

# **WATER AND SUSTAINABILITY ENVIRONMENT**

Penulis:  
Nanang Rahmadani  
Muhammad Syafri  
Sahdan Mustari

Penerbit  
FATIMA PRESS  
2023

# WATER AND SUSTAINABILITY ENVIRONMENT

ISBN: 978-623-09-4561-8

## **Penulis:**

Nanang Rahmadani  
Muhammad Syafri  
Sahdan Mustari

## **Editor:**

Adi Hermawan  
Asmiana Saputri Ilyas  
Sitti Herliyanti Rambu  
Erlina HB  
Yusrianto  
Sarifuddin Andi Latif

## **Penerbit:**

FATIMA PRESS ANGGOTA IKAPI  
(028/Anggota Luar Biasa/SSL/2020)  
Jl. Ganggawa, No. 22, Ujung Bulu, Ujung,  
Kota Parepare, Sulawesi Selatan; Hp. 085782304575

Ketentuan Pidana Pelanggaran Hak Cipta, Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2002, Tentang Hak Cipta, Pasal 72:

- (1) Barangsiapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau Pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp 1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
- (2) Barangsiapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu Ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

## **Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun, termasuk fotokopi, tanpa izin tertulis dari Penerbit.





# KATA PENGANTAR

---

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan Buku ini. Tanpa pertolongan-Nya tentunya penulis tidak akan sanggup untuk menyelesaikan Buku yang berjudul "WATER AND SUSTAINABILITY ENVIRONMENT" ini dengan baik. Shalawat serta salam semoga terlimpah-curahkan kepada baginda tercinta Nabi Muhammad SAW yang dinantikan syafa'atnya di akhirat.

Buku ini menyajikan pembahasan praktis tentang Pemanfaatan sumber daya air dan sistem siklus Hidrologi yang dapat dipelajari dalam tata kelola air. Buku ini dilengkapi dengan berbagai kajian ilmiah dan desain pengelolaan Sumber daya Air yang dapat dipelajari oleh masyarakat sehingga dapat mencegah permasalahan terkait air bersih.

Pembahasan dalam buku ini sudah melalui sejumlah penelitian di lapangan dan uji coba. Penulis berharap, buku ini dapat membantu masyarakat, terutama yang tinggal di daerah atau wilayah yang sering mengalami kesulitan air bersih.

Penulis menyadari masih terdapat kekurangan dalam buku ini untuk itu kritik dan saran terhadap penyempurnaan buku ini sangat diharapkan. Semoga buku ini dapat memberi manfaat bagi

para pembaca khususnya dan bagi semua pihak yang membutuhkan.

Makassar, Juni 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

---

Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	v
PENGERTIAN UMUM AIR	1
1. Sumber-sumber Air	3
2. Pencemaran Air	7
PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM	9
1. Syarat Mikroorganisme	9
2. Syarat Fisika	10
3. Syarat Kimia	12
4. Syarat Radioaktif	15
AIR BERSIH	18
1. Penyediaan Air Bersih	19
2. Sumber Air Bersih	20
3. Standar Kualitas Air Baku	23
4. Sistem Penyediaan Air Bersih	25
5. Proyeksi Kebutuhan Air Bersih	26
6. Satuan Kebutuhan Air Bersih	27
7. Tahapan Perencanaan Air Bersih	29
8. Prasarana dan Perlengkapan	34
BIOKIMIA AIR DAN MINERAL	35
1. Air	36

2. Sifat Istimewa Air	37
3. Fungsi Air dalam Biologi	41
4. Mineral	42
AIR HUJAN DAN PERENCANAAN MENJADI AIR BAKU	62
1. Bagaimana Kualitas Air Hujan	63
2. Manfaat dan Keuntungan Air Hujan	65
3. Amankah Air Hujan Bagi Kesehatan	68
4. Amankan Air Hujan Untuk Dikonsumsi	69
SIKLUS HIDROLOGI AIR	78
1. Proses Siklus Hidrologi	78
2. Evaporasi atau Penguapan Seluruh Air	78
3. Transpirasi atau Penguapan Air di Jaringan Mahluk Hidup	79
4. Jenis-jenis Siklus Hidrologi	83
5. Manfaat Siklus Air	86
6. Dampak Kegiatan Manusia Pada Siklus Air	90
7. Sejarah Siklus Hidrologi	92
8. Peta Jumlah Air di Bumi	93
SUMBER DAYA AIR	97
LINGKUP PENGELOLAAN SUMBER DAYA AIR TERPADU	107
TENTANG PENULIS	126

# PENGERTIAN UMUM AIR

---

Air merupakan zat cair yang tidak mempunyai rasa, bau dan warna yang terdiri dari hidrogen dan oksigen dengan rumus kimia H<sub>2</sub>O. Sifat dari air adalah hampir dapat digunakan untuk apa saja terutama makhluk hidup, maka air merupakan zat yang paling penting bagi semua bentuk kehidupan (tumbuhan, hewan, dan manusia).

Manusia sangat memerlukan air untuk kehidupan sehari-hari baik untuk minum, memasak, mandi, mencuci dan lain-lain. Semakin maju tingkat hidup seseorang, maka akan semakin tinggi pula tingkat kebutuhan air dari masyarakat tersebut. Kebutuhan setiap orang rata-rata adalah 5 liter/hari, sedangkan secara keseluruhan kebutuhan air di suatu rumah tangga untuk masyarakat Indonesia diperlukan sekitar 60 liter/hari. Jadi untuk negara-negara yang sudah maju kebutuhan air pasti lebih besar dari kebutuhan untuk negara-negara yang sedang berkembang. Dengan pertumbuhan penduduk yang pesat, sumber-sumber air telah menjadi salah satu kekayaan yang sangat penting. Air tidak hanya menjadi

hal pokok bagi konsumsi dan sanitasi umat manusia, tetapi juga untuk produksi barang industri. Di muka bumi air tersebar tidak merata, sehingga ketersediaannya di suatu tempat akan sangat bervariasi (Joko, 2010).

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki fungsi yang sangat vital bagi kehidupan makhluk hidup yang ada di muka bumi. Untuk itu air perlu dilindungi agar dapat tetap bermanfaat bagi kehidupan manusia serta makhluk hidup lainnya. Pengertian tersebut menunjukkan bahwa air memiliki peran yang sangat penting dan harus tetap tersedia serta lestari, sehingga mampu mendukung kehidupan dan pelaksanaan pembangunan di masa kini maupun di masa mendatang. Tanpa adanya air maka kehidupan tidak dapat berjalan normal.

Tabel 1

Unsur Fungsional	Prinsip Perencanaan (Primer/ Sekunder)	Keterangan
Sumber Air	Kuantitas/Kualitas	Sumber air permukaan dari sungai, danau, mata air (air tanah).
Pra-sedimentasi	Kuantitas/Kualitas	Fasilitas penyimpanan air permukaan ditempatkan dekat sumber.
Transmisi	Kuantitas/Kualitas	Fasilitas penyaluran air dari penyimpanan dan pengolahan.
Pengolahan	Kuantitas/Kualitas	Fasilitas untuk merubah kualitas air baku.

Transmisi dan Penampungan	Kuantitas/Kualitas	Fasilitas penyaluran air pengolahan ke reservoir distribusi.
Distribusi	Kuantitas/Kualitas	Fasilitas pendistribusian air ke sambungan konsumen.

(Joko, 2010)

Kebutuhan utama air untuk manusia adalah minum. Air minum dalam kehidupan manusia merupakan salah satu kebutuhan yang paling penting, oleh karena itu manusia harus memenuhi kebutuhan air minum dengan jumlah dan kualitas yang terbaik (Sutrisno & Suciastuti, 2010). Air minum yang dikonsumsi dengan syarat dan standar yang sesuai mampu meningkatkan kesejahteraan hidup dari segi derajat kesehatan.

Berdasarkan uraian di atas dapat diketahui bahwa air minum merupakan kebutuhan penting untuk melangsungkan hidup di bumi, terutama bagi manusia.

Manusia tanpa adanya air minum tidak bisa melangsungkan hidup dengan sehat, karena manusia mengonsumsi air minum untuk proses metabolisme dalam tubuhnya agar terjaga kesehatannya. Air minum yang dikonsumsi manusia sudah terpenuhi, maka kualitas hidup dalam kehidupannya akan meningkat dan mampu melakukan kegiatan sehari-hari.

## 1. Sumber-sumber Air

Sumber air adalah wadah air yang terdapat di atas dan di bawah permukaan tanah; yang termasuk dalam pengertian ini adalah mata air, sungai, rawa, danau, waduk, dan muara. Berikut

ini adalah sumber-sumber air:

a. Air angkasa (hujan)

Air angkasa atau air hujan merupakan sumber utama air bumi. Walau pada saat presipitasi merupakan air yang paling bersih, air tersebut cenderung mengalami pencemaran ketika berada di atmosfer. Pencemaran yang berlangsung di atmosfer itu dapat disebabkan oleh partikel debu, mikroorganisme, dan gas misalnya karbon dioksida, nitrogen, dan ammonia.

b. Air Laut

Air laut adalah air dari laut atau samudera. Air laut mempunyai sifat asin, karena mengandung garam NaCl. Kadar garam NaCl dalam air laut 3%, gas-gas terlarut, bahan-bahan organik dan partikel-partikel tak terlarut. Dengan keadaan ini, maka air laut tidak memenuhi syarat untuk air minum.

c. Air Permukaan

Air permukaan adalah air hujan yang mengalir di permukaan bumi. Pada umumnya air permukaan ini bersifat kotor selama pengalirannya, dikarenakan adanya lumpur, batang-batang kayu, daun-daun, kotoran industri kota dan sebagainya. Beberapa pengotoran untuk masing-masing air permukaan akan berbeda-beda, bergantung pada daerah pengaliran air permukaan ini. Jenis pengotorannya adalah merupakan kotoran fisik, kimia dan bakteri. Setelah mengalami suatu pengotoran, pada suatu saat air permukaan itu akan mengalami suatu proses pembersihan sendiri. Udara yang mengandung oksigen atau gas O<sub>2</sub> akan membantu mengalami proses pembusukan yang terjadi pada air permukaan yang telah mengalami pengotoran, karena selama dalam perjalanan O<sub>2</sub>

akan meresap ke dalam air permukaan. Air permukaan ada beberapa macam yaitu:

1) Air sungai

Dalam penggunaannya sebagai air minum, haruslah mengalami suatu pengolahan yang sempurna, mengingat bahwa air sungai ini pada umumnya mempunyai derajat pengotoran yang tinggi sekali. Debit yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan air minum pada umumnya dapat mencukupi.

2) Air rawa/danau

Kebanyakan air rawa ini berwarna hitam atau kuning kecoklatan, hal ini disebabkan oleh adanya zat-zat organik yang telah membusuk, misalnya asam humus yang terlarut dalam air yang menyebabkan warna kuning coklat. Dengan adanya pembusukan kadar zat organik tinggi, maka umumnya kadar Fe dan Mn akan tinggi pula dan dalam keadaan kelarutan O<sub>2</sub> kurang sekali (anaerob), maka unsur-unsur Fe dan Mn ini terlarut. Pada permukaan air akan tumbuh *algae* (lumut) karena adanya sinar matahari dan O<sub>2</sub>.

3) Air tanah

Air tanah adalah air yang terdapat dalam lapisan tanah atau bebatuan di bawah permukaan tanah pada lajur/ zona jenuh air. Air tanah merupakan salah satu sumber daya air yang keberadaannya terbatas dan kerusakannya dapat mengakibatkan dampak yang luas serta pemulihannya sulit dilakukan. Air tanah berasal dari air

hujan dan air permukaan, yang meresap mula-mula ke zona tak jenuh dan kemudian meresap makin dalam hingga mencapai zona jenuh air dan menjadi air tanah. Air tanah berinteraksi dengan air permukaan serta komponen-komponen lain seperti jenis batuan penutup, penggunaan lahan, serta manusia yang di permukaan.

4) Air tanah dangkal

Air tanah dangkal terjadi karena adanya proses peresapan air dari permukaan tanah. Lumpur akan tertahan, sedemikian pula dengan sebagian bakteri, sehingga air akan jernih tetapi lebih banyak mengandung zat kimia (garam-garam yang terlarut) karena melalui lapisan tanah yang mempunyai unsur-unsur kimia tertentu untuk masing-masing lapisan tanah. Lapisan tanah ini berfungsi sebagai saringan. Disamping penyaringan, pengotoran masih terus berlangsung, terutama pada muka air yang dekat dengan muka tanah, setelah menemui lapisan rapat air, air akan terkumpul menjadi air tanah dangkal dimana air tanah ini dimanfaatkan untuk sumber air minum melalui sumur-sumur dangkal.

5) Air tanah dalam

Air tanah dalam Terdapat sebuah lapisan rapat air yang pertama. Pengambilan air tanah dalam tak semudah pada air tanah dangkal. Dalam hal ini harus digunakan bor dan memasukkan pipa ke dalam tanah, sehingga dalam suatu kedalaman tertentu akan didapat satu lapis air. Jika tekanan air tanah ini besar, maka air dapat

menyembur ke luar dan dalam keadaan ini, sumur ini disebut dengan sumur artesis atau sumur bor. Jika air tidak dapat keluar dengan sendirinya, maka digunakan pompa untuk membantu pengeluaran air.

6) Mata air

Mata air adalah air tanah yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah. Mata air biasanya dapat ditemukan di lereng-lereng gunung atau pegunungan. Mata air yang berasal dari tanah dalam, hampir tidak terpengaruh oleh musim dan kualitasnya sama dengan keadaan air tanah (Joko, 2010).

## 2. Pencemaran Air

Pencemaran air merupakan penyimpangan sifat-sifat air dari keadaan normal, bukan dari kemurniannya. Air yang tersebar di alam tidak pernah terdapat dalam bentuk murni, namun juga bukan berarti semua air tercemar. Salah satunya adalah air yang berada di pegunungan atau hutan terpencil dengan udara yang bersih dan bebas dari pencemar, air hujan selalu mengandung CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, dan N<sub>2</sub>, serta bahan-bahan tersuspensi seperti debu dan partikel lain yang terbawa dari atmosfer. Air minum sendiri bukan termasuk air murni meskipun bahan-bahan tersuspensi dan bakteri mungkin telah dihilangkan dari air tersebut, tetapi air minum mungkin masih mengandung komponen-komponen terlarut. Bahkan air murni sebenarnya tidak enak diminum karena beberapa bahan yang terlarut dapat memberikan rasa yang spesifik terhadap air minum (Fardiaz, 1992).

Dari penjelasan di atas dapat diartikan bahwa air yang tidak tercemar tidak selalu air murni, namun merupakan air yang tidak mengandung bahan-bahan asing tertentu dalam jumlah yang melebihi batas yang telah ditetapkan sehingga air dapat dimanfaatkan dengan baik sesuai kebutuhan. Ciri-ciri air yang tercemar sangat bervariasi bergantung dari jenis air dan pencemarnya, yang terkelompok pada padatan, bahan buangan yang membutuhkan oksigen, mikroorganisme, komponen organik sintetik, *nutrient* tanaman, minyak, senyawa anorganik dan mineral, bahan radiaktif serta panas. Pengelompokan tersebut bukan merupakan pengelompokan yang baku, karena suatu jenis pencemaran mungkin dapat dimasukkan pada lebih dari satu kelompok (Fardiaz, 1992). Untuk pencemaran alami yang ada di gunung sendiri dapat terjadi karena faktor kebakaran hutan, mikroorganisme yang membusuk atau hasil dari pelapukan tanaman, serta air hujan.

# PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM

---

Persyaratan kualitas air minum harus memenuhi 4 syarat dan standar yang meliputi persyaratan mikroorganisme, fisika, kimia, dan radioaktif. Persyaratan kualitas air minum tersebut berdasarkan keputusan pemerintah melalui Menteri Kesehatan RI Nomor 492 tahun 2010, adalah sebagai berikut:

## 1. Syarat Mikroorganisme

Air minum pada umumnya harus terhindar dari bakteri-bakteri penyakit (patogen). Jumlah dan jenis bakteri mempunyai perbedaan pada setiap tempat dan kondisi lingkungan air tersebut. Air minum yang digunakan untuk kebutuhan sehari-hari harus terhindar dari bakteri patogen. Bakteri patogen yang mungkin ada dalam air bersih antara lain, *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Entamoeba histolytica* dan *Clostridium perfringens* (Wandriviel, Suharti, & Lestari, 2012). Air minum yang mengandung bakteri golongan *Coli* dianggap terkontaminasi dari kotoran manusia (feses). Pemeriksaan bakteri patogen yang terdapat pada air menggunakan alat

indikator bakteri golongan *Escherichia Colli* (Sutrisno & Suciastuti, 2010).

## 2. Syarat Fisika

Air minum yang mempunyai syarat dan standar menteri kesehatan untuk dikonsumsi adalah air minum tidak berbau, tidak terlihat keruh, tidak mempunyai rasa, tidak mempunyai warna, tidak menimbulkan endapan dalam air, dan suhu pada air minum harus sejuk ( $\pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) (Joko, 2010).

### a. Bau

Bau disebabkan adanya senyawa lain yang terkandung dalam air seperti gas  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$ , klorofenol, dan fenol. Pengukuran senyawa organik dapat menghasilkan bau pada zat gas dan cair. Bau yang disebabkan oleh senyawa organik bersifat karsinogenik. Pengukuran bau secara kuantitatif sulit untuk diukur karena hasilnya terlalu subjektif.

### b. Kekeruhan

Kekeruhan disebabkan adanya kandungan Total *Suspended Solid* baik yang bersifat organik maupun anorganik. Zat organik berasal dari pelapukan tanaman dan hewan, sedangkan zat anorganik berasal dari pelapukan logam dan batuan. Penurunan kekeruhan ini sangat diperlukan karena selain ditinjau dari estetika yang kurang baik serta proses desinfeksi, untuk air keruh sangat sulit, hal ini disebabkan karena penyerapan beberapa koloid dapat melindungi organisme dari

desinfektan.

c. Rasa

Air minum adalah air yang tidak boleh berasa. Air yang mempunyai rasa menunjukkan kehadiran zat yang menimbulkan bahaya kesehatan. Contohnya rasa asam pada air minum disebabkan oleh asam organik maupun anorganik, sedangkan rasa asin disebabkan oleh garam terlarut dalam air.

d. Suhu

Suhu air minum sama dengan suhu udara ( $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), dengan batas toleransi yang diperbolehkan yaitu  $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ . Suhu normal mencegah terjadinya pelarut zat kimia pada pipa, menghambat reaksi biokimia pada pipa dan mikroorganisme tidak dapat tumbuh. Jika suhu air tinggi maka jumlah oksigen dalam air akan berkurang.

e. Warna

Air minum yang baik adalah tidak berwarna. Kata jernih pada air minum hanya untuk alasan estetika dan untuk mencegah keracunan dari zat kimia maupun mengandung organisme yang berwarna. Pada dasarnya air dibedakan menjadi dua jenis yaitu warna semu (*Apparent colour*) yang disebabkan oleh unsur tersuspensi dan warna sejati (*True colour*) yang disebabkan oleh zat organik dan zat koloid. Air yang mengandung senyawa organik seperti potongan kayu, daun, rumput akan memperlihatkan warna kuning kecoklatan, oksida besi akan menyebabkan air berwarna kemerah-merahan,

dan oksida mangan akan menyebabkan air berwarna kecoklatan atau kehitaman.

### 3. Syarat Kimia

Syarat parameter kimia, air minum yang sesuai standar kesehatan adalah air yang tidak beracun, unsur zat kimia dalam air tidak di bawah standar yang telah ditentukan oleh pemerintah (Sutrisno & Suciastuti, 2010). Penggunaan air yang mengandung bahan kimia beracun dan zat kimia yang melebihi ambang batas akan berakibat bagi kesehatan tubuh manusia. Kandungan bahan kimia dan zat kimia yang dibutuhkan oleh tubuh, hendaknya harus dalam kadar yang sewajarnya dalam air minum (Nuraini, Iqbal, & Sabhan, 2015). Kadar ketentuan zat kimia dalam air antara lain, besi (Fe) nilai ambang batas (0,3 mg/l), klorida (Cl = 250 mg/l), Tembaga (Cu = 3 mg/l), Timbal (Pb = 0,01 mg/l), flour (F = 1-1,5 mg/l), dan seng (Zn) nilai ambang batas (5 mg/l) . Ph dalam air sebaiknya tidak basa dan tidak asam (netral). Ph yang diajurkan dalam air minum adalah 6,5-8,5 (MENKES, 2010). Kekurangan unsur-unsur zat kimia dalam tubuh dapat menimbulkan gejala defisiensi, sebaliknya jika berlebihan menimbulkan gejala toksisitas, sehingga kandungan logam dalam air minum harus diperhatikan (Mulyaningsih, Istanto, Yusuf, & Suprapti, 2010).

1) pH

pH adalah faktor penting air minum, pH air minum < 6,5 dan > 8,5.

2) Zat padat total (Total solid)

Merupakan bahan yang tertinggal sebagai residu pada

penguapan dan pengeringan pada suhu 103-105 °C.

3) Zat organik sebagai  $\text{KMnO}_4$

Zat organik yang terdapat dalam air berasal dari lingkungan sekitar (tumbuh-tumbuhan, alkohol, selulosa, gula dan pati), sitesa (proses- proses produksi) dan fermentasi. Zat organik yang berlebihan dalam air akan mengakibatkan timbulnya bau tidak sedap.

4)  $\text{CO}_2$  agresif

$\text{CO}_2$  terdapat dalam air berasal dari udara dan hasil dekomposisi zat organik.  $\text{CO}_2$  agresif yaitu  $\text{CO}_2$  yang dapat merusak bangunan, perpipaan dalam distribusi air bersih.

5) Kesadahan total (Total hardness)

Kesadahan merupakan sifat air disebabkan adanya ion-ion (kation) logam valensi, misalnya  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{+}$ , dan  $\text{Mn}^{+}$ , kesadahan total adalah kesadahan yang disebabkan adanya ion-ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  secara bersamaan.

6) Besi

Besi bersifat terlarut, menyebabkan air menjadi merah kekuningan, menimbulkan bau amis, dan membentuk lapisan seperti minyak. Besi merupakan logam yang menghambat proses desinfeksi. Kadar besi dalam air minum maksimum 0,3 mg/l, sedangkan nilai ambang batas kadar besi 2 mg/l.

7) Mangan

Mangan bersifat terlarut dalam air, biasanya mem-

bentuk  $MnO_2$ . Kadar mangan dalam air minum maksimum adalah 0,1 mg/l.  $MnO_2$  menimbulkan rasa dan menyebabkan warna ungu/hitam pada air minum, serta bersifat toksik.

8) Tembaga (Cu)

Tembaga menyebabkan rasa tidak enak pada lidah dan menyebabkan gejala ginjal, muntaber, pusing, lemas dan menimbulkan kerusakan pada hati. Dosis yang rendah dalam air menimbulkan rasa kesat, warna dan korosi pada pipa.

9) Seng (Zn)

Metabolisme dalam tubuh manusia memerlukan seng, tetapi dosis yang terlalu tinggi bersifat racun. Pada air minum kadar  $Zn > 3$  mg/l dalam air minum menyebabkan rasa kesat/pahit dan bila dimasak menimbulkan endapan seperti pasir dan menyebabkan mutaber.

10) Klorida

Klorida mempunyai tingkat toksisitas yang bergantung pada gugus senyawanya. Klor digunakan sebagai desinfektan dalam penyediaan air minum. Kadar klor yang melebihi 250 mg/l menyebabkan rasa asin dan korosif pada logam.

11) Nitrit

Nitrit dapat menyebabkan (Methamoglobinemia) terutama pada bayi yang mendapat konsumsi air minum yang mengandung nitrit.

12) Flourida (F)

Kadar F < 2 mg/l menyebabkan kerusakan pada gigi, sebaliknya jika berlebihan akan menyebabkan gigi berwarna kecoklatan.

13) Logam berat (Pb, Se, As, Cd, Hg, dan CN)

Logam dalam air menyebabkan gangguan pada jaringan syaraf, pencernaan, metabolisme, oksigen, dan kanker.

#### 4. Syarat Radioaktif

Air minum adalah air yang terhindar dari kontaminasi zat berbahaya radioaktif. Radioaktif dapat menimbulkan kerusakan sel dalam tubuh. Kerusakan sel dalam tubuh dapat menyebabkan perubahan komposisi genetika dan kematian. Komposisi genetika yang berubah menimbulkan penyakit mutasi sel dan kanker, sedangkan sel yang mati dapat diganti apabila sel beregenerasi menjadi sel baru.

Tahapan air bersih menjadi air minum harus melewati beberapa proses pengolahan untuk menghilangkan bahan-bahan yang mencemari air minum.

Proses pengolahan air bersih menjadi air minum di PDAM melewati beberapa tahapan yaitu:

1. Intake adalah kolam bangunan yang berfungsi menampung air dari sumber air sesuai kapasitasnya.
2. Clarifier adalah tempat koagulasi. Air dipisah dari daun, lumpur, dan pasir dengan cara mengendapkan kotoran dalam air tersebut. Kotoran yang terdapat dijarah dibuang melalui pipa saluran pembuangan.

3. *Rapid mixing* (bangunan pengaduk cepat) adalah tempat mencampurkan koagulan dengan air baku sehingga terjadi proses koagulasi.
4. *Slow mixing* (bangunan kolam mengaduk lambat) adalah proses mengaduk lambat yang terjadi pada pulsator. Pada tahapan ini terjadi proses flokulasi yang bertujuan untuk membentuk flok-flok sebagai akibat gabungan dari koloid dalam air dengan koagulan.
5. Sedimentasi adalah proses pengendapan materi pada air. Proses koagulasi, flokulasi air didiamkan sampai kotoran menggumpal dan mengendap semua sehingga air tampak jernih.
6. Bangunan filtrasi adalah proses penyaringan butir lumpur tidak mengendap pada kolam sedimentasi; dan menyaring mikroorganisme atau bakteri patogen yang larut di air. Filtrasi memanfaatkan pasir silica karena mampu menarik butir-butir lumpur.
7. Desinfeksi adalah membunuh mikroorganisme patogen yang menimbulkan penyakit dengan bahan kimia. Pemberian desinfeksi menggunakan alat klorinator. Klorinator adalah alat mikrofilter yang berfungsi membunuh bakteri patogen dalam air yang menimbulkan penyakit. Bahan kimia dalam desinfeksi menggunakan klorin dalam bentuk gas sebanyak 0,3 gram. Nilai ambang batas penggunaan klorin dalam air minum yaitu 250 mg/l. Desinfeksi bertujuan mengurangi jumlah bakteri secara umum atau menghilangkan bakteri patogen dalam air

bersih yang dikonsumsi manusia.

8. Reservoir adalah kolam tempat menampung air bersih yang sudah diolah sebelum disalurkan ke rumah masyarakat (Joko, 2010).

# AIR BERSIH

---

Penyediaan air bersih untuk masyarakat mempunyai peranan yang sangat penting dalam meningkatkan kesehatan lingkungan atau masyarakat, yakni mempunyai peranan dalam menurunkan angka penderita penyakit, khususnya yang berhubungan dengan air, dan berperan dalam meningkatkan standar atau taraf/kualitas hidup masyarakat.

Sampai saat ini, penyediaan air bersih untuk masyarakat di Indonesia masih dihadapkan pada beberapa permasalahan yang cukup kompleks dan sampai saat ini belum dapat diatasi sepenuhnya. Salah satu masalah yang masih dihadapi sampai saat ini yakni masih rendahnya tingkat pelayanan air bersih untuk masyarakat.

Di Negara kita ini masalah lainnya yang perlu dipikirkan adalah tentang sampah. Sampah akan terus ada dan tidak akan berhenti diproduksi oleh kehidupan manusia, jumlahnya akan berbanding lurus dengan jumlah penduduk, bisa dibayangkan banyaknya sampah-sampah di kota besar yang berpenduduk padat. Permasalahan ini akan timbul ketika sampah menumpuk dan tidak dapat dikelola dengan baik.

## **1. Penyediaan Air Bersih**

### **a. Pengertian air bersih**

Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/menkes/sk/xi/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan industri terdapat pengertian mengenai Air Bersih yaitu air yang dipergunakan untuk keperluan sehari-hari dan kualitasnya memenuhi persyaratan kesehatan air bersih sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku dan dapat diminum apabila dimasak.

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2005 Tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum, didapat beberapa pengertian mengenai air:

1. Air baku untuk air minum rumah tangga; yang selanjutnya disebut air baku adalah air yang dapat berasal dari sumber air permukaan, cekungan air tanah dan/atau air hujan yang memenuhi baku mutu tertentu sebagai air baku untuk air minum.
2. Air minum adalah air minum rumah tangga yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.
3. Air limbah adalah air buangan yang berasal dari rumah tangga termasuk tinja manusia dari lingkungan permukiman.
4. Penyediaan air minum adalah kegiatan menyediakan air minum untuk memenuhi kebutuhan masyarakat agar mendapatkan kehidupan yang sehat, bersih, dan

produktif.

5. Sistem Penyediaan Air Minum yang selanjutnya disebut SPAM merupakan satu kesatuan sistem fisik (teknik) dan non fisik dari prasarana dan sarana air minum.
6. Pengembangan SPAM adalah kegiatan yang bertujuan membangun, memperluas dan/atau meningkatkan sistem fisik (teknik) dan non fisik (kelembagaan, manajemen, keuangan, peran masyarakat, dan hukum) dalam kesatuan yang utuh untuk melaksanakan penyediaan air minum kepada masyarakat menuju keadaan yang lebih baik.
7. Penyelenggaraan pengembangan SPAM adalah kegiatan merencanakan, melaksanakan konstruksi, mengelola, memelihara, merehabilitasi, memantau, dan/atau mengevaluasi sistem fisik (teknik) dan non fisik penyediaan air minum.
8. Penyelenggara pengembangan SPAM yang selanjutnya disebut Penyelenggara adalah badan usaha milik negara/badan usaha milik daerah, koperasi, badan usaha swasta, dan/atau kelompok masyarakat yang melakukan penyelenggaraan pengembangan sistem penyediaan air minum.

## **2. Sumber Air Bersih**

Berdasarkan petunjuk Program Pembangunan Prasarana Kota Terpadu perihal Pedoman Perencanaan dan Desain Teknis Sektor Air Bersih, disebutkan bahwa sumber air baku yang perlu

diolah terlebih dahulu adalah:

1. Mata air, Yaitu sumber air yang berada di atas permukaan tanah. Debitnya sulit untuk diduga, kecuali jika dilakukan penelitian dalam jangka beberapa lama.
2. Sumur dangkal (*shallow wells*), Yaitu sumber air hasil penggalian ataupun pengeboran yang kedalamannya kurang dari 40 meter.
3. Sumur dalam (*deep wells*), Yaitu sumber air hasil penggalian ataupun pengeboran yang kedalamannya lebih dari 40 meter.
4. Sungai, Yaitu saluran pengaliran air yang terbentuk mulai dari hulu di daerah pegunungan/tinggi sampai bermuara di laut/danau. Secara umum air baku yang didapat dari sungai harus diolah terlebih dahulu, karena kemungkinan untuk tercemar polutan sangat besar.
5. Danau dan Penampung Air (*lake and reservoir*), Yaitu unit penampung air dalam jumlah tertentu yang airnya berasal dari aliran sungai maupun tampungan dari air hujan.

Sumber-sumber air yang ada dapat dimanfaatkan untuk keperluan air minum adalah meliputi (Budi D. Sinulingga, Pembangunan Kota Tinjauan Regional dan Lokal, 1999):

1. Air hujan. Biasanya sebelum jatuh ke permukaan bumi akan mengalami pencemaran sehingga tidak memenuhi syarat apabila langsung diminum.
2. Air permukaan tanah (*surface water*). Yaitu rawa, sungai, danau yang tidak dapat diminum sebelum melalui pe-

ngolahan karena mudah tercemar.

3. Air dalam tanah (*ground water*). Yang terdiri dari air sumur dangkal dan air sumur dalam. Air sumur dangkal dianggap belum memenuhi syarat untuk diminum karena mudah tercemar. Sumber air tanah ini dapat dengan mudah dijumpai seperti yang terdapat pada sumur gali penduduk, sebagai hasil budidaya manusia. Keterdapatannya sumber air tanah ini sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti topografi, batuan, dan curah hujan yang jatuh di permukaan tanah. Kedudukan muka air tanah mengikuti bentuk topografi, muka air tanah akan dalam di daerah yang bertopografi tinggi dan dangkal di daerah yang bertopografi rendah.

Di lain pihak sumur dalam yang sudah mengalami perjalanan panjang adalah air yang jauh lebih murni, dan pada umumnya dapat langsung diminum, namun memerlukan pemeriksaan laboratorium untuk memastikan kualitasnya. Keburukan dari pemakaian sumur dalam ini adalah apabila diambil terlalu banyak akan menimbulkan intrusi air asin dan air laut yang membuat sumber air jadi asin, biasanya daerah-daerah sekitar pantai.

- Mata air (*spring water*). Sumber air untuk penyediaan air minum berdasarkan kualitasnya dapat dibedakan atas:
- Sumber yang bebas dari pengotoran (*pollution*).
- Sumber yang mengalami pemurniaan alamiah (*natural purification*).
- Sumber yang mendapatkan proteksi dengan pengolahan buatan (*artificial treatment*).

### **3. Standar Kualitas Air Baku**

Air bersifat universal dalam pengertian bahwa air mampu melarutkan zat-zat yang alamiah dan buatan manusia. Untuk menggarap air alam, meningkatkan mutunya sesuai tujuan, pertama kali harus diketahui dahulu kotoran dan kontaminan yang terlarut di dalamnya. Pada umumnya kadar kotoran tersebut tidak begitu besar.

Dengan berlakunya baku mutu air untuk badan air, air limbah dan air bersih, maka dapat dilakukan penilaian kualitas air untuk berbagai kebutuhan. Di Indonesia ketentuan mengenai standar kualitas air bersih mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 416 tahun 1990 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Bersih. Berdasarkan SK Menteri Kesehatan 1990 Kriteria penentuan standar baku mutu air dibagi dalam tiga bagian yaitu:

1. Persyaratan kualitas air untuk air minum.
2. Persyaratan kualitas air untuk air bersih.
3. Persyaratan kualitas air untuk limbah cair bagi kegiatan yang telah beroperasi.

Mengingat betapa pentingnya air bersih untuk kebutuhan manusia, maka kualitas air tersebut harus memenuhi persyaratan, yaitu:

1. Syarat fisik, antara lain:
  - 1) Air harus bersih dan tidak keruh.
  - 2) Tidak berwarna
  - 3) Tidak berasa
  - 4) Tidak berbau

5. Suhu antara 10°-25 °C (sejuk)
6. Syarat kimiawi, antara lain:
  - 1) Tidak mengandung bahan kimiawi yang mengandung racun.
  - 2) Tidak mengandung zat-zat kimiawi yang berlebihan.
  - 3) Cukup yodium.
  - 4) pH air antara 6,5 – 9,2.
  - 5) Syarat bakteriologi, antara lain:
    - Tidak mengandung kuman-kuman penyakit seperti disentri, tipus, kolera, dan bakteri patogen penyebab penyakit.
    - Pada umumnya kualitas air baku akan menentukan besar kecilnya investasi instalasi penjernihan air dan biaya operasi serta pemeliharaannya. Sehingga semakin jelek kualitas air semakin berat beban masyarakat untuk membayar harga jual air bersih.

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 173/Men.Kes/Per/VII/1977, penyediaan air harus memenuhi kuantitas dan kualitas, yaitu:

1. Aman dan higienis.
2. Baik dan layak minum.
3. Tersedia dalam jumlah yang cukup.
4. Harganya relatif murah atau terjangkau oleh sebagian besar masyarakat.

Mengenai parameter kualitas air baku, Depkes RI telah menerbitkan standar kualitas air bersih tahun 1977 (Ryadi Slamet, 1984:122). Dalam peraturan tersebut standar air bersih dapat dibedakan menjadi tiga kategori (Menkes Nomor 173/per/VII tanggal 3 Agustus 1977):

1. Kelas A. Air yang dipergunakan sebagai air baku untuk keperluan air minum.
2. Kelas B. Air yang dipergunakan untuk mandi umum, pertanian dan air yang terlebih dahulu dimasak.
3. Kelas C. Air yang dipergunakan untuk perikanan darat.

#### **4. Sistem Penyediaan Air Bersih**

Sistem penyediaan air bersih meliputi besarnya komponen pokok antara lain: unit sumber air baku, unit pengolahan, unit produksi, unit transmisi, unit distribusi dan unit konsumsi.

1. Unit sumber air baku merupakan awal dari sistem penyediaan air bersih yang mana pada unit ini sebagai penyediaan air baku yang bisa diambil dari air tanah, air permukaan, air hujan yang jumlahnya sesuai dengan yang diperlukan.
2. Unit pengolahan air memegang peranan penting dalam upaya memenuhi kualitas air bersih atau minum, dengan pengolahan fisika, kimia, dan bakteriologi, kualitas air baku yang semula belum memenuhi syarat kesehatan akan berubah menjadi air bersih atau minum yang aman bagi manusia.
3. Unit produksi adalah salah satu dari sistem penyediaan

air bersih yang menentukan jumlah produksi air bersih atau minum yang layak didistribusikan ke beberapa tandon atau *reservoir* dengan sistem pengaliran gravitasi atau pompanisasi. Unit produksi merupakan unit bangunan yang mengolah jenis-jenis sumber air menjadi air bersih. Teknologi pengolahan disesuaikan dengan sumber air yang ada.

4. Unit transmisi berfungsi sebagai pengantar air yang diproduksi menuju ke beberapa tandon atau *reservoir* melalui jaringan pipa.
5. Unit distribusi adalah merupakan jaringan pipa yang mengantarkan air bersih atau minum dari tandon atau *reservoir* menuju ke rumah-rumah konsumen dengan tekanan air yang cukup sesuai dengan yang diperlukan konsumen.
6. Unit konsumsi adalah merupakan instalasi pipa konsumen yang telah disediakan alat pengukur jumlah air yang dikonsumsi pada setiap bulannya.

## 5. **Proyeksi Kebutuhan Air Bersih**

Semakin padat jumlah penduduk dan semakin tinggi tingkat kegiatan akan menyebabkan semakin besarnya tingkat kebutuhan air. Variabel yang menentukan besaran kebutuhan akan air bersih antara lain adalah sebagai berikut:

- Jumlah penduduk
- Jenis kegiatan
- Standar konsumsi air untuk individu

- Jumlah sambungan

Target pelayanan dapat merupakan potensi pasar atau mengacu pada kebijaksanaan nasional. Asumsi-asumsi lain yang digunakan mengikuti kecenderungan data yang ada di lapangan serta kriteria dan standar yang dikeluarkan oleh lembaga yang berwenang, yaitu seperti:

- Cakupan pelayanan
- Jumlah pemakai untuk setiap jenis sambungan
- Jenis sambungan
- Tingkat kebutuhan konsumsi air
- Perbandingan SR/HU
- Kebutuhan Domestik dan Non Domestik
- Angka kebocoran
- Penanggulangan kebakaran

Perencanaan pengadaan sarana prasarana air bersih dilakukan dengan memperhitungkan jumlah kebutuhan air yang diperlukan bagi daerah perencanaan. Proyeksi kebutuhan air dihitung dengan menggunakan data proyeksi jumlah penduduk, standar kebutuhan air bersih, cakupan pelayanan, koefisien kehilangan air, dan faktor puncak yang diperhitungkan untuk keamanan hitungan perencanaan.

## **6. Satuan Kebutuhan Air Bersih**

Kebutuhan air terbagi atas kebutuhan untuk:

- Rumah Tangga
- Non Rumah Tangga

Pemerintah Indonesia telah menyusun program pelayanan

air bersih sesuai dengan kategori daerah yang dikelompokkan berdasarkan jumlah penduduk.

Tabel 2  
Tingkat Pemakaian Air Rumah Tangga Sesuai Kategori Kota

No	Kategori Kota	Jumlah Penduduk	Sistem	Tingkat Pemakaian Air
1	Kota Metropolitan	> 1.000.000	Non Standar	190
2	Kota Besar	500.000 – 1.000.000	Non Standar	170
3	Kota Sedang	100.000 – 500.000	Non Standar	150
4	Kota Kecil	20.000 – 100.000	Standar BNA	130
5	Kota Kecamatan	< 20.000	Standar IKK	100
6	Kota Pusat Pertumbuhan	< 3.000	Standar DPP	30

Sumber : SK-SNI Air Bersih

Tabel 3  
Tingkat Pemakaian Air Non Rumah Tangga

No	Non Rumah Tangga (fasilitas)	Tingkat Pemakaian Air
1	Sekolah	10 liter/hari

2	Rumah Sakit	200 liter/hari
3	Puskesmas	(0,5 – 1) m <sup>3</sup> /unit/hari
4	Peribadatan	(0,5 – 2) m <sup>3</sup> /unit/hari
5	Kantor	(1 – 2) m <sup>3</sup> /unit/hari
6	Toko	(1 – 2) m <sup>3</sup> /unit/hari
7	Rumah Makan	1 m <sup>3</sup> /unit/hari
8	Hotel/Losmen	(100 – 150) m <sup>3</sup> /unit/hari
9	Pasar	(6 – 12) m <sup>3</sup> /unit/hari
10	Industri	(0,5 – 2) m <sup>3</sup> /unit/hari
11	Pelabuhan/Terminal	(10 – 20) m <sup>3</sup> /unit/hari
12	SPBU	(5 – 20) m <sup>3</sup> /unit/hari
13	Pertamanan	25 3/unit/hari

Sumber : SK-SNI Air Bersih

## 7. Tahapan Perencanaan Air Bersih

Dalam pemenuhan kebutuhan prasarana air bersih, maka dilakukan tahapan-tahapan perencanaan berdasarkan 5 (lima) komponen utama yang terdiri dari:

### 1. Perhitungan Kebutuhan Air

Kebutuhan air dihitung berdasarkan kebutuhan untuk rumah tangga (domestik), non domestik dan juga termasuk perhitungan atas kebocoran air. Analisis kebutuhan air ini disesuaikan dengan hasil perhitungan proyeksi penduduk, persentase penduduk yang dilayani dan besarnya pemakaian air.

### 2. Identifikasi Sumber Air Baku

Identifikasi air baku terutama dimaksudkan untuk

mendapatkan informasi mengenai:

- Jarak dan beda tinggi sumber air terhadap daerah pelayanan
- Debit andalan sumber air
- Kualitas air baku dan jenis alokasi sumber air baku pada saat ini

3. Pemeriksaan dan Penilaian Kualitas Air

Sistem pengolahan air yang dibangun harus dapat memproduksi air yang memenuhi standar kualitas air bersih yang ditetapkan oleh Departemen Kesehatan RI.

4. Pemilihan Alternatif Sistem

Sistem penyediaan air bersih yang dirancang merupakan sistem terpilih yang diperoleh berdasarkan hasil pemilihan terhadap beberapa alternatif pilihan sistem. Penentuan pilihan didasarkan pada penilaian berdasarkan aspek:

- Teknis
- Ekonomis
- Lingkungan

5. Perhitungan Kebocoran/Kehilangan Air

Kehilangan air yang disebabkan kebocoran teknis dan non teknis diperkirakan sebesar 20% dari kebutuhan total.

6. Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih

a. Sistem Penyediaan Air Bersih terdiri dari:

- Sistem Produksi meliputi Intake dan Instalasi

### Pengolahan Air

- Sistem Distribusi meliputi *Reservoir* dan Pipa Induk
  - Sistem Pemanfaatan melalui Sambungan Rumah dan *Hydrant* Umum
- b. Faktor-faktor yang mempengaruhi sistem distribusi adalah:
- Pola tata guna lahan
  - Kepadatan penduduk
  - Kondisi topografi kota
  - Rancangan induk kota.
- c. Artikel penyediaan air bersih

Bencana selalu menimbulkan permasalahan. Salah satunya bidang kesehatan. Timbulnya masalah ini berawal dari kurangnya air bersih yang berakibat pada buruknya kebersihan diri dan sanitasi lingkungan. Akibatnya berbagai jenis penyakit menular muncul.

Penanggulangan masalah kesehatan merupakan kegiatan yang harus segera diberikan baik saat terjadi dan pasca bencana disertai pengungsian. Saat ini sudah ada standar minimal dalam penanggulangan masalah kesehatan akibat bencana dan penanganan pengungsi. Standar ini mengacu pada standar internasional. Kendati begitu di lapangan, para pelaksana tetap diberi keleluasaan untuk melakukan penyesuaian sesuai kondisi keadaan di

lapangan.

Beberapa standar minimal yang harus dipenuhi dalam menangani korban bencana khususnya di pengungsian dalam hal lingkungan adalah:

a. Pengadaan Air.

Dalam situasi bencana mungkin saja air untuk keperluan minumpun tidak cukup, dan dalam hal ini pengadaan air yang layak dikunsumsi menjadi paling mendesak. Namun biasanya problema–problema kesehatan yang berkaitan dengan air muncul akibat kurangnya persediaan dan akibat kondisi air yang sudah tercemar sampai tingkat tertentu.

b. Tolok ukur kunci:

1. Persediaan air harus cukup untuk memberi sedikit–dikitnya 15 liter per orang per hari
2. Volume aliran air di tiap sumber sedikitnya 0,125 liter perdetik.
3. Jarak pemukiman terjauh dari sumber air tidak lebih dari 500 meter
4. 1 (satu) kran air untuk 80 – 100 orang

c. Kualitas air

Air di sumber–sumber harus layak diminum dan cukup volumenya untuk keperluan keperluan dasar (minum, memasak, menjaga kebersihan pribadi dan rumah tangga) tanpa menyebabkan timbulnya risiko–risiko besar terhadap kesehatan akibat penyakit–penyakit maupun pencemaran kimiawi atau

radiologis dari penggunaan jangka pendek.

d. Tolok ukur kunci:

1. Di sumber air yang tidak terdisinfektan (belum bebas kuman), kandungan bakteri dari pencemaran kotoran manusia tidak lebih dari 10 coli-form per 100 mili liter.
2. Hasil penelitian kebersihan menunjukkan bahwa risiko pencemaran semacam itu sangat rendah.
3. Untuk air yang disalurkan melalui pipa-pipa kepada penduduk yang jumlahnya lebih dari 10.000 orang, atau bagi semua pasokan air pada waktu ada risiko atau sudah ada kejadian perjangkitan penyakit diare, air harus didisinfektan lebih dahulu sebelum digunakan sehingga mencapai standar yang bisa diterima (yakni residu klorin pada kran air 0,2–0,5 mili-gram perliter dan kejenuhan di bawah 5 NTU).
4. Konduksi tidak lebih dari 2000 jS/cm dan airnya biasa diminum.
5. Tidak terdapat dampak negatif yang signifikan terhadap kesehatan pengguna air, akibat pencemaran kimiawi atau radiologis dari pemakaian jangka pendek, atau dari pemakaian air dari sumbernya dalam jangka waktu yang telah direncanakan, menurut penelitian yang juga meliputi penelitian tentang kadar enda-

pan bahan–bahan kimiawi yang digunakan untuk mengetes air itu sendiri. Sedangkan menurut penilaian situasi tampak tidak ada peluang yang cukup besar untuk terjadinya masalah kesehatan akibat konsumsi air itu.

## 8. Prasarana dan Perlengkapan

Tolok ukur kunci:

- Setiap keluarga mempunyai dua alat pengambil air yang berkapasitas 10–20 liter, dan tempat penyimpanan air berkapasitas 20 liter. Alat–alat ini sebaiknya berbentuk wadah yang berleher sempit dan/tertutup
- Setiap orang mendapat sabun ukuran 250 gram per bulan.
- Bila kamar mandi umum harus disediakan, maka prasarana ini harus cukup banyak untuk semua orang yang mandi secara teratur setiap hari pada jam–jam tertentu. Pisahkan petak–petak untuk perempuan dari yang untuk laki–laki.

## Daftar Pustaka

<file:///C:/Users/user/Documents/komunitas/index.php.htm>

<http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-16528-2208100660-Chapter2.pdf>

[http://elearning.gunadarma.ac.id/docmodul/rekayasa\\_lingkungan/bab2\\_sistem\\_penyediaan\\_air\\_bersih.pdf](http://elearning.gunadarma.ac.id/docmodul/rekayasa_lingkungan/bab2_sistem_penyediaan_air_bersih.pdf)

## **BIOKIMIA AIR DAN MINERAL**

---

Peranan air dan mineral begitu penting dalam hidup ini. Saat lahir lalu tumbuh berkembang dari bayi hingga dewasa bahkan tatkala ajal telah tiba, jasad ini akan selalu bersentuhan dengan air. Dengan air pula kita membersihkan diri, minum dan bergaul.

Tubuh manusia sendiri terdiri dari 70% sampai 80% mengandung air dan Mineral. Otak dan darah adalah dua organ penting yang memiliki kadar air di atas 80%. Otak memiliki komponen air sebanyak 90%, sementara darah memiliki komponen air 95%. Sedikitnya, secara normal kita butuh 2 liter air sehari atau 8 gelas sehari. Bagi perokok jumlah tersebut harus ditambah setengahnya. Air tersebut diperlukan untuk mengganti cairan yang keluar dari tubuh lewat air seni, keringat, pernafasan.

seluruh makhluk hidup yang ada di bumi pasti membutuhkan air dan mineral. Air bisa dikatakan sebagai sumber kehidupan. banyak manfaat yang diberikan air untuk makhluk hidup. Di sini akan dijelaskan peranan air di dalam sel sebagai komponen utama dalam sel yang jumlahnya paling besar serta peranan mineral di dalam sel dengan menggunakan air secukupnya khususnya mi-

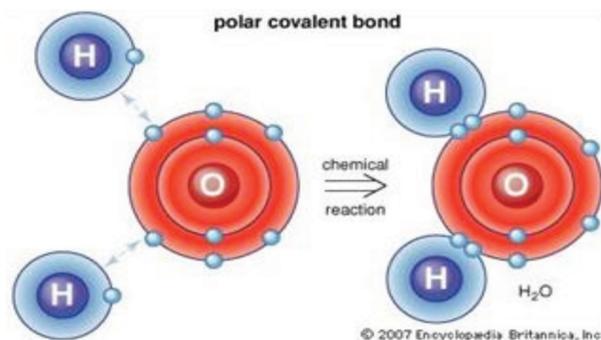
num, tubuh kita akan selalu segar dan kesehatan tetap terjaga.

## 1. Air

### a. Struktur Air

Air, zat yang terdiri dari unsur-unsur kimia hidrogen dan oksigen dan ada dalam bentuk gas, cair, dan padat. Air adalah salah satu senyawa yang paling berlimpah dan penting. Air merupakan sebuah cairan hambar dan tidak berbau pada suhu kamar, Air memiliki kemampuan penting untuk melarutkan banyak zat lainnya. Memang, fleksibilitas air sebagai pelarut sangat penting untuk organisme hidup. Hidup diyakini berasal dari larutan air dari lautan di dunia, dan organisme hidup tergantung pada air, seperti darah dan pencernaan, untuk proses biologis. Dalam jumlah kecil air tidak berwarna, tapi air sebenarnya memiliki warna biru intrinsik yang disebabkan oleh sedikit penyerapan cahaya pada panjang gelombang merah.

### b. Rumus Kimia Air



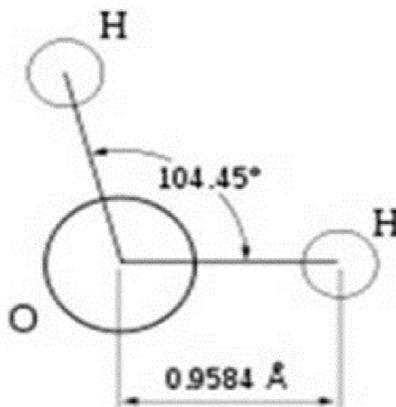
Meskipun molekul air sederhana dalam struktur ( $H_2O$ ), sifat fisik dan kimia dari senyawa air sangat rumit, dan air merupakan senyawa yang paling tidak khas yang ditemukan di Bumi. Sebagai contoh, meskipun melihat es batu mengambang di segelas air es adalah hal yang lumrah, perilaku seperti itu tidak biasa untuk jumlah air pada entitas kimia. Untuk hampir setiap senyawa lain, bentuk padat lebih padat daripada keadaan cair; dengan demikian, bentuk senyawa padat akan tenggelam ke dasar cairan. Fakta bahwa es mengapung di atas air adalah sangat penting di alam, karena es yang terbentuk pada kolam dan danau di daerah dingin dunia bertindak sebagai penghalang isolasi yang melindungi kehidupan di bawah air. Jika es lebih padat daripada air cair, es yang terbentuk di kolam akan tenggelam, sehingga mengekspos lebih banyak air dengan suhu dingin. Dengan demikian, kolam akhirnya akan membeku seluruhnya dan membunuh semua bentuk kehidupan.

## 2. Sifat Istimewa Air

Air adalah substansi kimia dengan rumus kimia  $H_2O$ : satu molekul air tersusun atas dua atom hidrogen yang terikat secara kovalen pada satu atom oksigen. Air bersifat tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau pada kondisi standar, yaitu pada tekanan 100 kPa (1 bar) dan temperatur 273,15 K ( $0^\circ C$ ). Zat kimia ini merupakan suatu pelarut yang penting, yang memiliki kemampuan untuk melarutkan banyak zat kimia lainnya, seperti garam-garam,

gula, asam, beberapa jenis gas dan banyak macam molekul organik.

Air memiliki beberapa sifat kimiawi yang cukup istimewa, dimana setiap molekul air terbentuk dari penggabungan antara atom hidrogen dan atom oksigen yang keduanya jika dalam keadaan bebas merupakan dua unsur yang memiliki sifat sangat berbeda atau bahkan bertolak belakang dengan air (itulah perbedaan antara sifat yang disebabkan karena reaksi kimia dan yang disebabkan karena reaksi fisika). Hidrogen adalah salah satu unsur gas yang sangat mudah terbakar, sementara oksigen adalah unsur yang bersifat membakar, tidak ada pembakaran yang terjadi tanpa bereaksi dengan oksigen. Hasil dari ikatan antara atom hidrogen dan atom oksigen terbentuklah senyawa  $H_2O$  atau yang kita kenal dengan nama molekul air. Jika kita bandingkan antara molekul air dan kedua gas penyusunnya (hidrogen dan oksigen) tentu sangat berbeda, kedua unsur penyusun air bersifat mudah terbakar dan sebagai pelaku pembakaran sementara air bersifat lebih moderat.



Jika kita melihat air secara molekuler, maka akan terlihat bahwa ketika terdapat lebih dari dua molekul air bergabung maka muatan positif dan negatif yang ada pada masing-masing atom oksigen dan hidrogen akan saling tarik-menarik (komponen oksigen molekul air memiliki muatan yang sedikit negatif dan komponen hidrogennya bermuatan sedikit positif) membentuk sebuah ikatan yang dinamakan ikatan hidrogen. Ikatan ini bersifat sangat lemah dan berusia sangat pendek, artinya ikatan ini mudah terlepas (pecah) dan kekuatan ikatannya hanya bertahan kira-kira satu per seratus-milyar detik. Tetapi begitu satu ikatan pecah, ikatan yang lain akan terbentuk, begitu seterusnya. Itulah sebabnya mengapa bentuk air berubah-ubah menurut tempatnya.



Ikatan hidrogen memungkinkan air menahan perubahan temperatur. Sekalipun suhu udara di sekelilingnya mengalami peningkatan dengan cepat, suhu air tidak serta merta mengikuti cepatnya perubahan suhu di sekitarnya, adanya ikatan hidrogen menyebabkan air tidak mengalami peningkatan suhu dengan cepat. Begitu pun sebaliknya manakala suhu di sekitarnya mengalami penurunan dengan tiba-tiba, air tidak begitu saja mengikuti pe-

rubahan suhu yang terjadi, ikatan hidrogen menahan perubahan suhu yang terjadi secara mendadak.

Dibutuhkan perubahan suhu yang besar untuk menyebabkan terjadinya perubahan suhu dalam air. Energi yang tersimpan dalam air untuk menahan perubahan suhu yang terjadi secara cepat dan mendadak ini disebut dengan energi termal air. Energi yang tinggi ini memiliki fungsi penting dalam hidup kita. Sebagai contoh, terdapat sejumlah besar air dalam tubuh kita. Bila air beradaptasi sesuai dengan perubahan suhu yang tiba-tiba terjadi di sekitarnya, maka kita akan menjadi demam atau beku secara tiba-tiba, namun dengan adanya energi termal ini akan memberikan kesempatan kepada kita untuk dapat melakukan penyesuaian diri terhadap kondisi lingkungan yang terjadi.

Air juga memerlukan energi termal yang tinggi untuk menguap. Karena air menggunakan energi termal cukup banyak saat menguap, suhunya menjadi turun. Sebagai contoh, kembali ke tubuh manusia, suhu tubuh normal manusia adalah  $36^{\circ}\text{C}$ , dan suhu tertinggi yang dapat ditolerir tubuh adalah  $42^{\circ}\text{C}$ . Intervalnya 6 derajat, dengan bekerja di bawah terik matahari selama berjam-jam dapat meningkatkan suhu badan setinggi itu. Tetapi, tubuh kita mengeluarkan banyak energi termal dengan berkeringat, yaitu menguapkan air di dalam tubuh, yang akhirnya menyebabkan suhu tubuh menjadi turun. Bila tubuh kita tidak memiliki mekanisme seperti itu, bekerja di bawah sinar matahari beberapa jam saja akan fatal akibatnya.

Ikatan hidrogen melengkapi air dengan sifat lain yang juga luar biasa, yaitu air lebih kental pada keadaan cair daripada

keadaan bekunya. Padahal, sebagian besar zat di bumi lebih kental pada bentuk padat daripada bentuk cairnya.

Berlawanan dengan zat lain, air memuai ketika membeku. Ini karena ikatan hidrogen mencegah molekul-molekul air agar tidak berikatan terlalu kuat, akibatnya banyak terdapat ruang kosong di antara mereka. Ikatan hidrogen terurai ketika air berada dalam kondisi cair, yang menyebabkan atom-atom oksigen saling mendekat dan membentuk struktur yang lebih kental. Hal ini juga yang menjadi penyebab es lebih ringan dari pada air. Biasanya, bila Anda mencairkan logam apa saja dan memasukkan logam padatnya ke dalam cairan itu, maka logam padat ini akan langsung tenggelam ke dasar cairan. Pada air, tidak seperti itu. Gunung es dengan berat puluhan ribu ton mengapung di atas air seperti pelampung. Jadi keuntungan apa yang diberikan oleh sifat-sifat air ini untuk organisme hidup?

Karena kerapatan air beku lebih kecil daripada bentuk cairnya, maka es terapung di air. Mari kita jawab pertanyaan ini dengan contoh sungai: Ketika cuaca sangat dingin, yang membeku bukan seluruh sungai namun hanya permukaannya. Air mencapai kondisi terberat pada suhu 4°C dan begitu air mencapai suhu ini, air langsung tenggelam ke dasar. Es terbentuk di atas air sebagai lapisan, di bawah lapisan ini air terus mengalir, dan karena 4°C adalah suhu di mana organisme hidup masih dapat bertahan, maka kehidupan dalam air tetap berlangsung.

### **3. Fungsi Air dalam Biologi**

Air adalah pelarut penting untuk reaksi kimia dari makhluk

hidup; itu adalah sarana utama untuk transportasi zat dalam sel dan antar sel-sel dan jaringan dan bertanggung jawab untuk pemeliharaan suhu yang memadai untuk fungsi organisme. Air juga merupakan zat pereaksi atau produk dari banyak reaksi biokimia, seperti fotosintesis, respirasi sel, ikatan peptida untuk pembentukan protein.

#### **4. Mineral**

##### **a. Pengertian Mineral**

Mineral merupakan komponen anorganik yang terdapat dalam tubuh manusia. Berdasarkan dari kebutuhannya, mineral terbagi menjadi 2 kelompok yaitu mineral makro dan mineral mikro. Mineral makro dibutuhkan dengan jumlah  $> 100$  mg per hari sedangkan mineral mikro dibutuhkan dengan jumlah  $< 100$  mg per hari.

Mineral-mineral yang dibutuhkan tubuh akan memiliki fungsi khasnya masing-masing seperti kalsium yang berperan dalam pembentukan struktur tulang dan gigi, natrium berfungsi dalam menjaga keseimbangan cairan tubuh atau juga kalsium yang berfungsi untuk memperlancar peredaran darah.

##### **b. Klasifikasi Mineral**

Menurut jenisnya, klasifikasi mineral dibedakan

###### **1. Mineral Organik**

Adalah mineral yang dibutuhkan serta berguna bagi tubuh kita, yang dapat kita peroleh melalui makanan yang kita konsumsi setiap hari seperti nasi, ayam,

ikan, telur, sayur-sayuran serta buah-buahan, atau vitamin tambahan.

## 2. Mineral Anorganik

Adalah mineral yang tidak dibutuhkan serta tidak berguna bagi tubuh kita. Contohnya: Timbal Hitam (Pb), *Iron Oxide* (Besi Teroksidasi), Merkuri, Arsenik, Magnesium, Aluminium atau bahan-bahan kimia hasil dari resapan tanah dan lain.

Menurut bentuknya, klasifikasi mineral dibedakan menjadi 2, yaitu:

### a. Mineral Makro

Contohnya:

- 1) Kalsium
- 2) Fosfor
- 3) Magnesium
- 4) Natrium
- 5) Klorida
- 6) Kalium

### b. Mineral Mikro

Contohnya:

- 1) Besi
- 2) Seng
- 3) Iodium
- 4) Selenium
- 5) Tembaga
- 6) Mangan
- 7) Kromium

## 8) Fluor

### c. Jenis Mineral Mikro dan Gangguannya

Mineral Mikro merupakan mineral yang jumlah kebutuhannya kurang dari (<100 mg per hari) atau lebih sedikit di bandingkan dengan mineral makro. Yang termasuk mineral mikro antara lain:

#### 1. Besi

Zat besi merupakan salah satu mineral yang dapat membuat tubuh sehat Tubuh manusia mengandung lebih kurang 3,5 - 4,5 gram zat besi, di mana dua per tiganya ditemukan di dalam darah, sementara sisanya ditemukan di dalam hati, sumsum tulang, otot. Peranannya dalam produksi sel darah merah sudah sangat terkenal, terutama untuk kaum wanita.

Sel darah merah mengandung protein yang bernama hemoglobin, dan setiap hemoglobin memiliki 4 atom zat besi. Zat besi dalam hemoglobin inilah yang mengikat oksigen dalam darah pada paru-paru untuk bisa disebarkan ke seluruh tubuh. Setelah melepas oksigen, hemoglobin kemudian mengikat karbondioksida (CO<sub>2</sub>) untuk dilepaskan oleh paru-paru. Jadi bisa dibayangkan pentingnya zat besi untuk individu yang ingin suplai oksigen dan energi yang tinggi.

Beberapa gejala kekurangan zat besi adalah: kesulitan bernafas (nafas terengah-engah), jantung

yang berdetak lebih cepat, kelelahan, kesulitan memusatkan perhatian, tidur yang tidak pulas, sakit saat menstruasi, ujung bibir yang pecah-pecah, iritasi mata, dan bahkan kerontokan rambut.

Sumber-sumber alami zat besi adalah: daging sapi, daging ayam, dan sayur-sayuran berwarna hijau tua.

## 2. Zinc/Seng

Seng adalah salah satu mineral yang dibutuhkan oleh tubuh dan dikelompokkan dalam golongan *trace* mineral. Namun bagi manusia, arti penting zat seng sebenarnya baru terungkap pada tahun 1956. Fungsi seng terbilang sangat vital bagi kelangsungan hidup sel-sel tubuh manusia. Salah satunya sebagai zat perantara bagi lebih 70 macam enzim dan protein yang ada di tubuh manusia. Enzim sendiri berperan dalam metabolisme seluruh sel-sel di tubuh manusia, maka jika enzim-enzim tidak terbentuk sempurna, fungsi sel tubuh akan terganggu. Selain itu, seng berperan pula dalam proses pembentukan genetik, yaitu pada DNA (*Deoxyribose Nucleid Acid*).

Dengan konsentrasi yang cukup besar dalam tubuh yakni menempati posisi kedua setelah zat besi, seng dapat mudah ditemukan pada berbagai jenis makanan yang kaya akan kandungan protein seperti daging, kacang-kacangan dan polong po-

longan. Asupan seng yang dibutuhkan tubuh manusia sebenarnya sangat sedikit, namun ternyata penyerapan seng oleh tubuh pun sangatlah kecil. Dari sekitar 4-14 mg/hari jumlah seng yang dianjurkan untuk dikonsumsi, hanya sekitar 10-40% saja yang dapat diserap. Kehadiran zat mineral lain yang tinggi dalam tubuh, seperti zat besi dan tembaga serta adanya kandungan phytat pada bayam, kangkung dan sayuran lain, ternyata menghambat penyerapan seng di mukosa usus. Namun, jika zat-zat tersebut difermentasikan, malah dapat meningkatkan penyerapan seng. Jika tubuh Anda tidak mendapat suplai seng yang cukup, biasanya akan muncul tanda-tanda atau gejala.

Berikut adalah tanda-tanda bila mengalami kekurangan seng menurut *U.S. National Library of Medicine*:

- Rata-rata pertumbuhan yang lambat.
- Tidak ada selera atau nafsu makan.
- Penyembuhan luka yang lambat, muncul lesi pada kulit dan infeksi yang tak kunjung sembuh.
- Kelelahan yang hebat.
- Kerontokan pada rambut.
- Ketidak-normalan pada kemampuan mengecap rasa dan mencium bau.
- Kesulitan dalam melihat di kegelapan.

- Menurunnya produksi hormon pada pria (infertilitas).

Khusus untuk poin terakhir, kekurangan seng akan mengganggu proses pembentukan sperma dan perkembangan organ seks primer dan sekunder pada pria.

Kekurangan seng pada pria menyebabkan menurunnya fungsi testikular (*testicular hypofunction*) yang berdampak pada terganggunya proses spermatogenesis dan produksi hormon testosteron oleh sel-sel Leydig. Testosteron adalah hormon yang mempengaruhi libido dan ciri-ciri kelamin sekunder laki-laki.

Dalam keadaan normal atau sehat jumlah yang dianjurkan untuk pria dewasa sebanyak 15 mg per hari, sedangkan wanita 12 mg per hari. Cara aman mendapatkan zat gizi seng adalah dengan mengonsumsi makanan kaya seng.

Makanan yang kadar sengnya tinggi antara lain kerang, daging sapi, hati, dan rempah/bumbu makanan (*spices*). Sumber makanan yang baik adalah keju *cheddar*, kepiting, daging kambing muda, kacang tanah, dan hewan ternak.

Selain itu, ada pula beberapa unsur makanan yang akan menghambat penyerapan seng dalam tubuh, yaitu tinggi kadar kalsium, asam filtrat, dan mineral copper. Untuk itu, konsumsi makanan penghambat

ini perlu dikurangi jumlah dan frekuensinya.

### 3. Yodium/Iodium

Jenis mineral ini, selalu dihubung-hubungkan dengan garam. Bahkan WHO, lembaga kesehatan dunia milik PBB, pernah mencanangkan gerakan konsumsi garam beryodium di negara berkembang. Sebenarnya yodium hanyalah mineral yang 'dititipkan' pada garam. Hal ini disebabkan karena sebagian besar masyarakat di dunia menggunakan garam untuk memasak. Namun, sumber yodium terbesar adalah *seafood*, seperti: kerang, udang, rumput laut dan aneka ikan serta hasil olahannya.

Peran yodium bagi tubuh Yodium tergolong sebagai mikro mineral yang sangat dibutuhkan oleh tubuh. Di dalam tubuh, yodium sangat dibutuhkan oleh kelenjar tiroid (kelenjar yang agak besar dan berada di leher depan bagian bawah). Oleh kelenjar tiroid, yodium digunakan untuk memproduksi tiroksin. Tiroksin adalah hormon yang mengatur aktivitas berbagai organ, mengontrol pertumbuhan, membantu proses metabolisme, bahkan menentukan berapa lama seseorang bertahan untuk hidup. Jika persediaan yodium di dalam tubuh sangat rendah maka kelenjar tiroid akan membesar sehingga membentuk benjolan pada leher yang biasanya disebut penyakit hipotiroid. Meski sama-sama mengalami pembengkakan pada bagian le-

her, hipotiroid berbeda dengan penyakit gondok (*goitre*) yang disebabkan karena virus. Jika tidak segera diobati, penderita hipotiroid akan mengalami anemia, sistem pernafasan melemah, penderita mengalami kejang, sehingga aliran darah ke otak berkurang sampai akhirnya terjadi gagal jantung. Pada ibu hamil, kekurangan hormon tiroid, dikawatirkan bayinya akan mengalami cretenisma, yaitu tinggi badan di bawah ukuran normal (cebol) yang disertai dengan keterlambatan perkembangan jiwa dan tingkat kecerdasan.

Tanda-tanda lain akibat hipotiroid ialah kelopak mata tampak lebih cembung, muka kelihatan suram, lesu, rambut kasar, lidah bengkak dan suara parau.

Lalu, apa yang terjadi jika tubuh kita kelebihan yodium? Kelebihan yodium di dalam tubuh dikenal juga sebagai hipertiroid. Hipertiroid terjadi karena kelenjar tiroid terlalu aktif memproduksi hormon tiroksin. Biasanya ditandai gejala mudah cemas, lemah, sensitif terhadap panas, sering berkeri-ri-ri, hiperaktif, berat badan menurun, nafsu makan bertambah, jari-jari tangan bergetar, jantung berdebar-debar, bola mata menonjol serta denyut nadi bertambah cepat dan tidak beraturan. Untuk memenuhi kecukupan yodium sebaiknya di dalam menu sehari-hari sertakan bahan-bahan pangan

yang berasal dari laut. Kebutuhan yodium perhari sekitar 1-2 mikrogram per kg berat badan. Kecukupan yang dianjurkan sekitar 40-120 mikrogram/ hari untuk anak sampai umur 10 tahun, 150 mikrogram/ hari untuk orang dewasa. Untuk wanita hamil dan menyusui dianjurkan tambahan masing-masing 25 mikrogram dan 50 mikrogram/ hari.

#### 4. Selenium

Selenium telah menunjukkan diri sebagai salah satu dari agen-agen antikanker yang lebih kuat. Apabila ia digabungkan dengan vitamin E, efektivitas keduanya terhadap kanker akan sangat meningkat. Mereka bersama-sama bekerja sebagai antikanker yang kuat, sistem antipenuaan yang disebut *glutathione peroxidase* (GSH). Kombinasi ini membentuk satu antioksidan yang paten, dan karenanya, pemakan radikal bebas ini melindungi membran-membran sel dari serangan radikal bebas. GSH oleh beberapa orang dilukiskan menyerupai miniatur kekuatan polisi yang mencari dan menghancurkan sel-sel pemberontak dan radikal-radikal bebas dalam tubuh. Tidak usah ditanyakan lagi bahwa mereka merupakan senjata penting bagi tubuh untuk mencegah kanker. Jumlah vitamin E dalam diet seseorang mempengaruhi kadar GSH di dalam tubuh.

Sejumlah kemampuan murni lainnya yang ditun-

jukkan oleh selenium:

- 1) Selenium meningkatkan efisiensi sehingga DNA dapat memperbaiki dirinya sendiri. Pada kadar tinggi selenium bersifat langsung sebagai racun terhadap sel-sel kanker.
- 2) Selenium menghambat pertumbuhan tumor dalam jaringan payudara manusia.
- 3) Selenium dapat mendeaktivasi toksisitas radiasi di dalam tubuh.
- 4) Selenium bekerja membersihkan darah dari efek kemoterapi dan malfungsi liver.
- 5) Selenium merupakan stimulan yang paten bagi sistem kekebalan.

Jadi betapa pentingnya mineral ini bagi pejuang kanker. Para ilmuwan telah memperhatikan adanya hubungan langsung antara insiden kanker dan kadar selenium di dalam tanah di berbagai negara yang berbeda. Bilamana kadarnya lebih rendah, insiden kanker pada populasi tersebut meningkat.

#### 5. Tembaga

- 1) Sumber makanan utama  
Daging, tiram, kacang-kacangan, tanaman polong yang dikeringkan, gandum.
- 2) Fungsi utama dalam tubuh
  - 1) Komponen enzim
  - 2) Pembentukan sel darah merah
  - 3) Pembentukan tulang

- 3) Akibat Dari Kekurangan & Kelebihan  
Kekurangan : Anemia pada anak-anak yang menderita malnutrisi.  
Kelebihan : Pengendapan tembaga dalam otak, kerusakan hati.
- 4) Kebutuhan Harian Dewasa  
Dibutuhkan 2 miligram  
Sistem tubuh pada orang-orang yang menderita kanker telah didapati kekurangan tembaga. Oleh karenanya, tembaga tercakup dalam suplemen-suplemen lainnya disamping mineral-mineral cairan.

## 6. Mangan

- 1) Sumber makanan utama:  
Gandum, buah-buahan yang dikeringkan
- 2) Fungsi utama dalam tubuh:  
Komponen enzim
- 3) Akibat Dari Kekurangan & Kelebihan:  
Kekurangan:
  - a) Penurunan berat badan,
  - b) iritasi kulit,
  - c) mual & muntah,
  - d) perubahan warna rambut,
  - e) pertumbuhan rambut yang lambatKelebihan: Kerusakan saraf
- 4) Kebutuhan Harian Dewasa:  
Dibutuhkan 3,5 miligram.

## 7. Chromium

*Chromium* adalah sejenis mineral mikro yang esensial bagi tubuh. Esensial dalam hal ini berarti tidak bisa diproduksi oleh tubuh dan harus didapatkan dari sumber luar (seperti makanan dan suplementasi). Fungsinya hampir sama dengan insulin yang diproduksi oleh tubuh yaitu untuk mendorong glukosa (karbohidrat) ke dalam sel untuk dijadikan energi. Asupan *chromium* yang optimal tampaknya menurunkan jumlah insulin yang diproduksi agar tidak terlalu banyak menjaga kadar gula darah.

Di dalam tubuh manusia dewasa pada umumnya mengandung 0,4 mg hingga 6 mg *Chromium*, dengan kadar yang lebih rendah umumnya dimiliki oleh individu yang berusia lanjut. Dalam beberapa studi kesehatan berdasarkan variasi geografis (tempat tinggal), ditemukan adanya hubungan yang kuat antara asupan gizi *Chromium* dengan penyakit diabetes dan jantung. Di tempat yang masyarakatnya mengkonsumsi cukup *Chromium*, jumlah penderita diabetes dan jantung jauh lebih sedikit daripada tempat yang masyarakatnya tidak mengkonsumsi cukup *Chromium*.

Sumber alami *Chromium*: Gandum, kuning telur, bayam, daging sapi, susu dan kacang hijau.

## 8. Fluor

Sudah ada kontroversi tentang *fluor* yang ditam-

bahkan ke dalam air. Walaupun tidak begitu diperlukan, *fluor* terbukti dapat melindungi lubang gigi saat dikonsumsi dalam jumlah menengah (di bawah 4 mg/l). *Fluor* bertanggung jawab terhadap pencegahan kerusakan gigi yang terjadi di Amerika Serikat mulai pertengahan tahun 1980-an. Tindakan khusus harus dilakukan saat jumlah *fluor* yang dikonsumsi oleh anak-anak. Tingkat *fluor* di atas 2mg/l dapat merusak pertumbuhan gigi orang dewasa sebelum menjadi gigi tetap.

Sumber *fluor* di antaranya adalah air, makanan laut, tanaman, ikan dan makanan hasil ternak. Sedangkan fungsi *fluor* di antaranya adalah:

- a. Untuk pertumbuhan dan pembentukan struktur gigi.
  - b. Untuk mencegah karies gigi.
9. Proses Metabolisme Mineral Mikro

Dalam proses metabolisme energi tubuh, mineral-mineral yang diperoleh melalui konsumsi bahan pangan dalam keseharian ini akan terlibat dalam proses pengambilan energi dari simpanan glukosa (*glycolysis*), pengambilan energi dari simpanan lemak (*lipolysis*), pengambilan energi dari simpanan protein (*proteolysis*) serta juga terlibat dalam pengambilan energi dari *phosphocreatine* (PCr). Mineral mikro (trace mineral) sangat penting untuk tubuh manusia.

Mineral mikro (trace mineral) memegang peranan penting dalam metabolisme tubuh, bertindak sebagai katalisator dalam berbagai substansi dan juga membantu enzim untuk melaksanakan kerjanya.

10. Peran Mineral Mikro Esensial Dalam Tubuh

Secara garis besar, mineral esensial dapat dikelompokkan menurut fungsi metaboliknya atau fungsinya dalam proses metabolisme zat makanan. Dalam tubuh, mineral ada yang bergabung dengan zat organik, ada pula yang berbentuk ion-ion bebas. Tiap unsur esensial mempunyai fungsi yang berbeda-beda bergantung pada bentuk atau senyawa kimia serta tempatnya dalam cairan dan jaringan tubuh (Puls, 1994).

Tembaga merupakan unsur esensial yang bila kekurangan dapat menghambat pertumbuhan dan pembentukan hemoglobin. Tembaga sangat dibutuhkan dalam proses metabolisme, pembentukan hemoglobin, dan proses fisiologis dalam tubuh (Richards, 1989; Ahmed, et al. 2002). Tembaga ditemukan dalam protein plasma, seperti seruloplasmin yang berperan dalam pembebasan besi dari sel ke plasma. Tembaga juga merupakan komponen dari protein darah, antara lain eritrokuprin, yang ditemukan dalam eritrosit (sel darah merah) yang berperan dalam metabolisme oksigen (Darmono, 1995; 2001). Selain ikut berperan dalam

sintesis hemoglobin, tembaga merupakan bagian dari enzim-enzim dalam sel jaringan. Tembaga berperan dalam aktivitas enzim pernapasan, sebagai kofaktor bagi enzim tirosinase dan sitokrom oksidase.

Tirosinase mengkristalisasi reaksi oksidasi tirosin menjadi pigmen melanin (pigmen gelap pada kulit dan rambut). *Sitokrom oksidase*, suatu enzim dari gugus heme dan atom-atom tembaga, dapat mereduksi oksigen (Davis dan Mertz, 1987; Mills, 1987; Sharma, et al., 2003).

Zat besi dalam tubuh berperan penting dalam berbagai reaksi biokimia, antara lain dalam memproduksi sel darah merah. Sel ini sangat diperlukan untuk mengangkut oksigen ke seluruh jaringan tubuh. Zat besi berperan sebagai pembawa oksigen, bukan saja oksigen pernapasan menuju jaringan, tetapi juga dalam jaringan atau dalam sel (Brock dan Mainou-Fowler, 1986; King, 2006). Zat besi bukan hanya diperlukan dalam pembentukan darah, tetapi juga sebagai bagian dari beberapa enzim hemoprotein (Dhur, et al., 1989). Enzim ini memegang peran penting dalam proses oksidasi-reduksi dalam sel. Sitokrom merupakan senyawa heme protein yang bertindak sebagai agens dalam perpindahan elektron pada reaksi oksidasi-reduksi di dalam sel.

Iodin merupakan komponen esensial tiroksin dan

kelenjar tiroid. Tiroksin berperan dalam meningkatkan laju oksidasi dalam sel sehingga meningkatkan *Basal Metabolic Rate* (BMR). Tiroksin juga berperan menghambat proses fosforilasi oksidatif sehingga pembentukan *Adenosin Trifosfat* (ATP) berkurang dan lebih banyak dihasilkan panas. Tiroksin juga mempengaruhi sintesis protein (Mills, 1987; Darmono, 1995). Iodin secara perlahan-lahan diserap dari dinding saluran pencernaan ke dalam darah. Penyerapan tersebut terutama terjadi dalam usus halus, meskipun dapat berlangsung pula dalam lambung. Dalam usus, iodin bebas atau iodat mengalami reduksi menjadi iodida sebelum diserap tubuh. Dalam peredaran darah, iodida menyebar ke dalam cairan ekstraseluler seperti halnya klorida. Iodida yang masuk ke dalam kelenjar tiroid dengan cepat dioksidasi dan diubah menjadi iodin organik melalui penggabungan dengan tiroksin. Proses tersebut terjadi pula secara terbatas dalam ovum (Graham, 1991; Puls, 1994; Lee, et al., 1999). Seng merupakan komponen penting pada struktur dan fungsi membran sel, sebagai antioksidan, dan melindungi tubuh dari serangan lipid peroksidase. Seng berperan dalam sintesis dan transkripsi protein, yaitu dalam regulasi gen. Pada suhu tinggi, tubuh banyak mengeluarkan keringat dan seng dapat hilang bersama keri-

ngat sehingga perlu penambahan (Richards, 1989; Ahmed, et al., 2002). Ikatan enzim seng yang merupakan katalis reaksi hidrolitik melibatkan enzim pada bagian aktif yang bertindak "superefisien". Enzim karbonik anhidrase meng-katalisis CO<sub>2</sub> dalam darah, enzim karboksi peptidase mengkatalisis protein dalam pankreas, *enzim alkalin fosfatase*.

## 11. Macam, Sumber dan Manfaat Mineral

### a. Macam-macam dan Sumber Mineral

#### 1) Kalsium (Ca)

Sumber: Susu, telur dan buah-buahan.

Fungsi: Pembentukan tulang dan gigi

#### 2) Fosfor (P)

Sumber: Daging, ikan dan telur

Fungsi: Pembentukan tulang dan gigi serta mengatur keseimbangan asam dan basa dalam tubuh.

#### 3) Besi (Fe)

Sumber: Susu, hati, kuning telur dan sayur-sayuran yang berwarna hijau.

Fungsi: Pembentukan hemoglobin dalam darah.

#### 4) Fluorin (F)

Sumber: Kuning telur, susu dan otak

Fungsi: Memperkuat gigi

#### 5) Iodin (I)

Sumber: Garam dapur

Fungsi: Membentuk hormone tiroksin.

6) Natrium (Na)

Sumber: Ikan, pisang, kentang dan sayuran hijau

Fungsi: Mengatur kelancaran kerja otot, terutama otot jantung dan mengatur keseimbangan cairan dalam tubuh.

7) Klorin (Cl)

Sumber: Garam dapur, keju dan sayuran hijau

Fungsi: Membentuk asam lambung(HCL) dan memelihara keseimbangan cairan dalam tubuh

8) Kalium (K)

Sumber: Kacang-kacangan. Hati, ikan dan kerang.

Fungsi: Mempengaruhi kerja otot jantung, mengatur tekanan osmosis dalam sel dan membantu mengantarkan impuls saraf.

9) Tembaga (Cu)

Sumber:

Fungsi: Membantu pembentukan hemoglobin

<http://id.shvoong.com/exact-sciences/1998456-macam-macam-mineral-sumber-dan/#ixzz1PLni8VTz>

b. Manfaat Mineral

Mineral dibutuhkan tubuh untuk mengaktifkan ratusan reaksi enzim dalam tubuh. Oleh karena itu, mineral sama pentingnya dengan vitamin.

1) Kalsium

Bermanfaat untuk membangun tulang dan gigi, bertanggung jawab pada kontraksi otot, impuls saraf, kerja jantung, dan pembekuan darah yang benar.

2) Magnesium

Mendukung struktur tulang, hati, menjaga keseimbangan alkalin tubuh.

3) Natrium

Menjaga keseimbangan elektrolit, volume cairan tubuh, dan impuls saraf.

4) Kalium

Memaksimalkan membran sel, penting untuk ritme jantung.

5) Seng

Sintesis protein, transportasi karbondioksida, memengaruhi fungsi seksual, metabolisme karbohidrat, menyembuhkan luka.

6) Besi

Penting untuk formasi hemoglobin, transportasi oksigen

## Daftar Pustaka

- <http://amirsarifuddin.blogspot.co.id/2014/09/struktur-air.html>  
<http://okymandalasebelasipa5.blogspot.co.id/2012/11/1.html>  
<http://idpengertian.com/2015/07/fungsi-air-dalam-biologi.html>  
<http://www.invisibleman0595.co.cc/2009/09/manfaat-mineral-buat-tubuh.html>  
<http://ibuprita.suatuHari.com/tips/efek-samping-mineral/>  
<http://www.invisibleman0595.co.cc/2009/09/manfaat-mineral-buat-tubuh.html>  
[http://rikahome.multiply.com/journal/item/5/Manfaat\\_Mineral\\_Dalam\\_Tubuh\\_Manusia](http://rikahome.multiply.com/journal/item/5/Manfaat_Mineral_Dalam_Tubuh_Manusia)  
<http://tipsehat.net/search/efek-samping-mineral/>  
<http://klastik.wordpress.com/2010/06/17/pengertian-mineral/>  
<http://id.shvoong.com/exact-sciences/1998456-macam-macam-mineral-sumber-dan/#ixzz1PLni8VTz>  
<http://klastik.wordpress.com/2010/06/17/pengertian-mineral/>

# AIR HUJAN DAN PERENCANAAN MENJADI AIR BAKU

---

Air hujan merupakan salah satu sumber air yang berada dalam keadaan murni dan bersih. Sebagaimana firman Allah SWT. dalam surat *al-Furqan* ayat 48, "Dialah yang meniupkan angin (sebagai) pembawa kabar gembira dekat sebelum kedatangan rahmat-Nya; dan Kami turunkan dari langit air yang amat bersih."

Definisi Hujan berdasarkan wikipedia adalah sebuah presipitasi berwujud cairan, berbeda dengan presipitasi non-cair seperti salju, batu es dan slit. Hujan memerlukan keberadaan lapisan atmosfer tebal agar dapat menemui suhu di atas titik leleh es di dekat dan di atas permukaan Bumi. Di Bumi, hujan adalah proses kondensasi uap air di atmosfer menjadi butir air yang cukup berat untuk jatuh dan biasanya tiba di daratan. Dua proses yang mungkin terjadi bersamaan dapat mendorong udara semakin jenuh menjelang hujan, yaitu pendinginan udara atau penambahan uap air ke udara.

Presipitasi atau hujan adalah merupakan uap air yang terkondensasi dan jatuh dari atmosfer ke bumi dengan segala bentuknya dalam rangkaian siklus hidrologi. Jika air yang jatuh

berbentuk cair disebut hujan (*rainfall*) dan jika berupa padat disebut salju (*snow*). Syarat terjadinya hujan yaitu Tersedia udara lembab dan sarana sehingga terjadi kondensasi (Achmad, 2011).

Air hujan merupakan salah satu sumber daya alam yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal dan hanya dibiarkan mengalir ke saluran-saluran drainase menuju ke sungai-sungai yang akhirnya mengalir ke laut. Padahal jika mampu diolah dan dikelola dengan baik, air hujan tersebut akan memiliki banyak manfaat bagi keberlangsungan hidup manusia, terutama untuk keberlangsungan penyediaan air bersih di masyarakat. Air hujan sendiri dapat digunakan untuk memenuhi berbagai keperluan manusia antara lain untuk mandi, mencuci bahkan untuk air minum (Latif, 2012).

## **1. Bagaimana Kualitas Air Hujan**

Kualitas air hujan umumnya sangat tinggi (UNEP, 2001). Air hujan hampir tidak mengandung kontaminan, oleh karena itu air tersebut sangat bersih dan bebas kandungan mikroorganisme. Namun, ketika air hujan tersebut kontak dengan permukaan tangkapan air hujan (*catchment*), tempat pengaliran air hujan (*conveyance*) dan tangki penampung air hujan, maka air tersebut akan membawa kontaminan baik fisik, kimia maupun mikrobiologi.

Beberapa literatur menunjukkan simpulan yang berbeda mengenai kualitas PAH dari atap rumah. Kualitas PAH sangat bergantung pada karakteristik wilayah PAH seperti topografi, kondisi cuaca, tipe wilayah tangkapan air hujan, tingkat pencemaran udara, tipe tangki penampungan dan pengelolaan air hujan (Kahi-

nda, et al., 2007). Menurut Horn dan Helmreich (2009), di daerah pinggiran kota atau di pedesaan, umumnya air hujan yang ditampung sangat bersih, tetapi di daerah perkotaan dimana banyak terdapat area industri dan padatnya arus transportasi, kualitas air hujan sangat terpengaruh sehingga mengandung logam berat dan bahan organik dari emisi gas buang. Selain industri dan transportasi, permukaan bahan penangkap air hujan juga mempengaruhi kualitas airnya.

Dengan pemahaman bagaimana proses kontaminasi air hujan terjadi, dan bagaimana kontaminan terbawa oleh air hujan, maka pengelolaan air hujan yang memenuhi syarat akan menghasilkan air bersih yang berkualitas (UNEP, 2001).

Di bawah ini beberapa cara sederhana dalam mengolah air hujan menjadi air bersih:

- a. Permukaan tangkapan air hujan dan interior tangki penampungan air hujan harus dibersihkan secara berkala (Sazaki et al., 2007);
- b. Memasang saringan (*screen*) sebelum masuk ke pipa tangki penampungan air hujan;
- c. Membuang beberapa liter air hujan pada beberapa menit pertama ketika hujan tiba dengan menggunakan pipa khusus pembuangan (Horn dan Helmreich, 2009; Kahinda et al., 2007);
- d. Desinfeksi (*chlorination*) merupakan cara yang umum digunakan dalam mengurangi kontaminan mikroorganisme. Dosis klorinasi yang digunakan sebaiknya berkisar 0.4–0.5 mg/lit berupa *free chlorine* dalam ben-

- tuk tablet atau gas (Horn dan Helmreich, 2009);
- e. Penyaringan air hujan dengan menggunakan saringan pasir lambat (*slow sand filter*) (Li et al., 2010);
  - f. Pasteurisasi merupakan metode pengolahan dengan menggunakan sinar ultraviolet dan panas dari sinar matahari. Metode sangat efektif jika suhu pemanasan mencapai 50°C dan air mengandung konsentrasi oksigen yang cukup (Horn dan Helmreich, 2009).

## **2. Manfaat dan Keuntungan Air Hujan**

Air hujan disebut sebagai bentuk air paling murni yang ada di bumi jika dibandingkan dengan pasokan air minum. Di sebagian besar wilayah, pasokan air untuk dikonsumsi maupun untuk kebutuhan sehari-hari berasal dari dua sumber utama. Meminum air hujan ternyata memiliki manfaat bagi kesehatan, namun tentu ada perlu yang diperhatikan.

Sebab, tidak semua air hujan memiliki manfaat yang baik. Hujan yang dapat digunakan untuk kesehatan salah satunya adalah air hujan yang turun di lingkungan yang bersih. Sebaliknya, jika hujan turun di daerah yang lingkungannya tidak bersih, maka akan terdapat massa kotor di dalamnya. Untuk itu, perlu dilakukan pengecekan pH air hujan untuk mengetahui kondisi kebersihan lingkungan sekitarmu. Air hujan harus disaring dengan peralatan bersih yang benar, disaring dengan cara yang benar, dan air hujan tersebut jatuh dari langit tanpa melewati perantara.

Air hujan yang bersih memiliki manfaat untuk kesehatan, diantaranya adalah:

a. Menyehatkan Kulit dan Rambut

Air hujan disebut dapat membuat kulit terlihat awet muda dan cantik. Sebab, pH basa dalam air hujan dapat membantu menjaga kelembapan kulit dan membantu elastisitas kulit. Tidak hanya membuat kulitmu sehat, mencuci rambut dengan air hujan dinilai baik untuk pertumbuhan dan kekuatan rambut. Saat mencuci rambut dengan air hujan, pH basa membantu pertumbuhan rambut dan membuat rambut lebih kuat.

b. Menghilangkan Stres

Seperti layaknya anak kecil yang kerap bermain hujan-hujan, air hujan memang dinilai membuat pikiran lebih tenang. Air hujan dinilai cocok bagi kamu yang penat dengan rutinitas sehari-hari.

c. Mengobati Masalah Pencernaan

Siapa yang sangka kalau air hujan ternyata bisa membantu menetralkan asam lambung dan menenangkan dinding lambung. Caranya, kamu hanya perlu meminum sekitar dua hingga tiga sendok makan air hujan di pagi hari sebelum mengonsumsi apapun.

d. Menetralkan pH Darah Tubuh

Air hujan sangat murni dan memiliki pH yang sama dengan air suling dan air reverse osmosis atau RO. Dengan kandungan pH alkali, air hujan dinilai baik untuk kesehatan karena meningkatkan detoksifikasi serta membuat sistem pencernaan sehat. Sama hal-

nya dengan air alkali, air hujan dapat menetralkan pH darah tubuh dan membantu tubuh kita bekerja lebih efektif.

e. Menyingkirkan Sel Kanker

Kandungan pH basa di dalam air hujan disebut dapat membantu menyingkirkan sel kanker. Air hujan dinilai sebagai penawar yang baik untuk darah serta sel-sel tubuh. Hal inilah alasan mengapa air hujan disebut sebagai antioksidan. Untuk itu, penderita kanker dianjurkan untuk meminum air hujan murni pada musim hujan pertama dalam jumlah yang banyak. Itulah berbagai kandungan serta manfaat air hujan yang dapat berguna bagi kesehatan.

Berdasarkan UNEP (2001), beberapa keuntungan penggunaan air hujan sebagai salah satu alternatif sumber air bersih adalah sebagai berikut :

- a. Meminimalisasi dampak lingkungan: penggunaan instrumen yang sudah ada (atap rumah, tempat parkir, taman, dan lain-lain) dapat menghemat pengadaan instrumen baru dan meminimalisasi dampak lingkungan. Selain itu meresapkan kelebihan air hujan ke tanah dapat mengurangi volume banjir di jalan-jalan di perkotaan setelah banjir;
- b. Lebih bersih: air hujan yang dikumpulkan relatif lebih bersih dan kualitasnya memenuhi persyaratan sebagai air baku air bersih dengan atau tanpa pengolahan lebih lanjut;

- c. Kondisi darurat: air hujan sebagai cadangan air bersih sangat penting penggunaannya pada saat darurat atau terdapat gangguan sistem penyediaan air bersih, terutama pada saat terjadi bencana alam. Selain itu air hujan bisa diperoleh di lokasi tanpa membutuhkan sistem penyaluran air;
- d. Sebagai cadangan air bersih: pemanenan air hujan dapat mengurangi kebergantungan pada sistem penyediaan air bersih; Sebagai salah satu upaya konservasi; dan
- e. Pemanenan air hujan merupakan teknologi yang mudah dan fleksibel dan dapat dibangun sesuai dengan kebutuhan. Pembangunan, operasional dan perawatan tidak membutuhkan tenaga kerja dengan keahlian tertentu.

### **3. Amankah Air Hujan Bagi Kesehatan**

Air merupakan komponen penting bagi kehidupan manusia. Ada beberapa fakta menarik dari air itu adalah kandungan air dalam tubuh manusia sekitar 60% - 70% dari berat tubuh. Mengonsumsi air putih yang banyak dapat membantu menggantikan cairan yang hilang dari dalam tubuh, seperti keringat dan buang air. Dengan minum air putih, tubuh akan berfungsi secara optimal dan tetap sehat. Kebanyakan orang terbiasa mendapatkan air minum dari keran, sumur, atau pun sungai.

Secara inheren, tidak ada yang salah dengan air hujan. Faktanya, sebagian orang justru bergantung pada air hujan sebagai

sumber utama air minum mereka. Namun, air hujan tidak selalu aman untuk dikonsumsi. Ada beberapa faktor fisik dan lingkungan dapat dengan cepat mengubah air hujan yang segar dan bersih berpotensi bahaya untuk kesehatan tubuh. Air tersebut dapat mengandung parasit, bakteri berbahaya, bahkan virus yang dapat menyebabkan penyakit.

Air hujan yang jatuh di area tercemar dan terkontaminasi dengan kotoran tentu tak bisa dikonsumsi oleh manusia. Ada berbagai klaim yang menyatakan air hujan memiliki manfaat bagi kesehatan tubuh. Akan tetapi belum ada bukti secara ilmiah yang mendukung mayoritas klaim tersebut. Salah satu klaim manfaat dari mengonsumsi air hujan adalah dapat meningkatkan pH darah karena air hujan lebih basa daripada air keran. Namun, air hujan tak mengubah pH darah secara signifikan.

Selain itu, air hujan biasanya tidak bersifat basa. Sebaliknya, ini cenderung sedikit asam dengan pH sekitar 5,0-5,5. Akan lebih asam jika menampung air hujan dari lingkungan yang banyak polusi udaranya.

#### **4. Amankan Air Hujan Untuk Dikonsumsi**

Sebagian orang melakukan penampungan air hujan lalu kemudian menggunakannya untuk menyiram tanaman, membersihkan, mandi, hingga air minum. Air hujan bisa diminum selama kualitas airnya bersih. Bahkan faktanya, banyak orang di seluruh dunia bergantung pada air hujan sebagai sumber utama air minum. Sehingga pada kesimpulannya bahwa tidak semua air hujan itu aman dikonsumsi walaupun ada proses atau tahapan sebelum

mengonsumsi air hujan tersebut.

a. Pemilihan Sumber Air Baku Air Minum

Pemilihan sumber air baku untuk air minum –secara umum- mempertimbangkan dari sisi:

- Kualitas,
- Kuantitas dan
- Kontinuitas.

Kualitas Air Baku Air Hujan

- Pada umumnya agak asam akibat reaksi di udara antara air dan dioksida.
- Gas SO<sub>2</sub> terdapat di daerah vulkanik dan daerah industri, akibatnya air hujan sangat asam
- Keuntungannya tidak mengandung mineral/garam-garam yang berasal dari bumi.

Kuantitas; Jumlahnya sangat tergantung pada letak geografis dan ketinggian serta musim.

Kontinuitas:

Air hujan ada hanya pada musim penghujan. Daerah tertentu musim kemarau bisa lebih dari 7 bulan.

b. Prosedur Pemilihan Sumber Air Baku Air Minum

Dalam penentuan pilihan sumber air baku, disamping pertimbangan seperti hal diatas, beberapa hal perlu dipertimbang juga antara lain:

- Kemudahan pengambilan,
- Jarak transmisi ke pelanggan/pemakai
- Kemahalan konstruksi

- c. Tipe-tipe Penampungan Air Hujan Hujan Pemanenan Hujan (Rain Harvesting) dimaknai sebagai menangkap hujan ditampung untuk keperluan sehari-hari. Bisa bersifat komunal, bisa pribadi. Penampungan sering di atas tanah, tetapi bisa juga di dalam tanah. Pengambilan/pendistribusian air dari tandon dapat berupa gravitasi, dan atau dengan pompa.

Air yang tertampung bila melebihi kapasitas (hujan lebat), maka air dilimpaskan. Air yang melimpas dapat di masukkan ke tanah sebagai infiltrasi buatan (*recharge*), atau ke tampungan lain atau ke drainase. Perlu tambahan konstruksi limpasan dan tampungan ke dalam tanah.

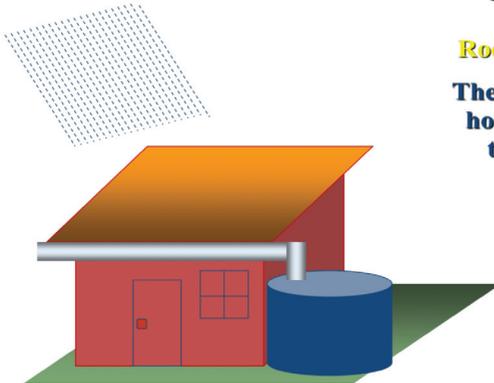
Bentuk tampungan (Tandon) bermacam-macam tergantung peruntukan, asal air, ruang (*space*). Peruntukan, dimaksudkan air tampungan untuk pribadi keluarga, beberapa keluarga atau lebih luas lagi misalnya se kampung. Ruang yang tersedia dilahan tersebut sangat mempengaruhi bentuk penampungan, dan kapasitas/volume tampungan.

Beberapa bentuk Tandon yang sering digunakan antara lain: 7 Tanki dipermukaan tanah atau di tanam, tandon alami atau tanah yang di gali (*long storage*), konstruksi dari batu kali, dll.

## 1) Penampungan Air Hujan (PAH) Dari Atap Rumah

### SUPPLY SIDE MEASURES

### Pemanenan Hujan



**One type of rainwater harvesting is Rooftop Water Harvesting:**

**The water running off from house roofs is collected in tanks (or cisterns) for domestic purposes.**

Berapa debit yang masuk ke Tandon?

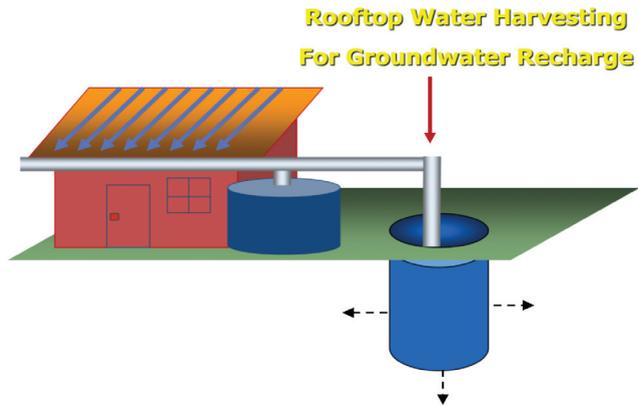
*Talang dan tanki untuk keluarga*

### Tandon Personal



*Konstruksi tanki/tandon untuk keluarga*

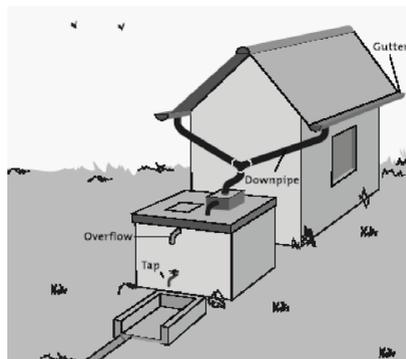
## 2) Tandon Personal dan Pengisian Air Tanah



*Tanki untuk infiltrasi*

Bentuk lain Tandon dari konstruksi batu kali atau beton.

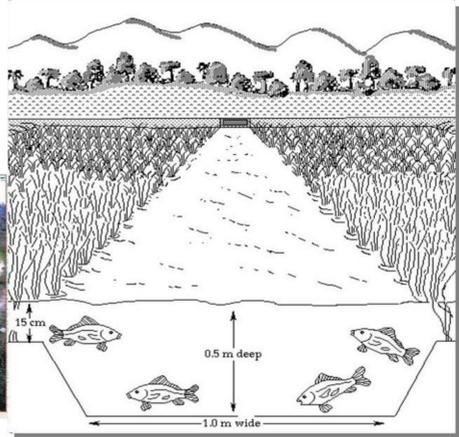
Tandon air hujan dapat dibuat dengan konstruksi batu kali atau beton, dan letaknya dapat di atas tanah, atau dapat pula di dalam tanah.



*Tanki Tandon dari Pasangan batu kali atau beton*

### 3) Tandon Air Alami

**Multiple Use of Water by Combining Paddy Cropping with Fish Raising (aquaculture)**



Lumbung Air

*Tandon Air Alami*

### 4) Tandon Air Dengan Konstruksi Batu Kali



*Bangunan Tandon Air (Embung)*

## 5) Long Storage



### *Long Storage terhubung dan mandiri*

#### e. Pengambilan Air Baku

Pengambilan air baku air minum dari tandon PAH ke unit olahan atau langsung ke unit distribus dapat dengan sistem grafitasi dan atau dengan pompa. Sistem grafitasi digunakan bila lokasi dan elevasi tandon di posisi relatif lebih tinggi dari posisi unit pengolahan. Sedangkan sistem pompa akan digunakan bila posisi tandon lebih rendah atau beda tinggi antara tandon dan unit pengolahan tidak cukup besar karena mengingat adanya kehilangan energi pada sistem pengalirannya.

## Daftar Pustaka

- Achmad, M. 2011. Buku Ajar: Hidrologi Teknik. LKPP Unhas.
- Helmreich B & Horn H. 2009. Opportunities in rainwater harvesting. Desalination. Vol. 248:18-124
- Kahinda Jean-marc Mwenge, Akpofure E. Taigbenu and Jean R.Boroto. 2007.
- Domestic Rainwater Harvesting to Improve Water Supply In Rural South Africa. Physics and Chemistry of the Earth 32: 1050-1057
- Latif, Abdul. 2012. Pemanfaatan Air Hujan Melalui Teknologi Water Bank Untuk Memenuhi Ketersediaan Air Bersih Disalah Satu Desa Kabupaten Bandung Barat. Bandung
- 5UNEP International Technology Centre. 2001. Rainwater Harvesting. Murdoch University of Western Australia
- Dinas Kesehatan Madiun, 2022. Amankah air Hujan Bagi Kesehatan. Jawa Timur
- <https://www.sehatq.com/artikel/apakah-air-hujan-bisa-diminum> (diakses pada Tanggal 6 Desember 2022)
- <https://bamai.uma.ac.id/2022/06/21/5-manfaat-air-hujan-bagi-kesehatan-yang-jarang-diketahui-bikin-awet-muda-hingga-atasi-kanker/#> (diakses pada Tanggal 6 Desember 2022)
- Admin Bamai Universitas Medan Area
- Kelompok-JRF, Pedoman Perencanaan Pengadaan Air Bersih Pedesaan.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001, Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor : 18/Prt/M/2007, Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 42 Tahun 2008, Tentang Pengelolaan Sumber Daya Air Dengan Rahmat Tuhan Yang Maha Esa

# SIKLUS HIDROLOGI AIR

---

## 1. Proses Siklus Hidrologi

Secara garis besar proses siklus hidrologi adalah saat dimana seluruh air yang ada di permukaan bumi mana akan menguap. Seluruh air yang menguap ke atmosfer atau ke angkasa ini kemudian berubah menjadi awan di langit. Setelahnya air yang telah berubah menjadi awan akan berubah lagi ke dalam bentuk yang lain yaitu bintik air.

Bintik air ini kemudian akan turun ke bumi dalam bentuk hujan atau dalam bentuk es yang kita ketahui sebagai salju. Setelah hujan turun, air kemudian akan masuk ke dalam pori-pori atau celah pada tanah dengan arah gerak horizontal dan vertikal. Air tersebut kemudian akan kembali ke aliran permukaan yang akan terus mengalir hingga kembali ke sungai atau danau.

## 2. Evaporasi atau Penguapan Seluruh Air

Evaporasi merupakan tahap pertama yang terjadi pada sebuah siklus hidrologi dimana pada tahap ini terjadi penguapan pada air yang berada di sungai dan lainnya. Sungai, danau dan laut

serta tempat lainnya kemudian dianggap sebagai badan air, lalu air yang menguap akan menjadi uap air.

Air yang ada di seluruh badan air kemudian menguap karena panasnya sinar matahari, dan penguapannya disebut juga sebagai tahap evaporasi. Penguapan atau evaporasi lebih jelasnya adalah proses perubahan molekul cair menjadi molekul gas, maka air berubah menjadi uap.

Penguapan yang terjadi sendiri kemudian akan menimbulkan efek naiknya air yang telah berubah menjadi gas ke atmosfer. Sinar matahari sebagai pendukung utama dalam tahap evaporasi sehingga semakin terik sinar yang dipancarkan maka semakin besar pula molekul air yang terangkat ke udara.

### **3. Transpirasi atau Penguapan Air di Jaringan Mahluk Hidup**

Transpirasi merupakan proses penguapan meski penguapan yang terjadi tidak hanya pada air yang tertampung dalam air. Ia sendiri memiliki bentuk penguapan yang terjadi pada bagian tubuh makhluk hidup khususnya pada hewan, tumbuhan serta prosesnya sama dengan tahap evaporasi.

Molekul cair pada hewan dan tumbuhan kemudian akan berubah menjadi uap atau molekul gas. Setelah molekul cair menguap, kemudian akan naik ke atmosfer seperti pada tahap evaporasi. Transpirasi kemudian terjadi pada jaringan yang ada di hewan dan tumbuhan, meski dari tahap ini air yang dihasilkan tidak terlalu banyak. Pada proses transpirasi sendiri molekul cair yang menguap kemudian tak sebanyak saat proses evaporasi.

**a. Evotranspirasi**

Evotranspirasi sebagai suatu proses penggabungan tahap transpirasi serta tahap evaporasi sehingga kemudian pada tahap ini air yang menguap kemudian akan lebih banyak lagi. Evotranspirasi juga suatu tahap penguapan dimana molekul cair yang menguap adalah seluruh jaringan pada makhluk hidup dan air. Tahap Evotranspirasi sendiri sebagai tahap yang paling mempengaruhi jumlah air yang terangkut atau siklus hidrologi.

**b. Sublimasi**

Selain ketiga proses di atas, terdapat pula proses penguapan lainnya yaitu sublimasi. Sublimasi sendiri memiliki makna yang sama diantaranya perubahan molekul cair menjadi molekul gas ke arah atas atau atmosfer. Namun, penguapan yang terjadi ialah perubahan es yang ada di gunung dan kutub utara sehingga tidak melewati proses cair.

Hasil air kemudian tak sebanyak hasil dari tahap evaporasi dan yang lainnya. Meski tahap sublimasi kemudian tetap berpengaruh terhadap jalannya siklus hidrologi sehingga tak dapat dilewatkan. Hal yang membedakan tahap evaporasi dan tahap sublimasi, tahap ini memerlukan waktu yang lebih lambat.

**c. Kondensasi**

Setelah melalui empat tahap sebelumnya, tahap berikut adalah tahap kondensasi dimana pada tahap ini air

yang telah menguap kemudian berubah menjadi partikel es. Partikel es yang dihasilkan sendiri sangat kecil dan terbentuk dikarenakan suhu dingin pada ketinggian atmosfer bagian atas.

Partikel es sendiri kemudian berubah menjadi awan hingga semakin banyak jumlah partikel esnya, awan kemudian semakin berwarna hitam. Kondensasi atau pengembunan sendiri merupakan proses perubahan yang terjadi menjadi wujud yang lebih padat; contohnya pada gas yang berubah menjadi cairan. Secara etimologi sendiri kondensasi merupakan istilah yang berasal dari bahasa Latin "*Condensare*" yang maknanya adalah tertutup. Penguapan sendiri sebagai salah satu contoh dari perubahan fisika, yaitu perubahan zat yang sementara sifatnya.

Contohnya pada perubahan ukuran, wujud, dan bentuk. Perubahan ini kemudian tidak menjadi zat baru dan cairan yang sudah terkondensasi dari uap ini kemudian dikenal sebagai kondensat. Sementara kondenser adalah alat yang digunakan untuk mengkondensasi uap dan diubah menjadi cairan.

#### **d. Adveksi**

Adveksi merupakan suatu tahap yang tidak terjadi siklus hidrologi pendek didalamnya, dan hanya berada pada siklus hidrologi panjang. Pada tahap ini yang terjadi adalah perpindahan awan dari satu titik ke titik lainnya atau disebut juga sebagai awan di langit yang

menyebar.

Perpindahan awan sendiri terjadi karena angin yang kemudian akan berpindah dari lautan ke daratan begitu pun sebaliknya. Adveksi sebagai suatu penyebaran panas dengan arah horizontal ataupun mendatar. Gerakan ini kemudian membuat udara di sekitarnya menjadi panas.

Contoh adveksi ini diantaranya saat terjadi perbedaan kemampuan penyerapan serta pelepasan panas di darat dan lautan. Perbedaan pelepasan dan penerapan panas tersebut kemudian menghasilkan angin laut dan angin darat.

**e. Presipitasi**

Proses yang ketujuh merupakan presipitasi sebagai tahap mencairnya awan karena tidak mampu menahan suhu yang kian lama kian meningkat. Pada tahap ini sendiri kemudian akan terjadi salah satu gejala alam yang dinamakan dengan hujan atau jatuhnya butiran air ke permukaan bumi. Jika suhu sekitar kurang dari 0 Derajat Celcius, kemudian akan terjadilah hujan es hingga hujan salju.

**f. Run Off**

Tahap *run off* memiliki nama lain limpasan dimana pada tahap ini air hujan kemudian akan bergerak. Pergerakan yang terjadi dari permukaan yang lebih tinggi ke yang lebih rendah dengan sebelumnya melalui berbagai saluran. Saluran yang dimaksud diantaranya sungai, got,

laut, danau hingga samudera.

**g. Infiltrasi**

Infiltrasi menjadi tahap terakhir dalam siklus hidrologi, tahap ini merupakan tahap dimana air hujan kemudian berubah menjadi air tanah. Air hujan yang turun ke bumi sendiri tak seluruhnya mengalir seperti pada tahap limpasan, namun demikian akan mengalir pula ke tanah. Proses perembesan air hujan ke pori-pori tanah inilah yang kemudian disebut sebagai infiltrasi untuk kemudian kembali ke laut secara keseluruhan.

**h. Konduksi**

Konduksi sebagai pemanasan dengan cara bersinggungan atau kontak langsung dengan suatu objek. Pemanasan sendiri terjadi karena molekul udara kemudian berada di dekat permukaan bumi bersinggungan dengan bumi yang menerima panas langsung dari matahari hingga molekul yang telah panas ini kemudian bersinggungan dengan molekul udara yang belum panas.

Pelajari empat pokok penting mengenai air lainnya seperti air di muka Bumi, perairan darat, perairan laut, serta kualitas laut pada Ensiklopedia Geografi.

**4. Jenis-jenis Siklus Hidrologi**

Siklus hidrologi melalui berbagai proses antara lain evaporasi, transpirasi adveksi, presipitasi, sublimasi, intersepsi, kondensasi, *run off*, dan infiltrasi. Terdapat pula rekaya hidrologi yang

merupakan ilmu yang menjelaskan mengenai terjadinya sirkulasi, pergerakan serta distribusi air baik di atmosfer maupun di bumi yang dibahas pada buku Rekayasa Hidrologi.

Siklus hidrologi sendiri terbagi menjadi tiga macam siklus diantaranya adalah siklus panjang, siklus pendek, dan siklus sedang. Berikut penjelasan lebih lengkapnya:

a. Siklus Hidrologi Pendek

Siklus Hidrologi Pendek tidak akan terjadi tahap adanya perpindahan awan atau adveksi. Molekul cair yang telah berubah menjadi uap kemudian akan turun sebagai hujan di sekitar daerah laut. Secara singkat siklus hidrologi pendek sendiri kemudian terjadi dalam bentuk evaporasi atau penguapan air laut karena paparan sinar matahari yang menyinari lautan.

Selanjutnya air laut sendiri akan berubah menjadi molekul uap yang kemudian akan terjadi pembentukan partikel es di awan atau kondensasi. Tahap terakhir dari siklus hidrologi pendek sendiri adalah turunnya awan menjadi hujan pada bagian atas permukaan laut. Dengan kata lain air laut yang awalnya menguap kemudian kembali lagi ke lautan.

b. Siklus Hidrologi Sedang

Siklus hidrologi selanjutnya adalah siklus hidrologi sedang, dimana berbeda dengan siklus pendek. Siklus hidrologi ini kemudian akan menghasilkan hujan yang akan turun di daerah daratan dan kemudian air hujan ini akan kembali lagi ke badan air.

Siklus hidrologi sedang pada tahapan yang pertama diantaranya adalah pada tahap evaporasi atau penguapan dari berbagai air yang ada di badan air kemudian berubah menjadi molekul

gas atau uap dan akan terangkat ke atmosfer bagian atas karena adanya pengaruh dari sinar matahari.

Kemudian uap tersebut akan bergerak ke daratan karena adanya pengaruh dari proses adveksi. Setelah sampai pada atmosfer daratan, uap air ini kemudian akan berubah menjadi awan hingga tahap selanjutnya menjadi hujan yang akan turun ke bumi. Tahap selanjutnya sendiri adalah air hujan yang telah turun atau sampai ke daratan akan mengalami tahap limpasan atau *run off*. Air hujan sendiri kemudian mengalami pergerakan melalui berbagai saluran sebelum pada akhirnya kembali ke lautan, begitu seterusnya.

c. Siklus Hidrologi Panjang

Jenis siklus hidrologi yang terakhir adalah siklus hidrologi panjang, biasanya terjadi di daerah pegunungan. Meski tak hanya di daerah ini saja, siklus hidrologi panjang juga terjadi di berbagai daerah dengan iklim subtropis. Perbedaan yang terdapat pada siklus hidrologi panjang dibanding siklus hidrologi lainnya adalah pada awan yang tak langsung turun menjadi hujan.

Tahap pertama dari siklus ini sendiri adalah air laut yang mengalami evaporasi, lalu penguapan untuk kemudian berubah lagi menjadi molekul gas dan uap. Perubahan yang terjadi ini sendiri diakibatkan oleh panas yang berasal dari sinar matahari, hingga kemudian uap mengalami tahap sublimasi.

Selanjutnya terbentuklah awan-awan berisi kristal es dan menuju tahap adveksi atau perpindahan awan menuju titik-titik lainnya. Pada tahap adveksi, awan yang di dalamnya mengandung kristal kemudian akan berubah arah menuju daratan serta meng-

alami berbagai presipitasi. Setelah presipitasi terjadi, hujan kemudian akan turun membentuk salju dan tidak berbentuk air yang bersatu menjadi gletser.

Gletser yang berada di daratan kemudian akan mencair akibat pengaruh suhu dan tekanan. Akibat mencairnya gletser, terbentuklah air yang berjalan menuju aliran air sungai hingga membentuk aliran air sungai. Selanjutnya air yang berawal dari salju ini kemudian akan berubah menjadi gletser dan terbentuk air yang kian bergerak ke arah laut. Saat itulah, seluruh air yang telah melewati beberapa tahap siklus hidrologi akan kembali lagi ke laut.

## 5. Manfaat Siklus Air

Daur air merupakan siklus alami yang memberikan manfaat bagi seluruh komponen di bumi. Berikut ini adalah fungsi dan kegunaan siklus hidrologi, yaitu:

### a. *Wash Biosfer*

*Biosfer* adalah tempat hidup makhluk hidup meliputi tumbuhan, hewan dan manusia. Biosfer terdiri dari litosfer (batuan atau daratan), hidrosfer (air) serta atmosfer (udara). Proses hidrologi melalui tiga lapisan tersebut dan air menjadi pelarut universal yang sangat baik. Seluruh komponen yang dilalui akan larut oleh air kecuali minyak. Siklus air pertama kali dimulai dari penguapan sumber air, seperti sungai, laut, danau dan sebagainya.

Penguapan tersebut mengalami tahapan tertentu sehingga menghasilkan air bersih berupa hujan. Air hujan tersebut menjadi bahan dasar untuk mencuci biosfer. Dalam perjalanannya menuju atmosfer, air akan melarutkan partikel debu, gas (NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>), *aero-*

*sol, fume, fog* dan sebagainya termasuk saat air menjadi titik air atau awan presipitasi. Semua yang ada di atmosfer dapat terlarut dan terikat dalam air untuk kembali ke permukaan bumi.

Awan di atmosfer adalah air bermuatan listrik sehingga jika terjadi pertemuan dengan yang lainnya akan menimbulkan kilat atau petir. Petir adalah kondisi yang bermanfaat untuk terjadinya fiksasi yang membentuk  $N_2$  yang berguna untuk siklus nitrogen.

Salah satu tahap siklus hidrologi ialah turunnya hujan. Sebelum mencapai bumi, air hujan akan mengenai dendaunan yang tertutup partikel debu dalam berbagai kondisi lingkungan. Secara alami daun-daun tersebut akan tercuci dan terbilas sehingga dapat melakukan fungsi fotosintesis sempurna, stomata terbuka, serta penguapan tidak terganggu. Air hujan juga bermanfaat untuk membersihkan atap rumah dan lingkungan pada umumnya.

b. *Water Move Position*

Air di bumi selalu stabil jumlahnya dan tidak mengalami pengurangan maupun penambahan. Ketersediaan air hanya ditentukan oleh posisi dan kualitasnya yang berubah. Secara keseluruhan total air di bumi adalah 1.362.000.000 km<sup>3</sup> yang terdiri dari samudera 97,2%, es atau gletser 2,15%, air tanah 0,61%, air permukaan 0,05%, danau air tawar 0,0009%, danau air asin 0,008, sungai, atmosfer dan sebagainya 0,073%).

Dari jumlah tersebut air yang secara langsung dimanfaatkan hanya sekitar 2,8%. Menurut teori seluruh air di bumi kondisinya statis, namun karena faktor panas matahari, panas bumi, perbedaan ketinggian, maka menyebabkan air bergerak dan membentuk siklus hidrologi.

Adanya daur air secara langsung memutar atau memindahkan air dari berbagai tempat. Air yang awalnya di daratan dan lautan akan berpindah ke udara dan kembali turun ke daratan dan lautan. Pada masing-masing tahapan tersebut, air mempunyai manfaat berbeda-beda tergantung kemampuan manusia mendayagukannya.

Jumlah air yang tersirkulasi hanya sekitar 521.000 km<sup>3</sup> per tahun atau 0,038% dari total air di dunia. Sirkulasi tersebut terbagi pada proses evaporasi atau penguapan lautan sebanyak 84% dan daratan sebanyak 16%. Akan tetapi ketika presipitasi jatuh ke bumi, pembagiannya menjadi 80% ke lautan dan 20% ke daratan. Porisu evaporasi dan presipitasi di daratan terdapat selisih 6% atau sekitar 31.250 km<sup>3</sup> per tahun.

c. *Water Supply*

Sirkulasi air dalam siklus hidrologi hanya berjumlah 521.000 km<sup>3</sup> per tahun atau sama dengan 1,427.1015 liter per hari. Jika bumi dihuni oleh 6 milyar orang dengan kebutuhan 200 liter per hari, maka membutuhkan 1,2.1012 liter per hari.

Jika dibandingkan maka terdapat kelebihan air yang bisa dimanfaatkan oleh tumbuhan dan hewan. Jumlahnya tidak akan mengganggu kondisi air yang mengalir di sungai, air tanah, danau dan lautan. Dalam siklus ini, air akan melalui berbagai tempat, seperti daratan meliputi permukaan atau di bawah permukaan tanah.

Berdasarkan perhitungan tersebut maka jumlah air sangat mencukupi untuk keperluan manusia, hewan dan tumbuhan. Akan tetapi kualitas air antardaerah dapat berbeda, berikut pula dengan

kuantitasnya.

Masyarakat yang tinggal di pegunungan tak perlu mencari air ke lautan dan cukup menunggu hujan atau aliran permukaan untuk memenuhi kebutuhan hidup. Bagi masyarakat perkotaan yang tinggal di wilayah datar dapat mengambil air tanah dan menjernihkan air permukaan. Oleh sebab itu, kebutuhan air akan tercukup dengan baik dari segi jumlah dan lokasinya.

d. *Resource Life*

Air merupakan kebutuhan mutlak seluruh makhluk hidup. Tanpa air mustahil ada kehidupan di bumi. Air terbentuk diawali dari bumi yang mendingin dan mengkerut, kemudian membentuk air yang mengisi keriput-keriput bumi.

Titik air terbentuk melalui aktifitas gunung berapi. Pada saat itu air masih tawar dan belum ada kehidupan. Kemudian karena ada sinar matahari, panas bumi dan sifat air maka terjadi penguapan, awan, hujan, air tanah, sungai, danau dan lautan.

Kehidupan diduga pertama kali terbentuk dari danya petir akibat hasil pertemuan dua awan yang mengenai permukaan air tawar, sinar ultraviolet, paans dan sinar radiasi. Selanjutnya mulai terbentuk unsur-unsur kehidupan dan muncul makhluk hidup sederhana di perairan tawar. Setelah itu makhluk tersebut mengalami evolusi yang membentuk berbagai makhluk hidup seperti saat ini.

Suatu mikroorganisme tidak akan berkembang dalam kondisi kering tanpa air. Bahkan pada litosfer yang kondisinya kering, maka dipastikan kehidupan akan berjalan lambat, kurang aktivitas, lambat berkembang. Sehingga dapat disimpulkan jika kehidupan

akan terbentuk jika terdapat unsur air.

e. Sumber Energi

Siklus air memungkinkan air hujan jatuh ke dataran tinggi atau pegunungan. Akibat pengaruh gravitasi maka air akan mengalir ke tempat yang lebih rendah. Perbedaan ketinggian daratan akan dilalui air dengan kekuatan yang berbeda-beda. Semakin tinggi sumber air menuju lokasi rendah maka kekuatannya akan semakin besar.

Kekuatan tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi secara berkelanjutan. Misalnya untuk memutar kincir hingga memutar turbin untuk menghasilkan energi listrik.

f. Wisata

Kberadaan air memberikan dampak terhadap bentangan alam, contohnya kabut di pegunungan, air terjun, awan tebal, gerimis, danau, aliran sungai, sungai bawah tanah, stalaktit dan stalakmit, mata air, sumur artesis, dan gelombang laut. Kondisi tersebut terbentuk oleh siklus hidrologi yang telah berjalan ribuan tahun dan bisa dijadikan obyek wisata menarik.

## 6. Dampak Kegiatan Manusia Pada Siklus Air

Seluruh kegiatan manusia dapat berdampak pada siklus air. Aktivitas negatif tersebut dapat memberikan akibat buruk, antara lain:

a. Penebangan Hutan

Penyusutan wilayah hutan secara berlebihan akan berdampak pada area resapan air ke dalam tanah. Hutan dengan kondisi gundul tidak akan efektif menyerap

air sehingga jika hujan turun maka air akan langsung menuju ke lautan. Karena tidak ada area resapan maka lapisan atas tanah (humus) akan terkikis dan larut dalam air.

Lapisan tanah yang terbuka akan menyebabkan kapasitas intersepsi hujan menurun drastis. Air hujan akan langsung menghantam permukaan tanah dan memecahkan matriks tanah menjadi partikel kecil.

Partikel-partikel tanah tersebut akan menutup pori tanah dan memadatkan permukaan tanah, sehingga kapasitas infiltrasi menurun. Kapasitas infiltrasi yang turun akan membuat jumlah aliran permukaan meningkat dan total aliran air menuju ke bawah permukaan untuk mengisi air tanah berkurang. Aliran permukaan dapat menggerus partikel permukaan dan mengangkutnya ke tempat lain sebagai bagian dari proses erosi tanah.

b. **Pemukiman**

Pertambahan penduduk dunia tentunya akan menambah kebutuhan tempat tinggal. Jika pembangunan ini tidak memperhatikan aspek lahan serapan air maka tanah akan tertutup oleh perumahan, jalan, semen dan beton.

c. **Manipulasi Skala Besar**

Pembangunan dalam skala besar terkait air dapat berpengaruh terhadap siklus hidrologi. Contohnya adalah merubah pola global debit sungai, perubahan salinitas laut, serta perubahan biofisik permukaan tanah dapat

berdampak buruk. Kegiatan manusia berkaitan aliran sungai dan vegetasi kering bahkan telah mengurangi limpasan sungai sekitar 324 km per tahun.

Penurunan kawasan limpasan tersebut menurunkan permukaan laur sekitar 0,8 mm per tahun. Angka tersebut mewakili fraksi signifikan dari kenaikan permukaan laut yang diamati dari 1-2 mm per tahun yang berlawanan arah. Sehingga jika tidak karena manipulasi manusia, maka permukaan laut akan naik lebih cepat dari kondisi saat ini.

d. **Pembukaan Lahan Hutan**

Kawasan hutan yang dimanfaatkan untuk tujuan ekonomi, bisnis dan sosial masyarakat dapat menimbulkan dampak negatif. Umumnya pembukaan lahan hutan digunakan untuk lahan industri, perumahan, pertanian dan perkebunan yang menyebabkan area resapan air berkurang.

e. **Penggunaan Zat Kimia**

Zat kimia yang digunakan manusia di lingkungan akan lepas ke udara dan mencemari tanah. Hal ini berpengaruh terhadap kandungan air hujan yang turun ke bumi. Berbagai kandungan kimia akan terakumulasi bersama air hujan dan dapat membahayakan makhluk hidup.

## **7. Sejarah Siklus Hidrologi**

3.000 tahun lalu konsep siklus hidrologi mulai dikenalkan oleh filsuf Yunani bernama Thales dan kawan-kawannya. Berbagai

pemikiran mengenai proses daur air mulai berkembang saat itu, dimana salah satunya adalah pemikiran jika air laut menuju sungai yang dirasa kurang masuk akal.

Hingga pada akhirnya pada tahun 1500-an, De Vinci dari Prancis menyatakan bahwa air sungai berasal dari air hujan yang turun. Kemudian dilanjutkan oleh Pierre Perault dan Edme Mariote pada tahun 1670 yang merilis data mengenai curah hujan.

Data tersebut menyatakan bahwa curah hujan merupakan salah satu pemasok air pada aliran sungai. Setelah itu, pada tahun 1700 kedua ilmuwan tersebut memasukkan data dari Edmun Hallet mengenai jumlah air hujan dalam siklus hidrologi.

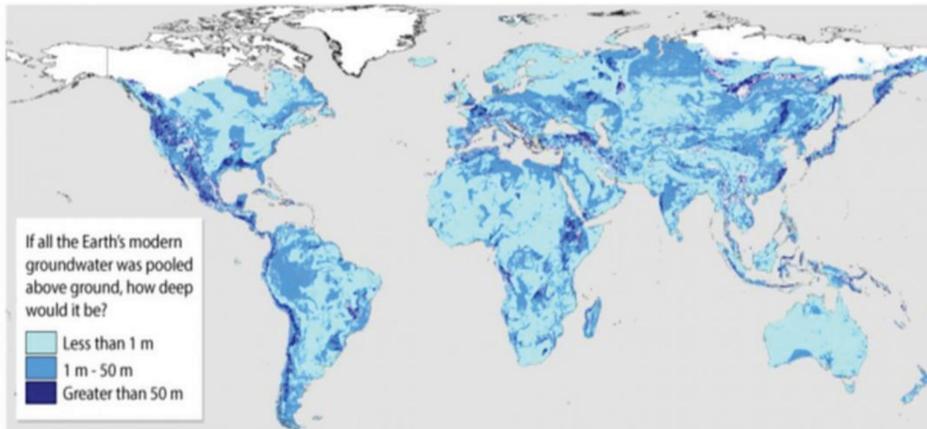
Tidak sampai di situ, perkembangan mengenai siklus hidrologi terus berkembang. Pada tahun 1750, John Dalton seorang ilmuwan, fisikawan dan kimiawan menguatkan gagasan dari konsep siklus hidrologi sebelumnya. Kemudian pada tahun 1856, Henry Darcy mengumumkan teori aliran air pada media berpori. Penelitian mengenai siklus hidrologi terus berlanjut dan berfokus terhadap hubungan antara jumlah air sungai dengan curah hujan. Pada tahun 1904, Daniel Mead juga mengeluarkan gagasan siklus hidrologi. Hingga pada akhirnya dilanjutkan dengan teori-teori baru hingga kini.

## **8. Peta Jumlah Air di Bumi**

Pernahkah kita memikirkan berapa banyak jumlah air yang ada di bumi dan bagaimana cara menghitungnya?

Saat ini, telah terdapat peta yang menggambarkan jumlah air di bumi yang memungkinkan kita untuk menghitung berapa

banyak air tanah yang tersedia dan perkiraan air tersebut akan habis jika digunakan secara berlebihan dan terus menerus.



Tom Gleeson, Kevin M. Befus, Scott Jasechko, Elco Lujendijk and M. Bayani Cardenas (2015). *Nature Geoscience*, DOI: 10.1038/NGEO2590.

Dengan menggunakan data dan penghitungan komputer, tim peneliti internasional telah berhasil memperkirakan kurang dari 6% atau hanya 1% air di permukaan bumi yang dapat diperbarui.

Tom Gleeson dari Universitas Victoria, Kanada selaku ketua tim penelitian menyatakan “Kita tahu bahwa kadar air di banyak akuifer telah berkurang. Kita menggunakan air tanah terlalu cepat, lebih cepat daripada kemampuan memperbarui air.”

Penelitiannya yang diterbitkan di Jurnal *Nature Geoscience*, memperkirakan jumlah total air tanah hampir 23 juta kubik kilometer, dimana 0,35 juta kubik diantaranya berusia kurang dari 50 tahun.

Menurut Badan Survei Geologi Amerika Serikat – *United States Geological Survey* (USGS), usia air tersebut bervariasi mulai

dari beberapa bulan hingga jutaan tahun. Air tanah bisa ditemukan sedalam 9 km.

Glesson menyatakan, meski air yang ditemukan lebih dekat ke permukaan bumi dapat diperharui lebih cepat daripada air yang terletak di perut Bumi, air tersebut lebih rentan terhadap kontaminasi dan perubahan iklim, namun juga bisa untuk mengatasi cuaca yang ekstrim.

Informasi lebih lanjut juga menyatakan jika air yang ditemukan jauh di perut bumi sering digunakan untuk pertanian dan industri. Air itu juga mungkin mengandung arsenik dan uranium dan sering kali lebih asin daripada air laut.

Menurut penelitian tersebut, sebagian besar air tanah ditemukan di kawasan tropis dan pegunungan, dan beberapa cadangan besar terletak di Amazon Basin, Kongo, Indonesia dan sepanjang perbatasan barat Amerika Utara dan Selatan. Sedangkan cadangan air paling sedikit ada di kawasan yang gersang seperti gurun Sahara yang terkenal sebagai wilayah kering di bumi.

## **Daftar Pustaka**

- Indrawan, Mochamad, Richard B. Primack. 2007. Biologi konservasi. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Jasin, Kadoatie. 2008. Ilmu Alamiah Dasar. Jakarta: PT Raja Grafindo.
- Pratiwi D. A, Sri Maryati, dkk. 2012. Biologi SMA kelas X, Jakarta: Erlangga.
- Priyono dan Titik Sayetik. 2008. IPA di SD kelas III Jakarta: PT pusat

perbukuan Depdiknas.

<http://www.sentraedukasi.com/20/10/04/macam-macam-pencemaran-lingkungan-upaya.html>, (diakses 9 November 2013).

<http://id.wikipedia.org/wiki/sumberdayaalam> (diakses 9 November 2013).

<http://kidsgen.blogspot.com/2010/06/jenis-jenis-sumber-daya-alam>.

<http://www.slideshare.net/zharfashani/makalah-sumber-daya-alam-dan-lingkungan>.

## SUMBER DAYA AIR

---

Sumber daya air adalah sumber daya berupa air yang berguna atau potensial bagi manusia. Kegunaan air meliputi penggunaan di bidang pertanian, industri, rumah tangga, rekreasi, dan aktivitas lingkungan. Sangat jelas terlihat bahwa seluruh manusia membutuhkan air tawar.

Sumber daya air merupakan sumber daya alam karunia Allah SWT yang mutlak diperlukan oleh manusia dan makhluk hidup lainnya serta mempunyai arti dan peran penting bagi berbagai sektor kehidupan.

Seiring dengan pertumbuhan penduduk yang berkembang cepat serta tingkat penghidupan masyarakat yang semakin maju, banyak kawasan resapan air yang dijadikan kawasan pemukiman dan pengembangan daerah perkotaan membuat jumlah ketersediaan air semakin lama semakin berkurang. Mengingat ketersediaan air yang tetap dan kebutuhan air yang cenderung semakin meningkat maka perlu dilakukan langkah-langkah pengembangan teknologi, penyediaan air, dan pelestarian sumber daya air.

## 1. Usaha Pelestarian dan Pengembangan Air

Dalam pelestarian dan perkembangannya terdapat beberapa masalah krusial yang memerlukan upaya tindak lanjut segera dan penanganan terpadu yaitu:

1. Lemahnya koordinasi di antara instansi yang terkait dan kurangnya akuntabilitas, transparansi serta partisipasi *stakeholder* dalam pengelolaan sumber daya air.
  2. Meningkatnya konflik karena semakin terbatasnya ketersediaan air sementara kebutuhan air semakin meningkat.
  3. Kurangnya dana untuk investasi dan tidak mencukupinya dana untuk *cost recovery*.
  4. Semakin beratnya pencemaran air.
  5. Meningkatnya kerusakan kawasan vegetasi hutan lindung yang merupakan daerah tangkapan air menyebabkan menurunnya debit aliran air sungai dan meningkatnya erosi dan sedimentasi.
  6. Kurang efektifnya pemeliharaan jaringan irigasi dan belum terjaminnya biaya untuk rehabilitasi berkala jaringan irigasi.
  7. Kurang memadainya organisasi pengelolaan tingkat wilayah sungai.
  8. Kurang arukasinya data hidrologi dan kualitas air.
- Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan suatu reformasi kebijakan pengelolaan sumber daya air yang memberikan perhatian khusus pada konservasi ketersediaan sumber daya air, pengendalian kualitas

air dan perlindungan sumber daya air.

## **2. Usaha Pelestarian Air**

Perlindungan dan pelestarian sumber air ditujukan untuk melindungi dan melestarikan sumber air beserta lingkungan keberadaanya terhadap kerusakan atau gangguan yang disebabkan oleh daya alam, termasuk kekeringan yang disebabkan oleh tindakan manusia. Perlindungan dan pelestarian sumber air sebagaimana dimaksud adalah:

1. Pemeliharaan fungsi resapan air dan daerah tangkapan air;
2. Pengendalian pemanfaatan sumber air;
3. Pengisian air pada sumber air;
4. Pengaturan prasarana dan sarana sanitasi;
5. Perlindungan sumber air dalam hubungannya dengan kegiatan pembangunan dan pemanfaatan lahan pada sumber air;
6. Pengendalian pengolahan tanah di daerah hulu;
7. Pengaturan daerah sempadan sumber air;
8. Rehabilitasi hutan dan lahan; dan
9. Pelestarian hutan lindung, kawasan suaka alam dan kawasan pelestarian alam.

Upaya perlindungan dan pelestarian sumber air tersebut dijadikan dasar dalam penatagunaan lahan dilaksanakan melalui pendekatan teknis, sosial, ekonomi, dan budaya. Dan usaha tersebut dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

### 3. Pengawetan Air

Pengawetan air ditujukan untuk memelihara keberadaan dan ketersediaan air. Pengawetan air dapat dilakukan dengan cara:

1. Menyimpan air yang berlebihan disaat hujan untuk dapat dimanfaatkan pada waktu diperlukan.
2. Menghemat air dengan pemakaian yang efisien dan efektif dan;
3. Mengendalikan penggunaan air tanah.

#### Pengawetan Air

- 1) Penyimpanan kelebihan air pada saat hujan untuk dimanfaatkan pada saat diperlukan
- 2) Pemakaian hemat air dengan cara pemakaian yang efisien
- 3) Pengendalian penggunaan air tanah

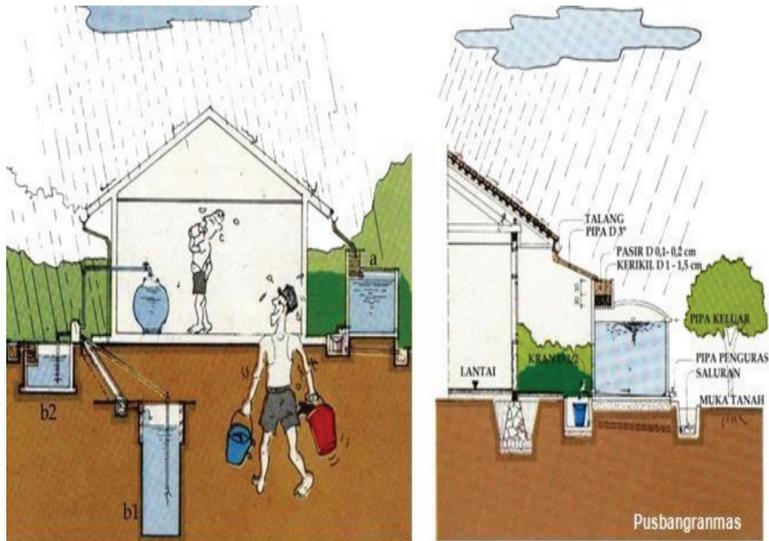


Pengawetan Air

Pengawetan air:

- Pemanenan air hujan
- Pembuatan embung
- Pembangunan bendungan
- Pengendalian pemakaian air (*demand management*)
- Pengendalian pemakaian air tanah

Memfaatkan atap untuk tangkapan air hujan, selanjutnya dialirkan ke bak penampung air hujan (PAH)



Ilustrasi pengawetan air

#### 4. Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran air

Pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air ditujukan untuk mempertahankan dan memulihkan kualitas air yang masuk dan yang ada pada sumber-sumber air. Hal ini dapat

dilakukan dengan cara memperbaiki kualitas air pada sumber air dan prasarana sumber daya air. Pengendalian pencemaran air dilakukan dengan cara mencegah masuknya pencemaran air pada sumber air dan prasarana sumber air.

### **Penatagunaan Sumber Daya Air**

Penatagunaan sumber daya air sebagaimana dimaksud dalam Pasal 20 Ayat (1) ditujukan untuk menetapkan zona pemanfaatan sumber air dan peruntukan air pada sumber air. Zona ini digunakan sebagai acuan untuk: penyusunan atau perubahan RTRW atau perubahan RTRW, rencana pengelolaan sumber daya air pada wilayah sungai yang bersangkutan. Penetapan zona pemanfaatan sumber daya air dilakukan dengan:

1. Mengalokasikan zona untuk fungsi lindung dan budi daya;
2. Menggunakan dasar hasil penelitian dan pengukuran secara teknis hidrologis;
3. Memperhatikan ruang sumber air yang dibatasi oleh garis sempadan sumber air;
4. Memperhatikan kepentingan berbagai jenis pemanfaatan;
5. Melibatkan peran masyarakat sekitar dan pihak lain yang berkepentingan; dan
6. Memperhatikan fungsi kawasan.

Penetapan peruntukan air pada sumber air pada setiap wilayah sungai dilakukan dengan memperhatikan:

1. Daya dukung sumber air;

2. Jumlah dan penyebaran penduduk serta proyeksi pertumbuhannya;
3. Perhitungan dan proyeksi kebutuhan sumber daya air;
4. Pemanfaatan air yang sudah ada.

## **5. Kebijakan Pengembangan Sumber Daya Air**

### **a. Arah Kebijakan**

Berdasarkan peraturan terkait dan dokumen-dokumen perencanaan pembangunan nasional, arah kebijakan dalam pengelolaan sumber daya air sebagai berikut:

1. Mewujudkan sinergi dan mencegah konflik antar wilayah, antar sektor, dan antar generasi dalam rangka memperkuat ketahanan nasional, persatuan, dan kesatuan bangsa.
2. Mendorong proses pengelolaan sumberdaya air yang terpadu antar sektor dan antarwilayah yang terkait di pusat, propinsi, kabupaten/kota dan wilayah sungai.
3. Menyeimbangkan upaya konservasi dan pendayagunaan sumber daya air agar terwujud kemanfaatan air yang berkelanjutan bagi kesejahteraan seluruh rakyat baik pada generasi sekarang maupun akan datang.
4. Menyeimbangkan fungsi sosial dan nilai ekonomi air untuk menjamin pemenuhan kebutuhan pokok setiap individu akan air dan pendayagunaan air sebagai sumber daya ekonomi yang memberikan nilai tambah optimal dengan memperhatikan biaya pelestarian dan pemeliharaannya.

5. Melaksanakan pengaturan sumber daya air secara bijaksana agar pengelolaan sumber daya dapat diselenggarakan seimbang dan terpadu.
  6. Mengembangkan sistem pembiayaan pengelolaan sumberdaya air yang mempertimbangkan prinsip *cost recovery* dan kondisi sosial ekonomi masyarakat.
  7. Mengembangkan sistem kelembagaan pengelolaan sumber daya air yang membuka akses partisipasi masyarakat serta mewujudkan pemisahan fungsi pengatur (*regulator*) dan fungsi pengelola (*operator*).
- b. Pembiayaan Pembangunan Sumber Daya Air
- Dana infrastruktur sumber daya air dianggarkan di tingkat pemerintah pusat melalui Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN) dan di tingkat daerah melalui Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD). Penganggaran di tingkat pusat dilakukan melalui koordinasi antara lembaga-lembaga yang melibatkan Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (BAPPENAS) dalam mengembangkan Rencana Kerja Pemerintah tahunan. APBN dapat bersumber dari mata uang lokal, pinjaman, dan hibah dari Negara/lembaga donor.

## 6. Saluran Irigasi Hemat Air

Peningkatan kebutuhan air pada daerah yang padat industri serta pada daerah pertanian tidak merata di Indonesia padahal ketersediaan air melalui siklus dan tidak merata pula. Oleh karena itu, untuk keseimbangan neraca air perlu dikembangkan

berbagai teknologi yang dapat menghemat pemakaian air.

1. Saluran pendistribusian air yang efisien sehingga tingkat kebocoran dan kehilangan air dapat dikurangi.
2. Sistem pengairan sawah yang efisien, mengingat pada saat ini persawahan merupakan pemakai air yang dominan.
3. Sistem pengairan sawah secara konvensional yang boros air perlu diperbaiki dan perlu dikembangkan teknik pengairan dengan system saluran atau pipa yang hemat air.

Selain itu telah di aplikasikan berbagai teknologi bangunan pengairan yaitu bending, pintu air, dan saluran yang sesuai dengan kondisi sungai-sungai di Indonesia yang mengandung muatan sedimen.

## **7. Embung**

Di daerah Indonesia yang relatif kering diterapkan teknologi konvensional yang dapat dikembangkan dan ditingkatkan adalah aplikasi waduk kecil atau embung. Embung (waduk kecil) merupakan bangunan penampung air berteknologi sederhana dan berukuran kecil. Bangunan ini bermanfaat untuk mencukupi kebutuhan air selama musim kemarau bagi penduduk, ternak, dan lading. Embung juga mempunyai manfaat untuk konservasi lahan dan sumber daya air.

Bangunan ini sangat cocok dikembangkan di daerah yang mempunyai kondisi alam sebagai berikut:

1. Curak hujan sedikit dan berlangsung pendek, sedang-

- kan musim kemarau panjang (7-9 bulan/tahun).
2. Topografi berbukit rapat dan dataran rendah sangat sempit sehingga sulit mencari tempat untuk pembangunan waduk besar.
  3. Secara geologis batuan dasar umumnya bersifat lolos air.

Penganggaran di tingkat daerah prosesnya sama dengan proses penganggaran di tingkat pusat. Sumber untuk Anggaran Pendapatan Belanja Daerah (APBD) berasal dari Pendapatan Asli Daerah (PAD) dan pinjaman atau hibah yang dianggarkan dalam Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN). Selain itu, anggaran untuk Pemerintah Daerah dapat berasal dari Dana Alokasi Umum (DAU), Dana Alokasi Khusus (DAK), dan Dana Bagi Hasil (DBH) yang dilaksanakan berdasarkan undang-undang yang berlaku.

# LINGKUP PENGELOLAAN SUMBER DAYA AIR TERPADU

---

Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) Pengelolaan daerah aliran sungai adalah pengelolaan sumber daya alam yang terbaru pada suatu daerah aliran sungai, seperti vegetasi, tanah dan air, sehingga dapat memberikan manfaat yang optimal dan berkesinambungan. Sasaran pengelolaan daerah aliran sungai adalah daerah-daerah yang secara alami berpotensi terhadap terjadinya kerusakan lingkungan, khususnya erosi lahan di bagian hulu dan tengah daerah aliran sungai, dan memiliki kemiringan lebih besar dari 8%.

## 1. Pola Pengelolaan Daerah Aliran Sungai

Pola pengelolaan daerah aliran sungai didasarkan atas: a) Landasan institusional, berdasarkan prinsip pembagian kewenangan dan tanggung jawab, yang ditetapkan dalam UU No. 7 tahun 2004 b) Landasan konsepsional, berdasarkan prinsip kelestarian lingkungan dengan mengacu pada pendayagunaan yang berkelanjutan, dan prinsip pemanfaatan bersama, untuk pemenuhan secara lebih efisien, adil, dan merata. c) Landasan Operasional, ber-

dasarkan prinsip *one river* (satu sungai), *one integrated plan* (satu rencana yang terpadu), dan *one coordinated management system* (satu sistem pengelolaan yang terkoordinasi). Untuk itu berdasarkan Keputusan Menteri Pekerjaan No. 11A/PRT/M/2006 yang kemudian direvisi dengan Peraturan PUPR No. 04/PRT/M/2015 tentang Kriteria dan Penetapan Wilayah Sungai, Indonesia terbagi dalam 128 wilayah sungai:

- WS lintas negara, 31 WS lintas provinsi, dan 28 WS strategi nasional, yang menjadi kewenangan pemerintah pusat.
- WS lintas kabupaten/kota, yang menjadi kewenangan pemerintah provinsi
- WS secara utuh dalam satu kabupaten/kota, yang menjadi kewenangan pemerintah kabupaten/kota.

## **2. Lingkup Pengelolaan Daerah Aliran Sungai**

Isu-isu yang ada dalam pengelolaan daerah aliran sungai dewasa ini yang menjadi acuan dalam penentuan lingkup pengelolaan daerah aliran sungai, antara lain:

- Penanganan DAS masih terfragmentasi, baik dalam hal pengembangan, perlindungan, maupun pengelolaan daerah aliran sungai.
- Terjadinya penggundulan hutan di hulu daerah aliran sungai.
- Penataan ruang di daerah aliran sungai hilir tidak berwawasan lingkungan.
- Pembuangan limbah di sungai tidak terkendali.

- Pemanfaatan air yang berkelanjutan semakin terancam. Untuk itu lingkup pengelolaan daerah aliran sungai, mencakup:

1. Daerah tangkapan air, mencakup pengendalian tata guna lahan, pengendalian erosi, konservasi air dan tanah, serta monitoring dan evaluasi.
2. Pengelolaan sumber daya air, mencakup manajemen kuantitas air dan kualitas air.
3. Pemeliharaan prasarana dan sarana pengairan, mencakup pemeliharaan preventif, korektif, dan akurat.
4. Pengendalian banjir, mencakup pemantauan dan prediksi banjir, pengaturan dan pencegahan banjir, serta penanggulangan banjir.
5. Pengelolaan lingkungan sungai, mencakup perencanaan dan pengendalian sempadan sungai.
6. Pemberdayaan masyarakat.

### **3. Kegiatan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS)**

Kegiatan pengelolaan daerah aliran sungai meliputi dua aspek teknis yang penanganannya harus dilakukan secara terpadu, dengan memakai daerah aliran sungai yang bersangkutan sebagai satu kesatuan wilayah pengembangan.

Dua aspek yang dimaksud adalah:

1. Aspek Agro Teknik

Kegiatan dari aspek ini adalah:

- a. Pengelolaan Vegetasi

Dalam pengelolaan daerah aliran sungai, maka

kegiatan pengelolaan vegetasi diarahkan untuk mencapai sasaran sebagai berikut:

- 1) Kawasan lindung dengan vegetasi yang rapat, dalam hal ini vegetasi hutan atau vegetasi lainnya yang berfungsi lindung
- 2) Terpeliharanya kondisi vegetasi di luar kawasan lindung, sehingga dapat berfungsi secara optimal untuk perlindungan terhadap tanah dan air.

b. Pengelolaan Lahan

Kegiatan pengelolaan lahan diarahkan untuk tercapainya produktifitas tanah yang tinggi, serta ter kendalinya erosi lahan. Unsur-unsur yang menjadi pertimbangan, antara lain:

- 1) Lahan harus dimanfaatkan/digunakan sesuai kemampuannya
- 2) Tanah harus dilindungi dari ancaman erosi dengan mempertahankan penutupan tanah
- 3) Metode guludan dan terasering atau perlakuan lainnya dapat diterapkan untuk meningkatkan penggunaan tanah yang lebih baik

Sebagai tolak ukur dampak pengelolaan tanah adalah jumlah tanah yang hilang per satuan waktu, atau tingkat pengendapan di waduk, pendangkalan di sungai/saluran irigasi atau rendahnya mutu air.

## 2. Aspek *Civil* Teknik

Kegiatan yang tercakup dalam *civil* teknik ini adalah:

### a. Pengelolaan Air

Pengelolaan air mencakup berbagai usaha untuk mendapatkan, membagi, menggunakan, mengatur, serta mengelola dan membuang air, mulai dari sumbernya sampai ke tempat pembuangan, sesuai dengan kebutuhan dan persyaratan, yang antara lain meliputi:

- 1) Kuantitas air/jumlah air yang dimanfaatkan
- 2) Kualitas air/mutu air yang dipergunakan
- 3) Ketersediaan air/mutu air yang dipergunakan.

### b. Pengelolaan/Pengendalian Erosi/Sedimentasi

Pada kegiatan ini dapat dilakukan melalui pembuatan bangunan-bangunan *drap structure* pada alur anak-anak sungai bagian hulu (*creak*) yang terbuat dari bronjong kawat berisi batu kali, pasangan batu atau dari pohon-pohon bambu. Fungsi dari bangunan ini adalah untuk menghindari penggerusan dasar sungai atau pengamanan tebing sungai dari bahaya longsor.

## 3. Pembinaan Aktifitas Masyarakat

Di samping kedua aspek teknis di atas masih ada satu kegiatan yang tidak kalah pentingnya dalam pengelolaan DAS, yaitu pembinaan aktifitas masyarakat.

Pembinaan aktifitas masyarakat mencakup berbagai

usaha penyuluhan dan pelatihan bagi masyarakat setempat yang memanfaatkan sumber daya alam untuk kehidupan sehari-hari, agar mereka dapat menyadari dan melakukan kegiatan pengelolaan vegetasi, tanah dan air secara baik dan benar. Diantara pengelolaan lahan dan pengelolaan air terdapat keterkaitan yang sangat erat, dengan demikian konservasi lahan yang merupakan unsur utama dalam pengelolaan daerah aliran sungai di bagian hulu, akan berpengaruh terhadap kondisi daerah aliran sungai di bagian hilir, terutama dalam pemanfaatan air yang optimal untuk berbagai kegunaan, serta untuk pengendalian banjir.

#### **4. Pengelolaan Sumber Daya Air**

Lingkup Pengelolaan SDA Terpadu merangkum suatu upaya-upaya (merencanakan, melaksanakan, memantau dan mengevaluasi) dalam penyelenggaraan konservasi - pendayagunaan-pengendalian daya rusak SDA, dengan tujuan:

1. Menjaga kelangsungan keberadaan daya dukung, daya tampung, daya fungsi SDA,
2. Memanfaatkan SDA secara berkelanjutan dengan mengutamakan pemenuhan kebutuhan pokok kehidupan masyarakat secara adil,
3. Mencegah, menanggulangi, dan memulihkan akibat kerusakan kualitas lingkungan yang diakibatkan oleh daya rusak air.

Secara skematik dijelaskan sebagai berikut:

a. UPAYA

Merencanakan, Melaksanakan, Memantau, Mengevaluasi.

b. PENYELENGGARAAN

Konservasi SDA:

1. Perlindungan dan pelestarian Sumber Air
2. Pengawetan air
3. Pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air. Pendayagunaan SDA:
  - 1) Penatagunaan
  - 2) Penyediaan
  - 3) Penggunaan
  - 4) Pengembangan
  - 5) pengusahaan Pengendalian Daya Rusak Air:
    - Pencegahan
    - Penanggulangan
    - Pemulihan

c. TUJUAN

Menjaga kelangsungan keberadaan daya dukung, daya tampung, dan fungsi SDA Memanfaatkan SDA secara berkelanjutan dengan mengutamakan pemenuhan kebutuhan pokok kehidupan masyarakat secara adil Mencegah, menanggulangi, dan memulihkan akibat kerusakan kualitas lingkungan yang diakibatkan oleh daya rusak air.

### **Skematik lingkup pengelolaan SDA**

Sebelum melakukan kegiatan PSDAT selalu diawali dengan penyusunan Pola dan Rencana Pengelolaan SDA Wilayah Sungai, berdasarkan kondisi sumber daya air; daya dukung lingkungan; dan rencana tata ruang.

Disamping penyelenggaraan kegiatan-kegiatan: konservasi, pendayagunaan, dan pengendalian daya rusak air, juga diselenggarakan kegiatan pendukung: pemberdayaan masyarakat dan ketersediaan dan keterbukaan data sumber daya air.

## **5. Konservasi Sumber Daya Air**

Masalah konservasi dalam sumber daya air tidak hanya dapat dilakukan pada air dan sumbernya saja tetapi justru lebih banyak harus dilakukan di luar kegiatan pengelolaan SDA. Kekurangan air yang berakibat kekeringan, penyebab utamanya adalah perubahan cuaca dan rusaknya daerah tangkapan hujan yang tidak mampu lagi menyimpan air, terlalu banyak air yang tidak terkontrol dapat berakibat banjir, penyebab utamanya adalah rusaknya daerah tangkapan hujan dan pola pendayagunaan lahan yang tidak terkontrol, pencemaran air yang berakibat kualitas menurun, penyebab utamanya adalah masuknya pencemar dari luar sumber air. Semua penyebab utama tersebut bukan merupakan bagian dari pengelolaan SDA. Karena itu di dalam UU-SDA tidak banyak yang dapat diatur sebagai ketentuan, kecuali cara-cara konservasinya.

Pada prinsipnya konservasi SDA dilakukan terhadap tiga sasaran:

1. Sumber air: dengan perlindungan dan pelestarian agar tidak rusak sehingga terpelihara fungsinya baik sebagai resapan air maupun sebagai wadah air.
2. Fisik air: dengan pengawetan agar terpelihara keberadaan dan ketersediaan air, baik untuk masa sekarang maupun yang akan datang, dengan cara menyimpan (misalnya dalam waduk) dan menggunakan air secara efisien.
3. Kualitas air: dengan pengelolaan kualitas dan pengendalian pencemaran air yakni mencegah masuknya pencemaran air pada sumber air dan prasarannya.

Lingkup kegiatan konservasi SDA:

- a. Perlindungan dan Pelestarian Sumber Air
  - 1) Rehabilitasi hutan dan lahan serta pelestarian hutan lindung, kawasan suaka alam, dan kawasan pelestarian alam.
  - 2) Perlindungan sumber air dalam kaitan dengan pembangunan dan pemanfaatan lahan pada sumber air, pengendalian pengolahan tanah di daerah hulu serta pengaturan daerah sempadan sumber air.
  - 3) Pemeliharaan kelangsungan fungsi resapan air dan daerah tangkapan air, serta pengisian air pada sumber air.
  - 4) Pengendalian pemanfaatan air.
  - 5) Pengaturan prasarana dan sarana sanitasi.

b. Pendayagunaan Sumber Daya Air

Sesuai dengan UUD, maka SDA adalah kekayaan alam yang dikuasi oleh Negara dan dipergunakan untuk sebesar-besar kemakmuran rakyat. Untuk mencapai tujuan tersebut, Negara memberi tugas kepada pemerintah, baik pemerintah pusat maupun pemerintah daerah untuk mengatur dan menyelenggarakannya.

Dalam UU-SDA ini juga diakui adanya dan berlangsungnya "hak ulayat". Hak ulayat adalah hak yang dimiliki secara turun-temurun oleh suatu masyarakat hukum adat sehingga menjadi bagian dan budaya hidup mereka. Ada kemungkinan sumber air ditemukan pertama kali oleh masyarakat adat dan dimanfaatkan oleh mereka secara turun-temurun, maka masyarakat tersebut dapat mempunyai hak untuk meneruskan menggunakan air dan sumber tersebut. Hak ulayat yang diakui dalam UU-SDA ini hanya jika kenyataannya masih ada dan telah dikukuhkan dengan peraturan daerah setempat.

Karena air adalah karunia Tuhan untuk memenuhi hajat hidup baik bagi manusia, binatang maupun tanaman, maka tidak ada "hak milik" atas air. Sebagai perbandingan, tanah/lahan bukan untuk memenuhi hajat hidup, karena itu ada hak milik atas tanah.

Hak yang melekat pada SDA adalah : hak guna" yang dibagi menjadi "hak guna pakai" dan "hak guna usaha". Hak guna pakai adalah hak untuk memperoleh dan menggunakan air. Hak guna pakai ini tidak perlu mendapat ijin

apabila untuk memenuhi kebutuhan pokok sehari-hari bagi perorangan dan bagi pertanian rakyat (ukuran kecil) pada sistem irigasi yang sudah ada. Tetapi jika untuk keperluan kelompok yang memerlukan air dalam jumlah besar, atau untuk sistem irigasi yang baru, maka hak guna pakai harus memperoleh ijin terlebih dahulu.

Hak guna usaha adalah hak untuk menggunakan air sesuai dengan yang dialokasikan untuk kebutuhan usaha, baik sebagai air baku bahan produksi (air minum, air kemasan), penunjang produksi (*cooling water*, pencucian eksplorasi tambang), pemanfaatan potensinya (tenaga listrik), media (transportasi), dan segala kebutuhan yang bersifat komersial. Hak guna usaha harus mendapat ijin terlebih dahulu yang menyatakan peruntukannya, tempat pengambilan serta besarnya dan waktu alokasi air.

Pengusahaan SDA dapat diberikan kepada BUMN, BUMD, badan usaha swasta maupun perseorangan dengan ijin sesuai peruntukannya. Pengusahaan SDA yang meliputi satu wilayah sungai hanya dapat dilaksanakan oleh BUMN atau BUMD dan dapat bekerja sama dengan pihak manapun. Kegiatan pengusahaan tersebut tidak termasuk menguasai sumber airnya, tetapi hanya terbatas pada hak untuk menggunakan air sesuai dengan alokasi yang telah ditetapkan.

Penggunaan air untuk kebutuhan Negara lain hanya diijinkan jika penyediaan air untuk berbagai kebutuhan dalam negeri telah dapat terpenuhi.

Hak guna air, baik hak guna pakai maupun hak guna usaha, tidak dapat disewakan atau dipindahtangankan, agar tidak terjadi "perdagangan hak". Jika suatu hak tidak digunakan, maka harus dikembalikan atau diambil kembali oleh yang memberi hak, yakni pemerintah pusat atau pemerintah daerah (provinsi atau kabupaten) sesuai kewenangannya.

Semua air berasal dari air hujan yang jatuh di bumi. Sebagian mengalir sebagai air permukaan, sebagian meresap ke dalam tanah sebagai air tanah dan sebagian lagi menguap kembali ke udara. Pada prinsipnya penggunaan air adalah secara terpadu (*conjunctive*) antara air hujan, air permukaan dan air tanah. Namun mengingat pengisian kembali (*recharge*) air tanah membutuhkan waktu yang sangat lama, maka penggunaan air permukaan lebih diutamakan. Sedangkan penggunaan air tanah dibatasi hanya jika kebutuhan sangat mendesak dan tidak dapat dipenuhi oleh air permukaan.

Prioritas utama peruntukkan air adalah untuk memenuhi kebutuhan pokok hidup sehari-hari, yakni kebutuhan rumah tangga dan agama. Dengan kata lain jika air sangat terbatas, maka harus digunakan untuk memenuhi kebutuhan pokok lebih dahulu sebelum kebutuhan lainnya. Mengingat prioritas pembangunan ekonomi antara satu daerah dengan daerah lainnya dapat berbeda, maka tujuan urutan penggunaan air selain untuk kebutuhan pokok, ditetapkan oleh pemerintah daerah masing-

masing.

Lingkup Kegiatan Pendayagunaan Sumber Daya Air:

- a. Penatagunaan SDA.
  - 1) Penetapan zona pemanfaatan SDA dengan memperhatikan fungsi lindung.
  - 2) Penetapan zona pemanfaatan SDA dengan memperhatikan fungsi pemanfaatan.
  - 3) Penetapan peruntukan air pada sumber air.
- b. Penyediaan SDA.
  - 1) Penyediaan air untuk kebutuhan pokok sehari-hari.
  - 2) Penyediaan air untuk kebutuhan air bagi pertanian rakyat dalam sistema irigasi yang sudah ada.
  - 3) Penyediaan air untuk kebutuhan lain, misalnya untuk sanitasi dan lain lain.
- c. Penggunaan SDA.
  - 1) Penggunaan SDA untuk kebutuhan pokok sehari-hari.
  - 2) Penggunaan SDA untuk pertanian rakyat dalam sistem irigasi yang sudah ada.
  - 3) Penggunaan SDA untuk kebutuhan lain, misalnya untuk sanitasi.
- d. Pengembangan SDA.
  - 1) Pengembangan SDA permukaan untuk memenuhi berbagai kebutuhan.
  - 2) Pengembangan air tanah pada cekungan air tanah untuk memenuhi berbagai kebutuhan.
  - 3) Pengembangan air hujan untuk memenuhi berba-

- gai kebutuhan.
- 4) Pengembangan air laut yang berada di darat untuk memenuhi berbagai kebutuhan.
- e. Pengusahaan SDA.
- 1) Penggunaan air pada lokasi tertentu sesuai persyaratan yang ditentukan dalam izin.
  - 2) Penggunaan wadah air pada suatu lokasi tertentu sesuai persyaratan yang ditentukan dalam izin.
  - 3) Pemanfaatan daya air pd suatu lokasi tertentu sesuai persyaratan yang ditentukan dalam izin.

#### Pengendalian Daya Rusak Sumber Daya Air:

a. Eksistensi Daya Rusak Air

Hakekatnya daya rusak air merupakan bagian tak terpisahkan dari fisik airnya sendiri yakni sejak keberadaan air dalam alam. Dengan berbagai aktivitas manusia yang makin meningkat, daya rusak itu lebih diperparah lagi. Karena itu tidak mungkin manusia dapat menghilangkan daya rusak tersebut.

Daya rusak air yang paling *significant* adalah banjir. Di Negara manapun bahkan Negara yang sudah sangat maju teknologinya, tidak akan dapat menghindari terjadinya banjir yang disebabkan oleh alam. Karena itu yang dapat dilakukan oleh manusia adalah sedapat-dapatnya hidup berdampingan secara damai dengan alam serta mengendalikan daya rusaknya agar tidak makin menimbulkan akibat yang sangat merugikan.

b. Cara Pengendalian Daya Rusak Air

Dari tiga cara pengendalian daya rusak air yakni upaya pencegahan, penanggulangan, dan pemulihan, maka yang diutamakan adalah pencegahan.

Perencanaan pengendalian daya rusak air harus disusun secara terpadu dan menyeluruh sekaligus pada waktu menyusun pola pengelolaan SDA, yang harus memperhatikan rencana tata ruang.

Penanggung jawab utama pengendalian ini adalah pemerintah (pusat dan daerah) serta pengelola SDA Wilayah Sungai, dengan tetap melibatkan masyarakat sebagai kewajiban bersama.

c. Pencegahan (Sebelum Terjadi)

Upaya pencegahan dilakukan untuk mengurangi sebanyak-banyaknya kemungkinan terjadinya daya rusak air, baik melalui kegiatan fisik berupa bangunan-bangunan maupun non fisik yang berupa pengaturan, pembinaan dan penyuluhan kepada masyarakat, baik masyarakat di bagian hulu maupun masyarakat bagian hilir.

Pencegahan tersebut lebih diutamakan pada kegiatan non fisik. Dalam rangka pencegahan ini perlu perlakuan seimbang antara konservasi di daerah hulu dan pendayagunaan di daerah hilir, antara lain adanya kemungkinan saling ganti untung antar kedua daerah tersebut.

d. Penanggulangan (Pada Waktu Terjadi)

Penanggulangan ini merupakan tindakan darurat un-

tuk mengurangi sebanyak mungkin kerugian dengan mitigasi bencana, diantaranya dengan peringatan dini, menghindari dari bencana, perbaikan (sementara) infrastruktur.

Penanggulangan dilakukan secara terpadu, oleh instansi-instansi terkait dan masyarakat melalui suatu badan koordinasi penanggulangan bencana pada tingkat nasional, provinsi dan kabupaten.

Bencana berskala nasional ditetapkan oleh presiden dan menjadi tanggung jawab pemerintah pusat. Pelaksanaannya bisa saja dilakukan oleh pemerintah daerah.

Dalam keadaan yang membahayakan, gubernur atau bupati berwenang mengambil tindakan darurat, yakni suatu tindakan yang cepat dan karena itu tidak harus mengikuti prosedur sesuai peraturan.

e. Pemulihan (Setelah Terjadi)

Upaya pemulihan dilakukan untuk mengembalikan fungsi, baik fungsi lingkungan hidup maupun fungsi infrastruktur sumber daya air yang rusak akibat bencana.

Pemulihan ini menjadi tanggung jawab pemerintah, pemerintah daerah, dan pengelola sumber daya air sesuai dengan kewenangannya dan masyarakat sesuai dengan kewajibannya. Lingkup Kegiatan:

1) Pencegahan Daya Rusak Air.

a) Pencegahan daya rusak air yang berupa peker-

- jaan pembangunan sarana dan prasarana fisik, antara lain, pengaturan sungai, pembuatan tanggul banjir dan lain sebagainya..
- b) Pencegahan daya rusak air yang berupa penyusunan atau penerapan piranti lunak antara lain pengaturan, pembinaan, pengawasan dan pengendalian.
  - c) Penyeimbangan hulu dan hilir seperti penyeselarasan antara upaya konservasi bagian hulu dan pendaya gunaan di bagian hilir.
- 2) Penanggulangan Daya Rusak Air.
- a) Mitigasi bila terjadi bencana.
  - b) Penanggulangan darurat sarana dan prasarana berupa pekerjaan fisik untuk menghindari kerusakan yang lebih parah.
  - c) Pelaksanaan penanggulangan darurat sarana dan prasarana berupa pekerjaan fisik untuk tetap berfungsi.
- 3) Pemulihan Akibat Daya Rusak Air.
- a) Perbaikan sistem sarana dan prasarana SDA yang rusak.
  - b) Pelaksanaan perbaikan sarana dan prasarana SDA yang rusak.
  - c) Perbaikan/pemulihan kembali lingkungan hidup.

## 6. Pemberdayaan Masyarakat

Pemerintah dan pemerintah daerah menyelenggarakan pemberdayaan para pemilik kepentingan dan kelembagaan sumber daya air secara terencana dan sistematis untuk meningkatkan kinerja pengelolaan sumber daya air.

Pemberdayaan dilaksanakan pada kegiatan perencanaan, pelaksanaan konstruksi, pengawasan, operasi dan pemeliharaan sumber daya air dengan melibatkan peran masyarakat. Kelompok masyarakat atas prakarsa sendiri dapat melaksanakan upaya pemberdayaan untuk kepentingan masing-masing dengan berpedoman pada tujuan pemberdayaan.

Lingkup Kegiatan:

- a. Perlibatan peran masyarakat sejak perencanaan
  - 1) Dialog dengan masyarakat.
  - 2) Konsultasi dengan masyarakat.
  - 3) Sosialisasi kepada masyarakat.
  - 4) Pemberdayaan masyarakat.
- b. Pemberdayaan masyarakat (*Capacity Building*).
  - 1) Pendidikan dan pelatihan kepada masyarakat.
  - 2) Penelitian dan pengembangan dalam pemberdayaan dan peningkatan peran masyarakat.
  - 3) Pendampingan masyarakat dalam pemanfaatan dan menjaga kelestarian SDA.
- c. Monitoring dan evaluasi pelaksanaan pengelolaan SDA.
  - a. Susun sistem monitoring pelaksanaan pengelolaan SDA.

- b. Sediakan Perangkat lunak sistem monitoring pelaksanaan pengelolaan SDA.
- c. Evaluasi pelaksanaan pengelolaan SDA.

### **Daftar Pustaka**

Sjarief, Roestam. 2001. Pengelolaan Sumber Daya Air. Jurnal Desain dan Konstruksi, vol.1, no. 1, juni 2002.

<http://www.sipil.Undip.ac.id/index.php?view=article&catid37>. ( Diunduh pada 26 januari 2012.)

Munir, Moch. (2003). Geologi. Malang: Bayumedia Publishing

<http://pasca.uns.ac.id/?p=307> ( Diunduh pada tanggal 26 januari 2012)

## TENTANG PENULIS

---



**Nanang Rahmadani, SKM, M.Kes.**, penulis lahir di Jeneponto, Kecamatan Batang Kab. Jeneponto, 7 April 1989. Belajar Ilmu Kesehatan Masyarakat sejak menjadi mahasiswa pada Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Makassar, Konsentrasi Kesehatan Lingkungan dan menyelesaikan studi pada Tahun 2011. dan menyelesaikan Kuliah Magister Kesehatan di Universitas Indonesia Timur pada Tahun 2015 Sejak selesai Strata Satu dan Magister Sarjana Kesehatan Masyarakat, penulis aktif menjadi Dosen sampai sekarang menjadi Dosen Tetap Stikes Amanah Makassar di Program Studi D III Keperawatan Gigi pada tahun 2017. dan Saat ini menjabat Wakil Rektor III (Bidang Kemahasiswaan) di Institut Teknologi dan Kesehatan Tri Tunas Nasional.



**Muhammad Syafri, SKM., M.Kes.**, Lahir di Borong, Bulukumba, 25 Januari 1983. Hijrah dari Kota bulukumba Ke Makassar untuk melanjutkan Studi di Fakultas Kesehatan Masyarakat Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas In-

donesia Timur. Setelah itu menyelesaikan Studi Magister Kesehatan di Universitas Hasanuddin Makassar pada tahun 2013. Aktif mengajar di beberapa kampus swasta di Makassar dan berhome-base di STIKes Amanah Makassar sampai sekarang.



**Sahdan Mustari, SKM, M.Kes.**, penulis lahir di Sapanang, Kecamatan Binamu Kabupaten Jeneponto, 10 Mei 1990. Belajar Ilmu Kesehatan Masyarakat sejak menjadi mahasiswa pada Program Studi S1 Ilmu Kesehatan Masyarakat di Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia Timur Konsentrasi Kesehatan Lingkungan dan menyelesaikan studi pada Tahun 2011 dan menyelesaikan S2 di Universitas Indonesia Timur pada tahun 2012. Sejak menyelesaikan studi S1 dan S2 nya penulis aktif menjadi Asisten Dosen sampai pada tahun 2012. dan Saat ini menjabat sebagai pengurus Yayasan Sasadiah Harapan Nusantara.

