dalam supernatan dan SS dalam sampel air pengukuran settleable solid biasanya digunakan kerucut imhoff berukuran 1 liter.

# g. Konduktivitas

Konduktivitas suatu larutan tergantung pada jumlah garam-garam terlarut dan untuk larutan yang encer.

Pengukuran konduktivitas air dapat dipakai untuk memperkirakan jumlah TDS secara cepat dan mudah.

## 2. Syarat Kimia

### a. Total Solid

Konsentrasi total solid untuk suatu air yang mempunyai kualitas yang baik tidak boleh lebih dari 500 ppm. Walaupun begitu, konsentrasi 1.000 ppm masih dapat diizinkan. Total solid atau zat padat tidak diinginkan karena beberapa alasan. Sebagai contoh jika air mengandung total solid yang tinggi digunakan dalam setiap sistem avaporasi pada pendingin secara avaporasi (*avaporation cooler*), boilers dan lain-lain akan terbentuk kerak-kerak.

#### b. Sulfat

Ion-ion sulfat yang terdapat dalam air bersih dapat bersenyawa dengan kulsium, membentuk kerak kalsium-sulfat. Sulfat bersenyawa dengan magnesium membentuk magnesium sulfat atau eprom salt (MgSO<sub>4</sub>. 7HO<sub>2</sub>) yang mempunyai efek laxative (mencret) sehingga tidak boleh lebih besar dari 600 ppm. Sulfat dalam air bersih umumnya berasal dari bangunan-bangunan industri.

### c. Khlorida

Kadar khlorida lebih besar dari 200 ppm baru menimbulkan rasa asin bila air tersebut di minum. Tapi untuk penduduk di daerah pantai pada konsentrasi kurang lebih 400 ppm baru menimbulkan rasa asin (acclimation). Di atas 600 ppm kandungan khlorida suatu air, tidak boleh digunakan untuk menyiram halaman dan tanaman. Kehadiran ion Cl yang tinggi secara tiba-tiba dalam air menandakan masuknya air kotor (Sewage)

### d. Flourida

Air minum tidak boleh lebih tinggi dari 2 ppm dan lebih rendah dari 1 ppm. Jika kadar F yang lebih tinggi dapat menimbulkan suatu kondisi yamg dapat disebut "Mottling of the enamel" (dental plourisi atau warna-warna coklat pada gigi). Sedangkan bila lebih kecil dari 1 ppm dapat menimbulkan pengrusakan gigi pada anak-anak atau dental caries.

## e. Magnesium

Kalsium dan magnesium adalah elemen-elemen pokok penyebab kesadahan dalam air. Elemen-elemen ini menimbulkan kerak-kerak pada boiler, saringan (well screen) dan pemanas air. Penggunaan sabun yang lebih banyak memicu terdapatanya elemen-elemen ini dalam air.

Jika konsentrasi Mg yang tinggi bersenyawa dengan SO<sub>4</sub><sup>2</sup>-dapat membentuk *epson salt* yang bersifat laxative. Kadar Mg yang diperbolehkan dalam air minum tidak boleh lebih dari 159 mg/1.

# f. Besi dan Mangan

Total besi tidak boleh lebih besar dari 1,0 ppm. Air permukaan umumnya memenuhi standar ini akibat oksidasi besi terlarut oleh udara. Air dari sumur bor selalu melewati standar ini. Kadar besi yang tinggi dalam air dapat menimbulkan noda-noda cokelat pada tekstil dan perlengkapan plambing lainnya dan menimbulkan korosi pada pipa/perlengkapan dari metal. Kadar besi yang tinggi mempercepat pertumbuhan bakteri besi. Hal ini dapat menimbulkan rasa dan bau dan bahkan penyumbatan total pada pipa-pipa distribusi. Mangan dalam konsentrasi yang tinggi adalah racun bagi manusia tapi tidak dalam

konsentrasi yang umum terdapat dalam air dan hal-hal yang ditimbulkan sama dengan besi. Besi dalam air tidak boleh besar dari 0,5 mg/l.

## g. Timah putih

Konsentrasi maksimum Pb yang dibolehkan adalah 0,1 ppm. Pb sangat berbahaya bagi kesehatan manusia karena dapat terakumulasi dalam tubuh manusia. Pb berasal dari kontak dengan tanah, buangan industri, dan dari sambungan pipa. Pb adalah suatu *accumulative poison* dan penyebab penyakit "Plumbiam".

## h. Copper

Konsentrasi maksimum Cu yang dibolehkan adalah 1,5 ppm. Pada dosis 0,3 ppm Cu merupakan racun bagi ikan-ikan tertentu. Cu dapat berasal dari algacide CuSO<sub>4</sub>.

## i. Hidrogen sulfida

Salah satu dari tiga gasyang perlu diperhatikan dalam air adalah H<sub>2</sub>S. Gas ini berbau seperti telor busuk dan sangat korosif. Penghilangan H<sub>2</sub>S dapat dilakukan dengan proses aerasi dan chlorinasi.

# j. Karbondioksida

Kebanyakan air dari sumur-sumur bor mengandung CO<sub>2</sub>. Gas ini sangat korosif dan merupakan masalah utama bor dalam suatu sistem sumur bor. CO<sub>2</sub> dapat dihilangkan dengan aerasi dan pembubuhan CaO atau kedua-duanya.

## 3. Syarat Mikrobilogi

Pencemaran lingkungan oleh kontaminan biologi harus dicegah karena menimbulkan bahaya bagi kesehatan masyarakat. Dalam pengolahan air, disinfeksi (seperti khlorinasi dan lain-lain) bertujuan mencegah kehadiran organisme-organisme tersebut dalam air .

## 4. Syarat Radioaktivitas

Radioaktivitas yang terdapat dalam suatu air dapat berasal dari kebocoran dari industri-industri nuklir, pusatpusat pembangkit tenaga nuklir dan dari sampah-sampah radioaktif yang dapat bersatu dengan pasir atau lumpur dalam kehidupan biologis atau terlarut dalam air.

Tingkat beban penyakit dunia yang dihasilkan dari zoonosis, potensial atau aktual yang terdapat dalam air adalah masalah yang terus meningkat. Sampai saat ini, fokus perhatian pada penyakit yang berhubungan dengan air dan menyangkut hal tersebut telah dilakukan penelitian terhadap kontaminasi oleh limbah manusia. Panduan kualitas air mikrobiologis untuk air untuk tujuan rekreasi seringkali mencakup hal-hal bahwa pemaparan terhadap mikroorganisme dari kotoran binatang mempunyai risiko yang lebih kecil dibandingkan pemaparan terhadap patogen asli manusia. Panduan untuk air minum difokuskan pada perlindungan penularan dan pada keefektifan klorin dan pengolahan lainnya untuk menghilangkan risiko adanya virus manusia. Karena itu, terdapat banyak penelitian yang dilakukan untuk pengaruh kotoran binatang sebagai sumber infeksi zoonotik yang terdapat dalam air.

Penelitian menunjukkan bahwa terdapat risiko terkena penyakit yang berkaitan dengan polusi dengan kegiatan berenang (WHO 2003), meskipun diperoleh hasil yang samar-samar untuk penelitian yang melibatkan penemuan pada pantai yang dipengaruhi oleh kotoran hewan. Pada penelitian di Hong Kong (Cheung 1988; Holmes 1989),

tingkat kesakitan di dua daerah pantai karena pengaruh limbah hewan (babi) lebih rendah dibandingkan tingkat kesakitan pada tujuh pantai lainnya (meskipun total tingkat kesakitan yang dihubungkan dengan kegiatan berenang masih secara statistik berbeda dari nol). Di Connecticut, USA, penelitian air segar (Calderon dkk. 1991), tidak ada hubungan risiko gastrointestinal dengan kepadatan bakteri dari kotoran yang dilaporkan. Hasil tersebut dipertanyakan, karena data dapat ditafsirkan ulang untuk mengesankan bahwa risiko kesehatan yang dihubungkan dengan kotoran sangat mirip dengan yang ditemukan dalam penelitian di air yang dipengaruhi oleh limbah manusia (McBride 1993). Pada penelitian di Selandia Baru pada populasi di tujuh daerah pantai, tidak ada perbedaan mendasar dalam risiko kesakitan yang ditemukan antara pantai yang dicemari oleh limbah manusia maupun yang dicemari oleh limbah hewan, tetapi keduanya secara jelas berbeda dari pantai yang dijadikan kontrol dalam penelitian (McBride dkk. 1998).

Di tahun-tahun belakangan, beberapa patogen yang disebut "baru" atau "bakal muncul" dari hewan asli,potensial muncul sebagai sumber infeksi dalam air. Beberapa patogen ini merupakan patogen asli pada saat ini dan beberapa di antaranya mungkin telah menyebabkan kesakitan dalam jangka waktu yang lama, tetapi tidak diidentifikasi sebelumnya karena kurangnya metode isolasi dan identifikasi. Patogen ini meliputi Campylobacter jejuni, Yersinia enterocolitica. Giardia lamblia, dan Cryptosporidium parvum.

Sebagai tambahan, terdapat kemunculan bakteri dengan faktor-faktor virulensi baru, menghasilkan patogen baru yang sangat kuat. Salah satu contoh adalah turunan Escherichia coli patogenik, Enterohaemorrhagic E. coli (EHEC) dicurigai mengambil gen-gen virulensi dari Shigella melalui transfer gen horisontal.

Anggota dari kelompok patogen yang disebut baru atau bakal muncul ini yang semuanya ada dalam air dan melalui binatang, patogen-patogen ini ditularkan ke manusia, secara langsung atau melalui lingkungan. Kebalikan dengan zoonoses klasik, seperti *salmonella*, bakal zoonoses ini mungkin tidak menyebabkan kondisi klinis yang jelas dalam hewan yang terinfeksi. Jadi, hewan yang tampak sehat dapat mengeluarkannya ke lingkungan, mikroorganisme penyebab penyakit pada arti kesehatan umum. Beberapa patogen ini kebal terhadap tekanan lingkungan (Cryptosporidium) dan memiliki dosis infeksi rendah (EHEC). Bahkan kontaminasi level rendah di lingkungan air dapat memicu infeksi dan kesakitan pada populasi yang terpapar.

Banjir di permukaan dan polusi sumber pokok dari pertanian pedesaan mungkin menimbulkan mikroorganisme patogenik seperti *E. coli* (EHEC), *Campylobacter, Cryptosporidium*, dan Giardia ke kali dan sungai (Geldreich 1996), dicurigai memiliki kesesuaian dengankontak pada tempat rekreasi dan sumber air minum. Persediaan air minum pedesaan yang tidak terlindung dan sedikit mungkin menjadi masalah tertentu.

Untuk melakukan analisis risiko patogen zoonotik pada air di tempat rekreasi dan sumber air minum, penting untuk memahami ekologi organisme ini dan risiko organisme ini sebagai agen penginfeksi. Hasil penelitian epidemiologis, bersama dengan data ekologis, merupakan dasar untuk perlindungan sumber daya dan pengukuran risiko baik pada penggunaan air untuk rekreasi maupun

untuk suplai air minum. Terdapat jurang pemisah yang signifikan baik dalam data epidemiologis maupun dalam data ekologis yang tersedia untuk pengukuran risiko secara efektif. Apa yang diketahui adalah meningkatnya insiden infeksi seperti *campylobacteriosis* dan menantang sistem pengolahan air tradisional yang diberikan oleh cyst dan oocyst dari protozoa seperti Giardia dan Cryptosporidia menyajikan situasi untuk adanya kesadaran yang bertambah pada risiko penyakit dari patogen zoonotik asli yang terdapat di air.

Bagian yang melekat pada pengawasan kualitas air bagi kesehatan publik adalah eveluasi hasil mikrobiologis dari program pengawasan air yang dirancang untuk mengidentifikasi tren atau pola serta episode yang tidak biasa dari material kotoran manusia dan hewan yang masuk ke dalam saluran air yang digunakan sebagai air sumber untuk air minum, untuk aktifitas rekreasi dan sebagai sumber air perikanan.

Elemen penting dalam program pengawasan adalah melaporkan hasil pengawasan air ke lembaga pembuat undang-undang yang bertanggung jawab untuk menyebarkan informasi mengenai bagian-bagian risiko kesehatan aktual atau potensial. Target pengguna informasi pengawasan secara khas akan mencakup pegawai kesehatan umum di tingkat lokal dan nasional, penyedia air, pengelola lokal, masyarakat umum dan pengguna air.

Air untuk rekreasi, air untuk pembiakan ikan dan airair yang digunakan sebagai sumber air minum mungkin menjadi subjek pencemaran limbah dari sumber pokok (biasanya limbah domestik hewan) dan dari sumber bukan pokok (kotoran hewan yang tersebar). Otoritas kesehatan umum menjaga kualitas air untuk pengguna baik melalui intervensi (misal, pengolahan yang diperlukan) atau dengan membatasi akses ke sumber air (misal, waduk penampung air hujan yang dilindungi). Pendekatan lain adalah mengatur kualitas air dengan membatasi level material kotoran yang dapat mengganggu sumber daya ini. Pengaturan kualitas air adalah pendekatan yang sangat luas dipakai untuk melindungi kesehatan umum.

Pengawasan air menggunakan metode yang mengukur indikator kepadatan bakteri dalam sampel air merupakan kebiasaan umum untuk memastikan keamanan air. Bahan patogen tifus yang mungkin potensial kotoran dan disebabkan oleh dengan kotoran dibatasioleh undangundang dalam air untuk rekreasi, pengembangbiakan ikan dan sumber air minum untuk meminimalisasi kesakitan pada konsumen atau ikan dan pengguna air di tempat rekreasi. Dalam sebagian besar wilayah hukum air di tempat pembiakan ikan, kualitas air diukur menggunakan total koliform atau koliform fekal. Air di tempat rekreasi diawasi melihat E. coli, enterococci, koliform fekal, streptococci fekal, atau koliform total. Sumber-sumber air yang akan digunakan untuk air minum diawasi dalam beberapa wilayah hukum menggunakan koliform fekal, koliform total, atau *E. coli*. Indikator aktual yang digunakan dalam lingkungan berbeda diuraikan dalam banyak macam panduan internasional dan nasional. WHO membuat upaya serius untuk mengharmonisasi pendekatan-pendekatan pengawasan untuk rekreasi untuk air dan untuk kepentingan lainnya.

Sistem pengawasan kualitas air umumnya menggunakan indikator bakteri. Batas kualitas air untuk

sumber air minum dan air untuk pembiakan ikan tidak didasarkan pada risiko – yaitu, tidak didasarkan pada hubungan kesehatan - kualitas air. Batas kualitas air untuk rekreasi di banyak negara didasarkan pada hubungan antara kualitas air dan penyakit gastrointestinal dengan kegiatan berenang. Ciri-ciri umum vang kedua adalah bahwa indikator bakteri tidak dapat membedakan antara kotoran vang dihasilkan oleh manusia dan kotoran yang dilepaskan oleh hewan. Ini merupakan kelemahan yang penting dari indikator bakteri yang digunakan saat ini. Sifatnya spontan untuk meyakini bahwa kotoran bukan manusia mungkin membawa lebih sedikit yang patogen mungkin menimbulkan bahaya bagi manusia. Sebagai contoh, virus yang spesifik pada manusia tidak secara normal muncul pada hewan; oleh karena itu, risiko dari kotoran hewan dianggap tidak sepadan untuk dihubungkan dengan kotoran manusia.

Dilema terletak pada bahwa adanya indikator kotoran serupa mungkin atau mungkin juga tidak menjadi suatu indikasi dari risiko patogen sesungguhnya pada saat itu dan apakah penggunaannya yang sedikit untuk menentukan jika sumber kotorannya adalah manusia atau hewan. Satusatunya pengetahuan rinci mengenai sumber-sumber material kotoran dalam waduk penampung air berpengaruh pada saluran air, baik dari manusia atau hewan asli.

Sebagian besar pendekatan langsung untuk menilai risiko kesehatan umum adalah mengawasi mikro patogen secara langsung. Meskipun terdapat saringan efektif untuk banyak patogen, saat ini saringan tersebut seringkali mahal dan secara teknis sangat rumit. Patogen mungkin jarang, sulit untuk dibiakkan dan didistribusikan secara tidak

teratur, namun sangat bersifat infektif, bahkan dalam dosis rendah. Karena patogen ini jarang dan distribusinya tidak merata, suatu langkah pengayaan untuk deteksi berdasarkan biakan atau beberapa tipe dari reaksi rantai polymerase bertingkat (PCR), seperti PCR struktur untuk deteksi molekuler, seringkali dibutuhkan. Dalam sebagian besar kasus, langkah tambahan ini membuat hitungan yang akurat sulit didapat, kemungkinan pemasukan biakan atau bias pada PCR. Sebagai tambahan, deteksi menggunakan PCR tidak menghasilkan informasi mengenai viabilitas (kelangsungan hidup)/aktifitas infeksi dari organisme yang dideteksi, sebagai target deteksi adalah urutan gen, bukan patogen aktif.

Batasan yang paling penting untuk deteksi patogen langsung adalah jumlah pengujian untuk patogen-patogen berbeda yang diperlukan. Lebih jauh, kotoran baik dari manusia maupun binatang mungkin mengandung patogen yang belum teridentifikasi atau patogen yang metode pengujiannya belum ada. Teknologi terbaru menjanjikan kemampuan untuk pengujian barangkali ribuan indikator dan patogen dengan chip atau microarray (susunan mikro) gen tunggal. Microarray terdiri dari rangkaian pengujian (sampai beberapa ribu) dimobilisasi di lokasi terpisah sebagai pendukung seperti ikatan matriks jel ke kaca mikroskop. Baik DNA maupun RNA diperoleh kembali dari lingkungan yang berperan sebagai target hibridisasi untuk menyusun pengujian. Ahli ekologi mikroba mempelopori pendekatan ini untuk mengawasi populasi alami (misal, lihat Guschin dkk. 1997; Rudi dkk. 2000; Liu dkk. 2001; Small dkk. 2001; El Fantroussi dkk. 2003). Mereka bekerja mengatasi masalah teknologi saat ini, seperti hibridisasi non spesifik (Guo dkk. 1994; Mir dan Southern 1999; Peplies dkk. 2003). Straub dan Chandler (2003) membahas penerapan teknologi *microarray* untuk mendeteksi patogen multipel di dalam air.

Ketersediaan kemajuan alat serupa di masa depan akan memberikan kontribusiuntuk mengevaluasi lebih jauh hubungan indikator dengan patogen dan mempertinggi pengetahuan pemuatan patogen dari sumber manusia dan sumber binatang. Akan tetapi, saat ini, sumber daya serupa terbatas ketersediaannya, sangat mahal dan dalam banyak kasus, sementara dikembangkan.

Karena adanya batasan dalam pengawasan patogen langsung, praktek standar untuk mengawasi indikator kotoran yang mudah dibiakkan seperti Escherichia coli dan faecal enterococci. Saat ini, deteksi molekuler pada organisme indikator juga menjadi berguna; sebagai contoh, metode deteksi cepat untuk polusi fekal berdasarkan PCR kuantitatif real-time pada enterococci telah diusulkan (Santo Domingo dkk. 2003). Penelitian epidemiologis mengarah pada standar kesehatan manusia berdasarkan pemaparan terhadap indikator ini dalam air minum, air untuk rekreasi dan air untuk ikan (misal, lihat Cabelli dkk. 1982; Cabelli 1983; Dufour 1984; Cheung dkk. 1990; McBride dkk. 1998).

Batasan untuk penggunaan indikator bakterial telah menjadi jelas. Sebagai contoh, baik E. coli maupun enterococci dapat bertahan hidup dan berkembang biak di luar intestinal hewan, di tanah dan vegetasi tropis serta habitat iklim sedang seperti alga air segar yang mengapung disekeliling Great Lakes (Hardina dan Fujioka 1991; Hagler dkk. 1993; Anderson dkk. 1997; Fujioka dkk. 1999; Solo-Gabriele dkk. 2000; Desmarais dkk. 2002; Whitman dkk.

2003). Ini memancing pertanyaan mengenai reliabilitasnya sebagai indikator dalam habitat-habitat ini.

Sebagai tambahan, patogen viral dan protoza tidak berkorelasi dengan baik dengan indikator bakteri standar (untuk beberapa contoh saat ini, lihat Wyer dkk. 1995; Barrett dkk. 2001; Jiang dkk. 2001; Noble dan Fuhrman 2001; Lemarchand dan Lebaron 2003). Proses-proses yang mengontrol kelangsungan hidup dan penghilangan mikroba dalam air, seperti kompetisi, radiasi ultraviolet, temperatur, pemangsaan dan transportasi (misal, lihat Rozen dan Belkin 2001), berbeda di antara virus dan eukariotik dan bahkan antara tipe-tipe bakteri yang berbeda. Jadi, pengawasan spesies indikator bakteri mungkin tidak cukup untuk menilai risiko kesehatan manusia.

Sejumlah peneliti mengusulkan bahwa adanya virusvirus indikator adalah prediktor yang lebih baik untuk kontaminasi oleh virus fekal dibandingkan adanya bakteri indikator. Pada umumnya digunakan indikator viral meliputi kolifag (Funderburg dan Sorber 1985; Havelaar dkk. 1986; Borrego dkk. 1987; Havelaar dkk. 1990; Palmateer dkk. 1991; Araujo dkk. 1997; Paul dkk. 1997) dan bakteriofag Bacteorides fragilis (Tartera dan Jofre 1987; Tartera dkk. 1989; Puig dkk. 1999; Araujo dkk. 2001). Ini secara tradisional telah diujikan pada sejumlah besar virus-virus manusia, meliputi enterovirus dan adenovirus (tinjau di Griffin 2003). Masih saja ada kekurangan data epidemiologis yang berkaitan dengan kemunculan indikator viral bersama patogen; kurangnya informasi pada kelangsungan hidup diferensial dari kelompok viral, terutama virus RNA versus DNA; dan kurangnya pengetahuan mengenai distribusi populasi/geografis virus di kotoran.

Karena indikator mikroba yang pertama digunakan, ahli ekologi mikroba telah mengumpulkan informasi yang besar mengenai bakteri dalam populasi alami dan buatan. Ungkapan "piring besar berarti anomali" (Staley dan Konopka 1985) dibuat untuk menjelaskan perbedaan yang sangat besar antara jumlah mikroba yang dihitung dengan pemeriksaan mikroskopik langsung pada sampel tertentu dengan jumlah yang dapat tumbuh di piring agar. Biasanya, sel yang dapat dibiakkan hanya mewakili satu pecahan dari persentase total sel yang ada. Lebih jauh, turunan yang dibiakkan tidak cukup mewakili keragaman tipe-tipe dalam habitat. Ini terjadi bahkan dalam habitat kopiotropis yang diteliti dengan baik, seperti intestinal pada manusia dan hewan yang lebih rendah.

Survei molekuler pada keragaman bakteri dalam kotoran dan usus telah mengungkapkan sebagian besar turunan yang tidak dikenal (Wilson dan Blitchington 1996; Pryde dkk. 1999; Suau dkk. 1999; Bernhard dan Field 2000; Daly dkk. 2001; Favier dkk. 2002; Holben dkk. 2002; Hold dkk. 2002; Lesser dkk. 2002; Zoetendal dkk. 2002). Telah diketahui bahwa komposisi komunitas sel-sel mikroba dalam sampel kadang-kadang berubah secara drastis ketika sampel disimpan dalam media penyimpan dan diinkubasi (Ferguson dkk. 1984; Fuchs dkk. 2000), bahkan ketika media penyimpan tersebut sangat besar dan inkubasi dilakukan di bawah kondisi alami. Tidak dapat diasumsikan, oleh karena itu bahwa tipe-tipe indikator yang ada dalam biakan secara proporsional mewakili apa yang ada dalam habitat atau sampel asli.

Untuk menghindari masalah kemampuan pembiakan dan bias pada pembiakan, pemeriksa umumnya

memprofilkan komunal mikroba melalui pengkombinasian CPR dan pengurutan (misal, lihat Rappe dan Giovannoni, dalam terbitan). Akan tetapi, karena PCR dari pola-pola tertentu seperti komunitas mikroba seringkali menyimpang (Suzuki dan Giovannoni 1996; Suzuki dkk. 1998), pendekatan ini tidak menghasilkan representasi yang proporsional dari komunitas. Survei berbasis PCR harus dianggap kualitatif, bukan kuantitatif, kecuali kalau teknik spesifik seperti PCR kuantitatif real-time digunakan dan ditunjukkan sebagai kuantitatif.



## AIR MINUM MINERAL DAN KESEHATAN

"Dan kamu lihat bumi ini kering, kemudian apabila telah Kami turunkan air di atasnya, hiduplah bumi itu dan suburlah dan menumbuhkan berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang indah", (QS Al-Hajj/22:5)

digunakan untuk ir panas telah tujuan hydrotherapeutic di wilayah Mediterania sejak abad kedua Sebelum Masehi (SM), namun data epidemiologi pertama yang berhubungan konsumsi air dengan kesehatan dan pencernaan hanya muncul pada abad kedua puluh (Loisydan Arnaud, 1967). Konsumsi air mineral alami telah meningkat sangat besar selama beberapa tahun terakhir. Air adalah dasar dari semua minuman, dan persediaan penting mineral. Air mineral mengandung berbagai jenis zat terlarut, yaitu mineral dan senyawa biologis lainnya.

Ilmu pengetahuan modern telah mengembangkan pendekatan baru dalam mengklasifikasi air mineral yang berbeda dengan analisis kimia dan fisika kimia dan evaluasi variasi metabolik dengan parameter biokimia yang berbeda. Komposisi mineral air 'khusus' memiliki sifat yang menguntungkan bagi kesehatan, yang harus dinilai oleh analisis klinis dan farmakologis. Manfaat kesehatan minum air mineral: efek biokimia dan implikasi kesehatan 155 partisipan, terutama di Eropa Timur (Loisy dan Arnaud, 1967; Brzeckiet et al., 1978). Air mineral telah digunakan dalam nutrisi manusia, khususnya di berbagai tahap kehidupan, selama aktivitas fisik dan dengan adanya beberapa kondisi morbid.

Penggunaan mineral minumperairan sebagai obat terapi dan pencegahan untuk berbagai penyakit yang mempengaruhi pernapasan saluran, kulit, hati, usus. ginekologi dan osteo-artikular sistem telahditunjukkan. Asupan air yang memberi rasa nikmat pada pencernaan dapat melarutankan bahan makanan karena dan meningkatkan fungsi fisiologi usus (Grassi et al., 2002). penulis (Garzon Sebagian besar dan Eisenberg. 1998;Bonfante et al, 1999; Bortolotti et al, 1999b; Capurso et al , 1999; Serio dan Fraioli,1999; . Fraioli et al 2001; Bertoni et al, 2002, Grassi et al, 2002; Fioravanti et al, 2003; Petraccia et al., 2005) telah menyarankan bahwa air panas adalah alat yang valid dalam pengobatan penyakit seperti dispepsia fungsional, sindrom iritasi usus besar dan gangguan fungsional pada saluran empedu, karena air berkarbonasi merangsang sekresi dan motilitas saluran pencernaan (Schoppen et al, 2004; Gasbarrini et al., 2006). Selain itu, air mineral kaya garam meningkatkan konversi kolesterol ke dalam asam empedu dan sekresi selanjutnya (Capurso et al., 1999;. Bertoni et al., 2002; Grassi etal., 2002). Terapi mineral Spring dengan air belerang dapat memberikan efek yang menguntungkan dalam gangguan inflamasi kronik dengan patogenesis kekebalan dengan menghambat respon imun pada tingkat lokal. Pengaruh komposisi air minum pada risikoinfark miokard juga telah dipelajari. Beberapa studi biokimia tersedia menunjukkan efek pada model hewan dan manusia.

Air mineral pada musim semi memiliki antioksidan,aktivitas hypocholesterolaemic dan dapat mempengaruhi metabolisme kalsium (Toussaint et al., 1986, 1988). Sebagai contoh, air mineral belerang ditemukan memiliki sifat anti-oksidandan efek positif pada mekanisme pertahanan oksidatif pada kedua kelinci dantikus, masingmasing (Albertini et al, 1996., 1999a). Magnesium-sulfatsulfur pada musim semi, air mineral telah terbukti memiliki aktivitas hypocholesterolaemic sangat baik dan perlindungan terhadap kerusakan oksidatif lipid. Asupan oral air yang mengandung kalsium dapat meningkatkan kalsium serum dan menghambat sekresi hormon paratiroid (Cantalamessa dan Nasuti , 2003). Namun, hasil bervariasi tergantung pada jenis air mineralisasi (Toussaint et al, 1988; Aptel, Cance- Rouzaud dan Grandjean, 1999; Neimark, Davvdov dan Lebedev, 2003; Nerbrand et al, 2003). Studi epidemiologis dilakukan selama 10 tahun terakhir menemukan hubungan antara kandungan mineral air minum dan tingkat kematian Cardivasculer Disease (CVD) atau Penyakit kardiovaskular di berbagai negara (Sauvant dan Pepin, 2000;. Schoppen et al, 2004). Beberapa studi

menunjukkan hubungan positif antara kematian stroke terkait dengan geografis keasaman air sungai (Neri, Mandel dan Hewtt, 1972; Punsar et al, 1975;. Huel et al, 1978; Flaten danBolviken, 1991).

Beberapa efek samping selama resort kesehatan obat diamati dan diteliti. Ini efek samping telah digambarkan sebagai hasil umum atau neurologis seperti asthenia dan malaise, tapi belum pernah dipelajari dalam kaitannya dengan musim semi aktivitas biokimia pada air mineral. Karena itu kami mendesak penelitian lebih lanjut biokimia untuk menentukan validitas terapi minum air mineral dan apakah ada efek yang tak terduga merugikan minum air beberapa populasi. mineral untuk Peneliti harus menentukan bentuk kimia hadir dalam air mineral yang diserap terbaik dan paling efektif. Hal ini juga penting untuk lebih memahami keterkaitan berbagai air dan makanan serta konstituen faktor risiko individu.

Konservasi dan sifat penyembuhan air mineral diakui oleh Departemen Kesehatan setelah uji klinis dan farmakologi. Air mineral tertentu mungkin berguna dalam memberikan mikro-nutrisi penting, seperti kalsium, namun Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) mempertahankan bahwa bukti-bukti untuk mendukung yang menguntungkan efek dari mengkonsumsi air mineral belum cukup dan dengan demikian, sebagai konsekuensinya, Pedoman Mutu Air Minum WHO tidak membuat rekomendasi tentang konsentrasi minimum senyawa esensial.

Ada beberapa kategori air minum. Air mineral alami yang ditandai dengan kemurnian pada sumbernya dan dengan kandungan mineral konstan. Ada kriteria yang berbeda digunakan untuk mengidentifikasi berbagai jenis perairan, analisis fisik kimia (suhu, densitas, pH, radioaktivitas, dan lain-lain) analisis kimia (residu kering, ozon, sulphydrometric,gas terlarut, dan lain-lain) dan karakteristik umum (warna, rasa, sifat bening, dan lain-lain).

Berdasarkan pada kandungan garam total dalam gram setelah penguapan air mineral 1 liter dikeringkan pada suhu 180°C (residu kering), air mineral dapat diklasifikasikan sebagai: air dengan kandungan mineral yang sangat rendah, perairan kandungan mineral rendah, air dengan kandungan danperairan termineralisasi. mineral sedang sangat Berdasarkan komposisi ion. air mineral danat diklasifikasikan sebagai: perairan bikarbonat, air sulfat, natrium klorida atau air garam, air belerang,dan lain-lain. Menurut parameter ini, air mineral dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- 1. Perairan Oligomineral dan yang rendah mineral
- 2. Perairan belerang
- 3. Perairan garam-brom-iodine
- 4. Perairan radioaktif
- 5. Perairan asin
- 6. Perairan sulfat
- 7. Perairan bikarbonat dan karbonat
- 8. Perairan arsenik besi.

Tabel 6 Kandungan ion berbagai Jenis Air Mineral

No	Kandungan Ion	Jenis Air Mineral
1	Na+,Cl-,I-,Br-	Air asin, salso-bromo- iodic
2	(CaCO <sub>3</sub> ) H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , HCO <sub>3</sub> -,MG <sub>2</sub> +, Ca <sub>2</sub> +	Bikarbonat, Karbonat, Calsik,Alkalin

3	(CaSO <sub>4</sub> ), SO <sub>4</sub> -, Ca <sub>2</sub> +,Mg <sub>2</sub> +	Sulfat, calsik, Magnesik
4	SO <sub>4</sub> -,Cl-, HCO <sub>3</sub> -	Sulfat
5	H <sub>2</sub> S, NH <sub>4</sub> -	Sulfur

Sumber: Albertin, 2007

Perairan Oligomineral adalah kandungan mineral rendah (residu kering tidak lebih tinggi dari 50 mg/liter dan tidak lebih tinggi dari 500 mg/liter untuk mineral rendah dan perairan oligomineral, masing-masing) untuk dua alasan utama: aliran cepat melalui sub-tanah menghambat proses mineralisasi dan kontak dengan batuan padat yang tidak mentransfer zat dalam larutan. Beberapa air mineral rendah, radioaktif dan fakta ini memperkuat efek terapi biologi. Penggunaan terapi air oligomineral harus dilakukan pada dasar sehari-hari untuk menjadi efektif, dan terapi musim semi dengan air oligomineral di pusat-pusat termal kemudian berguna untuk alasan yang berbeda. Karakteristik air seperti menyembur yang aneh dan mempotensiasi pengobatan. tidak bergantung secara eksklusif pada karakteristik hipotonik tetapi bergantung pada kandungan mineral, banyak dari jejak elemen ini bertindak sebagai katalisator dari reaksi enzimatik jalur biokimia penting.

Perairan belerang mengandung setidaknya 1 mg/liter asam sulphydric (H<sub>2</sub>S) dan sebaiknya diminum karena mereka dibutuhkan (Rajchel et al, 2002;. Searcy dan Peterson, 2004). Tergantung pada pH dari air, keberadaan molekul H<sub>2</sub>S secara keseluruhan (pH rendah) atau dipisahkan dengan H<sup>+</sup>+ HS (air alkali). Air mineral sulfur biasanya menunjukkan nilai pH di bawah 8. Ketika di botol, ditebar, dilestarikan dan dibuka, akan kehilangan gas. Perairan belerang juga mengandung unsur-unsur lain seperti sulfat, Natrium, bikarbonat, kalsium, dan lain-

lainkarena toksisitas H<sub>2</sub>S, hanya belerang-bakteri dan beberapa mikroorganisme lainnya dapat bertahan hidup di perairan belerang. Perairan ini adalah paling banyak dipelajari dan efek biologis sangat terkenal pada kulit, pernapasan dan selaput lendir vagina dan sistem gastroenterik (Ibadova, Lopatinskii dan Shaidenko, 1997).

Jenis air mineral dari asal air laut. Ini mengandung sebagian besar natrium klorida, yodium dan bromin (I dan Br). Kuratif penting lainnya adalah unsur-unsur seperti kalsium, magnesium, sulfat, bikarbonat dan sulfur juga hadir.Dengan tidak adanya brom, perairan ini didefinisikan sebagai garam-yodium. Perairan garam-bromin-iodine yang terkenal untuk aktivitas anti-inflamasi dan digunakan dalam berbagai kondisi patologis, seperti penyakit pada sistem pencernaan (Dartois daCasamitjana, 1991; Staffieri et al, 1998;. Evandri dan Bolle, 2001). Mereka bisa radioaktif di musim semi. Konsentrasi ion dapat bervariasi dan dengan demikian kita dapat menemukan hipotonik garam-bromiodine air isotonik dan hipertonik.

Perairan radioaktif memiliki radioaktivitas sebagai ciri utama, karena mengandung jejak unsur-unsur radioaktif yang berbeda: radium, radon, uranium, dan lain-lain yang paling pentingunsur radioaktif (dan yang hadir pada konsentrasi tertinggi) untuk terapi klinisradon. Radon mudah diserap oleh selaput lendir dan kulit, dan dihilangkan dalam waktu singkat (hanya beberapa jam). Properti terapeutik berasal dari radiasi alpha dengan karakteristik daya tembus lemah dan kapasitas pengion yang baik. Sebuah air mineral diklasifikasikan sebagai air radioaktif ketika mengandung setidaknya 1nC (nanocurie) sesuai dengan 2,75 UM (Mache Unit) per liter. Namun demikian, beberapa

penulis percaya bahwa radioaktivitas harus mencapai 50-80 UM untuk menjadi efektif selama terapi. Karena paruh aktivitas radon adalah 3, 825 hari, disarankan untuk minum air ini karena mereka dapa menghilang terrutmapada musim semi, untuk menghindari kerusakan elemen dan dengan demikian sifat terapeutik menurun. Berdasarkan radioaktivitas, jenis air mineral diklasifikasikan sebagai radioaktif rendah (up30 nC/liter), rata-rata radioaktivitas (antara 30-150 nC/ liter) dan tinggi radioaktivitas (di atas 150 nC/liter). Properti terapi air radioaktif tampaknya terkait dengan energi yang dilepaskan oleh unsur-unsur radioaktif yang menghasilkan eksitasi dan sifat ionisasi. Penggunaan terapi air radioaktif menyangkut pengobatan penyakit osteo-artikular, gout dan stimulasi diuresis (Gans, 1985; Bartoliet al, 1989; Amrani dan Cherouati, 1999). Efek pada sistem saraf pusat, fungsi ginekologi dan sistem kekebalan tubuh (autoimun sindrom) juga telah diamati.

Perairan asin memiliki asal yang sama dari perairan Salso-bromo-iodik. Sebagaimana dinyatakan bahwa perairan ini memiliki konsentrasi yang penting yaitu natrium dan klorida tetapi sering mengandung juga sulfat. Perairan ini dapat digunakan untuk terapi hydropinic ketika salah bikarbonatatau yodium ada di dalam air tersebut. Perairan asin dapat berupa hipo-, hyso atau hipertermal yang dapat merangsang efek biologis yang berbeda. Penggunaannya terutama diindikasikan untuk terapi hydropinic penyakit sistem pencernaan (Bortolotti et al., 1999a).

Jenis perairan ini, unsur dominan adalah sulfur yang ada di dalam air mineral alami sebagai ion sulfat ( $SO_4^{2-}$ ). Selain unsur-unsur tersebut juga ditemukan unsur-unsur lain seperti bikarbonat, kalsium, magnesium, klorida, dan

arsenik. Yang paling umum digunakan adalah perairan dengan kandungan sulfat yang merupakan bagian dari bikarbonat. kalsium dan magnesium (bernama sulphatebicarbonate dan sulfat-alkali tanah). Keberdaan perairan unsur-unsur lain di sulfat memberikan kemungkinan untuk mengklasifikasikan dalam kelas-kelas lain seperti, perairan asin. Perairan ini diperkaya kalsium sulfat (CaSO<sub>4</sub>) ketika unsur ini melewati tanah. Bikarbonatsulfat alkali, sulfat-yang mengandung kapur, sulfat-basa, sulfat-bikarbonat yang mengandung kapur adalah air yang paling umum digunakan untuk klinisterapi. Perairan ini terutama diindikasikan untuk pengobatan gangguan hati, ginjal, gastroenteric dan penyakit pernapasan (Cristalli, Abramo dan Pollastrini, 1996; Grossi et al, 1996).

Perairan karbonat adalah yang paling menyebar di bumi. alam. Di ada konsentrasi lazim hikarhonat dibandingkan kalsium, sulfat. sodium dengan magnesium. Karbonat perairan berasal dari infiltrasi dalam tanah yg mengandung kapur. Kalsium dan magnesium bikarbonat yang berasal dari reaksi dengan CO2. CO2 ini berada kedua biasanva di tanah (asal dalam) dan atmosfer. Perairan Karbonik prevalently ditandai dengan kehadiran HCO3- ion. Dalam bikarbonat-basa konsentrasi penting perairan natrium dan kalium, sedangkan perairan bikarbonat-basa adalah kaya akan kalsium dan magnesium. Selanjutnya, di antara unsur-unsur ini, di perairan bikarbonat unsur-unsur lain juga sering ditemukan di antaranya; sulfat, klor, besi, bromida,iodida, dan lain-lain dalam perairan bikarbonat yang prevalently digunakan dalam terapi hydropinic untuk menyembuhkan penyakit jantung dan peredaran darah dan pernafasan (Schorr, Distler dan Sharma, 1996; Coenet al., 2001).

Perairan karbonat (sering termasuk dalam kategori air bikarbonat) dicirikan dengan adanya konsentrasi tinggi CO<sub>2</sub> bebas (mengandung setidaknya300 mg/liter). Klasifikasi lain dari jenis air telah dibentuk tergantung pada sifat terapeutik: air karbonat light (300-500 ml/liter dari CO<sub>2</sub> bebas), air karbonat sedang (300-1,000 ml/liter dari CO<sub>2</sub> bebas) dan air karbonat kuat (>1.000 ml/liter CO<sub>2</sub> bebas).

Klasifikasi perairan ini sebagai besi arsenik adalah karena probabilitas tinggi untuk mengamati kedua elemen terkait dalam air mineral. Bahkan, ada air ferrous atau perairan arsenik dalam beberapa kasus saja. Unsur-unsur lain juga hadir sebagai jejak, ini dikategori perairan : tembaga, mangan, lithium, seng, nikel, kobalt, dan aluminium. Dari dua jenis utama dari perairan besi : perairan sulphate-ferrous/ferric dan bicarbonate ferrous. Perairan sulphate-ferrous/ferric sangat terkonsentrasi dan kaya arsenik pH sangat rendah (di bawah 3, dan dalam beberapa kasus di bawah 1) untuk kehadiran sulfat dan asam fosfat. Namun, kehadiran peningkatan konsentrasi arsenik dalam air mungkin mencerminkan tanah yang terkontaminasi oleh industri dan non-industr, sering dianggap sebagai penanda pencemaran lingkungan. Sebagian besar termal perairan mengandung unsur arsenik pada konsentrasi mulai dari 0,20-0,68 mg/liter (Conti, 1997). Air bikarbonat-ferrous adalah kurang arsenik. Mereka tidak stabil karena oksigen dapat menyebabkan pengendapan dengan membentuk besi hidroksida. Dalam hal ini, pH sekitar6 dan mereka memiliki sifat haemopoietik penting (Marullo dan Abramo, 1999).

Berdasarkan aktivitas biologis, air mineral dapat diklasifikasikan sebagai: air diuretik, katarsis dan sifat antiradang. Beberapa studi klinis danstudi epidemiologi yang dilakukan memberikan hasil bahwa terapi air minum mineral pada populasi manusia dari kondisi usia tua dan kesehatan yang berbeda. Hasil studi ini dilaporkan bahwa air mineral yang kaya natrium klorida dan natriumbikarbonat memberi efek pada tekanan darah parameter glukosa serta metabolisme lipid pada individu normo-tensif menunjukkan bahwa konsumsi kaya sodium klorida air mineral dapat mengeliminasi penurunan tekanan darah yang disebabkan oleh pembatasan diet garam.Hal ini umumnya direkomendasikan bahwa individu mengurangi asupan garam mereka untuk mengontrolhipertensi. Namun, beberapa data menunjukkan bahwa asupan garam yang rendah meningkatkan tingkat kolesterol, memperikatkan kepada kita agar hati-hati terjadinya peningkatan risiko kardiovaskular. Sebaliknya, kaya natrium bikarbonat dalam air mineral dalam hubungannya dengan diet rendah garam mungkin memiliki efek menguntungkan pada kalsium homeostasis.

Peningkatan konsentrasi natrium dalam air minum menyebabkan peningkatan berarti tekanan arteri dan tekanan darah sistolik di sekolah keempat dan kelima kelasanak (Schorr, Distler dan Sharma, 1996). Tekanan darah pada neonatus meningkatoleh asupan natrium tinggi melalui air minum. Susu formula bubuk memiliki rendah kandungan sodium, hampir identik dengan ASI.

Namun, konsentrasi natrium akhir-akhir ini dalam susu formula tergantung pada konsentrasi natrium dalam mengencerkan air, yang sangat bervariasi.

Mengencerkan susu formula dengan air keran yang mengandung natrium konsentrasi tinggi akan menghasilkan bayi yang diberi diet tinggi garam untuk menyeimbangkan dengan ASI, susu formula harus diencerkan dengan air rendah garam (Schorr, Distler dan Sharma, 1996). Studi pada CVD menyarankan bahwa air minum merupakan wahana penting untuk pasokan mineral (Pomeranz et al., 2002). Di antara berbagai alat non-farmakologis untuk mengendalikan cholesterolaemia. selain diet rendah kolesterol, pengobatan dengan hydropinicair mineral dari komposisi fisik kimia tertentu dapat digunakan. terapi Hydropinic dengan sulfat-alkali dari mata air telah terbukti mengurangi peningkatan mampu nyata kadar cholesterolaemic dan lipaemic dengan meningkatkan lipo protein yang metabolisme (Toussaint et al., 1986, 1988). Secara khusus, studi yang dilakukan pada efekdari mata air mineral dari Montecatini (Italia) pada ekstraksi asam empedu dan lemak dan serum apolipoprotein menunjukkan bahwa pengobatan semi-garam yang kaya air mineral dapat mengurangi tingkat serum dan LDL-kolesterol pada subyek dengan hiperkolesterolemia ringan, melalui mekanisme peningkatan ekskresi asam empedu yang sterol feses (Foschi dan Arena, 1990).

Studi tentang efek terapi air belerang-arsenik yang mengandung besi pada aspecificphlogosis dari saluran pernapasan bagian atas menunjukkan resistensi menurun dan meningkat pada aliran pernapasan hidung, transportasi mukosiliar normal, penurunan lapisan bakteri dan peningkatan sel plasma di rhinocytogram. Peningkatan albumin, *non-secretoryimmunoglobulin* dan bagian yang keluar dari sekretori imunoglobulin A di mukosa hidung telah diamati. Sistem pencernaan, yang merupakan target

tekanan psikis dan fisik yang memperlihatkan gejala atau penyakit, mungkin menguntungkan ditangani dengan bantuan air mineral. Pengobatan ini telah terbukti efektif dalam sekretori dan gangguan motilitas empedu, memungkinkan pemulihan fungsional cepat (Bergmann, 1995; Scalabrino, Buzzelli dan Raggi, 1998; Matz, Orion dan Wolf.2003).

Kandungan kapur dan magnesic-sulfat-belerang pada mineral dari mata menyajikan berbagai tindakan farmakologis, seperti peningkatan peradangan kronis dari saluran pernapasan atas jika terhirup uap aerosol. Selain itu, juga mengandung kapur dan magnesic-sulphate- mata air mineral belerang yang umum digunakan dalam Balneotherapy untuk pengobatan kondisi dermatologi rematik dan berbagai, seperti psoriasis, atopicdermatitis dan jerawat vulgaris (Cantalamessa dan Nasuti, 2003). Tindakan terapeutik air belerang berkaitan dengan anti-inflamasi, dan anti-keratoplastic pruriginous efek. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan hubungan terbalik antara magnesium di minumair dan risiko kematian akibat penyakit jantung iskemik (IHD) (Luoma et al, 1983; Marx dan Neutra, 1997). Pentingnya magnesium dan kalsium dalam air minum di kaitannya dengan morbiditas dan mortalitas akibat infark miokard akut telah menjadi objek dari berbagai penelitian meskipun tidak semua laporan menunjukkan hasil yang sama (Nerbrand et al.,1992; Hall dan Jungner, 1993; Rubenowitz et al. 2000). Beberapa penelitian juga menunjukkan hubungan terbalik antara waterborne kalsium dan IHD (Allwright, Coulson danDetels, 1974), tetapi dalam penelitian lain tidak ada hubungan seperti terlihat (Linderman dan Assenzo, 1964). Penelitian ini menunjukkan bahwa magnesium dalam air minum terkait dengan angka kematian lebih rendah dari infark miokard akut, tapi tidak dengan kejadian keseluruhan. Kalsium merupakan faktor penting dalam pencegahan risiko tambahan pembentukan hatu

Kandungan kalsium dalam air yang digunakan untuk hidrasi dapat bervariasi dari sangat rendah sampai yang relatif konsentrasi tinggi. Oleh karena itu, efek dari minum air mineral kalsium yang berbeda konsentrasi pada faktor risiko lithogenic telah dipelajari pada sukarelawan normal. Air asupan untuk hidrasi terdiri dari air oligomineral dengan kandungan kalsium rendah, < 20 mg/liter, atau dari air alkali bikarbonat dengan kandungan kalsium yang tinggi,370 mg/liter. Telah disimpulkan bahwa peningkatan asupan air di antara waktu makan untuk mencegah kekambuhan batu ginjal sebaiknya dicapai dengan relatif rendahair kalsium dan air mineral yang kaya kalsium harus dihindari (Coen et al., 2001). Aasupan kalsium yang normal untuk mengurangi penyerapan oksalat usus sangat penting untuk menghindari terulangnya kalsium oksalat pembentukan batu. Hal ini juga penting dalam pencegahan osteopenia di hiperkalsiuria idiopatik. Kandungan kalsium dari air yang digunakan untuk hidrasi dapat bervariasi dari sangat rendah sampai yang relatif tinggi, dan merupakan faktor penting pencegahan atau risiko tambahan pembentukan batu (Weder dan Egan, 1991).

Studi menunjukkan bahwa sangat sedikit studi tentang efek biokimia air mineral, dan karena difusi sangat tinggi pada terapi hydropinic, serta negara-negara Eropa, barat dan timur, kebutuhan pelaksanaan studi tersebut adalah disorot di sini. Beberapa penulis menggarisbawahi pentingnya pengobatan hydropinic dengan menggunakan

kapur dan magnesium-sulfat-belerang pada mata air mineral dari sudut pandang biomedis, karena bisa mewakili pendekatan alternatif dalam intervensi yang ditujukan pada (ameliorating) cedera biologis yang berasal hiperkolesterolemia. Untuk mengevaluasi kemampuan dalam mengurangi sejumlah kolesterol membran plasma eritrosit dengan menggunakan kapur dan magnesic-sulfatbelerang pada mata air mineral, beberapa studi telah dilakukan pada tikus yang diberi makan dengan diet kaya kolesterol (Nasuti et al., 2005). Dalam studi ini, tingkat hemolisis berkurang pada tikus yang suspensi eritrositnya di mana kolesterol dimasukkan ke dalam air Minum mineral: efek biokimia dan implikasi kesehatan 163 kali peningkatan, bahkan aktivitas enzim glutation peroksidase dan katalas menurun. Laporan literatur telah menunjukkan bahwa jenis air, yang berisiion SO<sub>4</sub><sup>2</sup>, Ca<sup>2+</sup> dan Mg<sup>2+</sup>, memiliki aktivitas hypocholesterolaemic sangat baik, karena menurunkan Low-Density Lipoprotein (LDL) dalam darah. Toussaint et al.(1986, 1988) menyarankan bahwa, pada tikus, dengan air mineral kaya garam dapat meningkatkan konversi kolesterol menjadi asam empedu dan sekresi berikutnya.

Studi analog pada manusia melaporkan efek penting dari berbagai air mineral, air mineral bicarbonat sebagian besar soda pada tingkat lipoprotein (Sharma et al, 1990;. Schoppen et al, 2004.). Yang paling penting adalah studi tentang Stein, Thiery dan Stein (2002) yang bertujuan untuk menyelidiki efek menguntungkan dari mengkonsumsi air mineral berkarbonasi, kaya sodium, bikarbonat, dan klorida, pada metabolisme lipoprotein dan menentukan apakah konsumsi air tersebut mempengaruhi indikator Endotel Disfungsi(ED) atau disfungsi endotel seperti tingkat molekul

adhesi, adhesi sel antar sel larutan molekul-1 (Siam-1) dan larut Vascular Adhesi Molekul-1 (sVCAM-1). ED memainkan peran sentral dalam aterosklerosis (Stein, Thiery dan Stein, 2002). Penelitian ini dilakukan pada wanita pascamenopaus, yang memiliki profil lipid yang lebih heterogen, tingkat yang lebih tinggi molekul adhesi dan risiko yang lebih besar dari CVD dibandingkan dengan wanita pramenopaus. Diamati bahwa konsumsi 1 liter/hari air yang sodium berkarbonasi selama periode bulan mengurangi beberapa indeks risiko CVD. Diet dapat menunda penampilan faktor risiko kronis dan CVD, terutama pada wanita pasca-menopaus (Schoppenet al., 2003) dan, sebagai komponen penting dari diet, asupan air harus diperhatikan. Selain itu, penurunan tajam konsentrasi dalam glukosa serum puasa. Penurunan ini menunjukkan hubungan antara metabolisme lipid danglukosa, konsumsi air yang kaya natrium berkarbonasi dipelajari dapat memainkan peran bermanfaat dalam mencegah CVD dan sindrom metabolik (Cezanne et al.,1993). Beberapa penyelidikan telah difokuskan terutama pada ion seperti magnesium (Rubenowitz, Axelsson dan Rylander, 1998; Kiss, Forster dan Dongo, 2004) dan kalsium, serta kurang mengenai kemungkinan peran informasi bikarbonat. fluorida, dan natrium dalam metabolisme lipid yang tersedia. Sharma et al. (1990) meneliti efek dari asupan sodium padalipid plasma dengan subvek sehat.

Selama periode 2 minggu, diet rendah garam (20 mmol Na perhari) dapat meningkatkan kadar kolesterol total sebesar 6 % dan tingkat LDL sebesar 9,8 %, dibandingkan dengan orang-orang dari subyek yang mengkonsumsi diet tinggi garam (220 mmol Na per hari). Weder daEgan (1991) mengemukakan bahwa perhatian lebih harus diberikan pada

efek negatif dari pembatasan diet garam pada risiko kardiovaskular. Menurut data tersebut, pembatasan periode dapat menyebabkan kadar total kolesterol yang lebih tinggi. Meningkatkan asupan garam bisa menurunkan tingkat kolesterol total dan LDL-kolesterol. Schoppen et al. (2004) menunjukkan sebuah studi di mana mayoritas peserta mengkonsumsi diet rendah garam (intake dengan rendah sodium) yang dipasok oleh air berkarbonasi.

Penurunan kolesterol total dan Kadar LDL-kolesterol juga diamati. Dalam studi ini, air mineral berkarbonasi tinggi yang digunakan adalah basa dengan efek osmotik (Schoppen et al., 2004), yang dapat mempengaruhi penyerapan dan/atau ekskresi kolesterol. Tingkat serum kolesterol total dan LDL-cholesteroldiatur oleh: penyerapan usus pada kolesterol, tingkat konversi kolesterol menjadi empedu dan asam empedu. Meningkatkan empedu feses vang kehilangan asam dan mengurangi ukuran volume asam empedu yang merangsang sintesis asam empedu dari serum kolesterol melalui 7-α-hidroksilase, yang akibatnya menurunkan tingkat serum kolesterol. Minum air mineral mungkin meningkatkan berkarbonasi transformasi kolesterol menjadi asam empedu dan sekresi, ini adalah konsisten dengan peningkatan asam empedu ekskresi feses dan mengurangi volume kandung empedu dilaporkan dalam subyek hiperkolesterol yang mengkonsumsi air mineral kaya garam lain (Capursoet al., 1999). Dalam studi lain yang dilakukan pada hewan percobaan (Cantalamessa dan Nasuti,2003), telah menunjukkan bahwa pengobatan hydropinic dengan 'San Giovanni' (Italia)yang mengandung kapur dan magnesic-sulfat-belerang dari mata air mineral mengurangi keseluruhancholesterolaemia dan LDL dengan mengganggu siklus entero-hepatik asam empedu, tidak diserap kembali, dieliminasi oleh tinja.

dapat menyarankan Dengan demikian. bahwa crenotherapy vg mengandung kapur dan magnesic-sulfatbelerang pada musim semi air mineral dapat dianggap sebagai pengobatan alternatif untuk obat penurun lipid. Dalam penelitian sebelumnya (Albertini et al., 1996, 1999a, 1999b) menemukan baik pada hewan dan subyek manusia sehat, efek menguntungkan dari terapi belerangtermal air mineral. Efek menguntungkan tersebut menyangkut pembentukan anti-oksidan pada metabolisme hati dan eritrosit. dievaluasi oleh oksidatif biokimia penanda enzimatik (Albertini et al, 1996; Scheidleder, Holzer dan Marktl, 2000). Studi ini (Albertini et al., 1996, 1999b, 2001). mendukung hipotesis bahwa konsumsiair mineral belerang dapat mengganggu gliseral dehida-3-fosfat dehidrogenas (GAPDH) aktivitas dengan membatasi ketersediaan seluler Nicotinamide Adenine Dinukleotida [NAD+(H)]. Namun, kehadiran hemoglobin stabil ditemukan pada pengobatan kami, dan mungkin hal itu berkaitan dengan eritrosit Glukosa-6-fosfatDehydrogenase (G6PDH) penghambatan aktivitas enzim (Colussi et al., 2000). Bahkan, initerakhir keduanya terlibat dalam reaksi mengurangi methaemoglobin sebagai pembawa biokimia antara NADH, Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate (NADPH)dan methaemoglobin, hal ini menjelaskan bahwa konsentrasi methaemoglobin meningkat yang diamati dan mungkin penurunan dalam methaemoglobin mengurangi sistem: penurunan NADH dan NADPH. Kenyataan bahwa setelah 1 minggu pengobatan sebagian besar relawan melaporkan bahwa beberapa efek samping (asthenia, cephalgia ) dapat menjadi konsekuensi dari efek biokimia yang diamati : penurunan aktivitas GAPDH dan G6PDH dan peningkatan Konsentrasi methaemoglobin (Albertini et al., 1999b).

Data ini sehingga dapat memberikan informasi tambahan tentang efek samping dan menjelaskan gejala klinis diamati. Selain itu, kami menyarankan untuk menggunakan assay enzim GAPDH untuk memantau risiko untuk mengamati efek samping.



## TANAH DAN KESEHATAN

"Dialah yang menjadikan bumi sebagai hamparan bagimu dan langit sebagai atap, dan Dia menurunkan air (hujan) dari langit lalu Dia menghasilkan dengan hujan itu segala buah-buahan sebagai rezeki untukmu, karena itu janganlah kamu mengadakan sekutu-sekutu bagi Allah, padahal kami mengetahui." (QS Al-Baqarah/2:22)

Permasalahan lingkungan yang kita alami sekarang adalah masalah kelangsungan hidup yang sehat, serasi dengan alam dan berkelanjutan dari generasi ke generasi. Pada kenyataannya derap laju pembangunan sepertinya tidak dapat melepaskan diri dari pencemaran dan pengrusakan lingkungan, sehingga bumi semakin menurun daya dukungnya. Kegiatan ekonomi yang tidak berwawasan

lingkungan telah nyata-nyata menurunkan kualitas lingkungan dan kualitas umat manusia. (Marzuki, 2010)

Kerusakan lingkungan akan menyebabkan bencana yang tak terelakkan lagi karena akibat yang ditimbulkannya Sebagai ilustrasi, dengan semakin meningkatnya jumlah populasi manusia tentunya kebutuhan akan pangan, sandang dan papan semakin meningkat. Hal ini hanya dapat terpenuhi dengan memperluas areal pertanian. mengembangkan industri pangan, sandang dan papan. Tentunya aktifitas penebangan hutan tidak bisa dielakkan lagi. Bila hutan berkurang maka jumlah CO2 di atmosfer akan semakin meningkat yang akan meningkatkan gas rumah kaca. Dengan berkurangnya hutan mengakibatkan hilangnya kemampuan tanah menahan air dan keanekaragaman hayati yang sangat penting bagi pertanian masa depan. Keadaan ini makin diperburuk lagi dengan pelepasan emisi oleh kegiatan pabrik dan kenderaan bermotor yang menggunakan bahan bakar fosil dapat meningkatkan gas rumah kaca di atmosfer, juga adanya pencemaran terhadap tanah dan air oleh limbah pabrik. Kondisi inilah yang membuat bumi semakin tidak fit untuk kehidupan yang sehat dan berkelanjutan. (Kementrian Lingkungan Hidup, 2011)

Upaya untuk penyelamatan lingkungan telah banyak dilakukan baik melalui penyadaran kepada masyarakat dan pemangku kepentingan (stakeholders), upaya pembuatan peraturan, kesepakatan nasional dan internasional, undangundang maupun melalui penegakan hukum. Penyelamatan melalui pemanfaatan sains dan teknologi serta program-program teknis lain juga telah banyak dilakukan.

Islam mempunyai konsep yang sangat jelas tentang pentingnya konservasi, penyelamatan, dan pelestarian lingkungan. Konsep Islam tentang lingkungan ini ternyata sebagian telah diadopsi dan menjadi prinsip ekologi yang dikembangkan oleh para ilmuwan lingkungan. Prinsipprinsip ekologi ini telah pula dituangkan dalam bentuk beberapa kesepakatan dan konvensi dunia yang berkaitan dengan lingkungan. Akan tetapi, konsep Islam yang sangat jelas tersebut belum dimanfaatkan secara nyata dan optimal.

Menjaga kelestarian lingkungan hidup dan tidak melakukan kerusakan di dalamnya merupakan suatu keharusan bagi setiap manusia. Karena itu, siapapun orangnya, melakukan kerusakan hidup dianggap sebagai sesuatu yang tidak baik sehingga orang munafik sekalipun tidak mau dituduh telah melakukan kerusakan di muka bumi ini meskipun ia sebenarnya telah melakukan kerusakan, Allah swt berfirman dalam QS. Al-Baqarah/2:11-12,

"Dan apabila dikatakan kepada mereka: Janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, mereka menjawab: Sesungguhnya kami orang yang mengadakan perbaikan. Ingatlah, sesungguhnya mereka itulah orang-orang yang membuat kerusakan, tetapi mereka tidak menyadari."

Oleh karena itu, orang-orang yang suka melakukan kerusakan di muka harus diwaspadai, Allah berfirman dalam QS Al-Baqarah/2:205,

## وَإِذَا تَوَلَّىٰ سَعَىٰ فِي ٱلْأَرْضِ لِيُفُسِدَ فِيهَا وَيُهْلِكَ ٱلْحَرْثَ وَٱلنَّسُلَّ وَٱللَّهُ لَا يُحِبُّ ٱلْفَسَادَ ۞

"Dan apabila ia (munafik) berpaling (dari kamu), ia berjalan di muka bumi untuk mengadakan kerusakan padanya, dan merusak tanaman-tanaman dan binatang ternak, dan Allah tidak menyukai kebinasaan".

Kekhalifahan mengandung arti pengayoman, pemeliharaan, dan bimbingan agar setiap makhluk mencapai tujuan penciptaannya. Makhluk-makhluk itu adalah umat seperti manusia juga. Dalam Islam, manusia sebagai makhluk dan hamba Tuhan, sekaligus sebagai wakil (khalifah) Tuhan di muka bumi (QS al-An'am/6:165). Manusia mempunyai tugas untuk mengabdi, menghamba (beribadah) kepada Sang Pencipta (Al-Khalik). Tauhid merupakan sumber nilai sekaligus etika yang pertama dan utama dalam teologi pengelolaan lingkungan.

Setiap tindakan atau perilaku manusia yang berhubungan dengan orang lain atau makhluk lain atau lingkungan hidupnya harus dilandasi keyakinan tentang keesaan dan kekuasaan Allah yang mutlak. Manusia juga harus bertanggung jawab kepada-Nya untuk semua tindakan yang dilakukannya.

Di dalam ajaran Islam, dikenal juga dengan konsep yang berkaitan dengan penciptaan manusia dan alam semesta yakni konsep Khilafah dan Amanah. Konsep khilafah menyatakan bahwa manusia telah dipilih oleh Allah di muka bumi ini (khalifatullah fil'ardh). Sebagai wakil Allah, manusia wajib untuk dapat merepresentasikan dirinya sesuai dengan sifat-sifat Allah. Salah satu sifat Allah tentang

alam adalah sebagai pemelihara atau penjaga alam (rabbu alamin). Jadi sebagai wakil (khalifah) Allah di muka bumi, manusia harus aktif dan bertanggung jawab untuk menjaga bumi. Artinya, menjaga keberlangsungan fungsi bumi sebagai tempat kehidupan makhluk Allah termasuk manusia sekaligus menjaga keberlanjutan kehidupannya. Manusia mempunyai hak atau diperbolehkan untuk memanfaatkan apa-apa yang ada di muka bumi (sumber daya alam) yang tidak melampaui batas atau berlebihan (Al-An'am:141-142)

Manusia baik secara individu maupun kelompok tidak mempunyai hak mutlak untuk menguasai sumber daya alam yang bersangkutan istilah "penaklukan" atau "penguasaan" alam seperti yang dipelopori oleh pandangan barat yang sekuler dan materialistis tidak dikenal dalam Islam. Islam menegaskan bahwa yang berhak menguasai dan mengatur alam adalah Yang Maha Pencipta dan Maha Mengatur yakni Rabbul Alamin. Hak penguasaannya tetap ada pada Tuhan Pencipta. Manusia wajib menjaga kepercayaan atau amanah yang telah diberikan oleh Allah tersebut. Dalam konteks ini, alam terutama bumi tempat tinggal manusia merupakan arena uji bagi manusia. Agar manusia dapat berhasil dalam ujiannya, ia harus bisa membaca "tanda-tanda" atau "ayatayat" alam yang ditujukan oleh Sang Maha Pengatur Alam. Salah satu agar manusia mampu membaca ayat-ayat Tuhan, manusia harus mempunyai pengetahuan dan ilmu.

Islam menganjurkan kita memelihara alam dan ekosistemnya. Bila ekosistem terpelihara dan terjaga baik maka akan memenuhi fungsinya dan mencapai maksud serta tujuan penciptaannya oleh Allah bagi kesejahteraan manusia dan makhluk lain pada masa sekarang dan mendatang. Tindakan manusia yang cenderung melampaui batas dalam

pemanfaatan potensi alam dapat mengakibatkan kerusakan yang sulit terpulihkan dan dapat dipastikan akan menuai bencana. Allah Swt berfirman dalam QS Ar Ruum/30:41,

"Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari akibat perbuatan mereka, agar mereka kembali ke jalan yang benar".

Konsep larangan merusak lingkungan alam di atas ternyata terefleksi dalam isi *konvensi keanekaragaman hayati* yang ditanda tangani oleh 153 negara pada koferensi Rio, menitikberatkan pada larangan merusak habitat hewan, tumbuhan dan lingkungan (alam). Sebenarnya Islam telah lebih awal mengajarkan agar manusia senantiasa berbuat baik pada makhluk lain (tumbuhan, hewan dan alam) seperti yang dikisahkan Al Qur'an tentang Nabi Sholih AS, Daud AS, Sulaiman AS dan Nabi Muhammad SAW (santun terhadap tumbuhan, hewan dan alam).

Dalam tuntunan lain, Rasulullah SAW telah mencontohkan bagaimana sikap seorang muslim terhadap lingkungan, sebagaimana sabda Rasulullah SAW : 1) "Wahai prajurit, kalian tidak diperkenankan membunuh anak-anak dan wanita, musuhmu adalah kaum kafir. Jangan membunuh unta/kuda dan binatang lain, jangan membakar dan merusak kota, menebang pohon dan jangan merusak sumber air minum". (H.R. Muslim). Hadits ini ketika peristiwa perang Badar.

*"Sesungguhnya aku diutus untuk menyempurnakan akhlak manusia".* (H.R. Mutafakkun 'alaihi).

Jelas di sini bahwa Rasulullah SAW telah menanamkan nilai-nilai/konsep kasih kepada manusia dan makhluk lainnya (berakhlak mulia kepada manusia dan alam). Demikian pula hubungan manusia dengan keindahan alam tidak hanya hubungan materi tetapi juga hubungan psikologis dan spiritual. Jadi jelaslah bahwa kebijakan ekonomi harus mengadopsi ilmu lingkungan dalam kegiatan pembangunan dan agama sebagai kontrol spiritualnya. Karenanya agama (Islam) mutlak menjadi rujukan dan pedoman dalam segala aspek kehidupan manusia (mukmin), termasuk dalam pembangunan (Al-Isawi, 2005).

Islam merupakan agama (jalan hidup) yang sangat memerhatikan tentang lingkungan dan keberlanjutan kehidupan di dunia. Banyak ayat al-Qur'an dan hadis yang menjelaskan, menganjurkan bahkan mewajibkan setiap manusia untuk menjaga kelangsungan kehidupannya dan kehidupan makhluk lain di bumi. Konsep yang berkaitan dengan penyelamatan dan konservasi lingkungan (alam) menyatu tak terpisahkan dengan konsep keesaan Tuhan (tauhid), syariah, dan akhlak.

Lingkungan hidup berupa sumber alam merupakan kekayaan yang disediakan untuk manusia, hendaklah manusia memanfaatkannya dengan sebaik-baiknya. Beberapa anjuran yang sebaiknya dilakukan manusia secara islami adalah pengelolaan tanah.

Perkembangan tanah untuk pertanian dimulai sejak cara yang paling sederhana hingga penggunaan mekanisasi pertanian yang modern, berkat kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi pertanian.

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi itu telah memungkinkan tanah memberikan hasil yang berlipat ganda, vaitu peningkatan produksi panen yang berasal dari tanah. Hal itu dapat terjadi berkat pengolahannya yang semakin maju, seperti penggunaan pupuk, irigasi, mekanis alat-alat pertanian, bibit unggul serta obat-obatan pembasmi seperti insektisida. fungisida, herbisida. hama sebagainya. Lebih kurang 200 ayat dalam al-Qur'an yang menerangkan masalah botani (ilmu tumbuh-tumbuhan) yang menunjukkan pentingnya sektor tersebut. Botani sebagai ilmu yang berdiri sendiri berguna dalam kehidupan manusia, karena dengan pengetahuan itulah manusia dapat mengambil manfaat dari berbagai jenis tumbuh-tumbuhan. Sementara bermanfaat dari segi ekonomi, juga mempunyai latar belakang teologi (ketuhanan). Kehadiran tumbuhan itu sendiri merupakan bukti (ayat) adanya Allah Yang Maha Kuasa, Maha Pemelihara, dan Maha Pengasih kepada hambahamba-Nya dalam QS Al-Waqiah/56:63-65 dan 68-70, dan QS Al-Bagarah/2:22,

"Maka terangkanlah kepadaKu tentang apa yang kamu tanam, kamu kah yang menumbuhkannya? atau Kami yang menumbuhkannya? Kalau Kami kehendaki, benar-benar Kami jadikan dia kering dan hancur, maka jadilah kamu heran dan tercengang."

"Maka terangkanlah kepadaKu tentang air yang kamu minum, kamukah yang menurunkannya, dari awan? ataukah Kami yang menurunkannya? Kalau Kami kehendaki niscaya Kami jadikan dia asin, maka mengapakah kamu tidak bersyukur".

"Dialah yang menjadikan bumi sebagai hamparan bagimu dan langit sebagai atap, dan Dia menurunkan air (hujan) dari langit lalu Dia menghasilkan dengan hujan itu segala buah-buahan sebagai rezeki untukmu, karena itu janganlah kamu mengadakan sekutu-sekutu bagi Allah, padahal kami mengetahui".

Keajaiban, keindahan kehalusan tumbuh-tumbuhan itu mengundang manusia membuka mata hatinya dan berpikir, bahwa semua kejadian itu adalah dengan kekuatan Allah swt.. Renungan itu membuka kemantapan iman dan akidah. Sementara itu, penempatan banyak al-Qur'an yang berhubungan dengan botani dapat diartikan sebagai sugesti dan penggugah jihad dan ijtihad dalam memanfaatkan lingkungan ini dengan wajar dan sebaik-baiknya.

Tinggallah upaya manusia, sejauh mana aktivitasnya menggarap bumi dan mengolah tanah. Dalam hubungan ini Rasulullah SAW menandaskan:

"Tiadalah seorang muslim bercocok tanam, lalu hasilnya dimakan oleh burung, manusia ataupun hewan, melainkan kepadaNya sedekah", (HR. Bukhari dan Muslim). Dengan demikian, tidak sepatutnya bumi dibiarkan telantar tidak dimanfaatkan melainkan perlu dimakmurkan untuk kesejahteraan manusia. Dalam kaitan ini Nabi Muhammad mengemukakan:

"Barangsiapa memakmurkan bumi yang tidak dimiliki seseorang, maka penggarapnya itulah yang lebih berhak", (HR. Bukhari).

Agar lingkungan hidup yang kita diami tetap asri dan lestari, maka kaum muslimin sangat dianjurkan untuk program penghijauan atau menanam pohon, dengan adanya pohon, apalagi pohon yang besar, manusia akan memperoleh keuntungan seperti penghijauan, air hujan bisa menyerap lebih banyak ke dalam tanah sebagai cadangan air, udara tidak terlalu panas, buah yang dihasilkan serta kayu yang bisa dimanfaatkan untuk berbagai keperluan manusia. (Suyono, 2011).

Anjuran menanam pohon ini terdapat dalam hadits Nabi Saw:

"Jika hari kiamat datang dan pada tangan seseorang di antara kamu terdapat sebuah bibit tanaman, jika ia mampu menanamnya sebelum datangnya kiamat itu, maka hendaklah ia menanamnya", (HR. Ahmad dan Bukhari).

Manakala pohon yang ditanam itu menghasilkan buah yang banyak, maka pahala untuk orang yang menanam pohon itu akan lebih besar lagi, Rasulullah Saw bersabda:

"Tidak seorangpun menanam tanaman, kecuali ditulis baginya pahala sesuai dengan buah yang dihasilkan oleh tanaman itu", (HR. Ahmad).

Hutan sebagai pepohonan tumbuh berperan sebagai pelindung banjir, longsor, dan penyimpan persediaan air di pegunungan. Kayu-kayu besar dan daun-daunnya yang rimbun serta akar-akar yang menjalar bersama-sama semak-semak di sekitarnya menampung air hujan yang selalu turun di pegunungan. Air ini meresap ke dalam tanah dan di sela-sela rimba, kemudian muncul mata air yang tetap bening melalui kali dan terhimpun menjadi sungai. Sungai bermuara di laut menguap dan menjadi hujan kembali dan begitu seterusnya terjadi sirkulasi yang tak putus-putusnya. Akan tetapi, betapa buruknya dampak dari penebangan hutan semena-mena tanpa upaya untuk melestarikannya atau meremajakannya kembali. Tanah longsor, air terus-menerus keruh dan banjir besar sering tak terkendali.

Dari hutan juga dapat diperoleh bermacam-macam hasil untuk keperluan kehidupan, seperti rotan untuk alatalat rumah tangga, kayu untuk bahan pembuat rumah, kursi, meja, bahan baku kertas, dan sebagainya. Kecuali itu hutan adalah tempat perlindungan bagi satwa dan beraneka jenis hewan. Allah berfirman dalam QS Al-Qaf/50:7-10,

وَٱلْأَرْضَ مَدَدُنَهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوَسِى وَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِن كُلِّ زَوْجِ بَهِيجٍ ۞ تَبْصِرَةَ وَذِكْرَىٰ لِكُلِّ عَبْدِ مُّنِيبٍ ۞ وَنَزَّلْنَا مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءَ مُّبَرِكًا فَأَنْبَتْنَا بِهِ عَجْنَتٍ وَحَبَّ ٱلْحَصِيدِ ۞ وَٱلنَّخُلَ بَاسِقَتِ لَهَا طَلْعُ نَضِيدُ ۞ وَٱلنَّخْلَ بَاسِقَتِ لَهَا طَلْعُ نَضِيدُ ۞

"Dan Kami hamparkan bumi itu, dan Kami letakkan padanya gunung-gunung yang kukuh, dan Kami tumbuhkan padanya segala macam tanaman yang indah dipandang mata. Untuk menjadi pelajaran dan peringatan bagi tiap-tiap hamba yang kembali (mengingat Allah). Dan Kami turunkan air dari langit yang banyak manfaatnya, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu pohon-pohon dan biji-biji tanaman yang diketam. Dan pohon kurma yang tinggi-tinggi yang mempunyai mayang yang bersusun-susun".

Tidak jauh berbeda dengan udara dan air, tanah pun dapat mengalami pencemaran. Daratan mengalami pencemaran apabila ada bahan-bahan asing, baik yang bersifat organik maupun bersifat anorganik, berada di permukaan tanah yang menyebabkan daratan menjadi rusak, tidak dapat memberikan daya dukung bagi kehidupan manusia. Dalam keadaan normal daratan harus dapat memberikan daya dukung bagi kehidupan manusia, baik untuk pertanian, peternakan, kehutanan, maupun untuk pemukiman.

Apabila bahan-bahan asing tersebut berada di daratan dalam waktu yang lama dan menimbulkan gangguan terhadap kehidupan manusia, hewan maupun tanaman, maka dapat dikatakan bahwa daratan telah mengalami pencemaran. Kalau hal ini terjadi maka kenyamanan hidup, yang merupakan sasaran peningkatan kualitas hidup, tidak dapat dicapai. (Wardhana, 2005).

Tanah merupakan bagian tertipis dari seluruh lapisan bumi, tetapi pengaruhnya terhadap kehidupan sangat besar. Hubungan antara tanah dan makhluk hidup di atasnya sangat erat. Tanah menyediakan berbagai sumber daya yang berguna bagi kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya. Selain itu, tanah juga merupakan habitat alamiah bagi manusia dan makhluk hidup lainnya. Oleh karena itu, sudah selayaknya manusia memelihara kualitas tanah agar hidupnya sejahtera.

Lapisan teratas suatu penampang tanah biasanya mengandung banyak bahan organik dan berwarna gelap karena akumulasi bahan organik. Tetapi jenis dan jumlah zat organik yang ada di dalam tanah sangat tergantung dari suhu, oksigen, dan bahan organik di sekitarnya. Di daerah tropis, di mana temperatur cukup tinggi, proses penguraian bahan organik dapat berjalan lebih cepat dan apabila garamgaram hasil penguraian ini dapat mudah masuk kc lapisan yang lebih dalam, maka tanah di daerah sedemikian menjadi cepat tidak subur.

Kelangsungan hidup manusia di antaranya tergantung dari tanah dan sebaliknya tanah pun memerlukan perlindungan manusia untuk eksistensinya sebagai tanah yang memiliki fungsinya.

Kegiatan manusia seperti perusakan hutan, perladangan ber-pindah-pindah dan penggalian lahan secara besar-besaran sangat mempengaruhi kondisi tanah. Di tanah yang terkontaminasi samping itu. mengakibatkan terjadinya pencemaran air tanah. Bila ini tidak diatasi dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan tanah yang pada akhirnya akan menimbulkan bencana bagi manusia (Sumantri, 2010).

Pencemaran tanah adalah keadaan di mana bahan kimia buatan manusia masuk dan merubah lingkungan tanah alami. Tanah merupakan bagian penting dalam menunjang kehidupan makhluk hidup di muka bumi. Seperti kita ketahui rantai makanan bermula dari tumbuhan. Manusia, hewan hidup dari tumbuhan. Memang ada tumbuhan dan hewan yang hidup di laut, tetapi sebagian besar dari makanan kita berasal dari permukaan tanah.

Pencemaran ini biasanya terjadi karena: kebocoran limbah cair atau bahan kimia industri atau fasilitas komersial, penggunaan pestisida, masuknya air permukaan tanah tercemar ke dalam lapisan sub-permukaan, zat kimia, atau limbah. air limbah dari tempat penimbunan sampah serta limbah industri yang langsung dibuang ke tanah secara tidak memenuhi syarat.

Jika suatu zat berbahaya telah mencemari permukaan tanah, maka ia dapat menguap, tersapu air hujan dan atau masuk ke dalam tanah. Pencemaran yang masuk ke dalam tanah kemudian terendap sebagai zat kimia beracun di tanah. Zat beracun di tanah tersebut dapat berdampak langsung kepada manusia ketika bersentuhan atau dapat mencemari air tanah dan udara di atasnya (Kusnoputranto, H. 1995).

Sumber pencemar tanah, karena pencemaran tanah tidak jauh beda atau bisa dikatakan mempunyai hubungan erat dengan pencemaran udara dan pencemaran air, maka sumber pencemar udara dan sumber pencemar air pada umumnya juga merupakan sumber pencemar tanah. Sebagai contoh gas-gas oksida karbon, oksida nitrogen, oksida belerang yang menjadi bahan pencemar udara yang larut dalam air hujan dan turun ke tanah dapat menyebabkan terjadinya hujan asam sehingga menimbulkan terjadinya pencemaran pada tanah.

Air permukaan tanah yang mengandung bahan pencemar misalnya tercemari zat radioaktif, logam berat dalam limbah industri, sampah rumah tangga, limbah rumah sakit, sisa-sisa pupuk dan pestisida dari daerah pertanian, limbah deterjen, akhirnya juga dapat menyebabkan terjadinya pencemaran pada tanah daerah tempat air permukaan ataupun tanah daerah yang dilalui air permukaan tanah yang tercemar tersebut. Maka sumber bahan pencemar tanah dapat dikelompokkan juga menjadi

sumber pencemar yang berasal dari, sampah rumah tangga, sampah pasar, sampah rumah sakit, gunung berapi yang meletus/kendaraan bermotor dan limbah industri (Wardhana, 2004).

Sumber pencemaran tanah dapat dari limbah, sampah, atmosfer atau dari perairan tau kegiatan pertanian, seperti kelebihan pupuk dan ketidak tepatan pestisida. Polusi anah dapat terjadi secara langsung, maupun secara tak langsung. Secara langsung seperti penggunaan pupuk yang berlebih, pemakaian pestisida yang kurang tepat dan pembuangan limbah atau sampah yang tidak terurai Secara tak langsung, seperti;

- a) Melalui air. Air yang mengandung pencemar dapat mengubah susunan kimia tanah, sehingga mengganggu kehidupan di dalam dan di permukaan tanah.
- b) Melalui udara. Udara yang tercemar dapat menurunkan hujan yang mengandung pencemar, sehingga tanah juga akan tercemar.

Pemupukan yang berlebih dapat meningkatkan unsur yang ada dalam tanah baik jumlah maupun ketersediaannya bagi tanaman, sehingga tanaman dapat menjadi keracunan. Hal ini menunjukan bahwa tanah tersebut sudah kurang baik bagi pertumbuhan tanaman, berarti sudah tercemar. Selain itu unsur yang berlebih ini dapat dialirkan oleh air tanah atau air permukaan menuju ke perairan, sehingga dapat menyebabkan eutrofikasi, terutama untuk unsur N dan P. Eutrofikasi didefinisikan sebagai peningkatan jumlah nutrien dalam air permukaan , sehingga menyebabkan pertumbuhan alga dan tanaman air, berkurangnya oksigen terlarut, peningkatan turbiditas dan perusakan kualitas air secara umum (Saeni, 1989).

Pembuangan sampah atau limbah secara langsung ke tanah juga dapat mencemari tanah, karena sampah atau limbah tersebat dapat mengandung zat-zat beracun, sehingga mengganggu kehidupan organisme tanah. Limbah dan sampah juga dapat mengandung bahan-bahan yang tidak dapat diuraikan secara biologis, sehingga akan tetap berada dalam tanah dalam waktu yang sangat lama; hal ini dapat menyebabkan perubahan fisik maupun kimia tanah

Pestisida dipakai secara luas, karena pemanfaatannya dapat meningkatkan produksi tanaman, sehingga perekonomian dapat ditingkatkan. Namun harus diingat juga dampak penggunaannya yang berkaitan dengan sifat mendasar yang penting terhadap efektifitasnya sebagai pestisida, seperti:

- 1. Tidak terdegradasi dapat menimbulkan pengaruh jangka panjang terhadap ekosistem alam, misalnya segumpal tanah seberat 0,5 kg mengandung lebih kurang l trilyun bakteri, 200 juta jamur, 25 juta alga dan 15 juta protozoa dan cacing yang diberikan pestisida semuanya akan lenyap dan kesuburan tanah rusak,
- 2. Cukup beracun untuk mempengaruhi seluruh kelompok biota termasuk mahluk bukan sasaran sampai batas tertentu tergantung pada faktor fisiologis dan ekologis.

Faktor-faktor yang menjadi pertimbangan bila pestisida terserap oleh tanah adalah tercucinya pestisida (leaching), sehingga juga berpotensi sebagai pencemar perairan, pengaruhnya terhadap mikroorganisme dan hewan-hewan tanah dan kemungkinan terdegradasinya pestisida menjadi zat atau senyawa yang sangat beracun. Beberapa faktor yang mempengaruhi adsobsi pestisida

antara lain kelarutan, volatilitas, polaritas struktur serta ukuran molekul.

Kekuatan terjerapnya pestisida pada partikel tanah tergantung pada beberapa hal, seperti ikatan van der Walls yang dipengaruhi oleh interaksi antara dipol-dipol molekul pestisida dengan muatan partikel tanah, pertukaran ion, melalui ikatan hidrogen dan dalam beberapa kasus pestisida dapat juga sebagai ligan yang terkoordinasi dengan logamlogam dalam bahan mineral tanah (Buell, 1994).

Komponen-Komponen Bahan Pencemaran Tanah

## 1) Limbah domestik

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

## a) Limbah padat

Berupa senyawa anorganik yang tidak dapat dimusnahkan atau diuraikan oleh mikroorganisme seperti plastik, serat, keramik, kaleng-kaleng dan bekas bahan bangunan, menyebabkan tanah menjadi kurang subur. Bahan pencemar itu akan tetap utuh hingga 300 tahun yang akan datang. Bungkus plastik yang kita buang ke lingkungan akan tetap ada dan mungkin akan ditemukan oleh anak cucu kita setelah ratusan tahun kemudian.

Sampah anorganik tidak ter-biodegradasi, yang menyebabkan lapisan tanah tidak dapat ditembus oleh akar tanaman dan tidak tembus air sehingga peresapan air dan mineral yang dapat menyuburkan tanah hilang dan jumlah mikroorganisme di dalam tanahpun akan berkurang akibatnya tanaman sulit tumbuh bahkan mati karena tidak memperoleh makanan untuk berkembang (Kusnoputranto, H. 1995).

Segala macam organisme yang ada di alam ini selalu menghasilkan limbah atau bahan buangan. Sebagian besar limbah yang dihasilkan oleh organisme yang ada di alam ini bersifat organik, kecuali limbah yang berasal dari aktivitas manusia yang dapat bersifat organik maupun anorganik. Tidak ada organisme yang ada di alam ini yang menghasilkan begitu banyak limbah atau bahan buangan seperti yang dihasilkan oleh manusia. Limbah atau bahan buangan yang dihasilkan oleh berbagai macam kegiatan manusia sering dinamakan juga dengan Anthropogenic Pollutants. Penamaan demikian ini sekedar membedakan bahwa selain manusia masih ada juga makhluk hidup lainnya (organisme) yang menghasilkan limbah.

Bentuk dan macam limbah yang dihasilkan manusia tergantung pada tingkat peradaban manusia. Sebelum manusia mengenal kemajuan industri dan teknologi, limbah atau bahan buangan yang dihasilkan dari kegiatan manusia pada umumnya bersifat organik. Ditinjau dari kepentingan kelestarian lingkungan, limbah yang bersifat organik lebih menguntungkan karena dengan mudah dapat didegradasi atau dipecah oleh mikroorganisme, menjadi bahan yang mudah menyatu kembali dengan alam tanpa menimbulkan pencemaran pada lingkungan.

Kemajuan industri dan teknologi ternyata telah menyebabkan jenis limbah manusia yang semula sebagian besar bersifat organik menjadi bersifat organik dan juga anorganik. Bagaimana peranan atau pengaruh kemajuan industri dan teknologi terhadap macam limbah yang dihasilkan dapat dilihat pada contoh komposisi bahan yang digunakan oleh industri mobil pada tahun 1966 dan tahun 1986. Mobil yang telah rusak dan dibuang akan menghasilkan limbah sesuai dengan komposisi bahan yang digunakan dalam pembuatan mobil tersebut.

Pencemaran tanah pada umumnya berasal dari limbah berbentuk padat yang dikumpulkan pada suatu tempat penampungan yang sering disebut dengan TPA (Tempat Pembuangan Akhir) atau Dump Station. Bahan buangan padat terdiri dari berbagai macam komponen baik yang bersifat organik maupun yang anorganik. Bahan buangan padat kota besar di negara industri padat akan berbeda dengan bahan buangan yang dihasilkan oleh kota kecil yang tidak ada kegiatan industrinya. Komposisi bahan buangan organik dan bahan buangan anorganik perbandingannya kurang lebih 70% : 30%. Makin banyak bahan buangan organik dibandingkan dengan bahan buangan anorganik akan makin baik dipandang dari sudut pelestarian lingkungan, karena bahan organik lebih mudah didegradasi dan menyatu kembali dengan lingkungan alam (Wardhana, 2004).

## b) Limbah cair

Berupa; tinja, deterjen, oli, cat, jika meresap kedalam tanah akan merusak kandungan air tanah bahkan dapat membunuh mikro-organisme di dalam tanah.

## 2) Limbah industri

Limbah Industri berasal dari sisa-sisa produksi industri. Limbah cair yang merupakan hasil pengolahan dalam suatu proses produksi, misalnya sisa-sisa pengolahan industri pelapisan logam dan industri kimia lainnya. Tembaga, timbal, perak, khrom, arsen dan boron adalah zatzat yang dihasilkan dari proses industri pelapisan logam seperti Hg, Zn, Pb, Cd dapat mencemari tanah. Merupakan zat yang sangat beracun terhadap mikroorganisme. Jika meresap ke dalam tanah akan mengakibatkan kematian bagi mikroorganisme yang memiliki fungsi sangat penting terhadap kesuburan tanah.

### 3) Limbah pertanian

Limbah pertanian dapat berupa sisa-sisa pupuk sintetik untuk menyuburkan tanah atau tanaman, misalnya pupuk urea dan pestisida untuk pemberantas hama tanaman. Penggunaan pupuk yang terus menerus dalam pertanian akan merusak struktur tanah, yang menyebabkan kesuburan tanah berkurang dan tidak dapat ditanami jenis tanaman tertentu karena hara tanah semakin berkurang. Dan penggunaan pestisida bukan saja mematikan hama tanaman tetapi juga mikroorga-nisme yang berguna di dalam tanah. Padahal kesuburan tanah tergantung pada jumlah organisme di dalamnya. Selain itu penggunaan pestisida yang terus menerus akan mengakibatkan hama tanaman kebal terhadap pestisida tersebut (Gary, 1993).

Dampak pencemaran tanah yang secara dirasakan oleh manusia adalah dampak dari pembuangan limbah yang berasal dari kegiatan rumah tangga dan juga dari kegiatan industri olahan makanan. Limbah padat organik yang didegradasi oleh mikroorganisme akan menimbulkan bau yang tidak sedap (busuk) akibat penguraian limbah tersebut menjadi bagian-bagian yang lebih kecil yang disertai dengan pelepasan gas yang berbau tidak sedap. Limbah organik

yang mengandung protein akan menghasilkan bau yang lebih tidak sedap lagi (lebih busuk) karena protein yang mengandung gugus amin itu akan terurai menjadi gas amonia.

Dampak langsung akibat pencemaran tanah lainnya adalah adanya timbunan limbah padat dalam jumlah besar yang akan menimbulkan pemandangan yang tidak sedap, kotor dan kumuh. Keadaan ini pada umumnya terjadi pada tempat pembuangan akhir (TPA) atau dump station. Timbunan limbah padat yang banyak dan menggunung karena belum diolah lagi menjadi bahan lain yang berguna menyebabkan pemandangan di sekitar tempat tersebut menjadi kotor. Kesan kotor ini secara psikis akan mempengaruhi penduduk di sekitar tempat pembuangan tersebut.

Dampak pencemaran tanah terhadap kesehatan tergantung , jalur masuk kedalam tubuh dan kerentanan populasi yang terkena. Kromium , berbagai macampestisida dan herbisida merupakan bahan karsinogenik untuk semua populasi. Timbal sangat berbahaya pada anak-anak, karena dapat menyebabkan kerusakan otak, serta kerusakan ginjal. Paparan kronis (terus-menerus) terhadap benzena pada konsentrasi tertentu dapat meningkatkan kemungkinan terkena leukemia.

Merkuri (air raksa) dan siklodiena dikenal dapat menyebabkan kerusakan ginjal, dan mungkin tidak bisa diobati, PCB dan siklodiena terkait pada keracunan hati, Organofosfat dan karmabat menyebabkan ganguan pada saraf otot. Ada beberapa macam dampak pada kesehatan seperti sakit kepala, pusing, letih, iritasi mata dan ruam kulit untuk paparan bahan kimia yang disebut di atas. Yang jelas, pada dosis yang besar, pencemaran tanah dapat menyebabkan kematian (Darmono, 2006).

Beberapa ahli mengemukakan bahwa penurunan kualitas tanah telah memberikan dampak nyata pada kesehatan, seperti dampak dari urangan unsur-unsur hara mikro yang terkandung dalam bahan makanan terhadap kesehatan manusia. Salah satu contoh adalah Selenium (Se) yang bersifat toksik pada dosis tinggi tetapi sangat dibutuhkan dalam konsentrasi mikro. Kekurangan unsur mikro ini memberikan efek yang merugikan bagi manusia dan hewan.

Adakalanya dampak kesehatan yang terjadi adalah sebagai akibat pemaparan bahan-bahan beracun tidak langsung, tetapi melalui air minum, udara, ataupun rantai makanan. Ketika sumber minum melalui tanah yang terkontaminasi, maka kontaminan akan masuk ke dalam air minum. Ketika makanan tumbuh di tanah yang terkontaminasi, kontaminan masuk melalui rantai makanan.

Selain dampak dari kekurangan unsur-unsur hara mikro, tanah juga dapat berfungsi sebagai media penyebar penyakit. Penyakit yang disebarkan melalui tanah tersebut dapat berupa penyakit menular dan tidak menular. Penyakit yang menular disebabkan oleh bakteri, terutama pembuat spora seperti bakteri tetanus dan antraks. Penyakit tidak menular umumnya diakibatkan karena kehadiran bahan berbahaya dan beracun di dalam tanah (Sumantri, 2009).

Dampak pada pertanian terutama perubahan metabolisme tanaman yang pada akhirnya dapat menyebabkan penurunan hasil pertanian. Hal ini dapat menyebabkan dampak lanjutan pada konservasi tanaman di mana tanaman tidak mampu menahan lapisan tanah dari erosi. Beberapa bahan pencemar ini memiliki waktu paruh yang panjang dan pada kasus lain bahan-bahan kimia derivatif akan terbentuk dari bahan pencemar tanah utama.

Pencemaran tanah juga dapat memberikan dampak terhadap ekosistem. Perubahan kimiawi tanah yang radikal dapat timbul dari adanya bahan kimia beracun/berbahaya bahkan pada dosis yang rendah sekalipun. Perubahan ini menyebabkan perubahan metabolisme mikroorganisme endemik dan antropoda yang hidup di lingkungan tanah tersebut. Akibatnya bahkan memusnahkan beberapa spesies primer dari rantai makanan, yang dapat memberi akibat yang besar terhadap predator atau tingkatan lain dari rantai makanan tersebut (Buell, 1994).

Selain fungsi tanah sebagai penyedia berbagai sumber daya dan habitat bagi makhluk hidup, tanah juga merupakan reseptor dari sejumlah besar bahan pencemar. Tanah merupakan tempat penampungan berbagai bahan kimia yang berasal dari rembesan penumpukan sampah (landfill), Instalasi Pengolahan Air Limbah, dan sumbersumber lainnya. Dalam beberapa kasus, lahan pertanian yang kontaminasi pestisida menyebabkan terjadinya penumpukan bahan bahaya dan beracun di dalam tanah.

Tidak berbeda dengan udara dan air, tanah pun dapat mengalami penurunan kualitas. Walaupun banyak jenis tanah mempunyai kemampuan asimilasi dan menetralisasi bahan pencemar, namun tanah juga dapat mengalami penurunan kualitasnya. Apabila mengalami penurunan kualitasnya, tanah tidak dapat lagi memberikan daya dukung bagi kehidupan manusia secara optimal.

Penurunan kualitas tanah terutama disebabkan oleh kehadiran bahan-bahan pencemar di tanah. Selain itu, kualitas tanah juga dapat menurun disebabkan oleh erosi. Pada dasarnya erosi dapat menyebabkan rosotnya produktivitas lahan, rusaknya lingkungan, terganggunya keimbangan ekosistem dan rusaknya lingkungan. Bila keadaan lebih parah lagi akan terbentuk lahan kritis. Erosi menyebabkan tersingkapnya lapisan tanah yang lebih asam, menurunkan kandungan bahan organik, unsur-unsur hara menjadi lebih rendah dan terbentuknya lapisan bawah yang lebih padat (Sumantri, 2010).

Dampak tak langsung bagi lingkungan akibat pencemaran tanah adalah dampak yang dirasakan oleh manusia melalui media lain yang ditimbulkan akibat pencemaran tanah. Jadi media lain inilah yang merupakan dampak langsung akibat pencemaran tanah tersebut yang selanjutnya memberikan dampaknya kepada manusia.

Sebagai contoh dari dampak tak langsung ini adalah bahwa tempat pembuangan limbah padat, baik tempat penimbunan sementara maupun tempat pembuangan akhir, akan menjadi pusat berkembangbiaknya tikus dan serangga yang merugikan manusia, seperti lalat dan nyamuk. Tempat pembuangan sampah adalah tempat yang kumuh namun menyediakan makanan yang cukup bagi perkembangbiakan tikus, yaitu limbah organik terutama sisa-sisa makanan yang ikut dibuang ke tempat itu. Celah-celah antara lembah padat seperti ban, kaleng bekas, kardus, kotak kayu dan lain sebagainya merupakan tempat ideal bagi persembunyian dan perkembangbiakan tikus (Wardhana, 2004).

Salah satu upaya pencegahan kontaminasi tanah yaitu dengan melakukan upaya penanggulangan sampah dengan

cara memisahkan antara sampah organik atau sampah yang dapat atau mudah terurai oleh tanah, dan sampah anorganik atau sampah yang akan terurai tanah tetapi membutuhkan waktu yang sangat panjang untuk terurai oleh tanah.

Sampah organik yang mudah terurai oleh tanah, misalnya dijadikan bahan urukan, ke-mudian kita tutup dengan tanah sehingga terdapat permukaan tanah yang dapat kita pakai lagi, dibuat kompos dan khusus kotoran hewan dapat dibuat biogas dan lain-lain. Sedangkan sampah anorganik yang tidak dapat diurai oleh mikroorganisme. Cara penanganan yang terbaik dengan mendaur ulang sampah-sampah menjadi barang-barang yang mungkin bisa dipakai atau juga bisa dijadikan hiasan dinding. Limbah industri, cara penanggulangannya yaitu dengan mengolah limbah tersebut sebelum dibuang kesungai atau kelaut. Limbah pertanian, yaitu dengan cara mengurangi penggunaan pupuk sintetik dan berbagai bahan kimia untuk pemberantasan hama seperti pestisida diganti dengan penggunaan pupuk kompos (Buell, 1994).

Salah satu faktor yang menyebabkan terkontaminasinya tanah adalah karena pencemaran dari pestisida. Upaya degradasi pestisida dalam tanah melalui tiga cara, yaitu foto dekomposisi, transformasi kimiawi dan degradasi mikrobiologis. Dalam proses transformasi kimiawi air berperanan sebagai media reaksi, rektan atau keduanya. Reaksi-reaksi ini meliputi hidrolisis, oksidasi, dan reduksi. Reaksi-reaksi ini dapat dikatalis oleh permukaan liat oksida dan ion logam serta bahann organik.

Beberapa faktor yang umumnya mempengaruhi hilangnya pestisida dari tanah adalah Gary, 1993):

- 1. tipe tanah, serta struktur tanah dan perlakuan sebelumnya
- 2. tipe bahan kimia: sifat-sifat fisik dan kelarutan, tekanan uap dan stabilitas.
- 3. keadaan iklim: curah hujan, tekanan, suhu dan sinar matahari
- 4. populasi biologis: tipe, kebutuhan hara, adaptasi dan siklus hidup.
- 5. metode penggunaan: granular, serbuk yang dapat berair atau pelarut

Adsorbsi pestisida pada bahan organik mencerminkan fitotoksisitasnya, seperti penambahan gambut ke dalam tanah dapat mengurangi fitotoksisitas dari pestisida simazin.

Ada lima prinsip dasar yang dapat menghilangkan pestisida dari tanah yaitu: peluruhan mikrobial, dekomposisi non biologis, volatilisasi, pergerakan air dan penyerapan oleh tanaman. Di alam sering terjadi kombinasi dari kelima cara ini, namun cara yang utama adalah volatilisasi Faktorfaktor yang mempengaruhi volatilisasi ini adalah kelembaban tanah, tipe tanah, suhu di bawah dan di atas tanah serta tekanan uap dan kelarutan senyawa kimianya dalam air.

Hilangnya pestisida dari tanah melalui pergerakan air, karena air dapat membawa pestisida ke tanah bagian bawah (pencucian). Hal ini dipengaruhi oleh keadaan kimia dan fisik tanah, keadaan kimia dan fisik pestisida serta jumlah air yang ada dalam sistem tanah Sedangkan hilangnya pestisida secara biologis diambil oleh tanaman oleh mikroba sifatnya sementara; karena bila tanaman atau mikroba dikembalikan ke tanah setelah mati, maka pestisida akan kembali ada di tanah. Hilangnya pestisida melalui degradasi non biologis

berkaitan dengan mineral tanah dan komponen organik tanah, air tanah dan fotodekomposisi pada permukaan tanah (Wardhana, 1995).

Pada negara-negara yang telah memiliki standar kualitas tanah, pemulihan tanah yang terkontaminasi merupakan isu yang menonjol, upaya pengolahan tanah terkontaminasi dapat dibagi menjadi beberapa cara, yaitu:

### 1. Penyimpanan

Tanah terkontaminasi digali dan dibawa ke sebuah gudang penyimpanan. Tanah terkontaminasi dapat disimpan se-mentara sampai ditemukan teknik yang tepat untuk mengolahnya.

#### 2. Remediasi

Remediasi adalah kegiatan untuk membersihkan permukaan tanah yang tercemar terdiri dari Exsitu dan in Situ. Pada Exsitu tanah terkontaminasi digali dan diolah di suatu unit pengolahan. Pengolahan dapat dilakukan dengan cara pemisahan bahan pencemar dengan tanah, penguraian kontaminan dengan bantuan mikroorganisme, pemanfaatan energi panas untuk me-nguapkan kontaminan dari tanah, ekstraksi kontaminan dari tanah, penggunaan uap, ataupun bahan kimia untuk memisahkan kontaminan dari tanah. Sedangkan pada teknik In situ pengolahan terkontaminasi di tempat, dengan versi biologi atau konversi kimia, pemisahan kontaminan dan isolasi itaminan agar tidak mendifusi sumber daya lingkungan lainnya salnya, air tanah) (Sumantri, 2010).

#### 3. Bioremediasi

Bioremediasi adalah proses pembersihan pencemaran menggunakan mikroorganisme tanah dengan (jamur, bakteri). Bioremediasi bertujuan untukmemecah mendegradasi zat pencemar menjadi bahan yang kurang beracun atau tidak beracun (karbon dioksida dan air) (Garv. 1993).

Tanah merupakan habitat alamiah bagi manusia dan makhluk hidup lainnya. Oleh karena itu, sudah selayaknya manusia memelihara kualitas tanah agar hidupnya sejahtera. Kelangsungan hidup manusia di antaranya tergantung dari tanah dan sebaliknya tanah pun memerlukan perlindungan manusia untuk eksistensinya sebagai tanah yang memiliki fungsinva. Sumber pencemaran tanah dapat dari limbah, sampah, atmosfer atau dari perairan atau kegiatan pertanian, seperti kelebihan pupuk dan ketidak tepatan pestisida. Dampak pencemaran tanah terhadap kesehatan tergantung, jalur masuk kedalam tubuh dan kerentanan populasi yang terkena. Keberadaan logam berat pada tanah dengan dosis yang besar, dapat menyebabkan kematian. Sedangkan dampak pada pertanian yaitu perubahan akhirnva metabolisme tanaman yang pada dapat menyebabkan penurunan hasil pertanian. Salah satu upaya pencegahan kontaminasi tanah yaitu dengan melakukan upaya penanggulangan sampah dengan cara memisahkan antara sampah organik dan sampah anorganik. Pada negaranegara yang telah memiliki standar kualitas tanah, upaya pemulihan tanah yang terkontaminasi dapat dilakukan dengan cara remediasi, bioremediasi maupun fitoremediasi



## INSEKTA DAN KESEHATAN

"Sesungguhnya Allah tidak segan membuat perumpamaan berupa nyamuk atau yang lebih rendah dari itu."

(QS Al-Bagarah [2]: 26).

enurut Chasan S. Kusnadi (2006), Vektor adalah binatang (serangga) yang dapat menyebarkan dan atau membawa penyakit dari orang yang sakit ke orang yang tidak sakit, termasuk dalam pengertian ini adalah tikus (pinjal) dan arthropoda yang lain. Tikus dimasukkan sebagai vektor karena pada tikus terdapat pinjal yang memegang peranan sangat besar dalam penyebaran penyakit pes.

Selain itu menurut Permenkes No. 374/2010 yang dimaksud dengan vektor adalah Artropoda yang dapat menularkan, memindahkan dan/atau menjadi sumber penular penyakit pada manusia.

Sedangkan menurut Muh. Saleh (2014) vektor adalah binatang yang dapat menularkan dan atau membawa bibit penyakit (virus, bakteri, protozoa, filaria) dari orang yang sakit dan atau hewan lain kepada orang yang sehat dan atau dapat menimbulkan resiko bahaya bagi orang lain.

Arthropoda khususnya Insecta/serangga merupakan salah satu hewan yang paling sukses di dunia dan menempati berbagai bentuk habitat, yaitu air, tanah, udara, hutan, tumbuhan, manusia dan berbagai habitat lainnya. Mereka hidup dengan memakan bahan keras seperti kayu, mengisap cairan tanaman, mengisap darah manusia maupun hewan, atau menyerap berbagai bentuk makanan lainnya. Serangga dapat hidup berasosiasi dengan hewan dan tanaman lainnya, baik saling menguntungkan maupun merugikan sebagai parasit yang lain.

Peranan insekta atau serangga bagi kesehatan dan kesejahteraan manusia dapat berupa agent langsung maupun agent tidak langsung

# 1) Agent Langsung

## a) Entomophobia

Entomofobia adalah ketakutan yang tidak logis atau yang mengada-ada terhadap serangga tanpa disertai adanya gigitan atau investasi (invasi parasitoid) serangga yang dialami oleh seseorang. Contoh: rasa takut terhadap labalaba, kecoa atau objek fobik lainnya.

Banyak orang yang merasa takut pada serangga, meskipun banyak dari jenis artropoda tersebut tidak memiliki kemampuan untuk menyakiti manusia. Dalam suatu tingkat tertentu, ada pengidap entomofobia yang berupa halusinasi sehingga orang-orang demikian akan selalu berusaha untuk membunuh serangga. Seseorang menjadi histeris, berteriak dan lari manakala melihat serangga. Bahkan ada orang meskipun tidak menyentuh serangga, ia merasa dirinya gatal dan iritasi pada kulit. Demikian pula, ada orang-orang tertentu yang begitu melihat lebah langsung melarikan diri dan bersembunyi lantaran takut disengat yang ia anggap sangat berbisa atau menyakitkan.

## b) Annoyance and Nuiscense

Annoyance Nuiscense dan diartikan sebagai pengganggu ketenteranan. Kehadiran serangga seperti lalat, semut dan berbagai jenis nyamuk sebagai seranggapengunjung dapat rumah mengganggu serangga ketenteraman manusia. Lalat yang seringkali masuk ke dalam rumah dalam jumlah yang besar serta semut yang berkeliaran dalam rumah dan bersarang dalam rumah, sangat mengganggu ketenteraman hidup. Lalat rumah (musca domestika), selain sebagai pembawa penyakit secara mekanik juga sering mengganggu ketenteraman pada saat makan bilamana lalat itu berterbangan kesana kemari, apalagi hinggap pada makanan.

Semut yang hidup dan berbiak pada pohon buahbuahan (rambutan, langsat, mangga, kelapa, dan lain-lain) sangat mengganggu para pemetik buah. Semut-semut ini biasanya akan keluar dalam kerumunan dan menggigit orang yang memetik buah.

Nyamuk bukan hanya sebagai vektor penyakit, tetapi juga sangat mengganggu jiak berterbangan dalam rumah. Nyamuk-nyamuk tersebut hingga mengisap darah orangorang yang sedang duduk belajar, bercerita/santai, makan atau sedang tidur sehingga sangat mengganggu ketenteraman. Perhatian orang-orang akan beralih pada nyamuk dan berusaha untuk membunuhnya atau berpindah tempat menghindara serangan nyamuk. Nyamuk yang mendengung-dengun di telinga manusia dapat mengganggu istirahat atau tidur seseorang.

#### c) Blood loss

Blood loss adalah kehilangan darah akibat gigitan atau hisapan serangga. Banyak jenis serangga yang hidup dengan menusuk dan mngisap darah manusia. Jenis-jenis nyamuk culex spp., aedes spp., dan anopheles spp., meskipun tidak selalu menjadi vektor penyakit, tetapi dapat mennusuk dan mengisap darah manusia. Bekas-bekas tusukan nyamuk yang mengisap darah dapat menjadi sumber infeksi oleh penyakit lain.

Demikian halnya dengan gigitan serangga laian seperti semut merah yang dapat mengakibatkan bagain yang digigit menjadi bengkak, sakit, dan gatal. Rasa gatal ini menyebabkan orang menggaruk bagian yang digigit sehingga menjadi luka.

# d) Envenomization

Envenomizasi adalah keracunan akibat gigitan atau sengatan serangga yang mengeluarkan racun. Venom adalah toksin atau zat racun yang diinjeksikan kepada organisme lain dengan menggunakan aparatus khusus yang terhubung dengan kelenjar yang menghasilkan venom dan dipergunakan untuk mengimobilisasi atau membunuh mangsa atau untuk mempertahankan diri dari serangan predator.

Metode untuk menyalurkan venom dapat bersifat aktif, yaitu dengan alat penyengat seperti yang terdapat pada Hymenoptera (lebah) atau dengan menggunakan stilet seperti pada Hemiptera (kepik). Selain itu penyaluran venom secara pasif dapat terjadi dengan menggunakan seta yang telah dimodifikasi yang terdapat pada larva Lepidoptera. Beberapa serangga dari ordo Diptera, Neuroptera dan Coleoptera dikatakan juga memiliki venom oral namun tidak diketahui secara pasti apakah memang benar sebagai venom atau cairan pencernaan yang diinjeksikan ke organisme yang lain.

## e) Myasis

Myasis adalah istilah yang digunakan untuk infeksi pada organ atau jaringan tubuh manusia atau hewan oleh larva lalat. Biasanya larva tersebut diletakkan pada organ tubuh manusia atau hewan yang terluka sehingga terjadi infeksi. Untuk suatu periode tertentu, larva lalat akan memakan jaringan yang hidup atau mati atau makanan yang sudah dicerna oleh inang.

Miasis banyak ditemukan pada hewan dan sangat jarang ditemukan pada manusia. Infestasi larva lalat pada manusia dapat terjadi bila seseorang menelan buah atau makanan yang kebetulan mengandung telur atau larva lalat atau juga dapat terjadi pada orang-orang yang hidup di daerah kumuh (slum area).

# f) Allergy

Alergi adalah suatu reaksi patologis yang dibesarkan (seperti gatal-gatal, kesulitan bernapas, atau bersin) akibat adanya suatu senyawa atau situasi yang dibawah oleh serangga. Reaksi hipersensitivitas atau anaphylactic biasa

terjadi akibat sengatan lebah. Gejala yang terjadi akibat anaphylactic adalah gatal-gatal, melemahnya tubuh, mengantuk, hipotensi, kesulitan bernapas, bersin, mual, muntah, kram pada perut dan tidak sadarkan diri. Selain alergi karena sengatan serangga, alergi dapat juga disebabkan oleh serangga yang menghasilkan sisik atau rambut yang mudah jatuh atau terbang yang masuk ke dalam mulut manusia atau menempel pada permukaan kulit.

### g) Eye Disease

Eye Disease adalah sakit pada mata akibat dari sejumlah serangga yang berukuran kecil dan dan dapat terbang, secara tidak sengaja dapat masuk ke dalam mata. Lalat-lalat kecil anggota Chloropidae seperti *Siphunculina sp.* dan *Hippelates sp.* yang dikenal dengan nama "lalat mata" serta kumbang kecil anggota famili Staphylinidae dapat masuk ke dalam mata. Serangga-serangga itu dapat menyebabkan rasa sakit atau rasa gatal. Umumnya serangga tersebut mengandung cairan yang mengakibatkan iritasi mata.

Kesakitan mata dapat juga terjadi bila seseorang secara tidak sengaja terkena sisik dari larva lalat domba *(oestrus ovis)* atau oleh sisik dari larva limacolidae *(Darna spp.)* 

## 2) Agent tidak Langsung

# a) Mechanical carries (Pembawa mekanik)

Pembawa mekanik adalah agent penyakit tidak masuk ke dalam tubuh vektor, hanya melekat pada bagian-bagian luar tubuh vektor dan dipindahkan dari satu tempat ke tempat lain. Penyebaran penyakit melalui vektor mekanik disebut juga Penyebaran Pasif, yaitu pindahnya bibit penyakit yang dibawa oleh vektor ke bahan-bahan yang digunakan manusia, umumnya makanan. Misalnya lalat rumah *(musca domestica)* dapat menyebabkan penyakit disentri bacilaris yang disebabkan bakteri shigella akibat dibawah oleh lalat rumah.

## b) *Obligatory vektors* (Vektor obligat)

Vektor obligat adalah serangga yang di dalam tubuhnya terjadi perkembangan atau pembiakan dari parasit dan parasit itu dapat ditularkan kepada manusia. Sedangkan untuk kata "obligat" yaitu tunggal atau satusatunya. Jadi vektor obligat adalah pembawa dari suatu agen penyakit tertentu satu-satunya jika tidak ada vektor tersebut maka agen tidak dapat menyebabkan penyakit pada host. Contoh Tungau (*Sarcoptes scabiei*) dapat menyebabkan gatal, scabies atau kudis.

## c) Inang antara

Host atau inang dalam hal ini yaitu serangga akan mejadi tempat pertumbuhan dalam siklus hidup dari parasit. Bila tidak ada inang antara, parasit tidak dapat tumbuh dalam menyelasaikan siklus hidupnya. Contoh serangga yang menjadi inang antara adalah Udang air tawar (*Cambarus virilis*) yang mengandung larva infektif cacing paru-paru tikus (*Angiostrongylus*) dapat menghinggapi otak manusia.

## d) Pembawa Phoretik

Phoretik sama dengan mekanik yang artinya siklus hidup dari parasit tidak terjadi di dalam tubuh vektor/pembawa dalam hal ini serangga. Contoh Lipas atau Kecoa (*Periplaneta Americana*) dapat menyebabkan

penyakit amoebiasis yang disebabkan oleh memakan stadium kista *Entamoeba histolytica* yang dapat dibawa lipas atau kecoa.

Nyamuk termasuk dalam family Culicidae, subfamily culicinae yang sebagian orang mungkin luput dari perhatiannya. Padahal serangga kecil ini penting untuk dipelajari. Sebagaimana Allah memerintahkan manusia untuk memperhatikan alam dan melihat "tanda-tanda" di dalamnya. Semua makhluk hidup dan tak hidup di alam semesta diliputi oleh tanda-tanda yang menunjukkan bahwa mereka semua "diciptakan", bahwa mereka menunjukkan kekuasaan, ilmu, dan seni dari "Pencipta" mereka. Manusia bertanggung jawab untuk mengenali tanda-tanda ini dengan menggunakan akal budinya, untuk memuliakan Allah.

Walau semua makhluk hidup memiliki tanda-tanda ini, beberapa tanda dirujuk Allah secara khusus dalam Al Quran. Nyamuk adalah salah satunya. Di surat Al Baqarah ayat 26, nyamuk disebutkan: "Sesungguhnya, Allah tiada segan membuat perumpamaan berupa nyamuk atau yang lebih rendah dari itu. Adapun orang-orang yang beriman, mereka yakin bahwa perumpamaan itu benar dari Tuhan mereka, tetapi mereka yang kafir mengatakan, "Apakah maksud Allah menjadikan ini untuk perumpamaan?" Dengan perumpamaan itu banyak orang yang disesatkan Allah, dan dengan perumpamaan itu (pula) banyak orang yang diberi-Nya petunjuk. Dan tidak ada yang disesatkan Allah kecuali orang-orang yang fasik".

Serangga (nyamuk) jika diteliti lebih lanjut, berperanan dalam ekosistem sebagai bagian dari rantai makanan dalam jaring-jaring kehidupan, membantu penyerbukan banyak tanaman berbunga. Namun demikian beberapa species nyamuk ini juga merupakan penyebab arthropod-borne diseases.

Olehnya itu tidaklah berlebihan jika serangga tersebut dalam hal ini nyamuk dikatakan menjadi penting dalam dunia Kesehatan Masyarakat dan kedokteran. Beberapa species nyamuk yang dapat menjadi penyebar penyakit seperti:

## 1. Penyakit infeksi parasitic paling penting di dunia

ditularkan oleh nyamuk Anopheles Sp. Malaria merupakan penyakit infeksi cukup banyak di dunia maupun di Indonesia. Organisasi Kesehatan Dunia (World Health Organization/WHO) menyatakan tahun 2012 setidaknya ada 207 juta kasus malaria dan sekitar 627.000 di antaranya herakihat kematian. Di Indonesia. menurut Kementerian Kesehatan, angka penularan parasit malaria (Annual Parasite Incidence/API) sudah turun dari 4,68 kasus per 1.000 penduduk pada 1990 menjadi 1,38 kasus per 1.000 penduduk tahun 2013. Angka kejadian positif malaria tahun 2013 sebanyak 343.527 kasus dan 45 di antaranya mengakibatkan kematian (Junita, Nanci, 2014).

Salah satu penyakit arbovirus yang ditularkan oleh nyamuk Aedes aegypti, Aedes albopictus, Aedes polynensis, dan Aedes pseudoscutellaris adalah Demam Berdarah Dengue (DBD). Insidensi DBD meningkat secara dramatis di seluruh dunia dalam beberapa dekade ini. Diperkirakan, saat ini di seluruh dunia sekitar 2,5 milyar orang memiliki resiko terkena demam dengue. Mereka terutama tinggal di daerah perkotaan negara-negara tropis dan subtropis. Diperkirakan saat ini sekitar 50 juta kasus demam dengue ditemukan setiap tahun, dengan 500.000 kasus memerlukan penanganan di rumah sakit. Dari kasus di atas, sekitar

25.000 jumlah kematian terjadi setiap tahunnya. Menurut data Kementerian Kesehatan, selama tahun 2013 ada 112.511 kasus DBD dengan angka kematian 0,77 persen (871 kematian).

Selain DBD penyakit arbovirus yang ditularkan oleh nyamuk adalah Chikungunya, Demam kuning (yellow fever). Encephalitis (IE). dan lain-lain. Chikungunya kembali terjadi di Thailand pada tahun 1995 yang sebelumnya pernah terjadi pada tahun 1960. Di Malaysia terjadi wabah pada tahun 1998 sampai 1999. Penyakit ini juga dilaporkan mewabah di Bandung pada Desember 2002 dengan ratusan warga terserang. Sampai awal tahun 2008 banyak masyarakat di berbagai daerah di Indonesia terserang virus Chikungunya.

Penyakit Chikungunya ditandai dengan gejala flu, sakit pada persedian dan tulang belakang sehingga orang mengatakan demam tulang. Banyak penderita vang mengeluh tidak dapat bangun atau tidak dapat berjalan. Ada sembuh hanya beberapa hari, tetapi ada yang mengalami sampai berbulan-bulan.

## 2. Penyakit infeksi parasit penyebab kecacatan paling berat

Filariasis (penyakit kaki gajah) adalah penyakit menular menahun yang disebabkan oleh cacing filaria. Penyakit ini ditularkan oleh berbagai jenis nyamuk. Diperkirakan 1/5 penduduk dunia atau 1,1 milyar penduduk di 83 negara berisiko terinfeksi filariasis, terutama di daerah tropis dan beberapa daerah subtropis, (Depkes R.I., 2008). Sampai dengan tahun 2009 dilaporkan 11.914 kasus orang terinfeksi filariasis di Indonesia, di antaranya ada yang menderita klinis kronis filariasis terutama di pedesaan.

Kesepakatan global eliminasi Filariasis telah dicapai dengan dicetuskannya resolusi oleh World Health Assembly (WHA) pada tahun 1997. Menindaklanjuti resolusi tersebut, maka pada tahun 2000 WHO mendeklarasikan *The Global Goal of Elimination of Lymphatic Filariasis as a Public Health Problem by 2020*. Indonesia merupakan salah satu negara yang menyepakati kesepakatan tersebut dan menetapkan eliminasi filariasis sebagai salah satu program prioritas pemberantasan penyakit yang ditularkan oleh vektor di Indonesia.

Species nyamuk di seluruh dunia terdapat 3.974 species. Di Indonesia hanya 457 species, meskipun sebagian besar dari species-species nyamuk ini tidak berasosiasi dengan penyakit virus (arbovirus) dan penyakit-penyakit lainnya. Jenis-jenis nyamuk yang menjadi vektor utama adalah *Anopheles Sp., Aedes sp., Culex,Sp.,* dan *Mansonia Sp.* 

Semua jenis nyamuk membutuhkan air untuk kelangsungan kehidupannya, pada tahapan larva (jentik) nyamuk hidup di air baik tawar maupun payau (tergantung species) dan hanya bentuk dewasa yang hidup di darat. Setelah dibuahi dengan nyamuk jantan maka nyamuk betina biasanya memilih tipe wadah dan air tertentu untuk meletakkan telurnya.

Telur nyamuk menetas dalam air dan menjadi larva. Larva hidup dengan memakan organisme-organisme kecil, tetapi ada larva yang bersifat predator seperti *Toxorhychites Sp.*, dan *Culex quinquefasciatus* yang dapat memangsa jenis larva lain yang hidup dalam air.

Setelah 4-14 hari larva berubah menjadi pupa, 1-4 hari kemudian akan menjadi nyamuk dewasa (tergantung kondisi lingkungan). Tingkah laku nyamuk dewasa pada saat terbang berbeda-beda menurut genusnya. Ada nyamuk yang aktif waktu siang hari seperti *Aedes Sp.*, dan ada yang aktif pada malam hari seperti *Anopheles Sp.* Apabila diteliti lebih lanjut, ternyata bahwa setiap species mempunyai sifat tertentu. Ada species yang aktif mulai sore hingga menjelang tengah malam, ada pula yang aktif menjelang tengah malam hingga pagi hari, dan ada pula yang aktif mulai sore hingga menjelang pagi.

Demikian juga ada yang senang mencari darah dan istirahat dalam rumah (endofagik) dan ada yang senang mencari darah dan istirahat di luar rumah (ensofagik). Selain itu ada pula nyamuk yang senang mengisap darah manusia (antropofilik) dan ada yang senang mengisap darah binatang (zoofilik).

Lalat merupakan salah satu insekta (serangga) termasuk dalam ordo diphtera yang mempunyai sepasang sayap berbentuk membran dan saat ini di seluruh dunia dapat dijumpai sekitar  $\pm$  60.000 – 100.000 spesies lalat. Lalat ini berkembang biak dengan metamorfhosis sempurna, mulai dari telur, larva, pupa dan lalat dewasa

Secara morfologi, lalat mempunyai struktur tubuh berbulu, mempunyai antena yang berukuran pendek dan mempunyai sepasang sayap asli serta sepasang sayap kecil (berfungsi menjaga kestabilan saat terbang). Lalat mampu terbang sejauh 32 km dari tempat perkembangbiakannya. Meskipun demikian, biasanya lalat hanya terbang 1,6-3,2 km dari tempat tumbuh dan berkembangnya lalat.

Lalat juga dilengkapi dengan sistem penglihatan yang sangat canggih, yaitu adanya mata majemuk. Sistem

penglihatan lalat ini terdiri dari ribuan lensa dan sangat peka terhadap gerakan. Bahkan ada beberapa jenis lalat yang memiliki penglihatan tiga dimensi yang akurat. Model penglihatan lalat ini juga menjadi "ilham" bagi ilmuwan kedokteran untuk menciptakan sebuah alat pencitraan (scan) baru.

Mata lalat dapat mengindra getaran cahaya 330 kali per detik. Ditinjau dari sisi ini, mata lalat enam kali lebih peka daripada mata manusia. Selain itu mata lalat juga dapat mengindra frekuensi-frekuensi ultraviolet pada spektrum cahaya yang tidak terlihat oleh kita. Perangkat ini memudahkan lalat untuk menghindar dari musuhnya, terutama di lingkungan gelap.

Lalat hitam (black flies) adalah kelompok serangga yang masuk dalam family Simuliidae, Ciri khas family Simuliidae adalah berukuran kecil, tetapi bertubuh kuat dengan tungkai pendek dan mandible yang memanjang. Dalam bentuk larva, biasanya hidup di dalam air yang mengalir dan beraerasi dengan baik. larva menempel pada batu atau bahan yang keras, pada bagian ujung abdomen, spirakel tertutup. Terkadang larva-larva ini memiliki hubungan foretikobligat dengan hewan air.

Bentuk dewasa dapat terbang dengan baik dan hidup dengan memakan atau mengisap nectar tumbuhan sebagai sumber karbohidrat, baik jantan maupun betina. Warna bervariasi sehingga istilah "lalat hitam" sebetulnya kurang tepat karena ada jenis lalat ini yang berwarna kuning atau abu-abu.

Parasit yang paling penting ditularkan oleh lalat hitam adalah cacing filaria Onchocerca volvulus. Cacing ini

merupakan penyebab penyakit yang disebut dengan Onchocerciasis atau penyakit buta sungai (river blindness). Onchocerciasis merupakan penyakit parasit kronis yang mempengaruhi system-sistem organ berganda; mematikan, menyebabkan tetapi dapat kebutaan. penderitaan vang lama, serta Lalat pasir (sand flies) dalam Psvchodidae subfamily termasuk family Phlebotominae. Cirinya adalah berukuran kecil, satu pasang sayap. Tungkai dan sayap terbungkus oleh rambut keras yang panjang dan kadang-kadang bercampur dengan sisik; tubuh tidak terlalu berbulu dibandingkan dengan subfamili yang lain.

Lalat pasir yang penting untuk kesehatan hanya terdiri yaitu *Phlebotomus*. dari Tempat-tempat satu genus. pembiakan lalat ini adalah di bawah batu-batu, kandang sapi, kandang ayam, di bawah daun-daun tumbuhan yang lembab dan gelap. Lalat pasir dikenal penting dalam Kesehatan Masyarakat maupun kedokteran karena dapat menularkan patogen-patogen penyakit seperti leishmaniasisi, penyakit carrion dan demam lalat pasir. Penyakit leishmaniasis disebabkan oleh parasit protozoa yang yang termasuk dalam genus *Leishmania* melalui gigitan lalat pasir phlebotomin. Sekitar 30 species lalat pasir dapat terinfeksi bila mengisap darah dari inang yang telah terinfeksi protozoa. Inang penyakit ini adalah manusia, hewan domestic, maupun hewan liar.

Lalat kuda termasuk dalam family Tabanidae, subordo Brachycera dan ordo Diptera. Anggota family Tabanidae seperti lalat kuda dan lalat kijang (deer flies) tersebar luas di dunia. Ciri-ciri khasnya adalah tanpa bulu yang keras, tubuh kekar, berukuran agak besar (panjang 6-25 mm), segmen

antena ketiga tanpa stile, mata sangat besar dan berwarna cemerlang serta menonjol keluar. Lalat kijang, berukuran lebih kecil dan memiliki pita gelap pada sayap dan mata majemuk yang berwarna seperti pada lalat kuda.

Famili Tabanidae sekitar 300 species, tetapi hanya beberapa genus yang penting dilihat dari aspek kesehatan, yaitu Chrysops dan Silvius yang memiliki taji pada bagian ujung dari tibia belakang, sedangkan Tabanus, Hybomitra, dan Haematopa tanpa taji. Jenis-jenis ini biasanya menggigit dan mengisap darah manusia dan hewan sehingga dapat mengganggu ketenteraman.

Jenis lalat tabanidae dapat menularkan penyakit *trypanosomiases* pada mamalia baik secara mekanik maupun biologis. *Trypanosoma theileri* adalah parasit protozoa pada ternak sapi yang dapat terjadi di mana-mana.

Selain penyakit trypanosomiases lalat-lalat ini juga dapat menularkan penyakit-penyakit cacing seperti loasis (loa-loa) atau penyakit mata pada mamalia. elaeophorosis pada beberapa hewan ternak. Mikrofilaria dari penyakit loa-loa ditemukan pada saluran darah hewan yang terinfeksi. Penyakit Elaeophorosis yang disebabkan oleh cacing Elaeophora schneideri dapat menginfeksi kijang liar, domba dan beberapa jenis hewan lainnya di bagian dan barat amerika. Parasit-parasit ini dapat selatan menginfeksi masuk ke otak, mata, telinga, otot dan bagian kepala lainnya dan mengganggu system saraf sentral serta dapat mengakibatkan kebutaan pada hewan terinfeksi (Sembel, D.T, 2009).

Lalat rumah merupakan lalat yang paling umum dikenal orang karena lalat ini sering berasosiasi dengan

manusia dan jenis yang sangat penting dilihat dari segi Kesehatan Masyarakat. Lalat ini berukuran medium, yaitu panjang 6-9 mm, berwarna abu-abu, dan mempunyai empat pita yang berupa garis memanjang pada permukaan toraks.

Selain dapat mengganggu ketenteraman dalam rumah, lalat ini dapat menularkan sekitar 100 jenis pathogen yang dapat mengakibatkan penyakit manusia maupun hewan. Di antaranya adalah typoid, kolera, disentri, tuberculosis, antraks, berbagai jenis penyakit yang disebabkan cacing, dan pathogen-pathogen penyakit lainnya. Pathogen penyakit biasanya terbawa oleh lalat dari berbagai sumber seperti sisa-sisa kotoran, tempat pembuangan sampah dan sumbersumber kotoran lain, kemudian pathogen-pathogen yang melekat pada mulut dan bagian-bagian tubuh lainnya dipindahkan ke makanan manusia.

Kutu pengisap (ordo Anoplura) dan kutu penggigit (ordo Mallophaga) merupakan dua jenis kutu yang tidak bersayap. Keduanya penting dalam dunia Kesehatan Masyarakat karena anggota-anggotanya dapat menularkan atau menyebabkan penyakit pada manusia dan hewan. Dari enam family anggota ordo Anoplura, dua family saja yang penting, yaitu Peduculidae (genus *Pediculus*) dan Pthiridae (Genus *Pthirus*). Kedua family ini memiliki species yang dapat menularkan penyakit seperti *pedicolosis, louse-borne typhus, trench fever*, dan *epidemic relapsing fever*.

Jenis-jenis kutu=lice manusia juga dapat menularkan penyakit seperti pathogen *Salmonella* dan mungkin juga pathogen-pathogen penyakit yang lain seperti *Escherichia coli, Shigella, Bartonella,* dan *protozoa Toxoplasma*.

Adapun jenis-jenis kutu yang penting dalam dunia kesehatan adalah:

### 1. Pediculus humanus capititis

Pediculus humanus capititis dengan nama lain *Head louse/Head lice/*kutu kepala hidup di rambut sehingga ada yang mengatakan kutu rambut. Jenis kutu dewasa berukuran antara 1-3 mm. Jenis betina biasanya lebih besar daripada jantan, berwarna putih sampai abu-abu, bersarang di rambut, leher dan menyematkan telurnya pada pangkal batang rambut. kutu bergerak dengan cara merambat / berjalan, bukan terbang atau melompat.

Seseorang yang menderita kutu rambut disebut mengalami infestasi, bukan mengalami infeksi. hal ini disebabkan kutu rambut tersebut tidak menyebabkan reaksi infeksi melainkan hanya menggerombol (berinfestasi) di kulit kepala.

## 2. Pediculus humanus corporis

Pediculus humanus corporis disebut juga *body louse, clothes louse* atau kutu badan/tubuh. Kutu ini adalah serangga parasit kecil yang menempel di bagian tubuh, memakan darah manusai dan bertelur serta berdiam dalam kotoran pada kulit, di antara jahitan, celana dalam dan lainlain.

Kutu ini menyebabkan gatal. Ketika kutu tidak memakan tubuh, ia berdiam di pakaian. Kutu Tubuh ini menular melalui kontak dengan pakaian, seprai, bantal, handuk, selimut atau kontak langsung dengan orang yang terinfeksi.

## a) Pthirus pubis (kutu kelamin)

Nama lain Pubic lice atau kutu pubic adalah serangga parasit penghisap darah yang hidup di kulit sekitar kelamin manusia. Manusia adalah satu-satunya tuan rumah parasit ini. Kutu Pubic biasanya menular melalui hubungan seksual. Penularan dari orang tua kepada anak lebih mungkin terjadi melalui rute pemakaian handuk, pakaian, tempat tidur yang sama secara bergantian. Orang dewasa lebih sering terkena daripada anak-anak.

Dari berbagai jenis kutu yang, juga berbagai ienis dapat ditularkan penvakit vang kutu adalah: Pediculosis,Louse-Borne Epidemic Typhus, Demam Parit (trench fever), Demam Kambuh Epidemik (Epidemic Relapsing Fever). Pediculosis adalah istilah yang digunakan karena adanya infestasi kutu pada manusia. Ada tiga tipe kutu ektoparasit pada manusia *Pediculus humanus capatis*, Pediculus humanus corporis dan Pthirus pubis. Ketiga jenis kutu ini merupakan parasit obligat pada manusia. Kutu ini tidak dapat terbang atau melompat, tetapi kutu-kutu ini disebarkan dari orang ke orang lain melalui kontak fisik atau melalui formit (sisir, pakain, topi, seprai).

Jenis-jenis kecoa yang menjadi perhatian dalam kesehatan masyarakat dan tempat hidupnya pada umumnya berada di dalam lingkungan manusia antara lain : German Cockroach (*Blatella germanica*); American cockroach (*Periplaneta americana*); Oriental cockroach (*Blatta orientalis*); Brown-banded cockroach (*Supella longipalpa*); Australian cockroach (*Periplaneta fuliginosa*); dan Brown cockroach (*Periplanetabrunnea*).

Seperti serangga lainnya, kecoa juga mengalami daur hidup. Daur hidup kecoa metamorphosis tidak sempuran, terdiri dari tiga stadium yaitu telur, nimfa, dan dewasa. menyelesaikan satu siklus hidupnya, memerlukan waktu kurang lebih tujuh bulan. Untuk stadium telur, kecoa membutuhkan waktu 30 – 40 hari sampai telur menetas. Telur kecoa diletakkan secara berkelompok. Kelompok telur kecoa dilindungi oleh selaput keras yang disebut kapsul telur atau ootheca. Satu kapsul telur biasanya berisi 30 telur. Oleh induk kecoa, kapsul telur diletakkan di tempat tersembunyi seperti sudut-sudut dan permukaan sekatan kayu dan dibiarkan sampai menetas. Namun ada beberapa jenis kecoa yang kapsul telurnya menempel pada ujung abdomen induknya sampai menetas. Peletakan kapsul kecoa bisa mencapai 30-86 kapsul per kecoa dengan interval 3-5 hari.

Sebuah kapsul telur yang telah dibuahi oleh kecoa jantan akan menghasilkan nimfa. Nimfa hidup bebas dan bergerak aktif. Nimfa yang baru keluar dari kapsul telur biasanya berwarna putih. Dengan bertambahnya umur, warna ini akan berubah warna menjadi cokelat. Seekor nimfa akan mengalami pergantian kulit beberapa kali sampai nimfa menjadi stadium dewasa. Dengan adanya sayap pada stadium dewasa, maka dapat menjadikan kecoa lebih bebas bergerak dan berpindah tempat.

Vektor yang paling sering dijumpai di atas kapal adalah kecoa. Pada umumnya kecoa merupakan binatang malam. Pada siang hari mereka bersembunyi di dalam lubang atau celahcelah tersembunyi. Kecoa yang menjadi permasalahan dalam kesehatan manusia adalah kecoa yang hidup dari sisa hewan yang mati. Aktivitas kecoa kebanyakan adalah

berkeliaran di dalam ruangan melewati dinding, pipa-pipa atau tempat sanitasi. Kecoa dapat mengeluarkan zat yang baunya tidak sedap sehingga kita dapat mendeteksi tempat hidupnya.

Jika dilihat dari kebiasaan dan tempat hidupnya, sangat mungkin kecoa dapat menularkan penyakit pada manusia. Kuman penyakit yang menempel pada tubuhnya yang dibawa dari tempat-tempat yang kotor akan tertinggal atau menempel di tempat yang dia hinggapi. Meskipun hanya sedikit bukti yang menunjukan kaitan kecoa dengan penyakit tertentu, telah diteliti bahwa kecoa membawa beberapa mikroorganisme parasit, antara lain kuman Salmonella typhimurium, Entamoeba histolytica serta poliomyelitis virus yaitu, kuman penyebab penyakit demam typhoid atau typhus, kuman penyebab diare serta virus penyebab polio. Selain itu diketahui juga bahwa kecoa juga merupakan pembawa kuman Streptococcus dan lain-lain sehingga kecoa juga dikenal sebagai serangga penular penyakit Disentri, Diare, Cholera, dan virus Hepatitis A

Salah satu subkelas dari kelas Arachnida adalah Acari (tungau), filum Artropoda. Berbeda dengan serangga (insect) dan Myriopda, kelas Arachnida tidak memiliki antene dan mandible, tetapi memiliki mata sederhana (ocelli) dan alat-alat mulut yang disebut *chelicerae* dan *pedipalps* yang beradaptasi untuk menangkap, menusuk, mengisap, atau merobek.

Tungau adalah sekelompok hewan kecil bertungkai delapan yang, bersama-sama dengan caplak, menjadi anggota Acari. Tungau bukanlah kutu dalam pengertian ilmu hewan walaupun sama-sama berukuran kecil (sehingga beberapa orang menganggap keduanya sama). Apabila kutu

sejati merupakan anggota *Insecta* (serangga), tungau lebih berdekatan dengan laba-laba dilihat dari kekerabatannya. Ada lebih dari 45 ribu jenis tungau. Para ilmuwan berpendapat, itu baru sekitar 5% dari kenyataan total jenis yang ada. Hewan ini dipercaya telah ada sejak sekitar 400 juta tahun.

Acari dapat dibagi dalam dua kelompok, yaitu kelompok yang hidup bebas dan kelompok yang bersifat parasit. Tungau yang hidup bebas merupakan kelompok yang kompleks dan sangat luas sesuai dengan habitatnya, yaitu sebagai tungau predator (*predaceaous mites*), tungau pemakan tumbuhan (*phytopagus mite*), tungau pemakan jamur (*fungivorous mite*), dan lain-lain.

Tungau yang bersifat parasit terdapat dalam beberapa ordo yang penting bagi manusia di antaranya adalah Acaridae, Pediculochelidae, Pyemotidae, Psorergatidae, Psoroptidae, dan lain-lain. Jenis-jenis tungau dan caplak ini dapat menularkan penyakit atau menjadi vektor dari parasit-parasit internal seperti filarial. Bentuk parasit dapat dibagi dalam dua kelompok, yaitu ektoparasit dan endoparasit.

Salah satu anggota family Acaridae adalah *Acarus siro* yang merupakan tungau yang dapat menyebabkan dermatitis dan alergi pada orang-orang yang bekerja di gudang biji-bijian. Tungau ini juga disebut tungau tepung yang berwarna agak kemerah-merahan; banyak terdapat di gudang-gudang penyimpanan tepung dan biji-bijian.

Pinjal adalah jenis serangga yang masuk dalam ordo Siphonaptera yang secara morfologis berbentuk pipih lateral dibandingka dengan kutu manusia yang berbentuk pipih, tetapi rata atau horizontal dengan permukaan. Serangga pinjal memiliki cirri morfologis yang sangat khas, yakni berbentuk pipih horizontal, tidak bersayap, tanpa mata majemuk, meiliki dua oseli, antenna pendek tetapi kuat, alatalat mulut dimodifikasi dalam bentuk menusuk dan mengisap, bagian eksternal tubuh memiliki struktur seperti sisir dan duri-duri, bersifat ektoparasit pada hewan-hewan berdarah panas.

Terdapat sekitar 2.000 species dan subspecies dari pinjal tersebar dalam empat family penting, yaitu family Ceratophyllidae, Leptopsyllidae, Pulicidae dan Tungidae. Jenis-jenis Penyakit yang ditularkan oleh pinjal adalah:

## 2. Penyakit Pes

Penyakit pes bersifat zoonosis yang melibatkan roden (tikus) dan pinjal. Agen penyebab utamanya adalah bakteri *Yersinia pestis (Pasteurella pestis)*. Penyakit pes dicirikan oleh ledakan-ledakan populasi tikus secara periodic yang dapat megakibatkan kematian manusia dalam jumlah yang besar terutama di daerah-daerah pedesaan. Selama ledakan populasi tikus ini terjadi, pinjal-pinjal yang terinfeksi dan lapar yang telah kehilangan inang utamanya (tikus) mencari sumber darah yang lain, termasuk manusia.

Orang-orang yang mengunjungitempat-tempat di mana baru saja terjadi kematian tikus dari penyakit pes berisiko terkena penyakit pes. Seseorang juga dapat terinfeksi dengan cara langsung memegang tikus, kelinci, kucing yang terinfeksi dan bakteri masuk melalui luka. Pes juga dapat ditularkan melalui pengisapan droplet yang sudah terinfeksi yang dikeluarkan melalui batuk oleh manusia atau hewan yang sudah terinfeksi.

#### 3. Tifus Tikus

Nama lain dari Tifus Tikus adalah *Murine Typhus* yang disebabkan oleh Rickettsia typhi yang melibatkan pinjal tikus (*Xenopsylla cheopis*) serta pinjal kucing (*Ctenocephalides felis*). Pinjal tikus merupakan vektor utama yang menularkan penyakit ini, dan terjadi melalui kontak dnegan kotoran pinjal yang mengandung riketsia atau jaringan atau melalui pengisapan darah. Di banyak tempat di dunia, infeksi M*urine Tyhpus* berasosiasi secara intim dengan tikus rumah (*Rattus-rattus*), Tikus got (*Rattus norvegicus*) dan Mencit (*Mus musculus*) dan ektoparasitnya terutama pinjal



# **RUMAH DAN KESEHATAN**

"Dan sesungguhnya Allah menjadikan bagimu rumahrumahmu sebagai tempat tinggal." (QS. An-Nahl/16:80).

"Allah Ta'ala menyebutkan kesempurnaan nikmatNya atas hambaNya, dengan apa yang Dia jadikan bagi mereka rumah-rumah yang merupakan tempat tinggal mereka. Mereka kembali kepadanya, berlindung dan memanfaatkannya dengan berbagai macam manfaat." (Tafsir Ibnu Katsir, cet. Daarusy Sya'bi, 4/509)

ingkungan selama ini telah membentuk hubungan signifikan dengan kesehatan sehingga telah banyak penelitian berkaitan dengan kedua hal tersebut. Topik ini tidak lepas pula dari keinginan manusia unuk

mendapatkan lingkungan yang sehat sehingga melalui perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, manusia membuat kondisi lingkungan sekitar tidak hanya sekadar aman dan nyaman, tetapi juga sehat. Begitu pula dengan kondisi rumah. Rumah merupakan lingkungan pertama untuk memperoleh kondisi sehat. Hal ini meningkatkan kreasi untuk membangun desain perumahan sehat. Sejak tahun 1850-an para insinyur dan profesi medis telah bekerja mengubah untuk perkotaan sama tata serta mempromosikan undang-undang tentang perumahan, lingkungan kerja dan kesehatan. Di Belanda, UU Kesehatan (1865 dan 1917) dan UU Perumahan (1901) adalah hasil kesadaran akan pentingnya peran lingkungan terhadap kesehatan. Dalam beberapa tahun terakhir, kekhawatiran masyarakat tentang risiko kesehatan yang diakibatkan faktor-faktor seperti udara, kebisingan dan masalah keselamatan dalam bangunan terus meningkat.

Di Indonesia sendiri, kondisi rumah sehat masih jauh dari harapan. Depkes RI di tahun 2006 melaporkan bahwa kondisi rumah yang memenuhi syarat sehat untuk tingkat nasional hanya 43,89%. Lalu kondisi pembuangan limbah yang memenuhi syarat sebanyak 62,11% dan kondisi jamban yang memenuhi syarat 46,54%. Khusus untuk jamban, data BPS berdasarkan hasil sensus penduduk 2010 memperlihatkan bahwa tempat buang air besar atau disebut jamban, terdiri dari jamban milik sendiri, jamban bersama yang dapat diakses oleh minimal dua keluarga, atau jamban umum dan ternyata sebanyak 18,88% tidak memiliki jamban dan sebesar 17,27% kotoran manusia tidak dibuang di tangki septik. Dalam ajaran Islam, terdapat prinsip dasar yang harus dipegangi yaitu, bahwa Allah sangat menyukai orang-orang yang bersih. Pada tataran praktis, terdapat beberapa petunjuk Rasulullah yang berkaitan dengan upaya kebersihan, khususnya dalam buang air/kotoran. Rasulullah saw. bersabda diriwayatkan oleh Abu Dawud dari Mu'az bin Jabal:

"Jauhilah tiga macam perbuatan yang dilaknat; Buang air besar di sumber air, di tengah jalan, dan di pernaungan."

Gambaran kondisi rumah di atas tentu sangat ironi karena rumah adalah tempat yang penting bagi kita untuk memenuhi kebutuhan kita secara jasmani maupun rohani. Di rumahlah seseorang melakukan segala sesuatunya. Mulai beristirahat, bersantai, belajar, dan beraktivitas lainnya. Sehingga memiliki rumah yang sehat jelas adalah kebutuhan yang penting dan merupakan nikmat yang telah diberikan kepada manusia. Allah Ta'ala berfirman, yang artinya:

"Dan sesungguhnya Allah menjadikan bagimu rumah-rumahmu sebagai tempat tinggal", QS An-Nahl/16:80.

Ibnu Katsir -rahimahullah- berkata, "Allah Ta'ala menyebutkan kesempurnaan nikmatNya atas hambaNya, dengan apa yang Dia jadikan bagi mereka rumah-rumah yang merupakan tempat tinggal mereka. Mereka kembali kepadanya, berlindung dan memanfaatkannya dengan berbagai macam manfaat." Tafsir Ibnu Katsir, cet. Daarusy Sya'bi, 4/509

Rumah yang baik, tidak harus besar dan mewah, tetapi harus memenuhi syarat kesehatan, sehingga para penghuninya dapat beraktivitas dengan nyaman. Menurut Winslow, rumah sehat memiliki beberapa kriteria, yakni dapat memenuhi kebutuhan fisiologis dan psikologis; serta dapat menghindarkan terjadinya kecelakaan dan penularan

penyakit. Agar (penghuni) rumah menjadi sehat, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan. Melalui bab ini, penulis akan membahas kondisi rumah sehat.

Menurut Suharmadi (1985), rumah merupakan tempat untuk berlindung atau bernaung dari hubungan keadaan alam sekitarnya (misalnya hujan, matahari, dan lain-lain) serta merupakan tempat untuk beristrahat setelah bertugas memenuhi kebutuhan sehari-hari. Sedangkan pengertian rumah menurut Surat Keputusan Menteri Wilayah Permukiman dan Nomor Prasarana 403/KPTS/M02002 tentang Pedoman Teknis Pembangunan Rumah Sederhana Sehat adalah bangunan yang berfungsi sebagai tempat tinggal atau hunian dan sarana pembinaan keluarga (Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2002).

Pengertian rumah sehat menurut Surat Keputusan Menteri Permukiman dan Prasarana Wilayah Nomor 403/KPTS/M02002 tentang Pedoman Teknis Pembangunan Rumah Sederhana Sehat adalah rumah sebagai tempat tinggal yang memenuhi ketetapan atau ketentuan teknis kesehatan yang wajib dipenuhi dalam rangka melindungi penghuni rumah dari bahaya atau gangguan kesehatan, sehingga memungkinkan penghuni memperoleh derajat kesehatan yang optimal (Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2002).

Menurut Winslow dan APHA (*American Public Health Association*), perumahan sehat adalah suatu tempat untuk tinggal secara permanen, berfungsi sebagai tempat untuk bermukim, beristrahat, berekreasi dan sebagai tempat berlindung dari pengaruh lingkungan yang memenuhi

persyaratan fisiologi, psikologi, bebas dari penularan penyakit dan kecelakaan.

Perumahan harus menjamin kesehatan penghuninya dalam arti luas. Oleh sebab itu diperlukan syarat perumahan. Menurut Winslow dan APHA bahwa rumah sehat harus memiliki beberapa persyaratan sebagai berikut:

### a. Memenuhi kebutuhan fisiologi

- 1) Suhu ruangan. Suhu ruangan harus selalu dijaga agar jangan banyak berubah dan sebaiknya tetap berkisar antara 18-30°C. Suhu ruangan tergantung pada suhu udara luar, pergerakan udara, kelembaban udara, dan suhu benda-benda di sekitarnya.
- 2) Pencahayaan. Rumah sehat memerlukan cahaya yang cukup. Bila cahaya yang masuk ke dalam rumah kurang terutama cahaya matahari disamping kurang nyaman juga merupakan media atau tempat yang baik untuk hidup dan berkembangnya bibit penyakit. Sebaliknya bila terlalu banyak cahaya dalam rumah akan menyebabkan kesilauan dan dapat merusak mata.
- 3) Penghawaan. Pertukaran hawa yang cukup menyebabkan hawa tetap segar. Untuk itu rumah harus cukup mempunyai jendela. Luas jendela keseluruhan adalah 10% dari luas lantai. Susunan ruangan harus sedemikian rupa sehingga udara dapat mengalir bebas bila jendela dibuka.

## b. Memenuhi kebutuhan psikologi

 Keadaan rumah dan sekitarnya, cara pengaturannya harus memenuhi rasa keindahan sehingga rumah tersebut menjadi pusat kesenangan rumah tangga yang sehat. Hadis tentang keindahan termuat dalam Shahih Muslim; 147, Sunan al-Tirmidhy; Birr; 61, dan Musnad Ahmad; Juz I; hal. 399, dan Juz IV; hal. 133, 134, dan 151.

"Sesungguhnya Allah swt. itu Maha-Indah dan menyukai keindahan."

- 2) Adanya jaminan kebebasan yang cukup bagi setiap anggota keluarga yang tinggal di rumah tersebut.
- 3) Anggota keluarga yang mendekati dewasa harus mempunyai ruangan tersendiri sehingga *privacy*-nya tidak terganggu.
- 4) Harus ada ruangan yang menjalankan kehidupan keluarga di mana semua anggota keluarga dapat berkumpul.
- 5) Harus ada ruangan untuk hidup bermasyarakat, jadi harus ada ruangan untuk menerima tamu.

Dalam hal ini Rasulullah Shallallahu alaihi wasallam bersabda: "tidak masuk surga orang yang memutuskan hubungan silaturahmi" (HR. Muslim: 2556)

## c. Mencegah penularan penyakit

Untuk mencegah penularan penyakit, rumah harus memiliki syarat-syarat :

- 1) Adanya sumber air yang sehat, cukup kualitas dan kuantitasnya.
- 2) Harus ada tempat pembuangan kotoran, sampah, dan air limbah yang baik.
- 3) Harus dapat mencegah perkembangbiakan vektor seperti nyamuk, lalat, tikus dan sebagainya.

Dalam Islam. aiaran manusia diwaiibkan memperhatikan kebersihan lingkungan sehingga tidak menimbulkan bahaya bagi seseorang karena penyakit yang dapat ditimbulkannya. Kebersihan terhadap lingkungan merupakan konsep yang dianjurkan Islam. Ajaran Islam agar menjaga kebersihan air akibat pencemaran dianjurkan. Terdapat larangan mencemari air dalam hal ini seperti kencing, buang air besar dan sebab-sebab lain yang dapat mengotori sumber air. Tanda-tanda lingkungan Islam yang sehat adalah orangnya bersih, tempat tinggalnya bersih, makanannya bersih dan tata kotanya indah (al-Fanjari, 2006).

- d. Mencegah terjadinya kecelakaan
- 1) Konstruksi rumah dan bahan-bahan harus kuat sehingga tidak mudah ambruk.
- Sarana pencegahan terjadinya kecelakaan di sumur, kolam, dan tempat-tempat lain terutama untuk anakanak.
- 3) Diusahakan agar tidak mudah terbakar.
- 4) Adanya alat pemadam kebakaran terutama mempergunakan gas.

Sedangkan Slamet (1994) mengemukakan bahwa faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kesehatan perumahan adalah:

- a. Kualitas bangunan, di mana dapat dilihat dari segi:
- 1) Bahan bangunan serta konstruksinya menentukan apakah suatu rumah mudah rusak, terbakar, lembab, panas, mudah menjadi sarang pembawa penyakit, bising dan lain-lain.

2) Denah rumah menentukan cukup tidaknya jumlah ruangan yang tersedia terhadap jumlah penghuni serta berbagai kegiatan.

### b. Pemanfaatan atau penggunaan rumah

Banyak rumah yang secara teknis memenuhi syarat kesehatan, tetapi apabila penggunaannya tidak sesuai dengan peruntukannya maka dapat terjadi gangguan kesehatan. Misalnya rumah yang dibangun untuk dihuni 4 orang tetapi dihuni oleh lebih dari semestinya.

Dari segi kesehatan, kepadatan penghuni ini sangat bermakna pengaruhnya karena kepadatan penghuni sangat menentukan insidensi penyakit maupun kematian, terutama di negara seperti Indonesia, di mana masih banyak sekali terdapat penyakit menular, penyakit pernapasan dan semua penyakit yang menyebar lewat udara menjadi lebih mudah sekali menyebar.

#### c. Pemeliharaan rumah

Segala fasilitas yang disediakan apabila tidak dipelihara dengan baik, akan menunjang terjadinya penyakit. Contohnya lantai yang tidak dibersihkan, banyak mengandung debu, tanah yang berasal dari tempat lain dapat mengandung bakteri.

Islam senantiasa mendorong umatnya untuk melestarikan lingkungan rumah agar penghuninya dapat merasakan nikmat dengan cara melarang untuk tidak mengotori halaman dengan najis atau sampah. Rasulullah saw. bersabda dari Salih ibnu abi Hassan:

إِنَّ اللهَ طَيِّبُ يُحِبِّ الطَّيِّبَ نَظِيْفٌ يُحِبُّ النَّظَافَةَ كَرِيْمٌ يُحِبُّ الْكِرَمَ جَوَادً يُحِبُّ الْجُوْدَ فَنْظِفُوا أَرَاهُ قَالَ أَفْنِيتَكُمْ وَلاَ تَشْبَهُوا بِالْيَهُوْدِ رَواه الترمذي, ۞۞: ۞۞)

"Sesungguhnya Allah itu baik, menyukai sesuatu yang baik, Allah itu bersih menyukai sesuatu yang bersih, Allah itu mulia dan menyukai kemuliaan, dan Allah itu dermawan menyukai kedermawanan. Maka bersihkanlah halaman rumahmu dan lingkunganmu dan janganlah menyerupai kaum Yahudi", (H.R. Attirmidzi) lihat Abu Isa Muhammad Ibn Isa al-Turmudzi, Sunan al-Turmudzi, Beirut: Dar al-Fikr, 1994 (Kitab al-adab bab al-nadzafah: 2799, jilid V, h. 111).

Untuk memenuhi persyaratan rumah sehat, maka beberapa hal teknis dapat menjadi arahan untuk pemenuhan syarat tersebut:

#### 1. Ventilasi Udara

Rumah sehat harus memiliki ventilasi udara yang cukup, agar sirkulasi udara lancar dan udara menjadi segar. Ventilasi udara membuat kadar oksigen di dalam rumah tetap terjaga sekaligus menjaga kelembapan rumah. Buat ventilasi udara lewat bukaan jendela. Penghawaan udara dalam rumah akan makin maksimal dengan sistem ventilasi silang atau cross ventilation. Jika tidak memungkinkan, bisa dibuat ventilasi lewat lubang-lubang angin. Selain itu, sebisa mungkin jangan menggunakan kipas angin, karena bisa menyebabkan flek pada paru-paru. Taman di teras atau di dalam rumah juga akan membantu proses produksi oksigen.

### 2. Pencahayaan

Rumah sehat harus memiliki pencahayaan alami\_yang cukup. Rumah yang kekurangan cahaya matahari sangat lembap dan tidak nyaman serta rawan terhadap bibit penyakit. Umumnya, cahaya alami didapat lewat jendela, namun jika tidak memungkinkan, cahaya bisa diperoleh dari genteng kaca. Kendati demikian, pencahayaan rumah jangan terlalu berlebihan, karena dapat membuat mata sakit dan ruangan menjadi gerah.

#### 3. Lantai

Lantai kedap air adalah syarat bagi rumah sehat. Bahannya bisa beragam: ubin, semen, kayu, atau keramik. Lantai yang berdebu atau becek selain tidak nyaman juga bisa menjadi sarang penyakit. Pemilihan material lantai sangat penting. Misalnya, keramik lantai yang licin dapat menyebabkan penghuni terpeleset.

## 4. Atap dan Langit-langit

Genteng tanah liat terbilang paling cocok untuk rumah di daerah tropis seperti Indonesia, karena lebih mampu menyerap panas matahari. Sebaiknya hindari pengunaan atap seng atau asbes, karena dapat menyebabkan hawa ruangan menjadi panas. Ketinggian langit-langit rumah juga mesti diperhatikan. Pasalnya, langit-langit yang terlalu pendek bisa menyebabkan ruangan terasa panas sehingga mengurangi kenyamanan.

# 5. Pembuangan Limbah

Setiap hari, rumah menghasilkan limbah kamar mandi, dapur, dan sampah. Rumah sehat harus memiliki *septic tank* dan pembuangan limbah air yang tidak mencemarkan tanah dan air tanah serta tidak berbau. Posisi *septic tank* sebaiknya dibuat sejauh mungkin dengan pompa air. Setiap rumah sehat memiliki tempat pembuangan sampah yang tertutup agar tidak mencemari lingkungan sekitarnya. Buatlah dua tempat sampah: untuk sampah organik dan anorganik.

#### 6. Air Bersih

Rumah sehat harus memenuhi kebutuhan air bersih bagi para penghuninya, yakni minimal 60 liter per hari per orang – untuk minum, mandi, mencuci, dan lain-lain.

#### 7. Polusi dan Kontaminasi

Polusi yang paling banyak dihasilkan rumah berasal dari asap dapur. Untuk itu, rumah sebaiknya memiliki pembuangan asap agar tidak mencemari ruangan lain. Hindari pula penggunaan cat dari bahan-bahan berbahaya, yang berpotensi mengganggu sistem pernafasan penghuni. Variabel Kondisi Rumah dalam mempengaruhi Kesehatan

#### 1. Ventilasi

Hawa segar diperlukan dalam rumah untuk mengganti udara ruangan yang sudah terpakai. Udara segar diperlukan untuk menjaga temperatur dan kelembaban udara dalam ruangan. Untuk memperoleh udara yang nyaman dalam ruangan diperlukan adanya ventilasi yang baik (Sanropie dkk., 1989).

Ventilasi yang baik dalam ruangan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

a. Temperatur udara dalam ruangan harus lebih rendah minimal 4°C dari temperatur udara luar untuk daerah tropis.

- b. Luas ventilasi 10% dari luas lantai ruangan
- c. Udara yang masuk harus bersih, tidak dicemari oleh asap dari sampah, dari pabrik, knalpot kendaraan, debu dan lain-lain.
- d. Aliran udara diusahakan *cross ventilation* dengan menempatkan lubang hawa berhadapan tempat tidur pada aliran udara (Sanropie dkk., 1989).

Pengaturan ventilasi dalam ruangan dapat diperoleh dengan menggunakan perhawaan buatan dan perhawaan alam. Pada umumnya di daerah tropis, paling banyak ditemukan perhawaan alam. Perhawaan alam ini mengandalkan pergerakan udara bebas (angin), temperatur udara luar dan kelembabannya. Selain melalui jendela, pintu dan lubang angin, maka perhawaan alam pun dapat diperoleh dari pergerakan udara sebagai hasil sifat poreus dinding ruangan, atap dan lantai.

Untuk dinding kayu, daya penghawaan tergantung dari jenis kayu, tebal kayu, cara penyambungan, pengecatan dan tergantung temperatur ruangan. Penyambungan papan yang rapat akan mengurangi pemasukan udara. Untuk dinding atau atap rumah yang terbuat dari anyaman bambu, anyaman rotan, dari daun rumbia, kulit kayu, jerami atau alang-alang, maka udara lebih banyak masuk dibanding dengan dinding papan atau tembok.

Suatu ruangan yang tidak mempunyai sistem ventilasi yang baik akan menimbulkan keadaan yang tidak nyaman bagi penghuninya karena:

- a. Kadar oksigen yang berkurang
- b. Bertambahnya konsentrasi CO2

c. Ruangan akan berbau disebabkan oleh bau tubuh, pakaian atau mulut.

Faktor lingkungan rumah seperti ventilasi juga berperan dalam penularan ISPA, di mana ventilasi dapat memelihara kondisi udara yang menyenangkan dan menyehatkan bagi manusia. Suatu studi melaporkan bahwa upaya penurunan angka kesakitan ISPA berat dan sedang dapat dilakukan di antaranya dengan membuat ventilasi yang cukup untuk mengurangi polusi asap dapur dan mengurangi polusi udara lainnya termasuk asap rokok (Departemen Kesehatan, 2004).

Penelitian yang dilakukan oleh Santoso (2002) menunjukkan bahwa kondisi ventilasi rumah yang buruk merupakan faktor risiko terjadinya pneumonia pada balita yang tinggal di rumah dengan ventilasi buruk sebesar 9,067 kali lebih besar dibandingkan dengan balita yang tinggal di rumah dengan ventilasi baik.

Penelitian mengenai hubungan ventilasi rumah dengan timbulnya ISPA-Pneumoni pada bayi dilakukan di Sumba Timur oleh Dewa Nyoman Karya (2002). Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah dengan jumlah rumah yang sama, di dalam rumah yang diberi perbaikan ventilasi ditemukan 6 kasus ISPA, dan di dalam rumah tanpa perbaikan ventilasi terdapat 16 kasus ISPA (Departemen Kesehatan, 2004).

#### 2. Kelembaban

Kelembaban adalah kandungan uap air yang terdapat di udara yang dinyatakan dalam satuan persentase (%) dan diukur menggunakan alat *hygrometer*. Uap air di udara dapat berasal dari sumber-sumber di luar rumah maupun sumber dalam rumah. Uap air dalam udara di luar rumah

pada umumnya berasal dari air yang menguap dari badanbadan air dan juga dari proses transpirasi oleh tumbuhtumbuhan. Udara yang masuk ke dalam rumah memiliki jumlah kelembaban tertentu. Selanjutnya, aktivitas dalam rumah seperti memasak, mandi dan berbagai kegiatan lainnya yang menghasilkan uap air dapat meningkatkan kelembaban dalam rumah (Associated Press, 2004).

Rumah dinyatakan sehat dan nyaman apabila memiliki suhu udara dan kelembaban udara ruangan yang sesuai dengan suhu tubuh manusia normal. Suhu udara dan kelembaban ruangan ini juga sangat dipengaruhi oleh penghawaan dan pencahayaan. Penghawaan yang kurang atau tidak lancar akan menjadikan ruangan terasa pengap atau sumpek dan akan menimbulkan kelembaban tinggi di dalam ruangan (Istiawan, 2005).

Kelembaban dalam rumah diusahakan tidak terlalu tinggi dan juga tidak terlalu rendah. Menurut Departemen Kesehatan (1999), kelembaban dalam rumah memenuhi syarat kesehatan adalah berkisar 40-70%. Apabila kelembaban dalam rumah tidak memenuhi persyaratan kesehatan maka rumah dapat menjadi tempat penularan penyakit yang baik. Untuk menjaga agar suhu dan kelembaban ruangan normal dapat dilakukan antara lain dengan mengatur keseimbangan volume udara yang masuk dan yang keluar dan mengatur pencahayaan sedemikian sehingga cukup menerangi seluruh ruangan (Istiawan, 2005).

## 3. Pencahayaan

Cahaya yang cukup untuk penerangan ruang di dalam rumah merupakan kebutuhan kesehatan manusia.

Penerangan ini dapat diperoleh dengan pengaturan cahaya buatan dan cahaya alam. Pencahayaan alam diperoleh dengan masuknya sinar matahari ke dalam ruangan melalui jendela, celah-celah dan bagian bangunan yang terbuka. Sinar ini sebaiknya tidak terhalang oleh bangunan, pohonpohon, maupun tembok pagar yang tinggi. Cahaya matahari ini berguna selain untuk penerangan juga dapat mengurangi kelembaban ruangan, mengusir nyamuk, membunuh kuman-kuman penyebab penyakit tertentu seperti influenza, tuberkulosis, dan lain-lain (Sanropie dkk., 1989).

Oleh karena itu, rumah yang sehat harus mempunyai jalan masuk cahaya yang cukup sehingga cahaya dapat menerangi seluruh ruangan. Menurut Departemen Kesehatan (1999), persyaratan pencahayaan dalam rumah adalah cahaya harus menerangi seluruh ruangan dengan intensitas minimal 60 luks dan tidak menyilaukan.

Pemenuhan kebutuhan-kebutuhan cahava untuk penerangan alami sangat ditentukan oleh letak dan lebar jendela. Untuk memperoleh jumlah cahaya matahari pada pagi hari secara optimal sebaiknya jendela kamar tidur menghadap ke timur (Sanropie dkk., 1989). Agar jendela dapat berfungsi memasukkan udara segar dan sinar matahari ke dalam ruangan, maka jendela harus dibiarkan terbuka pada siang hari. Jendela kamar tidur dikatakan tidak berfungsi apabila jendela tersebut selalu ditutup pada siang hari. Bila suatu kamar tidur memiliki jendela tetapi tidak pernah dibuka artinya jendela tersebut tidak ada artinya bagi kamar tidur, karena akan membuat ruang tidur menjadi pengap dan lembab sehingga membuat mudahnya tumbuh mikroorganisme penyebab penyakit (Direktorat Jenderal PPM & PL, 2000).

#### 4. Kamarisasi

Pada bangunan rumah perlu diperhatikan mengenai pengaturan atau pembagian ruangan atau kamarisasi. Setiap rumah hendaknya memiliki ruang yang cukup untuk bekerja, tidur santai dengan tujuan agar penghuni tetap merasa bahagia dan privasinya terjaga.

Secara umum, pengaturan atau penataan ruang dibagi atas ruang untuk istrahat atau ruang tidur, ruang tamu, ruang makan, dapur, kamar mandi dan WC.

### a. Ruang tidur

Rumah yang sehat harus mempunyai ruangan khusus untuk tidur. Ruangan tidur ini biasanya digunakan sekaligus untuk ruang ganti pakaian dan ditempatkan di tempat yang cukup tenang, tidak gaduh, jauh dari tempat bermain anakanak. Diusahakan ruang tidur ini cukup mendapatkan sinar matahari. Menurut Departemen Kesehatan (1999), luas ruang tidur minimal adalah 8 m² dan tidak dianjurkan digunakan lebih dari 2 orang tidur dalam satu ruang tidur, kecuali balita.

## b. Ruang tamu

Ruang tamu yaitu suatu ruangan khusus biasanya tersendiri dan ditempatkan di bagian yang mudah dicapai oleh tamu yang datang dari luar, oleh karena itu sebaiknya ruang tamu ditempatkan di bagian depan rumah.

# d. Ruang makan

Ruangan makan sebaiknya mempunyai ruangan khusus, ruangan tersendiri, sehingga anggota keluarga yang sedang makan tidak akan terganggu oleh kegiatan lainnya.

### e. Ruang dapur

Dapur harus mempunyai ruangan yang tersendiri, karena asap dari hasil pembakaran dapat membawa dampak negatif terhadap kesehatan. Di dapur harus tersedia alat-alat pengolahan makanan, alat-alat memasak, tempat cuci peralatan serta tempat penyimpanannya. Tersedia air bersih yang memenuhi syarat kesehatan dan mempunyai tempat penampungan sampah sementara yang baik dan tertutup.

### f. Kamar mandi dan WC

Lantai kamar mandi dan WC harus kedap air dan selalu terpelihara kebersihannya agar tidak licin. Dindingnya minimal setinggi 1,5 m dari lantai.

Tidak adanya kamarisasi akan memudahkan penularan penyakit bila satu anggota keluarga menderita penyakit terutama Balita yang rentan terhadap penyakit.

## g. Letak dapur

Dapur adalah suatu bangunan fisik yang dipergunakan untuk kegiatan memasak/ menyiapkan makanan untuk kepada keluarga atau penghuni dihidangkan (Direktorat Jenderal PPM & PL, 2000). Dapur merupakan tempat kegiatan pokok bagi rumah tangga, terutama bagi ibu, yakni merupakan tempat untuk memasak (Suharmadi, 1985). Karena itu, peran dapur dalam sebuah keluarga sangatlah vital. Dalam masyarakat tradisional, dapur tidak hanya berperan sebagai tempat untuk mengolah makanan bagi keluarga namun dapur juga berfungsi sebagai tempat berinteraksinya anggota keluarga (Utami, 2006).

Fungsi dapur di Indonesia tidak hanya sebagai tempat melakukan kegiatan masak-memasak, tapi juga sebagai tempat untuk makan bersama, menyimpan bahan makanan dan hasil panen, sebagai gudang, bahkan di daerah tertentu juga berfungsi sebagai kandang ternak. Beragamnya kegiatan yang harus diwadahi dan perbedaan budaya masyarakat menyebabkan beragamnya bentuk dan luas dapur di Indonesia (Theo, 2004).

Utami (2006) menyatakan bahwa walaupun setiap rumah memiliki dapur, tetapi kesehatan dapur sering kali terabaikan oleh masyarakat. Padahal, aktivitas memasak yang dilakukan di dapur dapat menjadi sumber polusi udara yang dapat membahayakan kesehatan penghuninya, terutama wanita dan anak-anak.

Oleh karena itu, dapur hendaknya dibuat sedemikian rupa terutama untuk mengurangi risiko kesehatan akibat polusi asap dapur. Dapur harus mempunyai ruangan yang tersendiri, baik terpisah dari rumah induk atau berada dalam rumah tetapi terpisah dengan ruangan lainnya sehingga paparan asap yang berasal dari kegiatan memasak tidak menyebar ke ruangan lainnya dalam rumah (Sanropie dkk., 1989).

Ruang dapur harus mempunyai ventilasi yang baik sehingga udara/ asap dari dapur dapat dialirkan ke luar (udara bebas). Luas dapur minimal 4 m² dan lebar minimal 1,5 m². (Sanropie dkk., 1989). Sarana pembuangan asap dapur dapat berupa lubang ventilasi dengan luas minimal 10% dari luas lantai dapur, menggunakan cerobong asap atau ada *exhaust fan* atau peralatan sejenis (Departemen Kesehatan, 2002).

Menurut Utami (2006), sebaiknya dapur berlantai semen karena akan mudah menjaga kebersihannya. Di samping itu, jenis tungku yang digunakan untuk memasak juga harus menjadi perhatian. Bila masih menggunakan tungku, sebaiknya menggunakan tungku yang layak dari segi kesehatan yakni memiliki ventilasi atau cerobong asap.

## d. Kepadatan penghuni

Kepadatan penghuni adalah jumlah luas seluruh lantai rumah dikurangi luas lantai kamar mandi dan WC dibagi jumlah penghuni. Kepadatan penghuni yang memenuhi syarat apabila hasilnya lebih besar sama dengan 8 m<sup>2</sup>/jiwa atau kepadatan penghuni di rumah minimal 1 jiwa untuk 8 m<sup>2</sup> luas lantai rumah (Dinas Kesehatan Kabupaten Ngawi, 2005).

Gove and Hugh (1983) membedakan kepadatan penghuni secara objektif dan kepadatan penghuni secara subjektif. Kepadatan penghuni secara objektif diukur secara kuantitatif pada tingkat rumah tangga dengan menghitung jumlah penghuni setiap kamar, sedangkan kepadatan penghuni secara subjektif berhubungan dengan persepsi seseorang terhadap ketersediaan ruang yang cukup dalam rumah. Hal terakhir ini oleh Ruback and Pandley (1991) disebut dengan kepadatan ruang (spatial density) yaitu ruang lantai yang tersedia untuk setiap satu orang penghuni (dalam Marshy, 1999).

Menurut *United Nations Centre for Human Settlements* (1995), penularan penyakit akan meningkat di antara orangorang yang tinggal bersama-sama di tempat yang padat penghuni. penghuni Secara spesifik, kepadatan meningkatkan risiko infeksi karena meningkatnya jumlah orang yang potensial tertular. Akibatnya, anak-anak yang tinggal di tempat yang padat penghuni menderita infeksi lebih sering dan bahkan lebih berat (dalam Marshy, 1999).

Kepadatan penghuni ruangan yang berlebihan juga akan mempengaruhi kelembaban dalam ruangan dan hal ini dapat berhubungan dengan perkembangan bibit penyakit. Kepadatan penghuni dalam rumah merupakan salah satu faktor yang dapat meningkatkan kejadianpenyakit. Buktibukti dari penelitian menunjukkan bahwa ISPA yang terjadi pada ibu dan anak berhubungan dengan kepadatan hunian rumah. Anak yang tinggal di rumah yang padat penghuni mendapatkan risiko ISPA sebesar 1.75 kali akan dibandingkan dengan anak yang tinggal di rumah yang tidak padat penghuni (Departemen Kesehatan, 2004). Krieger and Higgins (2002) menyatakan bahwa kepadatan penghuni berhubungan dengan penularan penyakit tuberkulosis dan infeksi saluran pernapasan.

### e. Sumber polusi udara dalam rumah

Polusi udara dalam ruangan merupakan masalah kesehatan masyarakat utama di dunia. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi beberapa polutan terdapat lebih tinggi di dalam ruangan daripada di luar ruangan. Selain itu, adanya polutan dalam ruangan, walaupun dalam konsentrasi rendah, dapat menimbulkan akibat yang penting karena periode pemaparan yang lama. Orang-orang menghabiskan 80-90% waktunya di dalam ruangan (Simoni et al, 2003).

Polutan udara dapat meningkatkan kejadian penyakit pernapasan dengan mempengaruhi mekanisme cara pertahanan spesifik nonspesifik terhadap dan mikroorganisme saluran patogen pada pernapasan. Mekanisme nonspesifik meliputi filtrasi dan pembersihan partikel-partikel oleh saluran napas bagian atas, alat-alat mukosiliar pada trakhea dan bronkus, komponen yang meningkatkan fagositosis pada cairan permukaan epitel, dan fagositosis dan pembunuhan organisme infektif oleh sel-sel pada saluran pernapasan dan makrofag alveolus. Mekanisme spesifik meliputi berbagai komponen kekebalan seluler dan humoral. Imunoglobulin yang khas untuk organisme tertentu meningkatkan fagositosis; kekebalan yang diperantarai oleh sel diperlukan untuk membunuh mikroorganisme yang mampu hidup dalam makrofag alveolus (Smith et al, 2000).

Polusi udara yang berasal dari rumah tangga terutama terjadi karena aktivitas penghuninya antara lain penggunaan bahan bakar biomassa untuk memasak dan asap rokok.

### a. Penggunaan Bahan Bakar Biomassa.

Bahan bakar biomassa adalah bahan yang berasal dari tumbuhan atau hewan yang dibakar oleh manusia (Bruce et al, 2002). Biomassa terutama dalam bentuk kayu bakar danimbah pertanian merupakan sumber energi dunia yang tertua, dan hingga kini masih merupakan sumber energi utama di pedesaan. Diperkirakan secara global hampir dua setengah milyar orang menggunakan biomassa sebagai sumber energi utamanya, bahkan di negara berkembang dengan pendapatan per kapita yang masih rendah penggunaan bahan biomassa mencakup 95% sebagai sumber energi rumah tangga (Saldiva and Miraglia, 2004).

Penggunaan biomassa sebagai bahan bakar untuk kegiatan memasak menimbulkan asap yang dapat membahayakan kesehatan manusia. Asap dari pembakaran biomassa menghasilkan sejumlah besar polutan udara yang membahayakan kesehatan seperti bahan partikulat, karbon monoksida, nitrogen oksida, formaldehid, benzene, 1,3 butadiene, hidrokarbon aromatik polisiklik (seperti

benzo(a)pyrene) dan banyak senyawa organik toksik lainnya (Mishra et al, 2005).

Paparan terhadap asap dari bahan bakar biomassa merupakan penyebab penting masalah kesehatan seperti ISPA pada anak, penyakit paru obstruksi kronis (seperti bronkitis kronis dan asma), kanker paru dan gangguan yang berhubungan dengan hasil kehamilan. Perkiraan secara global menunjukkan bahwa sekitar 2,5 juta kematian setiap tahun akibat paparan dalam ruangan di negara-negara sedang berkembang, dan merupakan 4-5% dari sekitar 50-60 juta kematian yang terjadi setiap tahunnya di seluruh dunia (Bruce et al, 2002).

Asap dari bahan bakar biomassa merupakan penyebab penting polusi udara dalam ruangan dan merupakan salah satu faktor predisposisi ISPA. Paparan terbesar dari asap bahan bakar biomassa mungkin dialami oleh wanita, bayi dan anak-anak. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar biomassa mempunyai hubungan dengan kejadian ISPA pada balita (Sharma et al, 1998).

Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa polutan bakar udara dalam asap bahan biomassa yang membahayakan saluran pernapasan antara lain partikulat (PM<sub>10</sub> dan PM<sub>2,5</sub>), formaldehid, dan nitrogen oksida. Partikel-partikel kecil yang berdiameter kurang dari 10 mikron (disebut PM<sub>10</sub>) dan khususnya yang berdiameter kurang dari 2,5 mikron (PM<sub>2,5</sub>) mampu menyusup lebih dalam ke paru-paru dan tampaknya mempunyai potensi terbesar merusak kesehatan. Partikulat (PM<sub>10</sub> dan PM<sub>2,5</sub>) juga menyebabkan iritasi, peradangan dan peningkatan reaktivitas bronkus, mengurangi fungsi mukosilia dalam membersihkan benda asing yang masuk ke saluran pernapasan serta mengurangi respon makrofag dan kekebalan lokal, sehingga meningkatkan kejadian infeksi pada saluran pernapasan. Formaldehid menyebabkan iritasi pada saluran pernapasan dan nasofaring sehingga meningkatkan kerentanan terhadap infeksi pada saluran pernapasan. Nitrogen dioksida meningkatkan reaktivitas bronkus dan meningkatkan kerentanan paru terhadap infeksi bakteri dan virus (Bruce et al, 2002).

Tingginya kandungan polutan udara dari bahan bakar biomassa pada umumnya disebabkan oleh proses pembakaran yang tidak sempurna akibat penggunaan tungku yang masih sederhana terutama di daerah pedesaan.

Menurut Bruce et al (2002), akibat pembakaran yang tidak sempurna menyebabkan emisi yang tinggi yang seringkali bersama-sama dengan ventilasi yang kurang menghasilkan tingkat polusi dalam ruangan yang sangat tinggi (Bruce et al, 2002).

Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa infeksi saluran pernapasan akut telah diketahui berhubungan dengan polutan dari penggunaan bahan bakar dalam rumah untuk memasak. Konsentrasi polutan berbahaya yang berasal dari asap dapur menghasilkan karbon monoksida dan gas-gas berbahaya lainnya antara 7 sampai 500 kali dari batas yang diizinkan (Tun et al, 2005).

Penelitian Mishra (2003) menunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar biomassa untuk memasak berhubungan dengan kejadian ISPA pada anak-anak. Anakanak yang tinggal di rumah yang memakai bahan bakar biomassa memiliki risiko dua kali lebih besar menderita ISPA dibandingkan dengan anak-anak yang tinggal di rumah

yang memakai bahan bakar gas alam/LPG atau listrik untuk memasak.

Hasil penelitian Mishra and Retherford (1997) memperlihatkan bahwa kesakitan dan kematian akibat penyakit saluran pernapasan dapat dicegah dengan mengurangi polusi udara dalam rumah dari bahan bakar biomasa yang digunakan untuk memasak.

## b. Asap rokok

Rokok terdiri dari daun tembakau kering dan bahan-bahan yang ditambahkan untuk cita rasa dan bahan lainnya. Lebih dari 4.000 senyawa telah diidentifikasi terdapat dalam rokok dan asap rokok. Di antaranya terdapat 60 senyawa yang diketahui bersifat karsinogen (dapat menyebabkan kanker). Ada ratusan zat yang ditambahkan oleh pabrik ke dalam rokok untuk meningkatkan rasa atau untuk membuat rokok lebih menyenangkan.

Beberapa senyawa ini ditemukan dalam asap rokok seperti ammonia, tar dan carbon monoksida. Di samping itu, rokok juga mengandung nikotin yaitu zat adiktif yang terdapat dalam rokok, dan ditemukan dalam semua jenis rokok (American Cancer Society, 2006).

Paparan oleh asap rokok dapat terjadi baik secara aktif maupun pasif. Paparan asap rokok aktif adalah paparan asap rokok yang dialami oleh perokok sendiri. Paparan asap rokok pasif (passive smoke, environmental tobacco smoke, secondhand smoke) didefinisikan sebagai paparan asap dari pembakaran terhadap produk seseorang tembakau oleh orang lain (Jaakola & Jaakola, 1997). Asap rokok pasif merupakan campuran dua bentuk asap yang berasal dari pembakaran produk tembakau yakni asap sidestream (asap yang berasal dari rokok yang terbakar) dan asap mainstream (asap yang dihembuskan oleh perokok) (American Cancer Society, 2003).

Merokok sigaret bertanggung jawab pada sedikitnya 30% dari seluruh kematian akibat kanker. Rokok merupakan penyebab utama kanker paru, laring, rongga mulut, faring dan esofagus, dan ikut menyebabkan perkembangan kanker kandung kemih, pankreas, leher rahim, lambung dan leukemia (American Cancer Society, 2006).

Menurut American Cancer Society (2006), rokok merupakan penyebab sekitar 87% kematian pada kanker paru. Rokok juga merupakan penyebab utama penyakit jantung, aneurisma, bronkitis, emfisema, dan stroke, dan berperan memperberat penyakit asma dan ISPA-pneumonia. Di samping itu, rokok mempunyai efek merusak kesehatan reproduksi wanita, menyebabkan fertilitas berkurang dan risiko lebih tinggi kelahiran prematur, lahir mati, kematian bayi, dan menyebabkan berat badan lahir rendah.

Smith et al (2000) menyatakan bahwa asap rokok merupakan faktor penting yang meningkatkan kerentanan anak pada infeksi pernapasan. Partikulat dan gas dari asap rokok memberikan pengaruh merugikan pada fungsi silia. Komponen gas yang penting meliputi nitrogen oksida, ammonia, sianida, aldehida, keton, akrolein, dan asam. Nitrogen dioksida telah diketahui memiliki pengaruh merugikan pada alat-alat mukosiliar dan mekanisme kekebalan seluler dan humoral. Campuran yang kompleks antara sulfur dioksida dan partikulat dapat mengurangi efektivitas pertahanan pejamu (host) melawan agen-agen mikroba dan peradangan saluran pernapasan. Ozon telah

diketahui menyebabkan peradangan saluran pernapasan, peningkatan permeabilitas bronkoalveolar, dan gangguan fungsi makrofag. Menurut Jaakola and Jaakola (1997) paparan asap rokok dapat menimbulkan iritasi mata, hidung, tenggorokan dan saluran pernapasan serta meningkatkan risiko ISPA pada anak.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa anak yang terpapar oleh asap rokok dalam rumah lebih rentan terhadap penyakit-penyakit pada saluran pernapasan dibandingkan dengan anak yang tidak terpapar (Jedrychowski and Flak, 1997). Penelitian Koch et al (2003) menunjukkan bahwa paparan asap rokok secara pasif merupakan faktor risiko terjadinya ISPA (RR=2,1). Hasil vang sama juga ditunjukkan dari penelitian Spengler et al menunjukkan bahwa gejala (2004) yang gangguan pernapasan pada anak-anak berhubungan antara lain dengan paparan asap rokok.

Penelitian yang dilakukan oleh Yulianti (2001) mengenai faktor-faktor risiko kejadian pneumonia pada anak balita menunjukkan bahwa status gizi dan asap rokok merupakan faktor risiko utama yang berhubungan dengan kejadian pneumonia pada balita di Banjarmasin. Pengaruh rokok terhadap ISPA juga ditunjukkan oleh penelitian Mishra et al (2004) yang menyatakan bahwa asap rokok mempunyai hubungan yang bermakna dengan kejadian ISPA.



# GEOGRAFI PESISIR DAN KESEHATAN

"Apakah kamu tiada melihat bahwasanya Allah menundukkan bagimu apa yang ada di bumi dan bahtera yang berlayar di lautan dengan perintah-Nya."

(QS. Al Hajj [22]: 65).

Sekitar tujuh persen area daratan muka bumi ini terdiri atas pulau-pulau kecil. Dari jumlah tersebut Indonesia berkontribusi besar terhadap jumlah pulau-pulau kecil di dunia, tidak kurang dari 17.000 pulau-pulau kecil (Tahir, 2010). Pulau-pulau kecil ini tergolong unik ditinjau dari segi biofisik, geografi, penduduk yang mendiami, budaya dan daya dukung lingkungannya (Beller, 1990). Di sisi lain pulau-pulau kecil juga memiliki banyak keterbatasan antara

lain ukuran pulau yang bahkan sangat kecil. Konsekuensinya adalah keterbatasan lahan untuk mendukung (carrying capacity) kebutuhan hidup manusia, termasuk keterbatasan lahan bagi berbagai buangan (limbah) hasil aktivitas manusianya. Letak atau lokasi pulau yang jauh dari daratan bahkan terpencil (remote area) adalah keterbatasan lain. Karakteristik pulau-pulau kecil tersebut menyebabkannya menjadi salah satu kawasan yang rentan (vurnerable). Kerentanan (vurnerability) merupakan salah satu aspek yang mendapat perhatian banyak pihak. Negara-negara kelompok Small Island Development (SIDS) State memberikan perhatian yang serius terhadap kajian kerentanan pulau-pulau kecil (SOPAC, 2005). Mereka bekerja secara kontinyu mengembangkan indeks lingkungan indeks lainnya kerentanan dan yang menggambarkan status negara-negara kepulauan (Tahir, 2010).

Agenda prioritas kesehatan memasuki abad 21 adalah masalah kesehatan kepulauan, atau lebih tepat kesehatan masyarakat pulau pulau kecil, termasuk pulau pulau terpencil dekat perbatasan (Tuwo, 2013). Pulau kecil di Indonesia amat beragam, mulai dari sebuah ekosistim gunung berapi atau vulkanik, hingga pulau karang yang miskin mineral atau *micronutrient* esensial yang diperlukan bagi manusia (Achmadi, 2009).

Jumlah penduduk yang terus meningkat diperkirakan hingga tiga perempat dari penduduk dunia pada tahun 2020 akan menempati wilayah pesisir, sehingga memungkinkan eksploitasi kawasan pesisir dan pulau-pulau kecil akan semakin bertambah sementara lahan dan sumber daya alam pulau-pulau kecil sangat terbatas (UNEP, 2013).

Kehidupan keseharian masyarakat yang hidup di pulau-pulau kecil dan terisolir, terpapar dengan risiko kesehatan antara lain kurangnya ketersediaan air bersih yang berkualitas, minimnya ketersediaan makanan yang bergizi dan terbatasnya pelayanan kesehatan, kondisi perumahan yang padat dan kurang memenuhi syarat kesehatan sehingga mudah terinfeksi dengan vektor dan penyakit vang berkembang. iuga mendukung agen terciptanya sanitasi yang buruk (Massie & Kandau, 2012). Sanitasi umumnya mengacu pada penyediaan fasilitas dan jasa untuk pembuangan yang aman dari urin dan tinja manusia. Sanitasi yang tidak memadai merupakan penyebab utama penyakit di seluruh dunia. Peningkatan sanitasi memiliki dampak yang signifikan terhadap kesehatan baik di rumah tangga dan di masyarakat. Kata sanitasi juga mengacu pada pemeliharaan kondisi higienis, seperti pengumpulan sampah dan pembuangan air limbah (WHO, 2013).

Dalam teori kesehatan lingkungan, penduduk atau masyarakat yang tinggal dalam kawasan yang tertutup atau terisolasi maka akan menghadapi berbagai masalah kesehatan yang lebih berakar atau *bounded* kepada ekosistem di mana masyarakat bertempat tinggal (Achmadi, 2005). Karakteristik masyarakat terutama di wilayah terpencil dalam hal ini adalah pulau kecil terisolir, kurang memahami pentingnya sanitasi bagi kesehatan mereka, yang salah satunya disebabkan rendahnya pengetahuan mereka. Sehingga perilaku-perilaku berisiko yang berhubungan dengan kesehatan memungkinkan untuk terjadi (Asnawati, 2009).

Berbagai hasil penelitian menunjukkan ada variasi risiko kesehatan lingkungan pada jenis pulau yang sama

disebabkan oleh variabilitas ecological system (Ruslan, 2008). Hal ini menunjukkkan bahwa masyarakat pulaupulau kecil sangat rentan terhadap risiko kesehatan lingkungan. Secara nasional, sanitasi dasar atau bahaya yang muncul dari permasalahan lingkungan dan faktor-faktor risiko kebersihan serta perilaku yang tidak higienis atau berisiko, menyumbang 19% kematian di dunia akibat penyakit-penyakit infeksi. Untuk Indonesia sendiri, masalah kesehatan lingkungan dalam hal ini adalah sarana sanitasi pulau-pulau kecil masih sangat memprihatinkan. Belum optimalnya sanitasi di Indonesia ini ditandai dengan masih tingginya angka kejadian penyakit infeksi dan penyakit menular di masyarakat (Badu, 2012). Prevalensi penyakit akibat sanitasi buruk di Indonesia adalah penyakit diare sebesar 72%, kecacingan 0,85%, scabies 23%, trakhoma 0,14%, hepatitis A 0,57%, hepatitis E 0,02% dan malnutrisi 2.5%. serta kasus kematian akibat sanitasi (Mukherjee, 2011).

Oleh karena itu, untuk memahami kondisi penduduk pulau serta ancaman bahaya lingkungan dan perilaku berisiko lainnya terhadap kesehatan, dibutuhkan sebuah data berbasis bukti (evidence-base data) untuk menjadi dasar pertimbangan pemerintah dalam rencana pengembangan daerah, oleh karena pengembangan suatu daerah bukan hanya bertitik pada luas wilayah dan jumlah penduduk, akan tetapi juga didasarkan pada karakteristik wilayah yang membentuk kawasan tersebut.

Penilaian risiko kesehatan lingkungan menjadi alternatif langkah awal untuk mendapatkan data permasalahan-permasalahan kesehatan di pulau-pulau kecil. Penilaian risiko kesehatan lingkungan dalam hal ini juga dikenal dengan *Environmental Health Risk Assessment* 

(EHRA), yaitu suatu studi untuk memahami kondisi fasilitas sanitasi dan perilaku-perilaku yang berisiko pada kesehatan masyarakat. Fasilitas sanitasi yang akan diteliti mencakup Sumber Air Bersih (SAB), fasilitas jamban yang sehat, tempat sampah rumah tangga, dan Saluran Pembuangan Air Limbah (SPAL) rumah tangga. Untuk perilaku, yang dipelajari adalah perilaku Cuci Tangan Pakai Sabun (CTPS) dan perilaku pemilahan sampah dan buang air besar sembarangan (ISSDP, 2007).

Beberapa kajian kerentanan pesisir dan pulau-pulau kecil Indonesia telah banyak dilakukan di berbagai tempat dengan berbagai metode dan atribut kerentanan yang digunakan. Pada umumnya, indeks kerentanan pulau-pulau kecil yang dikembangkan saat ini fokus pada sistem sosial dan ekonomi, dan sebahagian kecil kajian kerentanan fokus pada kerentanan lingkungan (Atkins et. al. 1998). Kajian kerentanan lingkungan yang sudah dilakukan dalam mengkaji kerentanan pulau-pulau kecil mengacu pada indikator indeks kerentanan pesisir (coastal vulnerability index) oleh Gornitz (1992) dan indeks kerentanan lingkungan (environmental vurnerability index) dikembangkan oleh SOPAC (1999). Penelitian kerentanan lingkungan yang mengacu pada konsep SOPAC telah dilakukan oleh Kaly dan Prat (2002), Gowrie (2003) dan Turvey (2007). Selain itu juga terdapat beberapa penelitian vang berkaitan dengan kerentanan pesisir yang dilakukan oleh Pendleton (2004), Boruff (2005), Doukakis (2005), Demirkesen (2008), Rao et. al. (2008), dan Al Jeneid et. al (2008).

Kajian kerentanan pulau-pulau kecil merupakan pengelolaan pulau-pulau bagian dari kecil secara berkelanjutan (Tahir, 2010). Hal ini berarti bahwa kajian kerentanan pulau-pulau kecil hendaknya memberikan kontribusi bagi perencanaan dan kebijakan pengelolaan pulau-pulau kecil berkelanjutan. Olehnya itu penelitian ini dilakukan dalam rangka mengembangkan model penilaian tingkat kerentanan lingkungan secara spesifik dari aspek kesehatan lingkungan, mengacu pada konsep kerentanan oleh Turner et. al. (2003); Fussel dan Klein (2005) dan Mezger et al. (2006) yang mengintegrasikan aspek risiko (risk) sebagai resultante dari interaksi bahaya (hazard) dan keterpaparan (exposure), kemampuan adaptasi dan (adaptive capacity). Pulau-pulau kecil Indonesia memiliki hamparan yang sangat luas, oleh karena itu dipilih 8 pulaupulau kecil berpenghuni yang berada pada gugus Pulau 9 Kabupaten Sinjai dan 8 pulau-pulau kecil berpenghuni dalam wilayah Kota Makassar. Penelitian ini dimaksudkan untuk memberikan kontribusi dalam memperkaya metode dan pendekatan dalam mengkaji kerentanan pulau-pulau kecil di Indonesia dan selanjutnya dapat digunakan dalam dan pengelolaan pulau-pulau perencanaan kecil berkelanjutan di Indonesia.

Sekitar 60% dari populasi dunia berdiam di kawasan selebar 60 km dari pantai dan diperkirakan akan meningkat menjadi 75% pada tahun 2025. Dari 23 megapolitan di dunia 16 di antaranya terletak di kawasan pesisir dan pulau-pulau kecil. Termasuk Indonesia, adalah negara kepulauan dengan jumlah tidak kurang dari 17.000 pulau. Berbagai potensi masalah yang saling terkait dan tumpang tindih seperti sebuah rantai makanan, terutama antara kondisi lingkungan sebagai faktor risiko dengan kesehatan masyarakat pesisir dan pulau kecil antara lain ketersediaan air bersih dalam jumlah yang cukup dan kualitas baik, limbah cair dan padat,

sanitasi dasar, keterbatasan bahan pangan serta perubahan iklim dan cuaca yang tidak menentu. Perlunya suatu inovasi kebijakan yang berwawasan terobosan dan pendekatan ekosistem, karena kita dihadapkan pada suatu berat terhadap kenyataan permasalahantantangan permasalahan di wilayah ekosistem pesisir dan pulau-pulau kecil, sebagai berikut: (1) Perubahan iklim dunia (global climate change); (2) Ekosistem-ekosistem yang rapuh (fragile ecosystems); (3) Erosi tanah, degradasi kualitas lahan karena pencemaran; (4) Terbatasnya sumberdaya air tawar; (5) Limbah yang tidak diolah dan langsung dibuang ke lingkungan: dan (6) Permasalahan kritis pada kesehatan masyarakat.

Pertumbuhan penduduk yang terus meningkat ditengah ukuran pulau yang kecil menurunkan daya dukung lingkungan. Diperberat lagi dengan laju timbulan limbah baik padat maupun cair serta perilaku kesehatan yang buruk menyebabkan pulau-pulau kecil menjadi wilayah berisiko terhadap bahaya terkait kesehatan lingkungan.

Karakteristik masyarakat terutama di wilayah terpencil dalam hal ini adalah pulau kecil terisolir, kurang memahami pentingnya sanitasi bagi kesehatan mereka, yang salah satunya disebabkan rendahnya pengetahuan mereka. Sehingga perilaku-perilaku berisiko yang berhubungan dengan kesehatan memungkinkan untuk terjadi (Asnawati, 2009). Kerentanan suatu pulau sangat dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal dari sistem pulau itu sendiri (Tahir, 2010). Hal ini menunjukkan bahwa masyarakat pulau-pulau kecil sangat rentan terhadap risiko kesehatan lingkungan.

Pulau-pulau kecil memiliki tingkat kerentanan lingkungan yang tinggi Briguglio (2003). Salah satu alasan kerentanan lingkungan bagi pulau-pulau kecil, yaitu keterbatasan asimilasi dan daya dukung, akan berimplikasi pada permasalahan pengelolaan limbah, persediaan air dan yang menyangkut ukuran teritorial pulau-pulau kecil.

Perbedaan karakteristik pulau kecil juga ikut menentukan perbedaan tingkat kerentanan lingkungan antara satu pulau dengan pulau lainnya (Ruslan, 2008; Tahir, 2010). Hal ini sejalan dengan apa yang dikemukakan Campbell (2006) dalam mengkaji implikasi tipe pulau dengan gangguan alam di kawasan Pasifik. Pulau-pulau kecil berkarakter sebagai pulau datar berbeda dengan pulau-pulau kecil yang berkarakter berbukit (Tahir, 2010).

Perbedaan karakteristik kecil. pulau-pulau memerlukan upaya atau pendekatan yang berbeda pula dalam menyusun strategi adaptasi. Turner et. al. (2003) mengemukakan bahwa untuk mengurangi tingkat kerentanan pulau-pulau kecil, upaya yang dapat dilakukan dengan meningkatkan kemampuan adaptasi adalah (adaptive capacity) masyarakat dari suatu pulau kecil. adaptasi pulau-pulau Kemampuan kecil (lingkungan masyarakatnya) dapat ditingkatkan maupun melakukan intervensi kebijakan, baik melalui peningkatan kemampuan adaptasi alamiah dari sistem pulau-pulau kecil itu sendiri (termasuk masyarakat pulau sebagai bagian dari sistem) maupun melalui penmbangunan infrastruktur (kesehatan).

Lingkup kajian kerentanan pulau-pulau kecil sangat luas dan beragam, sebagaimana halnya dengan batasan dan pengertian kerentanan pulau-pulau kecil yang juga memiliki pengertian cukup luas. Dilihat dari aspek kajian kerentanan, kerentanan pulau kecil dapat dibedakan menjadi 3 jenis, kerentanan ekonomi. kerentanan sosial kerentanan lingkungan. Masing-masing jenis kerentanan ini memiliki atribut dan tujuan yang berbeda-beda dalam melihat kerentanan suatu pulau-pulau kecil. Penelitian kerentanan pulau-pulau kecil ini merujuk kepada kerentanan lingkugan, yaitu kerentanan yang disebabkan faktor-faktor lingkungan baik oleh aspek geofisik. biologi/ekologi maupun manusia. Aspek geofisik yang dikaji seperti potensi terjadinya banjir/ROB, aksesibilitas atau jarak pulau dari *mainland*. Aspek biologi/ekologi mencakup aspek kepadatan penduduk, aktivitas pemanfaatan lahan pemukiman penduduk serta aspek kesehatan lingkungan pulau-pulau kecil. Adapun aspek manusia mencakup perilaku baik dan buruk berkaitan dengan kesehatan.

Kajian spesifik kerentanan lingkungan yang sudah dilakukan oleh beberapa peneliti, juga memiliki perbedaan baik dan sisi parameter yang dikaji maupun pendekatan yang digunakan. Salah satu konsep yang sering digunakan dalam kajian kerentanan adalah seperti yang dikemukakan Fussel dan Klein (2006) dan Turner et al. (2003). Konsep kajian kerentanan yang dikemukakan Turner et al. (2003), menyajikan pendekatan kajian yang fleksibel, di mana cakupan kajian kerentanan dapat mencakup wilayah yang sangat luas ataupun lingkup yang sempit (lingkup global, regional dan lokal). Perbedaan kedua konsep tersebut di atas adalah terletak pada lingkup kajian, di mana konsep yang dikemukakan Fussel dan Klein (2006) lebih fokus kepada kerentanan karena perubahan iklim (*climate change*) sedangkan konsep yang dikemukakan Turner et al.

(2003) mencakup aspek yang lebih luas, tidak terbatas pada perubahan iklim. Namun demikian, kedua konsep kerentanan ini memiliki kesamaan dalam mendefinisikan kerentanan, yaitu kerentanan merupakan fungsi dari bahaya, risiko, dan kapasitas adaptif (*adaptive capacity*).

Kajian ini lebih mengacu kepada konsep Turner (2003), di mana kerentanan pulau-pulau kecil dilihat dari faktor lain selain perubahan iklim. Parameter atau indikator kerentanan pulau-pulau kecil dijabarkan ke dalam dimensi bahaya, risiko dan *adaptive capacity*, yang masing-masing parameter dideterminasi dengan pendekatan *vulnerability scoping diagram*/diagram pelingkupan kerentanan (Polsky et al. 2007).

Tekanan perubahan alam dan aktivitas manusia akan mempengaruhi keberadaan dan sistem yang terdapat di suatu pulau kecil. Seberapa besar pengaruh ini sangat ditentukan oleh tingkat bahaya, risiko yang muncul sebagai resultante dari interaksi bahaya dan paparan serta kapasitas adaptif dari pulau tersebut. Penelitian ini memformulasikan indeks kerentanan lingkungan pulau-pulau kecil, yang kemudian melakukan verifikasi terhadap model kerentanan yang dibangun pada 16 pulau-pulau kecil yang tersebar di dua kabupaten/kota Makassar dan Sinjai. Gugus pulau pada dua kabupaten/kota ini memiliki karakteristik yang berbeda baik dan aspek geografis, demografi, kondisi sosial ekonomi masyarakatnya yang tentu saja berimplikasi pada perbedaan status kesehatan lingkungan pulau.

Kajian kerentanan sudah dimulai sejak tahun 1970. Kajian kerentanan yang banyak dilakukan saat mi mencakup aspek yang lebih luas dibandingkan kajian kerentanan sebelumnya (Lewis 2009). Namun demikian, kajian kerentanan ini lebih banyak fokus pada aspek sosial ekonomi, yang secara geografi memiliki karakteristik yang spesifik (Atkins, 1998). Indeks kerentanan ekonomi di antaranya dikembangkan Briguglio (1995, 1997), The Commonwealth Secretariat (Wells 19%, 1997); Pantin (1997), Atkins et al. (1998), the Caribbean Development Bank (Crowards 1999), dan Adrianto dan Matsuda (2004).

Indeks kerentanan lingkungan pulau-pulau kecil oleh negara-negara kepulauan dikembangkan dalam kelompok SIDS (Small Island Development States). Indeks kerentanan lingkungan ini telah diaplikasikan oleh Kaly dan Pratt (2000), Gowrie (2003), dan Turvey (2007) untuk menilai kerentanan beberapa negara kepulauan.

Pendekatan yang digunakan dalam penentuan indeks kerentanan lingkungan ini adalah dengan memasukkan berbagai parameter yang berkaitan dengan tekanan dan faktor iklim, non iklim dan manusia. Kajian kerentanan (indeks kerentanan) khususnya terhadap pesisir (coastal vulnerability indeks) juga banyak dilakukan dengan mengacu kepada konsep yang dikemukakan Gornitz (1992) seperti yang dilakukan Pendleton et al. (2004); Boruff et al. (2005); Doukakis (2005), Demirkesen et al. (2008), Rao et al. (2008), Al-Jeneid et al. (2008) dan DKP (2008).

Berdasarkan konsep kerentanan yang diacu dalam penelitian ini, bahwa kerentanan merupakan fungsi dari *hazard exposure, sensitivity,* dan adaptive capacity. penelitian ini memiliki kelebihan dibandingkan kajian-kajian kerentanan lingkungan yang telah dilakukan sebelumnya. Kelebihan tersebut terkait dengan diintegrasikannya aspek kesehatan lingkungan (termasuk aspek perilaku yang berkaitan dengan kesehatan masyarakat) pulau-pulau kecil dalam menghitung indeks kerentanan lingkungan pulaupulau kecil. Perilaku sehat pada umumnya mampu menekan atau memperkecil kerentanan masyarakat pesisir dan pulaupulau kecil akan risiko kesehatan lingkungan yang dalam penelitian ini disebut dengan kemampuan adaptasi atau kapasitas adaptif. Dengan menggunakan konsep kerentanan ini, dapat diketahui seberapa besar peran perilaku sehat tersebut mampu menekan kerentanan yang disebabkan oleh risiko kesehatan lingkungan yang muncul. Salah satu karakteristik kerentanan adalah bersifat dinamik. Menurut Preston dan Stafford-Smith (2009) kerentanan akan selalu mengalami perubahan, karena adanya perubahan faktorfaktor yang berhubungan dengan kerentanan itu sendiri. mengkonstruksi Dengan model indeks kerentanan lingkungan yang baru dengan mengintegrasikan parameter kesehatan lingkungan maka kebaharuan dan penelitian ini adalah terformulasikannya model baru dalam menghitung indeks kerentanan lingkungan pulau-pulau kecil yang juga mengkuantifikasi peran kesehatan lingkungan di pulaupulau kecil untuk menurunkan kerentanan lingkungan baik kerentanan sesaat maupun dinamika kerentanan.



# PERUBAHAN IKLIM DAN KESEHATAN

"Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi sesudah Tuhan memperbaikinya. Yang demikian itu lebih baik bagimu jika betul-betul kamu orang-orang yang beriman". (QS. Al-A'raf [7]: 85)

enaikan suhu muka bumi global atau biasa dikenal dengan istilah pemanasan global (*global warming*) merupakan salah satu contoh dari apa yang disebut perubahan iklim. Di mana perubahan iklim secara umum didefinisikan sebagai perubahan variabel iklim yang terjadi secara berangsur-angsur dalam jangka waktu antara 50 – 100 tahun. Sedangkan variabel iklim yang dimaksud antara lain adalah temperatur/ suhu udara, kelembaban udara, tekanan atmosfer, kondisi awan, intensitas sinar matahari, curah hujan, dan angin. Terjadinya pemanasan global telah

diidentifikasi oleh Intergovermental Panel on Climate Change (IPPC) di Genewa Tahun 1996. Indikasi terdapatnya pemanasan global tersebut dapat ditunjukkan oleh adanya data peningkatan suhu rata-rata dunia sebesar 0.3°C sampai 0.6°C. Di mana data tersebut didasarkan pada data pengukuran di akhir Abad 19 dengan data pengukuran diakhir tahun 1980-an dan awal tahun 1990-an. Dengan berubahnya temperatur maka variabilitas iklim lainnya sangat mungkin akan berubah. Sebagai contoh, perbedaan perubahan suhu di permukaan bumi akan berakibat pada pola angin. Perubahan pola perbedaan angin berimplikasi pada perawanan (kondisi awan) suatu wilayah yang akhirnya berpengaruh pada pola hujannya. Dan perubahan pola hujan akan berimplikasi pada kehidupan manusia dan makluk hidup yang ada di dalamnya (Suwedi, 2005).

Dengan makin meningkatnya jumlah penduduk yang disertai dengan meningkatnya kegiatan manusia terutama dalam bidang transportasi, maka pakar-pakar atmosfer dunia memprediksi akan terjadi kenaikan suhu di seluruh permukaan bumi yang dikenal dengan pemanasan global. Pemanasan global ini terjadi sangat cepat karena disebabkan peningkatan Efek Rumah Kaca dan Gas Rumah Kaca.

Proses Efek Rumah Kaca dapat diterangkan sebagai berikut. Energi matahari yang masuk ke bumi mengalami :

- 1) 25 % dipantulkan awan atau bagian lain di atmosfer
- 2) 25 % diserap awan
- 3) 45 % diadsorpsi permukaan bumi
- 4) 5 % dipantulkan kembali oleh permukaan bumi

Energi yang diadsorpsi awan dan permukaan bumi dipantulkan kembali dalam bentuk radiasi infra merah. Namun sebagian besar Infra Merah tertahan oleh Gas Rumah Kaca untuk dikembalikan kepermukaan bumi. Gas rumah kaca di antaranya CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CFC.

Pemanasan global terus terjadi seiring polusi yang timbul akibat ulah manusia. Jika hal ini terus terjadi, permukaan air laut bisa naik lebih dari 1 meter. Tim ilmuwan yang menyurvei peningkatan muka air laut menyatakan, kenaikan permukaan laut selama abad ini bisa naik dalam kisaran 70 centimeter sampai 1,2 meter pada tahun 2.100 apabila emisi gas rumah kaca tidak dikurangi. Tim yang beranggotakan 90 ahli dari Amerika Serikat dan Jerman ini itu juga memperkirakan rata-rata kenaikan permukaan laut bisa mencapai 2-3 meter, pada 2300, jika tidak ada mitigasi emisi. Sebaliknya, dengan adanya pengurangan emisi yang kuat, para ahli meramalkan kenaikan air laut hanya akan mencapai 40-60 centimeter tahun 2100 dan 60-100 centimeter pada 2300. Karenanya, mitigasi iklim atau emisi gas rumah kaca harus dikurangi (Gunawan, 2013).

Meningkatnya suhu dapat membuat polusi asap akan semakin buruk dan meningkatkan kesulitan untuk bernapas. Hal menyebabkan risiko iritasi pada mata, hidung, dan paruparu tetapi sangat berbahaya bagi orang-orang dengan penyakit pernapasan seperti asma. Karena perubahan iklim, polusi udara yang tidak sehat akan bertambah buruk. Berikut proses terjadinya:

Bentuk ozon terbentuk ketika polusi dari kendaraan, pabrik , dan sumber-sumber lain bereaksi dengan sinar matahari dan panas. Peningkatan suhu mempercepat proses ini dan menghasilkan lebih banyak asap. Meningkatnya kadar karbon dioksida menyebabkan tanaman untuk menghasilkan lebih banyak serbuk sari. Sebagai daerah kering, risiko api dan asap meningkat dari pembakaran lanskap sehingga mengintensifkan kualitas udara semakin buruk. Paparan asap meningkat, serbuk sari, dan asap dari pembakaran meningkatkan risiko iritasi mata, tenggorokan, dan kerusakan paru-paru. Ini termasuk orang-orang yang bekerja di luar ruangan, termasuk anak-anak, orang tua, dan orang-orang yang berolahraga di luar. Tetapi orang-orang dengan asma, alergi, dan penyakit pernapasan lainnya menghadapi ancaman paling serius, karena paparan polusi yang meningkat akan mempertinggi kepekaan terhadap alergen, merusak paru-paru, memicu serangan asma dan bahkan mengakibatkan kematian. Pada tahun American Lung Association memperkirakan bahwa sekitar 23 juta orang Amerika menderita asma (Natural Resources Defense Council, 2014).

Untuk Indonesia, sebagai negara yang memiliki wilayah dengan panjang pesisir ± 81.000 km dan lebih dari 17.000 pulau, maka kewaspadaan terhadap fenomena yang pemanasan global menjadi sesuatu penting. Kewaspadaan Indonesia terhadap pemanasan global terlihat dari kepeduliannya baik di tingkat nasional maupun internasional. Namun demikian, kepedulian tersebut harus lebih ditingkatkan ke arah yang lebih nyata dalam upaya pencegahan dan penanggulangan dampaknya. Upaya-upaya tersebut diharapkan dapat meningkatkan keberlangsungan hidup penduduk yang tinggal di dalamnya, mengurangi resiko kerugian material yang akan ditimbulkan serta memperkecil kemungkinan terjadinya korban jiwa (Suwedi, 2005).

"Istilah efek rumah kaca diperkenalkan oleh Jean-Baptiste Joseph Fourier fisikawan sekaligus matematikawan asal prancis, pada tahun 1824. Istilah ini lahir di negeri empat musim, di mana orang membuat bangunan dengan atap dan dinding dari kaca sehingga membuat bangunan itu mampu mempertahankan panas untuk digunakan menyimpan tumbuhan pada musim dingin jadi efek rumah kaca secara sederhana adalah terperangkapnya radiasi matahari di dalam rumah kaca."

Efek rumah kaca atau yang biasa disebut sebagai the greenhoyse effect berpengaruh terhadap kehidupan di bumi. Penvebabnya karena sebagian besar polutan akan terkumpul di bagian bawah atmosfer dan dapat mengganggu keseimbangan radiasi, yang berakibat terganggunya absorpsi radiasi gelombang panjang dari bumi oleh atmosfer. Bahan polutan yang mengganggu keseimbangan tersebut adalah karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), ozon (O<sub>3</sub>), metan (CH<sub>4</sub>), dan nitrogen oksida (NO). Dari polutan gas tersebut yang paling besar memberikan kontribusi untuk terjadinya efek rumah kaca adalah gas CO2 (55%), sedangkan yang memberikan implikasi terbesar adalah CFC. CFC merupakan molekul yang mengandung klorin, fluorin dan karbon mempunyai kontribusi sebesar 25% untuk membentuk gas rumah kaca. CFC merupakan gas buatan manusia. Macam CFC yang mempunyai aktivitas terhadap perubahan ozon dan perubahan iklim adalah triklorofluorometan, CFCl3 (CFC-11), dan diklorofluorometan, CF2Cl2 (CFC-12). Kedua molekul tersebut inert dan tidak larut dalam air serta tidak berpindah tempat oleh karena presipitasi. Mekanisme menghilangkannya adalah dengan proses fotolisis oleh radiasi matahari bergelombang pendek. Asam klorin akan

memengaruhi proses dan mengakibatkan kerusakan lapisan ozon di stratosfer (Mukono, 2008).

Efek Rumah Kaca telah meningkatkan suhu bumi ratarata sekitar 1 – 5 derajat C. Estimasi Tahun 2030 sekitar 1,5derajat Celcius. Perkembangan 4.5 ekonomi memperkirakan konsumsi global bahan bakar fosil akan terus meningkat. Hal ini menyebabkan emisi karbon dioksida antara 0,3-2% pertahun. Akibat (perubahan) kenaikan suhu yang cepat akan menyebabkan terjadinya perubahan iklim yang cepat. Hal ini dapat mengakibatkan terganggunya hutan dan ekosistem lainnya, sehingga mengurangi kemampuannya untuk menyerap CO2 di Dampak Pemanasan Global yang lain yaitu atmosfer. mencairnya gunung-gunung es di daerah kutub yang dapat menimbulkan permukaan air laut naik yang dapat membawa implikasi seperti (Achmad, 2004):

- 1) Mengancam pemukiman pinggir pantai
- 2) Erosi wilayah Pesisir
- 3) Kerusakan hutan bakau dan terumbu karang
- 4) Berkurangnya intensitas cahaya di dasar laut
- 5) Naiknya tinggi gelombang

Akibat perubahan iklim global menyebabkan keseimbangan biologis di laut akan mengalami perubahan yang dapat meningkatkan jumlah ganggang di lautan. Beberapa jenis ganggang diketahui dapat mengeluarkan racun yang membahayakan kehidupan biota laut dan dapat meracuni manusia yang memakan ikan dan hasil laut lainnya.

Selain kehidupan biota laut, juga dapat memengaruhi permukaan laut. Kenaikan permukaan laut selama abad ini bisa mencapai antara 70 sentimeter sampai 1,2 meter pada tahun 2.100 jika emisi gas rumah kaca tidak dikurangi. Itulah perkiraan tim ilmuwan yang melakukan survei peningkatan muka air laut. Sebanyak 90 ahli dari Amerika Serikat dan Jerman yang terlibat dalam survei peningkatan muka laut itu juga menaksir pada 2300 rata-rata kenaikan permukaan laut bisa mencapai 200-300 sentimeter jika tidak ada mitigasi emisi. Sebaliknya, dengan adanya pengurangan emisi yang kuat, para ahli meramalkan kenaikan air laut hanya akan mencapai 40-60 sentimeter tahun 2100 dan 60-100 sentimeter pada 2300 (Republika, 2013).

Atmosfer merupakan reaktor kimia yang kompleks merubah zat pencemar setelah berinteraksi dengan substansi lain, uap air dan energi matahari. Pada kondisi tertentu sulfur oksida  $(SO_x)$  dan nitrogen oksida  $(NO_x)$  hasil pembakaran bahan bakar fosil akan bereaksi dengan molekul-molekul uap air di atmosfer menjadi asam sulfat  $(H_2SO_4)$  dan asam nitrat  $(HNO_3)$  yang selanjutnya turun ke permukaan bumi bersama air hujan yang dikenal dengan hujan asam.

Fenomena ini telah diamati sejak abad 17 oleh Robert Boyle (1692). Pengamatan ini kemudian diperkuat oleh Robert Angus Smith (1872) yang memperkenalkan istilah hujan asam. Dia memperkirakan bahwa fenomena ini diakibatkan oleh pembakaran batu bara, di mana batu bara digunakan sebagai sumber utama energi. Penelitian lebih lanjut (pada tahap modern) dilakukan oleh OECD (1977) dan pemerintah Amerika Serikat serta Kanada (1978). Badan - badan internasional ini mengungkapkan bahwa

hujan asam merupakan fenomena transport pencemar udara jarak jauh (Mustikahadi, 2001).

Keasaman merupakan istilah untuk bertambahnya ion hidrogen ke dalam lingkungan. Seperti dikemukakan sebelumnya bahwa sulfur oksida  $(SO_x)$  dan nitrogen oksida  $(NO_x)$  hasil pembakaran bahan bakar fosil akan bereaksi dengan molekul-molekul uap air di atmosfer menjadi asam sulfat  $(H_2SO_4)$  dan asam nitrat  $(HNO_3)$  yang selanjutnya turun ke permukaan bumi bersama air hujan yang dikenal dengan hujan asam,  $SO_2$  ( $\rightarrow$   $H_2SO_4$ ),  $NO_2$  ( $\rightarrow$   $HNO_3$ ), dan  $NH_3$  ( $\rightarrow$   $HNO_3$ ).

Sebagian besar SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> dikeluarkan oleh industri berat bersama dengan gas bersuhu tinggi melalui cerobong. Pencemaran tidak semata-mata oleh karena kegiatan industri saja, namun juga disebabkan oleh faktor lain yang menunjang kegiatan tersebut yakni faktor penyedia listrik dan transportasi. Suatu kegiatan industri akan membutuhkan tersedianya daya listrik baik itu oleh pemerintah maupun yang dihasilkan oleh pihak industri (pabrik). Demikian pula dengan transportasi. Transportasi diperlukan untuk mengangkut bahan baku dari daerah pertambangan ke tempat industri (pabrik) untuk diolah menjadi produk. Ketiga faktor ini, faktor proses pembakaran di industri, penyedia listrik dan transportasi adalah penyerap terbesar pemakaian bahan bakar fosil, baik berupa batu bara maupun minyak bumi. Hal ini menyebabkan konsentrasi SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> meningkat, dengan demikian reaksi uap air di atmosfer terjadi membentuk H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan HNO<sub>3</sub> sehingga terjadinya peningkatan hujan asam semakin besar.

Dampak yang dapat ditimbulkan dari hujan asam adalah kondisi perairan yang sifatnya menjadi asam

sehingga kehidupan akuatik tidak dapat ditemukan. Dampak negatif lain yang dapat muncul adalah kerusakan bangunan karena dapat menyebabkan korosi pada logam. Karenanya, penggunaan bahan bakar alternatif harus terus dikembangkan.

Salah satu hal penting yang menjadi isu lingkungan global saat ini adalah penipisan lapisan ozon. Isu tersebut menjadi penting mengingat fungsi ozon yang sebagian besar terletak di stratosfer (90%) merupakan "perisai" terhadap masuknya gelombang sinar ultra violet. Penyebab utamanya yang menjadi penanggung jawab hal ini adalah Chloro Fluoro Carbons (CFC) atau yang banyak digunakan sebagai pendingin.

CFC memiliki sifat stabil di bumi sehingga memberi peluang untuk merusak lapisan ozon. Beberapa jenis CFC seperti CFC-11 memiliki umur rata-rata 17 tahun, CFC-12 (111 tahun), CFC13 (90 tahun). CFC dapat berdifusi ke stratosfer (lapisan atmosfer akan dibahas pada bab khusus di buku ini) dan mengalami pemutusan ikatan kimia oleh radiasi UV-C menghasilkan klor yang bersifat sangat reaktif, kemudian sebuah atom oksigen dari molekul ozon (O<sub>3</sub>) sehingga merubah ozon tersebut menjadi molekul oksogen biasa (O<sub>2</sub>). Reaksi perubahan ozon dapat terlihat sebagai berikut (Achmad, 2004):

CFCl3 + uv 
$$\rightarrow$$
 CFCl2 + Cl<sup>-</sup>  
Cl<sup>-</sup> + 03  $\rightarrow$  Cl0 + 02  
02 + uv energi  $\rightarrow$  20  
Cl0 + 20  $\rightarrow$  02 + Cl<sup>-</sup>  
Cl<sup>-</sup> + 03  $\rightarrow$  Cl0 + 02  
(kembali ke langkah ke 2 dan reaksi berlanjut terus)

Seperti dikemukakan bahwa ozon merupakan unsur alami yang berada di stratosfer sebesar 90% dan di troposfer sebesar 10%. Mekanisme terbentuknya ozon ini berbeda, sekalipun keduanya menggunakan proses fotokimia (Mukono, 2008). Perlu ditekankan bahwa kedua ozon ini berbeda. Terbentuknya ozon di troposfer merupakan pencemar yang berdampak pada kehidupan manusia yakni terjadinya iritasi mukosa dan pada tumbuhan yakni nekrosis daun. Kenaikan ozon di troposfer dapat dikaitkan dengan aktivitas transportasi dengan bahan bakar fosil.

Sebaliknya pada lapisan stratosfer, ozon merupakan unsur alami yang berfungsi sebagai "selimut" untuk menjaga suhu bumi. Dengan berkurangnya ozon, maka suhu dunia akan semakin meningkat yang disebabkan oleh peningkatan sinar ultra violet.

Pencemaran udara pada dasarnya berbentuk partikel (debu, aerosol, timah hitam) dan gas (CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, H<sub>2</sub>S, Hidrikarbon). Udara yang tercemar dengan partikel dan gas ini dapat menyebabkan gangguan kesehatan yang berbeda tingkatan dan jenisnya, tergantung dari macam, ukuran, dan komposisi kimiawinya. Gangguan tersebut terutama terjadi pada fungsi faal dari organ tubuh seperti paru-paru dan pembuluh darah, atau menyebabkan iritasi pada mata dan kulit.

Pencemaran udara karena partikel debu biasanya menyebabkan penyakit pernapasan kronis seperti bronchitis khronis, emfiesma paru, asma bronchial dan bahkan kanker paru (Mustikahadi 2001). Sedangkan bahan pencemar gas yang terlarut dalam udara dapat langsung masuk ke dalam

tubuh sampai ke paru-paru yang pada akhirnya diserap oleh system peredaran darah.

Kadar timbal (Pb) yang tinggi di udara dapat mengganggu pembentukan sel darah merah. Gejala keracunan dini mulai ditunjukkan dengan terganggunya fungsi enzim untuk pembentukan sel darah merah, yang pada akhirnya dapat menyebabkan gangguan kesehatan lainnya seperti anemia, kerusakan ginjal, penurunan IQ pada anak dan lain-lain (Tualeka 2012).

Keracunan gas CO timbul sebagai akibat terbentuknya karboksihemoglobin (COHb) dalam darah. Afinitas CO yang lebih besar dibandingkan oksigen (O2) terhadap Hb menyebabkan fungsi Hb untuk mambawa oksigen ke seluruh tubuh menjadi terganggu. Berkurangnya penyediaan oksigen ke seluruh tubuh ini akan membuat sesak napas dan dapat menyebabkan kematian, apabila tidak segera mendapat udara segar kembali. Sedangkan bahan pencemar udara seperti SOx, NOx, H2S dapat merangsang saluran pernapasan yang mengakibatkan iritasi dan peradangan.

Secara umum, efek pencemaran udara dapat dibagi menjadi empat kelompok yakni (Achmadi, An Assessmentof The Environmental Impact of Air Pollution, Report Prepared for The URBAIR Project 1994, Kusnoputranto 1995, Sitepoe 1997, Soejani 1993, Departemen Kesehatan R.I. 2011):

Terdapat 4 efek saluran pernafasan akut akibat pencemaran udara, yakni:

- 1. Serangan Asmatis. Serangan asmatis dihubungan dengan ozon dan pencemaran partikel debu.
- 2. Serangan Nafas Yang Hiper Aktif

Efek ini terjadi apabila saluran udara jauh lebih cepat dibandingkan rata-rata respon terhadap normal terhadap bahan asing. Tidak seperti asma, beberapa penyumbatan saluran udara merupakan mekanisme pertahanan normal untuk mencegah terhirupnya bahan-bahan berbahaya. Gejalanya sama dengan asma, nafas pendek, batuk dan nafas berbunyi. SO<sub>2</sub>, ozon dan NO<sub>3</sub> dikenal dapat merangsang reaktivitas saluran pernafasan.

#### 3. Infeksi Saluran Pernafasan

Insiden saluran pernafasan meningkat, terutama pada anak-anak karena adanya pencemaran udaran. Infeks saluran pernafasan terutama bagian atas (ISPA) berupa demam, influenza dan sakit tenggorokan dihubungkan dengan SO<sub>2</sub> partikel debu di udara luar. NO<sub>2</sub> yang berasal dari kompor masak gas di dalam ruangan di hubungkan dengan lebih seringnya flu dari anak-anak di bawah usia 10 tahun, dibandingkan pada anak-anak yang dengan peralatan listrik (kompor listrik).

## 4. Perubahan Fungsi Paru-Paru Yang Reversible

Perubahan paru-paru yang reversible dan untuk jangka waktu yang singkat juga disebabkan oleh zat pencemaran udara. Misalnya, jumlah maksimum udara yang dapat dihirup dalam satu detik berkurang pada anak-anak dan orang sehat, jika terpajan pada kosentrasi zat pencemar yang meningkat tetapi akan kembali normal, jika pemajaman hilang.

Menurut Suhariyono (2002), ada dua efek kronik utama akibat pemajaman jangka panjang terhadap pencemaran udara, di samping kanker paru-paru, yaitu penyakit paru-paru obstruktif kronik, dan perubahan dalam perkembangan dan proses penuan dari paru-paru. Penyakit paru-paru obstruktif kronik sebenarnya suatu kelompok

yang memiliki gejala umum dari sesak nafas. Kelompok itu meliputi bronchitis kronik, emphysema dan penyakit saluran pernafasan yang kecil. Penyebab utama dari penyakit paru-paru obstruktif kronik adalah merokok terpajan karena pekerjaan terhadap bahan-bahan seperti debu, batu bara, debu kapas, konsentrasi yang tinggi dari partikulat SO<sub>2</sub> dan faktor-faktor genetis. Perkembangan paru-paru juga dipengaruhi oleh pencemaran udara. Paruparu umumnya berkembang sampai pada usia 20 tahun, lalu secara perlahan menurun kemampuannya menahan udara sejalan dengan lanjutnya usia. Pertumbuhan paru-paru terbukti lambat pada anak-anak usia antara 6 dan 16 tahun dihubungkan dengan berapa pencemar tertentu di dalam ruangan. Perubahan ini menjadi lebih parah terjadi di rumah yang dihuni perokok. Ukuran paru-paru yang lebih kecil pada orang dewasa berarti kurang siap menghadapi penyusutan paru-paru di usia lanjut yang tidak terelakkan, dan terhadap serangan penyakit paru-paru obstruktif yang semakin sering terjadi pada usia lanjut (Suhariyono 2002).

Kanker paru-paru merupakan kanker utama yang mematikan baik pria maupun wanita. Merokok merupakan penyebab utama dari kanker paru-paru. Pencemaran udara menyebabkan sebagian dari kanker paru-paru. Senyawa karsinogenik terdapat di udara dalam ruangan dan di udara luar di daerah perkotaan yang mengalami pencemaran. Analisis kimia dari udara menunjukkan bahwa terdapat penyebab kanker sebagai hasil sampingan dari pembakaran, seperti dioksin, serat-serat seperti asbestos, dan logam seperti arsenik dan cadmium. Penelitian pada manusia membuktikan jumlah kanker di sekitar industri peleburan atau pabrik-pabrik lebih tinggi dibandingkan dengan daerah

pedesaan. Penderita kanker lebih banyak terbukti, jika terpajan lebih lama terhadap pencemar.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Al-Qur'an dan Terjemahannya.1990. Departemen Agama RI.
- Abu Dawud Sulaeman Bin Asyas Assijistani Al-Asadi, *Kitab Thaharah, Bab 14 no.26 Juz*
- Achmad, R. 2004. *Kimia Lingkungan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Achmadi, U. F. 1983. *Pencemaran Udara di Indonesia.* Jakarta.
- Achmadi, U. F. 1994. An Assessment of The Environmental Impact of Air Pollution, Report Prepared for The URBAIR Project. Jakarta: Faculty of Public Health, University of Indonesia.
- Al-Hammam, Hasan Ahmad. 2013. *Terapi dengan Ibadah*. Solo: PT Aqwam Media Profetika
- Al-Isawi, Abdurrahman M. 2005. *Islam dan Kesehatan Jiwa*. Jakarta Timur: Pustaka Al Kautsar
- Al-Qardlawi, Yusuf. 2002. *Islam Agama Ramah Lingkungan.*Terj. oleh Abdullah Hakam Shah dkk. Jakarta:
  Pustaka Al-Kautsar.
- Alfiah, T. (n.d.). Struktur dan Komposisi Atmosfer. In T. Alfiah, *Pencemaran Udara.* Surabaya: Teknik Lingkungan ITATS.
- American Cancer Society, 2006. *Cigarette Smoking*. (Online) (<a href="http://www.cancer.org/docroot/PED/content/PE">http://www.cancer.org/docroot/PED/content/PE</a>
  <a href="mailto:D 10 2X Cigarette Smoking.asp?sitearea=PED">D 10 2X Cigarette Smoking.asp?sitearea=PED</a>, diakses 7 Mei 2016).
- Associated Press. 2004. Wrong Humidity Turns Your House into a Hassle. (Online)
  (http://www.usatoday.com/weather/whumdef.htm, diakses 11 Mei 2016)
- Bruce, N., et al. 2002. *The Health Effects of Indoor Air Pollution Exposure in Developing Countries.* World Health Organization. Geneva, Switzerland.

- Buell, Phyllis. 1994. *Chemistry an Environmental Perspective.* Prientice Hall, New Jersey
- Chandra, B. 2007. *Pengantar Kesehatan Lingkungan.* Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Chandra, B. 2007. *Ilmu Kedokteran Pencegahan Komunitas*. Jakarta:EGC
- Connel, D., & Miller, G. 2006. *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran.* (Y. Koestoer, & Sahati, Trans.) Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Coffey, J. 2010, *Universetoday*. Retrieved April 21, 2014, from http://www.universetoday.com/51375/causes-of-ozone-depletion/.
- Darmono. 2016. *Lingkungan Hidup Dan Pencemaran : Hubungannya Dengan Toksikologi Senyawa Logam.*Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press). Jakarta.
- Darmono, 2016. Lingkungan Hidup Dan Pencemaran : Hubungannya Dengan Toksikologi Senyawa Logam. Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press). Jakarta.
- Darpito, R.H., dkk. 2005. *Materi Pelatihan Penyehatan Air Bagi Petugas Kesehatan Lingkungan Daerah Tingkat II*. Departemen Kesehatan RI Direktorat Jenderal PPM dan PLP. Jakarta.
- Daud, A. 2003. *Pencemaran Air Dan Dampaknya Terhadap Kesehatan*. Jurusan Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Daud, A.. 2005. *Dasar-Dasar Kesehatan Lingkungan.* Hasanuddin University Press (LEPHAS). Makassar.
- Daud, A.. 2007. *Aspek Kesehatan Penyediaan Air Bersih*. CV Healthy And Sanitation. Makassar.
- Departemen Kesehatan R.I. 2011. *Parameter Pencemaran Udara dan Dampaknya Terhadap Kesehatan.*Retrieved November 21, 2011, from www.depkes.go.id/downloads/ udara.pdf.
- Departemen Kesehatan R.I. 1999. *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor*

- 829/MENKES/SK/VII/1999 tentang Persyaratan Kesehatan Perumahan. Jakarta.
- Direktorat Jenderal PPM & PL. 2000. *Modul Pelatihan Kualitas Lingkungan di Perumahan bagi Kader Dasa Wisma*. Jakarta : Departemen Kesehatan dan Kesejahteraan Sosial RI.
- Djaffar, M.H. 2000. *Penyediaan Air Bersih.* Jurusan Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air. Kasinius. Yogyakarta.
- Fardiaz. 2002. *Populasi Air Dan Udara*. Kasinius. Yogyakarta.
- Gassing, Qadir., Prof. Dr. MT.,MS., 2005 Fiqih Lingkungan:
  Telaah Krisis dalam Pengelolaan Lingkungan.
  Disampaikan dalam Pidato Pengukuhan Guru Besar
  UIN Alauddin Makassar 1 pada tanggal 8 Februari
  2005.
- Gassing, Qadir., Prof. Dr. MT.,MS., 2007. *Etika Lingkungan Dalam Islam*. Pustaka Mapan. Jakarta.
- Gary, Thomas Sims and George F. Vance, 1993. *Soil and Environmental quality*, Lewis Publisher.
- Ghosh, M., S. P. Singh. 2005. A Review on Phytoremediation of Heavy Metal and Utilization of Its By Product. Applied Ecology and Environmental Research. 3 (2): 1-18.
- Gray, Jerry.D. 2010. Rasulullah is My Doctor. Jakarta
- Hadi, A. 2005. *Prinsip Pengelolaan Pengambilan Sampel Lingkungan*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Irmayanti. 2007. Studi Kualitas Air Sumur Bor Ditinjau Dari Parameter Arsen (As) Di Kelurahan Tallo Kecamatan Tallo Makassar. Buku yang tidak diterbitkan. Jurusan Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin Makassar.
- Irwan, Z. D. 2007. *Prinsip-prinsip Ekologi (Ekosistem, Lingkungan dan Pelestariannya)*. Jakarta: Bumi Aksara.

- Jaakkola, M.S. & Jaakkola, J.J.K. 1997. Assesment of Exposure to Environmental Tobacco Smoke. *Eur Respir J.* 10: 2384-2397.
- Kementrian Lingkungan Hidup. 2011. *Ahklak Lingkungan Panduan Berprilaku Ramah Lingkungan*. Jakarta:
  KLH dan Majelis Lingkungan Hidup Muhammadiyah
- Kusnaedi. 2006. *Mengolah Air Gambut Dan Air Kotor Untuk Air Minum*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Kusnoputranto, H. 1995. *Pengantar Toksikologi Lingkungan.* Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Linsley, R. K., dkk. 1985. *Teknik Sumber Daya Air.* Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Machfoedz, I. 2004. *Menjaga Kesehatan Rumah Dari Berbagai Penyakit*. Fitramaya. Yogyakarta.
- Machfoedz, I. 2004. *Menjaga Kesehatan Rumah Dari Berbagai Penyakit*. Fitramaya. Yogyakarta.
- Mangkoedihardjo, S. 2005. Fitoteknologi dan Ekotoksikologi dalam Desain Operasi Pengomposan Sampah, Seminar Nasional Teknologi Lingkungan III ITS (Online), (http://www.its.ac.id/sarwoko-enviro-Seminar%20sampah%20TL.pdf, diakses 8 Maret 2012).
- Marshy, M. 1999. Social and Psychological Effects of Overcrowding in Palestinian Refugee Camps in the West Bank and Gaza. (Online) (http://www.arts.mcgill.ca/MEPP/PRRN/marshy.ht ml, diakses 1 Mei 2006).
- Marzuki, Dr. M.Ag. 2010. *Melestarikan Lingkungan Hidup dan bencana Alam dalam perspektif Islam* dalam http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/lain-lain/dr-marzuki-mag/Dr.%20Marzuki,%20M.Ag\_.%20Melestarikan %20Lingkungan%20Hidup%20dan%20Mensikapi
  - %20Lingkungan%20Hidup%20dan%20Mensikapi %20Bencana%20Alam%20dalam%20Perspektif%2 0Islam.pdf diakses pada 1 Juli 2014
- Mishra, V. 2003. *Indoor Air Pollution from Biomass Combustion and Acute Respiratory Illness in*

- Preschool Age Children in Zimbabwe. (Online) (http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?c md=Retrieve&db=pubmed&dopt=Abstract&list\_ui ds=14559763&query\_hl=3, diakses 9 Agustus 2005).
- Mulia, M. R. *Kesehatan Lingkungan*. Graha Ilmu. Yogyakarta. 2005
- Mukono. 2008. *Pencemaran Udara dan Pengaruhnya Terhadap Gangguan Kesehatan.* Surabaya: Airlangga University Press.
- Mustikahadi, S. 2001. *Pencemaran Udara.* Bandung: ITB Offset.
- Natural Resources Defense Council. (2014). http://www.nrdc.org. Retrieved April 11, 2014, from http://www.nrdc.org/health/climate/airpollution.a sp.
- Notoatmodjo, S. 2005. *Ilmu Kesehatan Masyarakat (Prinsip-Prinsip Dasar)*. PT Rineka Cipta. Jakarta.
- Notoatmodjo, S. 2005. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. PT Rineka Cipta. Jakarta.
- Notoatmodjo, S. 2005. *Pencemaran Tanah Dan Air Tanah*. Penerbit ITB. Bandung.
- Notoatmodjo, S. 2005. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. PT Rineka Cipta. Jakarta.
- Prodjokusumo. 1995. *Air, Kebersihan Dan Kesehatan Lingkungan Menurut Ajaran Islam*. Majelis Ulama Indonesia. Jakarta.
- Rahman, A. 1992. *Al-Qur'an Sumber Ilmu Pengetahuan*. PT.Rineka Cipta. Jakarta.
- Reeve, R. N. 2002. *Introduction of Environmental Analysis*. Chichester, England: John Wiley and Sons ltd.
- Rukaesih, A., 2004. *Kimia Lingkungan.* Penerbit Andi. Jakarta Sabiq, S. *Fiqh al-Sunnah, Jilid I.* al-Ma'arif. Bandung. 1973
- Saeni, M.S., 1989. *Kimia Lingkungan*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Dirjen Dikti, PAU Ilmu Hayat, IPB

- Saleh, M. Penurunan Kadar Besi (Fe) Pada Air Sumur Pompa Tangan Dengan Metode Tray Aerator Di Kelurahan Tamallayang Kecamatan Bonto Nompo Kabupaten Gowa. Buku yang tidak diterbitkan. Jurusan Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin Makassar. 2002
- Sanropie, D., et al. 1984. *Pedoman Bidang Studi Penyediaan Air Bersih*. Pusat Pendidikan Dan Pelatihan Pegawai Departemen Kesehatan RI.
- Sanropie, D., et al. dkk. 1989. *Pengawasan Penyehatan Lingkungan Pemukiman*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI.
- Salim, Emil, 2008. *Islam dan Lingkungan Hidup.* Dalam http://www.*digilib.uin-suka.ac.id/468/* Diakses pada tanggal 1 Juli 2020.
- Sastrawijaya AT., Pencemaran Lingkungan, Rineka Cipta, Jakarta, 2009.
- Sharma, S. et al. 1998. Indoor Air Quality and Acute Lower Respiratory Infection ini Indian. *Environmental Health Perspectives*. 106(5): 291-297 (Online) (<a href="http://ehp.niehs.nih.gov/members/1998/106p29">http://ehp.niehs.nih.gov/members/1998/106p29</a> 1-297sharma/sharma-full.html, diakses 10 Agustus 2020).
- Sitepoe, M. (1997). *Usaha Mencegah Pencemaran Udara.* Jakarta: PT. Gramedia Widia Sarana.
- Singh, R., Sharma, P.K., and Malviya, R. 2011.
  Pharmacological Properties and Ayurvedic Value of Indian Buch Plant (*Acorus calamus*): A Short Review. *Advances in Biological Research* 5 (3): 145-154, 2011 ISSN 1992-0067
- Slamet, J. S. *Kesehatan Lingkungan*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta. 1994.
- Smith, K. R., et al. 2000. Indoor Air Pollution in Developing Countries and Acute Lower Respiratory Infections in Children. *Thorax*; 55 : 518-532. (Online) (http://ehs.sph.berkeley.edu/krsmith/publications / 00\_smith\_6.pdf, diakses 8 Agustus 2020)

- Soedjono. (2002). *Pengawasan Pencemaran Lingkungan Fisik.* Jakarta: Departemen Kesehatan RI.
- Soejani, M. (1993). *Kumpulan Bacaan Pengantar Ilmu Lingkungan*. Jakarta: Program Studi Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana Universitas Indonesia.
- Spengler, J.D., et al. 2004. Housing Characteristic and Children's Respiratory Health in the Russian Federation. *American Journal of Public Health*. 94(4): 657-662. (Online) (http://www.ajph.org/cgi/reprint/94/4/657, diakses 10 Agustus 2020).
- Sudarman. 2016. *Sosiologi Untuk Kesehatan.* Jakarta: Gramedia.
- Suhariyono, G. 2012. Korelasi Karakteristik Partikel Debu PM10/PM2,5 dan Risiko Kesehatan Masyarakat di Rumah-Rumah Sakit Industri Mebel (Studi Kasus Pencemaran Udara di Pabrik Semen Citeureup-Bogor. Jakarta: Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Suwedi, N. 2015. Upaya Pencegahan dan Penanggulangan Dampak Pemanasan Global. *J. Tek . Ling. P3TL-BPPT.* 6. (2): 397-401, 397-401.
- Sumantri, Arif. Dr. SKM.,M.Kes., 2010. *Kesehatan Lingkungan dan Perspektif Islam.* Jakarta: Karisma Putra Utama.
- Suriyani, Irma dan Siti Kotijah, 2013. *Kajian Islam Dalam Masalah Lingkungan Hidup di Kota Samarinda*. Jurnal *Risalah* HUKUM Fakultas Hukum Unmul ISSN 021-969X
- Suyono dan Budiman, Dr, 2010. *Ilmu Kesehatan Masyarakat dalam Konteks Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Buku Kedokteran EGC
- Sutrisno, T., dkk. 2012. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. PT Rineka Cipta. Jakarta. 2002
- Syauqi, Al Fanjari, A. *Nilai Kesehatan Dalam Syariat Islam.* Bumi Aksara. Jakarta. 1996
- Sumantri Arif, 2010. *Kesehatan Lingkungan dalam perspektif Islam.*

- Tualeka, N. (2012). *Hubungan Tingkat Konsentrasi Timbal Dalam Darah dengan Tingkat Kecerdasan pada Anak Sekolah Dasar di Kota Ambon.* Makassar: Program

  Pascasarjana Universitas Hasanuddin.
- Triastuti, Yuli. (2014) Fitoremediasi Tanah Tercemar Merkuri (Hg2+) Menggunakan Tanaman Akar Wangi (Vetiver Zizanioides) Pada Lahan Eks-Tpa Keputih, Surabaya. Jurnal Teknik Lingkungan-FTSP-ITS; Surabaya.
- Tun, K. M., et al. 2005. Indoor Air Pollution: Impact of Intervention on Acute Respiratory Infection (ARI) in Under-five Children. *Regional Health Forum.* 9(1): 3036.(Online)(http://w3.whosea.org/en/Section12 43/Section1310/Section1343/Section1344/Section 1975\_9712.htm, diakses 10 Agustus 2020)
- Wardhana, W. A. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan.* Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Wang, Q.R., Cui Y.S., liu X.M., Dong Y.T., Christine P. 2013. Soil Contamination and Plant uptake of Heavy Metals at polluted Sited in China. J. Environ, Sci. Health, Vol. 38, No 5, hal. 823-838.
- Wardhana, W. A. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan.* Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Yulianti, I. 2001. Faktor Risiko Kejadian Pneumonia pada Anak Balita di Kota Banjarmasin. (Online) (<a href="http://digilib.litbang.depkes.go.id/go.php?id">http://digilib.litbang.depkes.go.id/go.php?id</a>=jkpk bppk-gdl-res-2001-isda-1606-pneumonia, diakses 9 Agustus 2020).



## **Andi Susilawaty**

Lahir pada 14 Januari 1980 di Pare-pare, Sulawesi Selatan. Berasal dari keluarga sederhana yang berkultur suku Bugis. Mengenyam pendidikan formal di SD Neg. 28 Pare-pare, sejak 1985 hingga lulus Tahun 1991. Selanjutnya meneruskan sekolah di SMP Negeri 3 Pare-pare, tamat Tahun 1994, kemudian menapak jenjang lanjutan di SMU Negeri 1 Pare-pare, dan tamat pada Tahun 1997. Kuliah di Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin sejak Tahun 1997.

Di sini ia mulai menekuni berbagai aspek alamiah alam semesta. Kecintaan pada lingkungan hidup mendorongnya mulai berkarir sebagai freelancer konsultan Dokumen Pengelolaan Lingkungan pada BAPEDALDA Kota Makassar sejak menyelesaikan Sarjana Sains Biologi pada Tahun 2002. Setahun kemudian, ia melanjutkan studi pada jenjang strata dua konsentrasi Kesehatan Masyarakat Pascasarjana UNHAS sambil terus menekuni kecintaannya pada lingkungan hidup melalui aktivitas LSM. Setelah lulus S2 pada Tahun 2005, penulis berhasil diterima sebagai Tenaga Pengajar angkatan pertama pada Fakultas Kedokteran Ilmu Kesehatan UIN Alauddin Makassar yang ditekuninya hingga saat ini. Pendidikan strata tiga ditempuh penulis ditengah kesibukan tugas dan tanggung jawab sebagai Ketua Program Studi Kesehatan Masyarakat UIN Alauddin Makassar periode 2009-2013. Program pendoktoran dilalui penulis selama 4 tahun 3 bulan pada Program Studi Kedokteran Konsentrasi Kesehatan Masyarakat sejak September 2010 hingga mencapai gelar Doktor pada Tahun 2015. Selama kurang lebih 13 tahun penulis berkiprah sebagai dosen, penulis pernah mengikuti Program Short Course di Griffith University, Brisbane pada Tahun 2008-2009, Short Course Advocacy and Community Engagement di Coady Institute, StFX University Canada pada Tahun 2011, pada Tahun yang sama sebagai peserta Program Internship pada ICES Toronto Canada. Lalu kembali menginjakkan kaki di Canada selama 10 minggu pada Tahun 2016 sebagai peserta Short Course Community Based Research di Center for CBR University of Toronto. Selepas meraih gelar Doktor, penulis diamanahi sebagai Wakil Dekan Bidang Administrasi Umum dan Keuangan Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan UIN Alauddin Makassar periode 2015-2019.



Alamat:
UPT Perpustakaan UIN Alauddin Makassar
JI. H. M. Yasin Limpo No. 63
Romangpolong, Samata,
Kabupaten Gowa

ISBN 978-602-328-295-1

