

# BUKU

Pengaruh Penerapan Teknik dan Metode Pengolahan Air Sederhana berdasarkan Sumber Daya Lokal Dalam Penyediaan Sumber Air Bersih untuk PascaBanjir, Pertambangan, dan Lahan Basah

**Program Studi Kesehatan Masyarakat  
Fakultas Kedokteran  
Universitas Lambung Mangkurat  
Banjarbaru**

 083867708263

 cv.mine7

 mine mine



Penerbit : cv. Mine  
Perum Sidorejo Bumi Indah F 153  
Rt 11 Ngestiharjo Kasihan Bantul  
Mobile : 083867708263  
email : cv.mine.7@gmail.com

ISBN 978-623-7550-85-3



**PENGARUH PENERAPAN TEKNIK DAN METODE  
PENGOLAHAN AIR SEDERHANA BERDASAR  
SUMBER DAYA LOKAL DALAM PENYEDIAAN  
SUMBER AIR BERSIH UNTUK PASCA BANJIR,  
PERTAMBANGAN, DAN LAHAN BASAH**

Lenie Marlinae, SKM, MKL  
Prof. Dr.Ir.Danang Biyatmoko,M.Si  
Prof. Dr. Chairul Irawan,ST.,MT.  
Prof. Dr. Husaini, SKM, M.Kes  
Dr. Eko Suhartono, Drs, M.Si.  
Prof. Dr. Syamsul Arifin, dr. M.Pd., DLP  
dr. Agung Biworo, M.Kes  
Dr. Tien Zubaidah, SKM, MKL  
Dr. Ir. Hj. Rizmi Yunita M.Si  
Laily Khairiyati, SKM, MPH  
Agung Waskito, ST, MT  
Anugrah Nur Rahmat, SKM  
Sherly Theana, SKM  
Taufik  
Andre Yusufa Febriandy, SKM  
M. Gilmani  
Winda Saukina Syarifatul Jannah, SKM  
Ammara Ulfa Azizah  
Raudatul Jinan

**Editor**

Anugrah Nur Rahmat, SKM  
Ammara Ulfa Azizah



**PENGARUH PENERAPAN TEKNIK DAN METODE  
PENGOLAHAN AIR SEDERHANA BERDASAR  
SUMBER DAYA LOKAL DALAM PENYEDIAAN  
SUMBER AIR BERSIH UNTUK PASCA BANJIR,  
PERTAMBANGAN, DAN LAHAN BASAH**

**Penulis**

Lenie Marlinae, SKM, MKL  
Prof. Dr.Ir.Danang Biyatmoko,M.Si  
Dkk.

**Editor**

Anugrah Nur Rahmat, SKM  
Ammara Ulfa Azizah

Hak Cipta © 2021, pada penulis

Hak publikasi pada Penerbit CV Mine

*Dilarang memperbanyak, memperbanyak sebagian atau seluruh isi dari buku ini dalam bentuk apapun, tanpa izin tertulis dari penerbit.*

**© HAK CIPTA DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG**

Cetakan ke-1 Tahun 2021

CV Mine

Perum SBI F153 Rt 11 Ngestiharjo, Kasihan, Bantul, Yogyakarta-

55182 Telp: 083867708263

Email: [cv.mine.7@gmail.com](mailto:cv.mine.7@gmail.com)

**ISBN : 978-623-7550-85-3**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur selalu kami panjatkan kehadiran Allah Swt yang telah memberikan semua nikmatnya sehingga penulis berhasil menyelesaikan buku yang berjudul “Pengaruh Penerapan Teknik dan Metode Pengolahan Air Sederhana berdasar Sumber Daya Lokal Dalam Penyediaan Sumber Air Bersih untuk Pasca Banjir, Pertambangan, dan Lahan Basah”

Keberhasilan penyusunan buku ini tentunya bukan atas usaha penulis saja namun ada banyak pihak yang turut membantu dan memberikan dukungan untuk suksesnya penulisan buku ini. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan baik secara moril ataupun material sehingga buku ini berhasil disusun.

Buku yang ada di hadapan pembaca ini tentu tidak luput dari kekurangan. Selalu ada celah untuk perbaikan. Sehingga, kritik, saran serta masukan dari pembaca sangat kami harapkan dan kami sangat terbuka untuk itu supaya buku ini semakin sempurna dan lengkap.

Banjarbaru, Maret 2021

Penulis

# DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
BAB 1 AIR	
A. Definisi Air.....	1
B. Sumber-sumber Air.....	6
C. Macam Jenis Air.....	11
D. Kualitas Air.....	13
BAB 2 AIR BERSIH	
A. Definisi Air Bersih.....	22
B. Air Baku dan Kebutuhan Air Bersih.....	25
C. Sistem penyediaan air bersih.....	29
D. Persyaratan dalam Penyediaan Air Bersih.....	31
E. Aksesabilitas Air Bersih.....	32
F. Proyeksi Jumlah Penduduk.....	36
G. Dasar Perhitungan Air Bersih.....	43
BAB 3 PENGOLAHAN AIR SEDERHANA	
A. Definisi Pengolahan Air Sederhana.....	49
B. Tujuan Pengolahan Air Sederhana .....	51
C. Metode Pengolahan Air Sederhana.....	53
BAB 4 PENGOLAHAN AIR SEDERHANA PASCA BANJIR	
A. Definisi Banjir.....	67
B. Dampak Banjir.....	72
C. Metode Pengolahan Air Sederhana Pasca Banjir	81
BAB 5 PENGOLAHAN AIR SEDERHANA PADA PERTAMBAHAN	
A. Definisi Pertambahan.....	94
B. Jenis-jenis Pertambahan	95
C. Dampak Adanya Pertambahan.....	101
D. Metode Pengolahan Air Sederhana pada Pertambahan.....	106

BAB 4 PENGOLAHAN AIR SEDERHANA PADA	
LAHAN BASAH	
A. Definisi Lahan Basah.....	115
B. Manfaat Lahan Basah.....	118
C. Dampak Kehilangan Lahan Basah.....	119
D. Metode Pengolahan Air Sederhana pada Lahan Basah.....	121

# BAB 1 AIR

.....

## **Pendahuluan**

Seseorang tidak dapat bertahan hidup tanpa air, karena itulah air merupakan salah satu penopang hidup bagi manusia. Ketersediaan air di dunia ini begitu melimpah, namun yang dapat dikonsumsi oleh manusia untuk keperluan air minum sangatlah sedikit. Dari total jumlah air yang ada, hanya lima persen saja yang tersedia sebagai air minum, sedangkan sisanya adalah air laut. Selain itu, kecenderungan yang terjadi sekarang ini adalah berkurangnya ketersediaan air bersih itu dari hari ke hari. Semakin meningkatnya populasi, semakin besar pula kebutuhan akan air minum. Sehingga ketersediaan air bersih pun semakin berkurang (Sunarsih E, 2018).

### **A. Definisi Air**

Air merupakan kebutuhan vital dalam kehidupan manusia dan mutlak harus tersedia untuk menunjang

hidup dan kehidupannya. Masyarakat dengan pengetahuan, kebiasaan, dan budaya yang diwariskan secara turun menurun memanfaatkan sumber air di wilayahnya untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Mereka mengelola sumber daya tersebut secara bersama-sama dan hidup harmonis dengan alam di sekitarnya (Hidayati D, 2016). Air yang dikonsumsi harus memenuhi standar kualitas mengacu Permenkes Nomor 416/MENKES/IX/1990. Air yang berkualitas meliputi kualitas fisik, kimia, dan bebas dari mikroorganisme (Mashadi A, 2018).

Air adalah unsur yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia, bahkan dapat dipastikan tanpa pengembangan sumberdaya air secara konsisten peradaban manusia tidak akan mencapai tingkat yang dinikmati sampai saat ini. Oleh karena itu pengembangan dan pengolahan sumber daya air merupakan dasar peradaban manusia (Putro B, 2019). Air bersih maupun air minum harus memenuhi syarat fisik, kimia, mikrobiologi dan radioaktif. Parameter mikrobiologi merupakan salah satu parameter yang harus mendapat perhatian karena dampaknya yang berbahaya



yaitu dapat menimbulkan penyakit infeksi. Air mudah tercemar oleh mikroorganisme patogen yang masuk melalui limbah. Penyediaan air minum harus memenuhi syarat-syarat sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 492/ MENKES/ Per/ IV/ 2010 (Widiyanti NLPM, 2017).

Air juga merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki fungsi sangat penting bagi kehidupan dan perikehidupan manusia, serta untuk memajukan kesejahteraan umum sehingga menjadi modal dasar dan faktor utama pembangunan. Air juga merupakan komponen lingkungan hidup yang penting bagi kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya. Kebutuhan yang pertama bagi terselenggaranya kesehatan yang baik adalah tersedianya air yang memadai dari segi kuantitas dan kualitasnya yaitu harus memenuhi syarat kebersihan dan keamanan (Solihin D, 2020).

Air menutupi hampir 71% permukaan bumi. Terdapat 1,4 triliun kilometer. Terdapat 1,4 triliun kilometer kubik air tersedia di bumi. Air sebagian besar terdapat di laut (air asin) dan pada lapisan-lapisan es (di

kutub dan puncak-puncak gunung), akan tetapi juga dapat hadir sebagai awan, hujan, sungai, muka air tawar, danau, uap air, dan lautan es. Air dalam obyek-obyek tersebut bergerak mengikuti suatu siklus air, yaitu melalui penguapan, hujan, dan aliran air di atas permukaan tanah (runoff, meliputi mata air, sungai, muara) menuju laut (Novia AA, 2019).

Air digunakan untuk kebutuhan rumah tangga, kegiatan industri, dan sebagainya. Pemanfaatan air dalam kehidupan dikategorikan sebagai kebutuhan rumah tangga dan industri yang memiliki beberapa kriteria. Kriteria kualitas air bersih yaitu memenuhi syarat secara fisik, kimia, dan mikrobiologi. Indikator kualitas air yaitu tidak berasa, tidak berwarna, tidak berbau, pH netral 7-8,2, bebas dari mikroorganisme, bebas dari logam berat, dan bebas dari kesadahan air. Indikator ini digunakan sebagai parameter air dikatakan bersih (Silitonga FS, 2020).

Kerentanan air permukaan merupakan ukuran tingkatkesulitan dan kemudahan zat tercemar untuk masuk dalam air permukaan. Kerentanan terhadap air berhubungan dengan tingkat kemudahan zat pencemar

untuk mempengaruhi kualitas air, baik air permukaan maupun airtanah. Kontaminasi dari faktor fisik dan non fisik dapat menjadi salah satu penyebab yang akan merubah kualitas air. Pencemaran adalah proses masuk/dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau. komponen lain ke dalam lingkungan hidup hingga melebihi batas ambang baku mutu lingkungan yang telah ditetapkan (UU No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup) (Nurkholis A, 2018).

Dampak dari terpaparnya air yang mengandung bahan kimia seperti kadmium, besi, dan mangan dalam bentuk kronis maupun akut. Dalam jangka waktu pendek, zat-zat tersebut dapat menimbulkan gangguan sistem pernapasan seperti lemas, batuk, sesak napas, bronchopneumonia, edema paru, dan cyanosis serta methemoglobinemia. Dampak penyimpangan parameter zat kimia adalah dapat meningkatkan reaktivitas pada pembuluh tenggorokan dan sensitivitas pada penderita asma. Zat kimia bersifat racun terutama terhadap paru dengan diawali gangguan pada pernafasan (Sunarsih E, 2018).

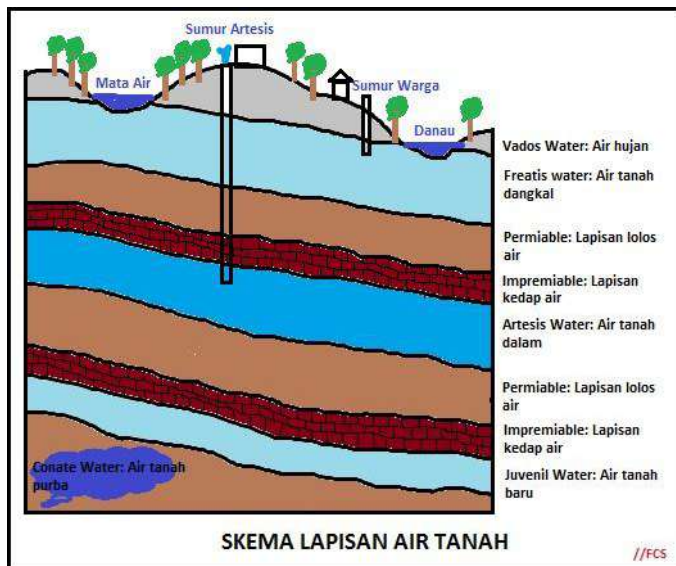
Jacques Diouf, selaku Direktur Jenderal Organisasi Pangan dan Pertanian Dunia (FAO), menjelaskan bahwa saat ini penggunaan air di dunia naik dua kali lipat lebih dibandingkan dengan seabad silam, namun ketersediaannya justru menurun. Akibatnya, terjadi kelangkaan air yang harus ditanggung oleh lebih dari 40 persen penduduk bumi. Kondisi ini akan kian parah menjelang tahun 2025 karena 1,8 miliar orang akan tinggal di kawasan yang mengalami kelangkaan air secara absolut. Kekurangan air telah berdampak negatif terhadap semua sektor, termasuk kesehatan. Tanpa akses air minum yang higienis mengakibatkan 3.800 anak meninggal tiap hari oleh penyakit (Sunarsih E, 2018).

## **B. Sumber-sumber Air**

Sumber air dapat berasal dari air permukaan, yaitu air sungai, dan danau. Air tanah yang dilihat berdasarkan kedalamannya dapat disebut dengan air tanah dangkal. Kualitas berbagai sumber air berbeda-beda tergantung dengan kondisi alam serta kegiatan manusia yang ada disekelilingnya. Air tanah dangkal serta permukaan dapat berkualitas baik bila tanah sekitarnya tidak

tercemar, oleh karena itu air permukaan dan air tanah dangkal sangat bervariasi (Nainggolan, 2019).

## 1. Air Bawah Tanah



Gambar 1.1 Air bawah tanah

Air bawah tanah merupakan sumberdaya alam yang adalah termasuk suatu sumber daya alam yang kehadirannya terbatas dan kerusakan yang timbul dapat mengakibatkan dampak yang meluas serta perbaikannya cukup susah untuk dilakukan. Air bawah tanah memiliki peranan penting dalam penyediaan pasokan kebutuhan

air. Untuk berbagai keperluan dan menjadi opsi ke dua bilamana air dipermukaan yang tersedia telah habis atau tidak dapat mencukupi namun atas dengan persyaratan yaitu agar selalu memperhatikan upaya pelestarian menlingkupi pencegahan atau penghindaran kehancuran dan kerusakan terhadap lingkungan (Setyarina DP, 2020).

Mengingat peranan air bawah tanah tersebut, maka penggunaan air bawah tanah harus dijaga, dipelihara dan diawasi secara tepat dan benar. Sesuai pula dengan isi Pasal 33 dalam UUD NRI Tahun 1945 ayat (3) yang menegaskan bahwa “Bumi dan air dan kekayaan alam yang terkandung di dalamnya dikuasai oleh negara dan dipergunakan untuk sebesar-besar kemakmuran rakyat”. Pengelolaan air bawah tanah dan pengawasannya harus dilakukan secara arif bijaksana melihat segi hukum, yaitu peraturan perundang-undangan yang berlaku pada bidang air dibawah tanah juga pada dari segi teknis yang memuat mengenai pengetahuan tentang air dibawah tanah pada suatu daerah (Setyarina DP, 2020).

## 2. Air Permukaan



Gambar 1.2. Air permukaan

Air permukaan, yaitu air hujan yang mengalir di atas permukaan bumi dikarenakan tidak mampu terserap ke dalam tanah (lapisan tanah bersifat rapat air) sehingga sebagian besar air akan tergenang dan cenderung mengalir menuju daerah yang lebih rendah. Contoh air permukaan antara lain air sungai, air danau, dan air laut. Air permukaan seperti sungai banyak di manfaatkan untuk keperluan manusia seperti tempat penampungan air, alat transportasi, mengairi sawah dan keperluan peternakan, keperluan industri, perumahan, sebagai daerah tangkapan air, pengendali banjir, ketersediaan air,

irigasi, tempat memelihara ikan dan juga sebagai tempat rekreasi. Sebagai tempat penampungan air maka sungai dan situ mempunyai kapasitas tertentu dan ini dapat berubah karena aktivitas alami maupun antropogenik. Sebagai contoh pencemaran sungai dan situ dapat berasal dari tingginya kandungan sedimen yang berasal dari erosi, kegiatan pertanian, penambangan, konstruksi, pembukaan lahan dan aktivitas lainnya. Selain itu, limbah organik dari manusia, hewan dan tanaman. Serta kecepatan pertambahan senyawa kimia yang berasal dari aktivitas industri yang membuang limbahnya ke perairan (Herawan D, 2005).

Kerentanan air permukaan merupakan ukuran tingkat kesulitan dan kemudahan zat tercemar untuk masuk dalam air permukaan. Hal yang membedakan antara kerentanan air tanah dan air permukaan adalah skor dari variabel dan bobot dari parameter yang digunakan untuk menilai kerentanan (Nurkholis A, 2018).



### **C. Macam-macam Air**

Macam-macam air dan pembagiannya antara lain (Wicaksono B, dkk. 2019):

#### **1. Air laut**

Air laut mempunyai sifat asin, karena mengandung garam NaCl. Kadar garam NaCl dalam air laut 3 % sehingga tidak memenuhi syarat untuk diminum

#### **2. Air hujan**

Air hujan disebut juga dengan air angkasa dengan sifat kualitas

- a. Bersifat lunak karena tidak mengandung larutan garam dan zat-zat mineral
- b. Pada umumnya bersifat lebih bersih
- c. Dapat bersifat korosif

#### **3. Air permukaan**

Air permukaan adalah bagian dari air hujan yang tidak mengalami infiltrasi (peresapan) atau air hujan yang mengalami peresapan dan muncul kembali ke permukaan bumi. Air permukaan dapat dibagi menjadi beberapa macam yaitu limpasan, sungai, danau, dan rawa. Salah satu jenis air permukaan yaitu sungai sebagai sumber air yang penting dan banyak

dimanfaatkan, sepanjang keberadaannya cukup dalam jumlah dan kualitas untuk berbagai keperluan seperti rumah tangga, irigasi, industri, aktivitas perdesaan dan perkotaan serta kehidupan organisme lainnya dalam suatu ekosistem (Poedjiastoeti H, dkk. 2017).

#### 4. Air angkasa

Air angkasa yaitu air yang berasal dari udara atau atmosfer yang jatuh ke permukaan bumi. Komposisi air yang terdapat di lapisan udara berkisar 0,001% dari total air yang ada di bumi. Contoh air angkasa antara lain air hujan, air salju, dan air es.

#### 5. Air tanah

Air tanah, yaitu segala macam jenis air yang terletak di bawah lapisan tanah dan menyumbang sekitar 0,6% dari total air di bumi. Hal ini menjadikan air tanah lebih banyak daripada air sungai dan danau apabila digabungkan meupun air yang terdapat di atmosfer. Pengelompokkan air tanah menurut letaknya terbagi menjadi:

- a. Air tanah freatik, yaitu air tanah dangkal yang berada tidak jauh dari permukaan tanah sekitar 9-15 meter di bawah permukaan tanah. air tanah

dangkal umumnya bening, namun pada beberapa tempat air freatik ini dapat tercemar seperti memiliki kandungan Fe dan Mn yang tinggi

- b. Air tanah artesis, yaitu air tanah dalam yang terletak di bawah lapisan tanah kedap air pertama dengan kedalaman sekitar 80-300 meter. Kualitas air lebih baik dibandingkan air tanah dangkal.
- c. Air tanah meteorit (Vados), yaitu air tanah yang berasal dari hujan/presipitasi sebelum terjadi proses kondensasi air di atmosfer dan tercampur dengan debu meteor. Perlu diketahui bahwa setiap saat meteor berukuran kecil bergesekan dengan atmosfer dan habis sebelum mencapai permukaan bumi.

#### **D. Kualitas Air**

Kualitas air merupakan tingkat kondisi cemar atau kondisi baik pada suatu sumber air dalam waktu tertentu dengan membandingkan kualitas air eksisting dengan baku mutu air yang ditetapkan (Kepmen LH No 115 Tahun 2003). Salah satu pendekatan untuk penentuan kualitas air sungai adalah indeks kualitas air, yang

terbukti menjadi metode yang efisien dan berguna untuk menilai kualitas air. Metode ini memberikan gambaran tentang kualitas keseluruhan air kepada pembuat kebijakan yang berkepentingan (Romdania Y, 2018).

Kualitas air adalah suatu ukuran kondisi air dilihat dari karakteristik fisik, kimiawi, dan biologisnya. Kualitas air juga menunjukkan ukuran kondisi air relatif terhadap kebutuhan biota air dan manusia. Air merupakan bahan alam yang diperlukan untuk kehidupan manusia, hewan dan tanaman yaitu sebagai media pengangkutan zat-zat makanan, juga merupakan sumber energi serta berbagai keperluan lainnya. Kebutuhan akan air bersih dari tahun ke tahun diperkirakan terus meningkat (Sasongko, Widyastuti and Priyono, 2014).

Indeks kualitas air adalah mekanisme matematis untuk menghitung data kualitas air menjadi istilah sederhana misalnya *excellent*, *good*, dan *bad*. Ini mencerminkan tingkat kualitas air di sungai, sungai, dan danau. Kelas kualitas air didefinisikan tergantung parameter fisik, biologi dan kimia yang diukur selain untuk keperluan air yang digunakan seperti; air minum, air yang digunakan di pertanian, atau air yang digunakan

di industri. Juga, indeks kualitas logam telah diterapkan untuk menilai sumber air minum berkenaan dengan logam. Indeks Kualitas Air (Water Quality Index / WQI) adalah metode sederhana yang digunakan sebagai bagian dari survei kualitas air secara umum dengan menggunakan sekelompok parameter yang mengurangi sejumlah besar informasi ke nomor tunggal, biasanya berdimensi, dengan cara yang mudah direproduksi (Romdania Y, 2018).

Ketersediaan dan kualitas air baik permukaan atau tanah, telah memburuk karena beberapa faktor penting seperti meningkatnya populasi, industrialisasi, urbanisasi dan lain-lain. Untuk pertumbuhan manusia dan industri, air dianggap sebagai kebutuhan utama. Permintaan ini dipenuhi oleh sungai-sungai yang menyediakan air untuk kehidupan manusia dan pertanian. Karena limbah yang dibuang dari aktivitas manusia dan industri, kualitas air sungai telah memburuk yang mempengaruhi kehidupan manusia dan air (Romdania Y, 2018).

Indikator atau tanda bahwa air lingkungan telah tercemar adalah adanya perubahan atau tanda yang dapat

diamati yang dapat digolongkan menjadi (Warlina, 2013):

1. Pengamatan secara fisis, yaitu pengamatan pencemaran air berdasarkan tingkat kejernihan air (kekeruhan), perubahan suhu, warna dan adanya perubahan warna, bau dan rasa
2. Pengamatan secara kimiawi, yaitu pengamatan pencemaran air berdasarkan zat kimia yang terlarut, perubahan pH
3. Pengamatan secara biologis, yaitu pengamatan pencemaran air berdasarkan mikroorganisme yang ada dalam air, terutama ada tidaknya bakteri patogen.

Dalam standar air baku menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 20 Tahun 1990 tentang Pengelompokan Kualitas Air, terdapat persyaratan yang perlu diketahui untuk memenuhi air baku yang bersih dan layak digunakan oleh masyarakat. Persyaratan standar air baku tersebut yaitu persyaratan fisika, kimia, dan biologi (Novia AA, 2019).

a. Persyaratan Fisika

1. Keekeruhan

Kualitas air yang baik adalah jernih (bening) dan tidak keruh. Kekeruhan air disebabkan oleh partikel - partikel yang tersuspensi di dalam air yang menyebabkan air terlihat keruh, kotor, bahkan berlumpur.

## 2. Tidak Berbau dan Rasanya Tawar

Air yang kualitasnya baik tidak berbau dan memiliki rasa tawar. Bau dan rasa air merupakan dua hal yang mempengaruhi kualitas air. Bau dan rasa dapat dirasakan langsung oleh indra penciuman dan pengecap.

## 3. Jumlah Padatan Terapung

Air yang baik dan layak untuk diminum tidak mengandung padatan terapung dalam jumlah yang melebihi batas maksimal yang diperbolehkan (1000 mg/L). Padatan yang terlarut di dalam air berupa bahan-bahan kimia anorganik dan gas-gas yang terlarut

## 4. Suhu

Suhu air yang baik mempunyai temperatur normal, 8° dari suhu kamar (27°C). Suhu air yang melebihi batas normal menunjukkan indikasi

terdapat bahan kimia yang terlarut dalam jumlah yang cukup besar (misalnya, fenol atau belerang) atau sedang terjadi dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme.

## 5. Warna

Warna pada air disebabkan oleh adanya bahan kimia atau mikroorganik (plankton) yang terlarut di dalam air

### b. Persyaratan Kimia

#### 1. Derajat Keasaman (pH)

pH menunjukkan derajat keasaman suatu larutan. Air yang baik adalah air yang bersifat netral ( $\text{pH} = 7$ ). Air dengan pH kurang dari 7 dikatakan air bersifat asam, sedangkan air dengan pH di atas 7 bersifat basa.

#### 2. Kandungan Bahan Kimia Organik

Air yang baik memiliki kandungan bahan kimia organik dalam jumlah yang tidak melebihi batas yang ditetapkan. Namun, apabila jumlah bahan kimia organik yang terkandung melebihi batas dapat menimbulkan gangguan pada tubuh. Hal itu



terjadi karena bahan kimia organik yang melebihi batas ambang dapat terurai jadi racun berbahaya.

### 3. Kandungan Bahan Kimia Anorganik

Kandungan bahan kimia anorganik pada air layak minum tidak melebihi jumlah yang telah ditentukan. Bahan - bahan kimia yang termasuk bahan kimia anorganik antara lain garam dan ion - ion logam.

### 4. Tingkat Kesadahan

Kesadahan air disebabkan adanya kation (ion positif) logam dengan valensi dua, seperti  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ , dan  $\text{Mg}^{2+}$ . Secara umum, kation yang sering menyebabkan air sadah adalah kation  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$ .

## c. Persyaratan Biologi

### 1. Tidak Mengandung Organisme Patogen

Organisme patogen berbahaya bagi kesehatan manusia. Beberapa mikroorganisme pathogen yang terdapat pada air berasal dari golongan bakteri, protozoa, dan virus penyebab penyakit.

### 2. Tidak mengandung Mikroorganisme Nonpatogen

Mikroorganismenonpatogen yaitu jenis mikroorganismenonpatogen yang tidak berbahaya bagi kesehatan tubuh. Namun, dapat menimbulkan bau dan rasa yang tidak enak, lender, dan kerak pada pipa.

Berdasarkan hasil penelitian oleh Lenie Marlinae, Husaini, dan Suriadi menjelaskan bahwa salah satu factor yang mempengaruhi kualitas air yang dihasilkan suatu depot air minum adalah bangunan dan bagian-bagiannya. Hal ini harus dipelihara dan dikenakan tindakan sanitasi secara teratur dan berkala. Sanitasi bangunan meliputi lantai, dinding, atap, langit-langit, pintu, tata ruang dan lainlain. Bangunan DAM yang tidak terjaga kebersihannya dikhawatirkan debu yang ada di udara dapat langsung mencemari air minum, dan apabila debu tersebut mengandung kuman maka dapat menyebabkan pencemaran dan mempengaruhi kualitas bakteriologis air hasilolahan DAM (Marlinae L, dkk, 2016).

Selain itu, dalam kegiatan produksi air minum diperlukan evaluasi terhadap instalasi pengolahan air minum secara berkala untuk meningkatkan kualitas yang dihasilkan, sehingga diperlukan upaya pembersihan

pengolahan air minum supaya air yang dihasilkan mempunyai efisiensi penyisihan yang tinggi terbebas dari cemaran bakteri (Marlinae L, dkk, 2016).

# BAB 2

# AIR BERSIH

.....

## **Pendahuluan**

Air bersih merupakan air yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat dalam kehidupan sehari-hari, seperti memasak, mandi, dan mencuci. Air bersih merupakan air minum dan bukan air minum yang memiliki sifat tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau. Air bersih sangat penting untuk seluruh aspek kehidupan, baik bidang sosial, ekonomi, maupun budaya (Ginting MTS, 2018).

### **A. Definisi Air Bersih**

Air bersih adalah air yang memenuhi syarat kesehatan dan harus dimasak terlebih dahulu sebelum diminum. Sedangkan air minum adalah air yang

memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum atau layak digunakan sebagai air bersih. Syarat-syarat yang ditentukan sesuai dengan persyaratan kualitas air secara fisika, kimia, dan biologi. Standar kualitas air bersih menurut Peraturan Menteri Kesehatan Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor : 492/Menkes/Per/IV/2010 (Sunarsih E, 2018).

Pasal 33 Ayat 3 Undang-Undang Dasar NKRI 1945 menyebutkan bahwa bumi dan air dan kekayaan alam yang terkandung di dalamnya dikuasai oleh negara dan dipergunakan untuk sebesar-besar kemakmuran rakyat. Selain itu, pasal 5 Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air menyebutkan bahwa Negara menjamin hak setiap orang untuk mendapatkan air bagi kebutuhan pokok minimal sehari-hari guna memenuhi kehidupannya yang sehat, bersih, dan produktif. Air bersih wajib disediakan oleh Negara sebagaimana amanat peraturang perundang-undangan (Ginting MTS, 2018).

Persyaratan kuantitas dalam penyediaan air bersih adalah ditinjau dari banyaknya air baku yang tersedia, artinya air baku tersebut dapat digunakan untuk

memenuhi kebutuhan sesuai dengan jumlah penduduk yang akan dilayani. Selain itu jumlah air yang dibutuhkan masyarakat bervariasi tergantung pada letak geografis, budaya, tingkat ekonomi, teknologi dan skala perkotaan tempat tinggalnya. Kebutuhan air terbagi atas kebutuhan untuk rumah tangga dan non rumah tangga (Zamzami, 2018).



Gambar 2.1. Air bersih

Dalam deklarasi Kyoto yang diselenggarakan pada tahun 2003 oleh World Water Forum dinyatakan bahwa peningkatan akses terhadap air bersih adalah penting bagi pembangunan berkelanjutan, yaitu memenuhi tiga aspek keberlanjutan, yaitu lingkungan, ekonomi, dan

sosial. Pemanfaatan sumber daya air untuk penyediaan air minum haruslah dilakukan dengan memenuhi asas berkeadilan (social equity). Air bersih itu merupakan hak asasi manusia untuk mendapatkannya, ini berarti negara harus memberikan jaminan kepada rakyatnya untuk mendapatkan air bersih (Triono NO, 2018).

Menurut EG. Wagner dan J.N. Lanix dalam bukunya *Water Supply for Rural and Small Communication* menyatakan bahwa air yang sehat adalah air yang tidak merugikan bagi kesehatan pemakainya. Sedangkan menurut Fair dan Geyer air yang sehat harus bebas dari pengotoran sehingga tidak sempat menyebabkan kerugian bagi pemakainya, bebas dari bahanbahan beracun yang tidak mengandung mineral dan bahanbahan organik berbahaya (Triono NO, 2018).

## **B. Air Baku & Kebutuhan Air Bersih**

Air baku atau Raw Water merupakan awal dari suatu proses dalam penyediaan dan pengolahan air bersih. Berdasarkan SNI 6773: 2008 tentang Spesifikasi unit paket Instalasi pengolahan air dan SNI 6774: 2008

tentang Tata cara perencanaan unit paket instalasi pengolahan air pada bagian Istilah dan definisi yang disebut dengan air baku adalah air yang berasal dari sumber air permukaan, cekungan air tanah dan atau air hujan yang memenuhi ketentuan baku mutu tertentu sebagai air baku untuk air minum. Sumber air baku bisa berasal dari sungai, danau, sumur air dalam, mata air dan bisa juga dibuat dengan cara membendung air buangan atau air laut (Novia AA, 2019).

Menurut Apriadi (2008), air baku untuk air bersih adalah air yang harus dapat digunakan secara terus menerus dengan fluktuasi debit yang relatif tetap, baik pada musim kemarau maupun musim hujan. Persyaratan kontinuitas untuk penyediaan air bersih sangat erat hubungannya dengan kuantitas air yang tersedia yaitu air baku yang ada di alam. Idealnya masyarakat harus memperoleh air bersih bahkan air minum kapanpun dibutuhkan selama 24 jam. Pemakaian air diutamakan yaitu minimal selama 12 jam perhari pada jam-jam sibuk yaitu pada jam 06.00-18.00 (Zamzami, 2018).

Pemerintah Indonesia melalui Depkes RI mensyaratkan kebutuhan air bersih bagi masyarakatnya



sebesar 60 liter per orang per hari. Air bersih tersebut harus memenuhi persyaratan yang tertuang di dalam Peraturan Menteri Kesehatan No. 32 tahun 2017 tentang standar baku kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air minum untuk keperluan higiene sanitasi, kolam renang, solus per aqua, dan pemandian umum seperti jernih, tidak bewarna, tidak berasa, tidak berbau, tidak beracun, pH netral dan bebas mikroorganisme (Solihin D, 2020).

Penyediaan air bersih, selain kuantitasnya, kualitasnya pun harus memenuhi standar yang berlaku. Standar kualitas air adalah baku mutu yang ditetapkan berdasarkan sifat-sifat fisik, kimia, radioaktif maupun bakteriologis yang menunjukkan persyaratan kualitas air tersebut. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 81 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air kegunaannya digolongkan menjadi (Novia AA, 2019):

a. Kelas I

Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum atau peruntukan lain yang sama dengan kegunaan tersebut.

## b. Kelas II

Air yang peruntukannya digunakan untuk prasarana atau sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman atau peruntukan lain yang sama dengan kegunaan tersebut

## c. Kelas III

Air yang peruntukannya digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman atau peruntukan lain yang sama dengan kegunaan tersebut.

Pemakaian air yang tinggi akan mengakibatkan kebutuhan akan permintaan ketersediaan air bersih terus meningkat sedangkan persediaan air bersih sendiri di setiap tahun jumlahnya terus berkurang seiring dengan banyaknya lahan hijau terbuka yang dijadikan pemukiman atau bangunan. Air adalah unsur yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia, bahkan dapat dipastikan tanpa pengembangan sumber daya air secara konsisten peradaban manusia tidak akan mencapai tingkat yang dinikmati sampai saat ini. Oleh karena itu pengembangan dan pengolahan sumber daya air

merupakan dasar peradaban manusia (Putro, Furqon and Wijoyo, 2018).

Standar penyediaan air non domestik ditentukan oleh banyaknya konsumen non domestik yang meliputi fasilitas seperti perkantoran, kesehatan, industri, komersial, umum, dan lainnya. Konsumsi non domestik terbagi menjadi beberapa kategori yaitu (Kementrian PUPR, 1996):

1. Umum

Contohnya adalah tempat ibadah, rumah sakit, sekolah, terminal, kantor dan lain sebagainya

2. Komersil

Contohnya adalah hotel, pasar, pertokoan, rumah makan dan sebagainya

3. Industri

Contohnya adalah peternakan, industri dan lain-lain.

## **C. Sistem Penyediaan Air Bersih**

- a. Bangunan Pengambilan

Bangunan pengambilan air baku untuk penyediaan air bersih disebut dengan bangunan penangkap air atau intake.

#### b. Sistem Transmisi Air Bersih

Sistem transmisi air bersih adalah sistem perpipaan dari bangunan pengambilan air baku ke bangunan pengolahan air bersih.

#### c. Sistem Distribusi

Sistem distribusi air bersih adalah pendistribusian atau pembagian air melalui sistem perpipaan dari bangunan pengolahan (reservoir) ke daerah pelayanan (konsumen). Dalam perencanaan sistem distribusi air bersih, beberapa faktor yang harus diperhatikan antara lain:

1. Daerah layanan dan jumlah penduduk yang akan dilayani.
2. Kebutuhan air, debit yang harus disediakan untuk distribusi daerah pelayanan.
3. Letak topografi daerah layanan, yang akan menentukan sistem jaringan dan pola aliran yang sesuai.
4. Jenis sambungan sistem

## **D. Persyaratan Dalam Penyediaan Air Bersih**

Penyediaan air bersih memiliki beberapa persyaratan utama yang harus di penuhi, persyaratan tersebut meliputi hal-hal sebagai berikut (Kalensun H, 2016):

### **1. Persyaratan Kualitatif**

Persyaratan kualitatif menggambarkan mutu atau kualitas dari air baku air bersih.

#### **a. Syarat-syarat fisik**

Air minum harus jernih, tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa

#### **b. Syarat-syarat kimia**

Air minum tidak boleh mengandung bahanbahan kimia.

#### **c. Syarat bakteriologis atau mikrobiologis**

Air minum tidak boleh mengandung kuman patogen dan parasitic

#### **d. Syarat-syarat radiologis**

Air minum tidak boleh mengandung zat yang menghasilkan bahan yang mengandung radioaktif.

### **2. Persyaratan Kuantitatif**

Persyaratan kuantitatif dalam penyediaan air bersih adalah ditinjau dari banyaknya air baku yang tersedia. Artinya, air baku tersebut dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan sesuai dengan jumlah penduduk yang akan dilayani.

### 3. Persyaratan Kontinuitas

Arti kontinuitas disini adalah bahwa air baku untuk air bersih tersebut dapat diambil terus menerus dengan fluktuasi debit yang relatif tetap, baik pada saat musim kemarau maupun musim hujan.

## E. Aksesibilitas Air Bersih



Gambar 2.2. Aksesibilitas air bersih berupa perpipaan

Untuk pelayanan air bersih yang optimal, yang berarti aksesibilitas tinggi maka air yang digunakan masyarakat harus langsung dialirkan kedalam rumah. Karena semakin jauh masyarakat mengakses air bersih berarti semakin buruk akses air bersih bagi masyarakat tersebut. Adanya hubungan yang saling terkait antara jarak dan waktu tempuh mendapatkan air terhadap volume air yang digunakan berkaitan dengan tingkat pemenuhan kebutuhan seperti hygiene dan konsumsi (Triono NO, 2018).

#### 1. Permintaan (Demand) Air Bersih

Permintaan air adalah kebutuhan air yang diperlukan untuk domestic.

##### a. Permintaan Air Domestik

Air domestik adalah air yang digunakan untuk keperluan rumah tangga. Kebutuhan air domestik sangat ditentukan oleh jumlah penduduk dan konsumsi perkapita. Kecenderungan populasi dan sejarah populasi dipakai sebagai dasar perhitungan kebutuhan air domestik terutama dalam penentuan kecenderungan laju pertumbuhan. Pertumbuhan ini

juga tergantung dari rencana pengembangan dari tata ruang wilayah. Daerah permukiman di perkotaan dengan daerah permukiman di pedesaan dalam kebutuhan airnya sangat berbeda karena mempunyai karakteristik yang berbeda.

Dalam pedoman tentang kualitas air minum, WHO mendefinisikan air domestik sebagai air yang biasa digunakan untuk semua keperluan domestik termasuk konsumsi, mandi, dan persiapan makanan (WHO dalam Howard dan Bartman, 2003). Ini berarti bahwa kebutuhan akan kecukupan air digunakan untuk semua kebutuhan dan tidak semata-mata untuk konsumsi air saja.

#### b. Permintaan Air Non Domestik

Air non domestik adalah air yang digunakan untuk keperluan industri, pariwisata, tempat ibadah, tempat sosial serta tempat komersil dan umum lainnya. Kebutuhan air komersil untuk suatu daerah cenderung meningkat sejalan dengan peningkatan penduduk dan perubahan tataguna lahan. Kebutuhan air ini dapat mencapai 20% sampai dengan 25% dari total suplai (produksi) air. Kebutuhan air bersih



untuk saat ini dapat diidentifikasi namun untuk untuk kebutuhan industri yang akan datang cukup sulit untuk diperkirakan karena kesulitan mendapat data yang akurat.

2. Penyediaan atau Penawaran (Supply) Air Bersih  
Penyediaan air bersih dapat dilakukan dengan sambungan rumah tangga, pipa umum, sumur gali, dan air hujan. Sedangkan menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 16 Tahun 2005 tentang Penyediaan Air Minum bahwa Penyediaan air bersih yang dilakukan PDAM dilakukan dengan dua cara yaitu:

a. Penyediaan Air Bersih dengan Perpipaan

Sistem perpipaan dimana air sampai pada tujuan dengan memakai pipa, meliputi sambungan rumah tangga atau perkantoran, hidran umum dan hidran kebakaran. Dalam buku penjelasan Program Perbaikan Lingkungan Perumahan Kota (PLPK/KIP) diterangkan bahwa standar untuk pelayanan hidran umum yaitu: Setiap kampung terdiri dari 3-10 unit hidran untuk melayani masyarakat antara 30-50 L/orang/hari. Jarak antar kran

100 sampai dengan 150 m disesuaikan kondisi, satu kran umum/ha dapat melayani 300-400 orang.

**b. Penyediaan Air Bersih Non Perpipaan**

Sistem non perpipaan, dimana air didapatkan melalui sumur dangkal, sumur pompa tangan, bak penampungan air hujan, mobil tangki air dan bangunan perlindungan mata air. Memanfaatkan sumur air tanah dan menggunakan air sungai masih banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia terutama di desa dan kotakota kecil.

**F. Proyeksi Jumlah Penduduk**

Suatu wilayah perlu melakukan perhitungan proyeksi penduduk, yaitu memperkirakan jumlah penduduk dan komposisinya di masa mendatang. Survei dan sensus yang dilakukan Badan Pusat Statistik (BPS) akan menghasilkan data penduduk yang dapat digunakan sebagai landasan dalam membuat kebijakan di berbagai bidang, seperti pendidikan, kesehatan, pangan, perumahan, dan lain sebagainya. Sementara itu proyeksi penduduk dapat digunakan untuk tahapan perencanaan jangka panjang suatu wilayah atau Rencana

Pembangunan Jangka Panjang Daerah (RKPD) (Nurkholipah, 2017).

Menurut Anonimus, (1990), dalam Standar Kriteria Desain Sistem Penyediaan Air Bersih, proyeksi jumlah penduduk di masa yang akan datang dapat diprediksikan berdasarkan laju pertumbuhan penduduk yang direncanakan relatif naik setiap tahunnya. Standar Kriteria Desain Sistem Penyediaan Air Bersih memberi rumusan untuk menghitung proyeksi jumlah penduduk dengan metode Geometrik.

Dalam rangka perencanaan pembangunan di segala bidang, diperlukan informasi mengenai keadaan penduduk seperti jumlah penduduk, persebaran penduduk, dan susunan penduduk menurut umur. Informasi yang harus tersedia tidak hanya menyangkut keadaan pada saat perencanaan disusun, tetapi juga informasi masa lalu dan masa kini sudah tersedia dari hasil sensus dan survei-survei, sedangkan untuk masa yang akan datang, informasi tersebut perlu dibuat suatu proyeksi yaitu perkiraan jumlah penduduk dan komposisinya di masa mendatang. Proyeksi penduduk adalah perhitungan jumlah penduduk (menurut komposisi

umur dan jenis kelamin) di masa yang akan datang berdasarkan asumsi arah perkembangan fertilitas, mortalitas dan migrasi (Tanudjaja, 2017).

Proyeksi penduduk (population projections) dan peramalan penduduk (population forecast) seringkali dianggap dua istilah yang sama. Sejatinya keduanya merupakan dua istilah yang berbeda. Tentunya, proyeksi penduduk dihitung berdasarkan sains. Proyeksi penduduk adalah suatu perhitungan ilmiah yang didasarkan pada asumsi dari keadaan laju pertumbuhan penduduk yang meliputi kelahiran (fertilitas), kematian (mortalitas) dan perpindahan (migrasi) (Pandu, 2020).

Proyeksi penduduk sendiri didapatkan dari sekumpulan data kependudukan yang sudah ada pada periode tertentu atau sensus yang telah dilakukan. Sebelum digunakan sebagai data dasar dalam membuat proyeksi penduduk, data penduduk tersebut harus dirapikan menurut umur dan jenis kelamin. Meskipun data kependudukan yang diperoleh dari hasil sensus penduduk sudah diminimalisasi kesalahannya, namun tetap perlu dilakukan perapihan sebelum

menghitung proyeksi penduduk di suatu wilayah (Pandu, 2020).

## 1. Pengertian Penduduk

Secara etimologi, kata “penduduk” sebenarnya merupakan kata turunan dari kosa kata “duduk” yang berarti *meletakkan tubuh atau terletak tubuhnya dengan bertumpu pada pantat (ada bermacam-macam cara dan namanya seperti bersila dan bersimpuh)*. Dari kata duduk ini lahir beberapa turunan kata antara lain: duduk-duduk, menduduki, mendudukan, terduduk, penduduk, pendudukan, kedudukan, berkedudukan, dan sekedudukan. penduduk indonesia adalah semua orang yang berdomisili di wilayah geografis Indonesia selama enam bulan atau lebih dan atau mereka yang berdomisili kurang dari enam bulan tetapi bertujuan menetap.

Menurut KBBI, penduduk adalah orang atau orang-orang yang mendiami suatu tempat (kampung, negeri, pulau, dan sebagainya). Adapun mengenai definisi penduduk yang lebih spesifik dan mengenai sasaran terbagi menjadi 2 pengertian (Sari, 2018):

- a. Penduduk adalah orang tinggal, bermukim, atau menempati sebuah daerah /wilayah tertentu.

- b. Penduduk adalah manusia yang berdasarkan hukum memiliki hak penuh untuk tinggal atau menempati suatu daerah atau wilayah. Adapun yang dimaksud memiliki hak secara hukum yakni memiliki bukti kewarganegaraan, seperti: surat resmi untuk tinggal atau menempati suatu daerah /wilayah tertentu.

## 2. Teori Penduduk

Tingginya laju pertumbuhan penduduk di beberapa bagian di dunia ini menyebabkan jumlah penduduk meningkat dengan cepat. Di beberapa bagian di dunia ini telah terjadi kemiskinan dan kekurangan pangan. Fenomena ini menggelisahkan para ahli, dan masing – masing dari mereka berusaha mencari faktor – faktor yang menyebabkan kemiskinan tersebut. Umumnya para ahli dikelompokkan menjadi tiga kelompok. Kelompok pertama terdiri dari penganut aliran Malthusian. Aliran Malthusian dipelopori oleh Thomas Robert Malthus, dan aliran Neo Malthusian dipelopori oleh Garreth Hardin dan Paul Ehrlich. Kelompok kedua terdiri dari penganut aliran Marxist yang dipelopori oleh Karl Marx dan Friedrich Engels. Kelompok ketiga terdiri dari pakar – pakar teori kependudukan mutakhir yang merupakan

reformulasi teori – teori kependudukan yang ada (Astuti, 2019).

### 3. Manfaat Proyeksi Penduduk

Penyusunan proyeksi penduduk memberikan sejumlah manfaat, yaitu antara lain (Maulidah, 2020):

- a. Untuk memberikan gambaran mengenai besaran penduduk kepada pemerintah kota sehingga bisa menyusun rencana pembangunan yang tepat. Hal ini ada kaitannya dengan tanggung jawab kepala daerah dalam memperbaiki kondisi sosial ekonomi rakyat melalui pembangunan yang terencana.
- b. Untuk keperluan pajak sehingga negara dapat memperkirakan jumlah besaran kekuatan negaranya.
- c. Untuk mengantisipasi keadaan dan permasalahan kependudukan pada masa yang akan datang.
- d. Dapat digunakan untuk memperediksi kebutuhan di masa mendatang, mulai dari kebutuhan pangan, kesehatan, kebutuhan akan jumlah rumah (perumahan), dan ketersediaan sumber daya alam (SDM).

### 4. Jenis Metode Perkiraan Penduduk

Ada beberapa jenis metode yang bisa digunakan untuk memproyeksikan jumlah penduduk, yaitu diantaranya (BPS, 2018) :

a. Intercensal (Interpolasi),

Intercensal yaitu suatu perhitungan untuk memperkirakan jumlah penduduk dengan menggunakan dua sensus (data) yang sudah diketahui. Intercensal atau juga biasa disebut dengan interpolasi adalah suatu perkiraan mengenai keadaan penduduk di suatu wilayah dengan menggunakan dua sensus (data) yang sudah ada. Berikut rumus intercesal :

$$P_m = P_o + \frac{m}{n} ( P_n - P_o )$$

$P_m$  : jumlah penduduk pada tahun yang diestimasikan (tahun  $m$ )

$P_o$  : jumlah penduduk pada tahun (penduduk dasar) awal

$P_n$  : jumlah penduduk pada tahun  $n$

$m$  : selisih tahun yang dicari dengan tahun awal

$n$  : selisih tahun dari 2 sensus yang diketahui

**Gambar 2.3.** Rumus intercesal

b. *Postcensal Estimated*

*Postcensal Estimated* yaitu suatu perhitungan untuk memperkirakan besaran jumlah penduduk setelah dilakukan sensus. *Postcensal estimated* adalah perkiraan



penduduk setelah dilakukan sensus, artinya memperkirakan jumlah penduduk pada tahun berikutnya.

$$P_m = P_o + \frac{(n+m)}{n} (P_n - P_o)$$

atau 
$$P_m = P_n + \frac{m}{n} (P_n - P_o)$$

$P_m$  : jumlah penduduk pada tahun yang diestimasi (tahun  $m$ )

$P_n$  : jumlah penduduk pada tahun  $n$

$P_o$  : jumlah penduduk pada tahun (penduduk dasar) awal

$m$  : selisih tahun yang dicari dengan tahun  $n$

$n$  : selisih tahun dari 2 sensus yang diketahui

**Gambar 2.4.** Rumus *Postcensal Estimated*

Kedua jenis metode proyeksi penduduk di atas menggunakan prinsip yang sama yaitu dengan mengasumsikan pertambahan penduduk adalah linear, yang artinya setiap tahunnya penduduk akan bertambah dengan jumlah yang sama.

## **F. Dasar Perhitungan Air Bersih**

Kebutuhan air bersih adalah banyaknya air yang diperlukan untuk melayani penduduk yang dibagi dalam dua klasifikasi pemakaian air, yaitu untuk keperluan domestik (rumah tangga) dan non domestik. Target pelayanan harus mengacu pada Millenium Development

Goals (MDGs). Dalam melayani jumlah cakupan pelayanan penduduk akan air bersih sesuai target, maka direncanakan kapasitas sistem penyediaan air bersih yang dibagi dalam dua klasifikasi pemakaian air, yaitu untuk keperluan domestik (rumah tangga) dan non domestic (Binilang, 2017).

Jumlah air yang diproduksi tidak selalu harus sama dengan kebutuhan air yang sebenarnya. Selain dipengaruhi jumlah air yang sebenarnya dibutuhkan, jumlah air yang diproduksi juga dipengaruhi oleh: sumber air lain yang ada dan kemampuan masyarakat untuk membeli air, dengan kata lain dipengaruhi oleh pendapatan masyarakat. Kedua faktor tersebut akan mempengaruhi persentase jumlah penduduk atau sarana yang direncanakan akan diberi pelayanan air bersih (Binilang, 2017).

#### 1. Kebutuhan Air Bersih Untuk Domestik (Rumah Tangga)

Menurut Anonimus, (1990) menyatakan bahwa kebutuhan domestik dimaksudkan adalah untuk memenuhi kebutuhan air bersih bagi keperluan rumah tangga yang dilakukan melalui Sambungan

Rumah (SR) dan kebutuhan umum yang disediakan melalui fasilitas Hidran Umum (HU). Besar debit domestik yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan domestik diperhitungkan terhadap beberapa factor diantaranya, jumlah penduduk yang akan dilayani menurut target tahapan perencanaan sesuai dengan rencana cakupan pelayanan serta tingkat pemakaian air bersih diasumsikan tergantung pada kategori daerah dan jumlah penduduknya (Budiman, 2020).

## 2. Kebutuhan Air Bersih Untuk Non Domestik.

Kebutuhan air minum non domestik adalah kebutuhan air minum untuk fasilitas-fasilitas sosial ekonomi dan budaya yang terdapat pada suatu daerah perencanaan. Penentuan kebutuhan air minum untuk non domestik dilakukan dengan menggunakan standar kebutuhan air minum yang telah ditetapkan oleh Departemen Pekerjaan Umum (Marlina, 2020).

Menurut Anonimus, (1990), kebutuhan air bersih non domestik dialokasikan pada pelayanan untuk memenuhi kebutuhan air bersih berbagai fasilitas sosial dan komersial yaitu fasilitas pendidikan,

peribadatan, pusat pelayanan kesehatan, instansi pemerintahan dan perniagaan. Besarnya pemakaian air untuk kebutuhan non domestik diperhitungkan 20% dari kebutuhan domestik (Nurkholipah, 2017).

### 3. Kebutuhan Air Rata-Rata.

Standar Kriteria Desain Sistem Penyediaan Air Bersih menyatakan bahwa kebutuhan rata-rata distribusi air bersih perharinya adalah jumlah kebutuhan air untuk keperluan domestik (rumah tangga) ditambahkan dengan kebutuhan air untuk keperluan non domestik. Berikut Rumus kebutuhan rata-rata. Standar Kriteria Desain Sistem Penyediaan Air Bersih, kebutuhan air pada hari maksimum ( $Q_m$ ) adalah pemakaian air harian rata-rata tertinggi dalam satu tahun yang diasumsikan sebesar 110% dari kebutuhan rata-rata. Berikut rumus dalam menentukan kebutuhan air bersih rata-rata (Junianto, 2017):

$$Q_r = Q_d + Q_{nd}$$

Keterangan:

$Q_r$  = Kebutuhan air rata-rata (litr/dtk).

$Q_d$  = Kebutuhan air untuk keperluan domestik (ltr/dtk).

$Q_{nd}$  = Kebutuhan air untuk keperluan non domestik (ltr/dtk).

#### 4. Fluktuasi Kebutuhan Air

Jumlah pemakaian air oleh masyarakat untuk setiap waktu tidak berada dalam nilai yang sama. Aktivitas manusia yang berubah-ubah untuk setiap waktu menyebabkan pemakaian air selama satu hari mengalami perubahan naik dan turun atau dapat disebut berfluktuasi. Fluktuasi Pemakaian air terbagi menjadi dua jenis yaitu (Zamzami, 2017):

- a. Faktor hari maksimum. Pemakaian hari maksimum merupakan jumlah pemakaian air terbanyak dalam satu hari selama satu tahun. Debit pemakaian hari maksimum digunakan sebagai acuan dalam membuat sistem transmisi air bahan baku air minum. Perbandingan antara debit pemakaian hari maksimum dengan debit rata-rata akan menghasilkan faktor maksimum,  $f_m$ . Besarnya faktor hari maksimum untuk kota adalah sebesar 1,1.

- b. Pemakaian jam puncak. Jam puncak merupakan jam dimana terjadi pemakaian air terbesar dalam 24 jam. Faktor jam puncak (fp) mempunyai nilai yang berbalik dengan jumlah penduduk. Semakin tinggi jumlah penduduk maka besarnya faktor jam puncak akan semakin kecil. Hal ini terjadi karena dengan bertambahnya jumlah penduduk maka aktivitas penduduk tersebut juga akan semakin beragam sehingga fluktuasi pemakaian akan semakin kecil.

# BAB 3

## PENGOLAHAN

## AIR SEDERHANA

.....

### **Pendahuluan**

#### **A. Definisi Pengolahan Air Sederhana**

Pengolahan air merupakan suatu upaya untuk mendapatkan air bersih dan sehat dengan standar mutu air yang memenuhi syarat Kesehatan. Air merupakan salah satu sumberdaya alam yang sangat penting bagi kehidupan manusia, baik untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari maupun untuk kepentingan lainnya seperti pertanian dan industri. Oleh karena itu keberadaan air dalam masyarakat perlu dipelihara dan dilestarikan bagi kelangsungan kehidupan. Air tidak dapat dipisahkan dengan kehidupan, tanpa air tidaklah mungkin ada kehidupan. Semua orang tahu betul akan

pentingnya air sebagai sumber kehidupan. Namun, tidak semua orang berpikir dan bertindak secara bijak dalam menggunakan air dengan segala permasalahan yang mengitarinya. Malah ironisnya, suatu kelompok masyarakat begitu sulit mendapatkan air bersih, sedangkan segelintir kelompok masyarakat lainnya dengan mudahnya menghambur-hamburkan air. Kebutuhan akan pentingnya air tidak diimbangi dengan kesadaran untuk melestarikan air, sehingga banyak sumber air yang tercemar oleh perbuatan manusia itu sendiri. Ketidak bertanggung jawaban mereka membuat air menjadi kotor, seperti membuang sampah ke tepian sungai sehingga aliran sungai menjadi mampet dan akhirnya timbul banjir jika hujan turun, membuang limbah pabrik ke sungai yang mengakibatkan air itu menjadi tercemar oleh bahan-bahan berbahaya, dan lain sebagainya. Oleh karena itu, diperlukan pengolahan air yang telah tercemar hingga layak digunakan untuk aktivitas sehari-hari (Indriatmoko, 2020).

Pada umumnya pengelolaan sumberdaya air (khususnya air tanah) berangkat hanya dari satu sisi saja yakni bagaimana memanfaatkan dan mendapatkan



keuntungan dari adanya air. Namun untuk tidak dilupakan bahwa jika adanya keuntungan pasti ada kerugian. Tiga aspek dalam pengelolaan air bawah tanah yang tidak boleh dilupakan yakni aspek pemanfaatan, aspek pelestarian dan aspek pengendalian (Hendrakusumah, 2017).

Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu (PSDAT) adalah proses yang ditujukan untuk meningkatkan pengembangan dan pengelolaan air, lahan dan sumber daya terkait secara terkoordinasi demi tercapainya kesejahteraan ekonomi dan sosial yang maksimum dengan cara yang adil dan secara mutlak mempertahankan keberlanjutan ekosistem yang vital (Hendrakusumah, 2017).

### **B. Tujuan Pengolahan Air Sederhana**

Proses penjernihan/penyediaan air bersih merupakan proses perubahan sifat fisik, kimia dan biologi air baku agar memenuhi syarat untuk digunakan sebagai air minum. Tujuan dari kegiatan pengolahan air minum adalah sebagai berikut (Waas, 2019):

- a) Menurunkan kekeruhan

- b) Mengurangi bau, rasa dan warna
- c) Menurunkan dan mematikan mikroorganisme
- d) Mengurangi kadar bahan-bahan yang terlarut dalam air
- e) Menurunkan kesadahan
- f) Memperbaiki derajat keasaman (pH)

Pengolahan air dapat dilakukan secara individu maupun kolektif. Dengan berkembangnya penduduk dan teknologi di perkotaan. Pengolahan air khusus dilakukan oleh perusahaan air minum (PAM). Proses kimia pada pengolahan air minum diantaranya meliputi koagulasi, aerasi, reduksi dan oksidasi. Semua proses kimia tersebut dapat dilakukan secara sederhana ataupun dengan menggunakan teknik modern (Waas, 2019). Sedangkan pengolahan secara fisika dapat dilakukan melalui proses adsorpsi, filtrasi, dan sedimentasi. Namun diantara metoda tersebut yang umumnya paling banyak dilakukan adalah adsorpsi karena dinilai lebih efektif dan efisien (Irawan et. al, 2019; Nata et al., 2020)

Prinsip dasar penjernihan air di pedesaan meliputi beberapa aspek yang harus sesuai dengan kondisi seperti bersifat tepat guna dan sesuai dengan kondisi,

lingkungan fisik, maupun social budaya masyarakat setempat. Pengoperasiannya mudah dan sederhana. Bahan-bahan yang digunakan mudah dan sederhana. Bahan-bahan yang digunakan berharga murah. Bahan-bahan yang digunakan tersedia di lokasi dan mudah diperoleh serta efektif, memiliki daya pembersih yang besar untuk memurnikan air (Rohman, 2019).

### **C. Metode Pengolahan Air Sederhana**

Pada dasarnya penjernihan air dilakukan dengan salah satu dari 3 metode atau kombinasi dari 3 metode tersebut, ke 3 metode tersebut adalah sebagai berikut:

#### **1. Penjernihan air dengan metode fisika**

##### **a) Filtrasi (Penyaringan)**

Penyaringan merupakan pemisahan antara padatan atau koloid dengan cairan. Proses penyaringan air melalui pengaliran air pada media butiran. Secara alami penyaringan air terjadi pada permukaan yang mengalami peresapan pada lapisan tanah. Bakteri dapat dihilangkan secara efektif melalui proses penyaringan demikian pula dengan warna, keruhan, dan besi (Solihin, 2020).



Gambar 3.1. Filtarsi

Pada proses penyaringan, partikel-partikel yang cukup besar akan tersaring pada media pasir, sedangkan bakteri dan bahan koloid yang berukuran lebih kecil tidak tersaring seluruhnya. Ruang antara butiran berfungsi sebagai sedimentasi dimana butiran terlarut mengendap. Bahan-bahan koloid yang terlarut kemungkinan akan ditangkap karena adanya gaya elektrokinetik. Banyak bahan-bahan yang terlarut tidak dapat membentuk flok dan pengendapan gumpalan-gumpalan masuk ke dalam filter dan tersaring (Solihin, 2020).

Jenis saringan pasir yang sering digunakan :

1) Saringan Pasir Lambat (SPL)

Saringan pasir lambat adalah saringan pasir yang mempunyai kerja mengolah air baku secara gravitasi melalui lapisan pasir sebagai media penyaringan. Kecepatan penyaringan berkisar antara 0,1 – 0,4 m<sup>3</sup>/jam. Proses penyaringan dapat berjalan baik apabila tinggi pasir penyaring minimal 70 cm, karena aktifitas mikroorganisme terjadi di lapisan sampai 30 – 40 cm di bawah permukaan. Mikroorganisme ini berfungsi memakan dengan menghancurkan zat organik sewaktu air mengalir lewat pasir tersebut. Ketebalan pasir di bawahnya lagi berfungsi sebagai saringan zat kimia, karena disini terjadi proses kimiawi. Diameter pasir berkisar antara 0,2 -0,3 mm, dapat menyaring telur cacing, kista amoeba, larva cacing, dan bakteri (Fatma, 2018).

2) Saringan Pasir Cepat (SPC)

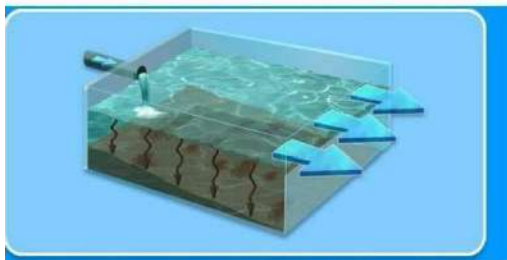
Saringan pasir cepat juga bekerja atas dasar gaya gravitasi melalui pasir berdiameter 0,2 – 2,0 mm, dan kerikil berdiameter 25 – 50 mm,

kecepatan filtrasi 100- 125 m/hari. Tebal pasir efektif sekitar 80 – 120 cm. Saringan pasir cepat ini dapat menyaring telur cacing, kista amoeba, larva cacing. Pasir cepat ini juga bisa digunakan untuk mengurangi Fe dan Mn (Aba, 2017).

### **b) Sedimentasi/ Pengendapan**

Sedimentasi adalah proses pengendapan partikel padat yang tersuspensi dalam cairan atau zat cair dengan menggunakan pengaruh gravitasi atau gaya berat secara alami. Kegunaan sedimentasi untuk mereduksi bahan-bahan yang tersuspensi pada air dan kandungan organisme tertentu di dalam air (Manurung, 2017).

#### **sedimentasi**



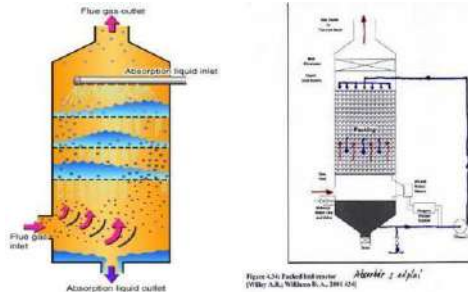
Gambar 3.2. Sedimentasi

Ada dua jenis pengendapan yaitu Discrete Settling dan Flocculent Settling. Discrete Settling terjadi apabila proses pengendapan suatu partikel tidak terpengaruh oleh proses pengelompokan partikel sehingga kecepatan endapannya akan konstan. Flocculent Settling dipengaruhi oleh pengelompokan partikel sehingga kecepatan pengendapan yang dimiliki berubah semakin besar (Manurung, 2017).

Proses sedimentasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu (Manurung, 2017):

- 1) Diameter Flok
- 2) Berat jenis butiran
- 3) Berat jenis zat cair
- 4) Keketuhan cairan
- 5) Kecepatan aliran

### c) Adsorpsi



Gambar 3.3. Adsorpsi

Adsorpsi merupakan proses penyerapan bahan-bahan tertentu dengan penyerapan tersebut, air menjadi jernih karena zat-zat didalamnya diikat oleh adsorben. Adsorpsi umumnya menggunakan bahan adsorben dari karbon aktif. Pemakaiannya, dengan cara membubuhkan karbon aktif bubuk ke dalam air olahan atau dengan cara menyalurkan air melalui saringan yang medianya terbuat dari karbon aktif kasar. Sistem ini efektif untuk mengurangi warna serta menghilangkan bau dan rasa. Proses kerja penyerapan (absorpsi) yaitu penyerapan ion-ion bebas di dalam air yang dilakukan oleh adsorben. Sebagai contoh, penyerapan ion oleh karbon aktif (Tarigan, 2019).

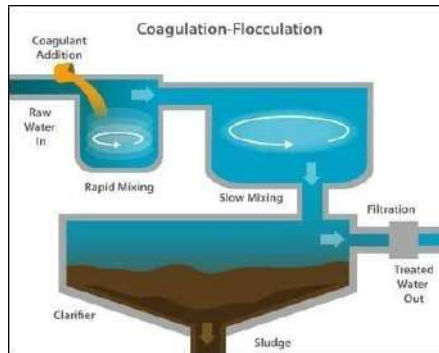


Absorben yang umum digunakan adalah karbon aktif karena cocok untuk pengolahan air olahan yang mengandung fenol dan bahan yang memiliki berat molekul tinggi. Karbon aktif yang digunakan dapat berbentuk granula atau serbuk dengan waktu kontak 30 menit dalam tanki pengolahan yang dilengkapi dengan pengaduk. Setiap gram karbon aktif dapat mengabsorpsi 0,4 -0,9 fenol. Karbon aktif biasanya terbuat dari onthracile, bituminous, petroleum coke, dan arang temputung kelapa atau arang kayu (Tarigan, 2019).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Chairul Irawan pada tahun 2020 menjelaskan bahwa adsorpsi ion Pb (II) pada RBH-MH2 mengikuti kinetika orde 1 semu dan cocok dengan model isoterm adsorpsi Langmuir yang memiliki kapasitas maksimum dari 680,19 mg / g pada suhu kamar dan  $pH \sim 5$ . RBH-MH2 berpengaruh signifikan dalam menangkap ion Pb (II) yang dihasilkan untuk interaksi elektrostatis dan menunjukkan kapasitas adsorpsi 3,6 kali lipat lebih tinggi daripada biokomposit sekam padi tanpa modifikasi (Irwan et. al, 2019).

## 2. Penjernihan air dengan metode kimia

### a) Flokulasi



Gambar 3.4 Flokulasi

Flokulasi Air baku yang keruh setelah diendapkan dalam jangka waktu tertentu masih tetap keruh karena adanya koloid yang melayang-layang di dalam air. Koloid ini memerlukan waktu yang sangat lama untuk dapat diendapkan, dengan demikian efek gravitasi sedikit atau hampir tidak ada pengaruhnya terhadap proses pemisahan kontaminan. Proses pemisahan diefektifkan dengan penambahan bahan kimia tertentu dalam air baku. Setelah pencampuran tersebut, terjadi proses koagulasi (proses pembekuan/ penggumpalan). Secara kimia, hal ini merupakan proses destabilisasi muatan pada zat padat yang

terlarut oleh zat kimia koagulan sehingga zat padat tersebut menggumpal dan dapat diendapkan dengan mudah. Destabilisasi partikel dapat dilakukan melalui mekanisme sebagai berikut (Nasihah, 2020):

- 1) Pemanfaatan lapisan ganda elektrik.
- 2) Adsorpsi dan netralisasi muatan. Penjaringan partikel koloid dalam presipitat
- 3) Adsorpsi dan pengikatan antar partikel.

Pada prinsipnya, zat kimia atau koagulan yang dapat dipakai adalah semua unsur dengan kation bervalensi dua keatas yang mempunyai daya elektrolit yang kuat, misalnya Fe, Al, Ba. Bahan kimia yang sering digunakan dalam proses koagulasi adalah alum (Al) dalam bentuk Aluminium Sulfat atau tawas ( $Al_3(SO_4)_2 \cdot 18H_2O$ ) dan Poli Aluminium Chloride (PAC), Setelah proses koagulasi dilakukan flokulasi untuk mempercepat terbentuknya gumpalan-gumpalan koloid yang dapat diendapkan secara lebih mudah. Flokulasi adalah tahap pengadukan lambat yang mengikuti unit pengaduk cepat. Proses ini bertujuan untuk mempercepat laju tumbukan partikel, sehingga menyebabkan aglomerasi dari partikel koloid terdestabilisasi secara

elektrolitik kepada ukuran yang terendapkan dan tersaring Flokulasi dicapai dengan mengaplikasikan pengadukan yang tepat untuk memperbesar flok-flok hasil koagulasi. Pengadukan pada bak flokulasi harus diatur sehinona kecepatan nennadukan semakin ke hilir semakin lamhat Pada umumnva waktu detensi pada bak ini adalah 20 - 40 menit. Hal tersebut dilakukan karena flok yang telah mencapai ukuran tertentu tidak bisa menahan gaya tarik dari aliran air dan menyebabkan flok pecah kembali, oleh sebab itu kecepatan pengadukan dan waktu detensi dibatasi (Nasihah, 2020).

b) Aerasi



Gambar. 3.5. Aerasi

Aerasi merupakan suatu system oksigenasi melalui penangkapan  $O_2$  dari udara pada air olahan yang akan dip roses. Pemasukan oksigen ini bertujuan agar  $O_2$  di udara dapat bereaksi dengan kation yang ada di dalam air olahan. Reaksi kation dan oksigen menghasilkan oksidasi logam yang sukar larut dalam air sehingga dapat mengendap. Proses aerasi terutama untuk menurunkan kadar besi (Fe) dan magnesium (Mg). Kation  $Fe^{2+}$  atau  $Mg^{2+}$

bila disebarkan ke udara akan membentuk oksida  $\text{Fe}_3\text{O}_3$  dan  $\text{MgO}$  (Hilmy, 2020).

### 3. Penjernihan air dengan metode biologis

Pengolahan biologis adalah penguraian bahan organik yang terkandung dalam air limbah oleh jasad renik/bakteri sehingga menjadi bahan kimia sederhana berupa unsur-unsur dan mineral yang siap dan aman dibuang ke lingkungan. Tujuan pengolahan air limbah secara biologis adalah untuk menghilangkan dan menstabilkan zat-zat pencemar organik terlarut yang dilaksanakan oleh jasad renik. Jasad renik dapat berupa bakteri, kapang, algae, protozoa, dan lain-lain (Rimantho, 2019).

Pengolahan limbah secara biologis terutama memanfaatkan kerja mikroorganisme. Dalam pengolahan ini, polutan yang degradable (mudah diuraikan) dapat segera dihilangkan. Polutan tersebut merupakan makanan bagi bakteri, sehingga dalam waktu yang singkat bakteri akan berkembang biak menghabiskan polutan yang ada dalam air limbah dan menghasilkan lumpur biologis sebagai endapan. Proses penghancuran polutan secara biologi dapat

dipercepat dengan memacu pertumbuhan bakteri. bakteri akan tumbuh dan berkembang pesat apabila kondisi yang sesuai bagi kehidupan bakteri dapat terpenuhi (Rimantho, 2019).

Pemilihan metode pengolahan yang akan digunakan tergantung dari tingkat pencemaran yang harus dihilangkan, besaran beban pencemaran, beban hidrolis dan standar buang (effluent) yang diperkenankan. Prinsip pengolahan biologis yaitu pengolahan secara aerobik yaitu dengan melibatkan oksigen, pengolahan secara anaerobik yaitu tanpa melibatkan oksigen, dan pengolahan anoxic yaitu pengolahan biologis yang menggunakan oksigen terikat (Rimantho, 2019).

# BAB 4

## PENGOLAHAN AIR SEDERHANA PASCA BANJIR

.....

### **Pendahuluan**

Indonesia digolongkan sebagai salah satu negara rawan bencana, baik bencana alam maupun bencana yang diakibatkan oleh kegiatan aktivitas atau kegiatan manusia itu sendiri. Secara geogafis, Indonesia adalah negara kepulauan yang terletak di persimpangan tiga lempeng utama, lempeng Eurasia di utara dan lempeng Pasifik Timur dan lempeng Indo-Australia di selatan menyebabkan Indonesia rawan terhadap bencana alam seperti gempa bumi, letusan gunung berapi, dan tsunami. Selain itu, sekitar 13 persen dari gunung berapi aktif di dunia yang terletak di sepanjang Kepulauan Indonesia, yang ancaman masyarakat Indonesia dalam bahaya dari berbagai intensitas



## **A. Definisi Banjir**

Bencana banjir merupakan kejadian alam yang dapat terjadi setiap saat dan sering mengakibatkan hilangnya nyawa serta harta benda. Kerugian akibat banjir dapat berupa kerusakan pada bangunan, kehilangan barang-barang berharga, hingga kerugian yang mengakibatkan tidak dapat pergi bekerja dan sekolah. Banjir tidak dapat dicegah, tetapi bisa dikontrol dan dikurangi dampak kerugian yang ditimbulkannya (Firdayani, 2015).



Gambar 4.1. Banjir

Dari beberapa bencana tersebut, banjir merupakan bencana yang sering datang dan merupakan kondisi yang tidak dapat dihindari di sejumlah daerah karena sekitar 30 % dari 5000 sungai besar yang ada di Indonesia melintasi kawasan padat penduduk. Presentase kejadian banjir di Indonesia mencapai 38% dari seluruh

kejadian bencana. Kejadian longsor mencapai 18% dari seluruh kejadian bencana. Adanya faktor perubahan iklim, tata guna lahan dan kenaikan permukaan air laut seringkali menyebabkan banjir pada saat musim penghujan. Risiko banjir tidak dapat dihindari sepenuhnya sehingga harus dikelola melalui manajemen bencana banjir. Manajemen bencana banjir memang tidak berusaha untuk menghilangkan bahaya banjir tetapi untuk menanggulangnya. Risiko banjir tergantung pada komponen yang terdiri dari bahaya dan kerentanan. Kombinasi faktor alam dan manusia menciptakan risiko banjir (Lindawati, 2017).

*Sendai Framework for Disaster Risk Reduction* 2015-2030 menyatakan bahwa tahapan manajemen bencana yang paling sesuai untuk mengurangi risiko bencana ialah pada tahap pra bencana. Hal ini sesuai dengan perubahan konsep penanggulangan bencana yang dahulu berfokus pada upaya tanggap darurat bencana saat ini mengoptimalkan upaya pada tahap pra bencana, yaitu kesiapsiagaan (Khambali, 2017). Munandar dan Waraningsih (2018) menyatakan bahwa strategi kesiapsiagaan dalam penanggulangan bencana

merupakan upaya yang sangat penting untuk dilakukan, khususnya oleh perawat. Perawat sebagai tenaga kesehatan terbesar dan first responder serta pemberi pelayanan dalam tanggap darurat bencana dituntut untuk memiliki kesiapsiagaan bencana yang lebih tinggi dibandingkan dengan tim lain (Perron, Rudge, Blais, & Holmes, 2010; Rizqillah, 2018). Kemampuan perawat dalam kesiapsiagaan penanggulangan bencana harus didukung oleh dasar pengetahuan dan sikap yang baik dalam disaster management. Sikap perawat untuk merespon tanggap bencana sangat dibutuhkan dalam situasi kritis serta dalam merawat korban bencana (Kartika, Yaslina, & Agustin, 2018).

Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana, bencana yang paling tinggi angka kejadiannya yaitu bencana banjir Menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana, Banjir merupakan peristiwa atau keadaan suatu daerah atau daratan terendam karena peningkatan volume air (BNPB, 2018, dalam Jurnal Setiawati, 2020).

Menurut Undang-Undang nomor 24 tahun 2007, bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang

mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik faktor alam dan faktor non alam maupun faktor manusia, sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda dan dampak psikologis. Sedangkan Bencana alam adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian yang disebabkan oleh alam antara lain berupa gempa bumi, tsunami, gunung meletus, kekeringan, angin topan, tanah longsor dan banjir (Astuti, 2018).

Salah satu bencana alam yang sering terjadi di beberapa daerah yaitu bencana banjir yang dapat berupa genangan air pada lahan yang biasanya kering seperti lahan pertanian, pemukiman dan pusat kota. Banjir dapat juga terjadi karena debit atau volume air yang mengalir pada suatu sungai atau saluran drainase melebihi atau diatas kapasitas pengalirannya. Banjir merupakan peristiwa hidrologi yang terkadang sulit diprediksi waktu kejadiannya dan sering mendatangkan kerugian. Peristiwa banjir banyak terjadi akibat luapan air dari sebuah sungai (Noviandini, 2020).

Banjir adalah salah satu bentuk daya rusak air yang merupakan fenomena alam karena tingginya curah hujan dan tidak cukupnya kapasitas badan air baik itu sungai atau saluran drainase untuk menampung dan mengalirkan air. Banjir biasanya dianggap sebagai kenaikan tinggi permukaan air sungai yang melebihi keadaan normalnya atau dalam pengertian umum meluapnya air melewati batas kapasitas saluran yang normal (Astuti, 2018).

Hai ini dapat disimpulkan bahwa banjir adalah tanah tergenang akibat luapan sungai, yang disebabkan oleh hujan deras atau banjir akibat kiriman dari daerah lain yang berada di tempat yang lebih tinggi. Indonesia merupakan Negara kepulauan yang memiliki curah hujan yang tinggi, yang berkisar antara 2000-3000 mm/tahun, sehingga banjir mudah terjadi selama musim hujan, yang antara bulan Oktober sampai Januari (Firdayani, 2018).

Di Indonesia terdapat 600 sungai besar yang tersebar di seluruh wilayah dengan kondisi yang berbeda-beda, kondisi sungai yang kurang baik dan tidak dikelola dapat berisiko terjadinya banjir di wilayah tersebut. Selain, diakibatkan oleh meluapnya air sungai akibat

curah hujan, terdapat banjir yang disebabkan oleh air laut pasang yang membanjiri daratan yang disebut banjir pesisir. Banjir ini terjadi di daerah yang lebih rendah dari permukaan laut. Banjir pesisir merupakan masalah utama di kota-kota seperti Semarang, Jakarta dan kota-kota yang berada di pantai utara Jawa, dan akan menjadi masalah besar di masa depan seiring dengan pemanasan global dan ekstraksi air tanah yang tidak terkendali yang mengakibatkan muka tanah mengalami penurunan (*land subsidence*). Banjir rob ini terjadi akibat penurunan muka tanah yang naiknya permukaan laut akibat pemanasan global (Firdayani, 2018).

## **B. Dampak Banjir**

Banjir merupakan masalah yang cukup sering melanda berbagai tempat di Indonesia. Secara umum, banjir adalah suatu kejadian dimana air di dalam saluran meningkat dan melampaui kapasitas daya tampungnya (Hasiholan, 2018). Bencana banjir khususnya setiap musim penghujan selalu melanda Indonesia. Faktor utama terjadinya banjir dipengaruhi oleh beberapa faktor alam diantaranya berupa curah hujan di atas normal dan

adanya pasang naik air laut. Di samping itu faktor ulah manusia juga berperan penting, seperti penggunaan lahan yang tidak tepat, pemukiman di daerah bantaran sungai, di daerah resapan, penggundulan hutan, pembuangan sampah ke dalam sungai, pembangunan pemukiman di daerah dataran banjir, dan sebagainya. Salah satu kerugian akibat bencana banjir yaitu mengakibatkan kelumpuhan aktifitas masyarakat yang terdampak sehingga tidak bisa melakukan aktifitas seperti biasanya (Purwani, 2019).

Bencana banjir menjadi salah satu fokus perhatian, pasalnya bencana banjir itu mengakibatkan banyak korban jiwa, serta juga menimbulkan banyak kerugian, baik kerugian materil maupun psikologis. bencana banjir yang sering terjadi nampak tidak ada pencegahan secara efektif untuk meminimalisir korban jiwa, serta juga masih minimnya sistem untuk memberi peringatan sedini mungkin akan datangnya banjir agar kerugian bisa dikurangi (Muzakky, 2018).

Daerah aliran sungai (DAS) adalah entitas hidrologi alami yang memungkinkan limpasan permukaan ke saluran drainase, sungai, atau sungai yang ditentukan

pada titik tertentu. Karakteristik DAS seperti ukuran, bentuk, kemiringan, kerapatan jaringan, tata guna lahan, geologi dan tanah, dan vegetasi merupakan faktor penting yang mempengaruhi berbagai aspek dari limpasan. Bentuk DAS merupakan salah satu karakteristik DAS yang berpengaruh terhadap aliran ketika terjadi hujan. Besar ukuran DAS dan panjang sungai terpanjang mempengaruhi bentuk hidrograf aliran dan puncak aliran. Untuk mengetahui penyebab terjadinya banjir, ada beberapa karakteristik DAS Sungai yang mengetahui berpengaruh sebagai penyebab bencana banjir. Bentuk-bentuk DAS pada umumnya adalah sebagai berikut:

1. Memanjang (Bulu Burung)

Bentuk DAS memanjang memiliki kondisi dimana anak-anak sungai langsung masuk kedalam induk sungai. Bentuk ini menyebabkan debit banjirnya relatif kecil karena perjalanan banjir dari anak sungai berbeda-beda waktunya tetapi banjirnya berlangsung agak lama.

2. Radial (Kipas)



Bentuk ini terjadi karena anak-anak sungai berpusat pada satu titik sungai utama secara radial. Kadang-kadang gambaran tersebut berbentuk kipas atau lingkaran. Akibatnya waktu yang diperlukan aliran yang datang dari segala penjuru arah alur sungai memerlukan waktu yang hampir bersamaan. Apabila terjadi hujan yang sifatnya merata di seluruh DAS maka akan terjadi banjir besar dalam waktu yang cepat

### 3. Paralel

DAS ini dibentuk oleh 2 jalur Sub DAS yang bertemu pada satu titik di bagian hilirnya. Banjir biasanya terjadi di daerah hilir setelah titik pertemuan antara kedua alur sungai sub DAS tersebut

Tampakan rupa muka bumi atau topografi seperti kemiringan lahan, keadaan dan kerapian parit dan/atau saluran, dan bentuk- bentuk cekungan lainnya mempunyai pengaruh pada laju dan volume aliran permukaan yang bisa dijadikan penyebab utama banjir (Rahayu, 2017).

Ahli hidrologi banjir di Indonesia membagi banjir menjadi 3 jenis diantaranya: akibat dari peluapan sungai

yang mana aliran air tidak dapat menampung jumlah debit air yang kemudian menyebabkan air akan turun ke daerah dataran banjir. Kemudian terdapat banjir lokal yang terjadi akibat jumlah debit air yang tinggi dan kondisi tanah yang sulit melakukan penyerapan air. Jenis terakhir ialah banjir akibat pasang surut air laut yang terjadi karena tinggi permukaan air laut meningkat yang menyebabkan kondisi aliran air pada muara sungai berbeda seperti saat kondisi laut surut dikarenakan aliran sungai menjadi lambat sehingga aliran sungai tidak dapat menahan debit air dan akan mengalir ke luar sungai. Kerugian yang dapat disebabkan oleh bencana banjir sendiri dapat berupa terancamnya keselamatan masyarakat baik secara fisik maupun psikis serta kerugian material lain (Batu, 2017).

Perlunya upaya mitigasi banjir untuk mencegah atau mengurangi resiko dari bencana tersebut. Mitigasi sendiri adalah upaya penekanan dampak bencana dengan upaya menyadarkan masyarakat akan bahaya bencana. (Undang-undang Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana). Kegiatan mitigasi tersebut dapat dilakukan dengan melalui

pelaksanaan penataan ruang, pengaturan pembangunan, pembangunan infrastruktur, tata bangunan dan penyelenggaraan pendidikan, penyuluhan, dan pelatihan baik secara konvensional maupun modern. (Undang-undang Republik Indonesia Pasal 47 Nomor 2 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana). Salah satu upaya yang dapat dilakukan dalam tahap kesiapsiagaan sebelum terjadinya banjir ialah dengan menyiapkan tempat pengungsian yang diperkirakan aman dari banjir dan mampu menampung masyarakat yang akan mengungsi bila banjir terjadi. Dengan melakukan mitigasi bencana maka diharapkan dapat mengurangi tingkat resiko bencana yaitu seperti memperkecil ancaman bencana, mengurangi kerentanan kawasan terancam dan meningkatkan kapasitas kawasan terancam (Batu, 2017).

Dampak yang ditimbulkan dari banjir dapat berupa adanya masalah kesehatan fisik dan mental, korban jiwa, kerusakan fasilitas umum, dan kerugian harta benda. Upayaupaya untuk mengurangi dampak bencana tersebut dapat dilakukan dengan manajemen bencana yang baik (Sinaga, 2015). Dampak yang paling utama

diakibatkan oleh kenaikan muka air laut adalah terjadinya banjir pasang. Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Semarang, menunjukkan bahwa terdapat 117 kejadian bencana yaitu bencana banjir, rob, tanah longsor, kekeringan, puting beliung, perubahan iklim dan gelombang pasang/abrasi pada rentang 1990-2015. Hampir seluruh kelurahan di Kecamatan Semarang terkena dampak dari banjir rob dengan total luas genangan rob sebesar 823.545 ha pada tahun 2015 (Widya, Suhartono dan Budiyanto, 2018).

Banjir rob telah menyebabkan terjadinya kerusakan rumah, infrastruktur jalan, fasilitas umum seperti sekolah dan layanan kesehatan, sanitasi, lahan pekarangan, tegalan, persawahan dan lahan tambak. Selain itu, banjir rob dapat menyebabkan timbulnya berbagai penyakit bahkan bisa menimbulkan wabah. Data laporan pengendalian penyakit Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (Kemenkes RI) menunjukkan bahwa ada 7 penyakit yang sering muncul pada bencana banjir yaitu, leptospirosis, diare, penyakit saluran pencernaan, infeksi saluran pernapasan atas, tifoid, penyakit kulit dan demam berdarah atau malaria (Khasanah, 2019).

Dari segi ekonomi dan sosial banjir juga berdampak pada masyarakat, mulai dari kerugian langsung seperti rusaknya rumah, baik ringan maupun berat, barang-barang yang rusak dan hilang akibat terkena banjir, sampai dengan mobil dan motor yang terendam air. Banjir juga mengakibatkan rusaknya infrastruktur fisik dan prasarana sosial, seperti gedung sekolah, rumah ibadah dan puskesmas, serta bandara (Ginting, 2020).

Beberapa contoh dari dampak yang diakibatkan oleh banjir antara lain banyaknya rumah warga yang terendam banjir sehingga warga harus mengungsi ke tempat pengungsian. Hal tersebut menimbulkan dampak lanjutan dimana sekolah yang terkena banjir umumnya meliburkan proses pembelajaran sehingga mengakibatkan anak-anak tertinggal materi pembelajaran. Selain itu, bisa pula terjadi kerugian materi yang cukup besar seperti hilangnya dokumen-dokumen penting yang berkaitan dengan administrasi sekolah, sarana prasarana, media pembelajaran dan lain lain (Purwani, 2019).

Peningkatan intensitas dan frekuensi banjir yang menjadi ancaman bagi infrastruktur masyarakat dan

mempengaruhi kesejahteraan anak-anak dalam berbagai hal seperti akses makanan, kesehatan, kehadiran di sekolah, akses air bersih dan sanitasi, keamanan fisik dan sosial. Hal ini menunjukkan bahwa banjir menyebabkan hilangnya waktu untuk kegiatan belajar, wabah penyakit yang ditularkan melalui air, sehingga frekuensi absensi anak tidak masuk sekolah sangat tinggi dan indeks prestasi akademik anak-anak menjadi rendah. Dengan demikian diperlukan adanya upaya pengurangan resiko bencana untuk mengurangi dampak kerugian akibat bencana banjir yang sering terjadi di sekolah (Purwani, 2019).

Bencana tidak dapat dihindari oleh siapapun, tetapi perencanaan menghadapi bencana perlu ditingkatkan untuk mengurangi resiko dampak terjadinya bencana. Siaga bencana merupakan sebuah kegiatan yang terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran yang aman, nyaman, melindungi anak dari ancaman bahaya, kekerasan, bencana dan lainnya. Siaga bencana hendaknya diberikan sedini mungkin kepada anak, karena anak merupakan bagian dari kelompok rentan yang harus mendapatkan perlindungan ketika

terjadi bencana. Peserta didik perlu secara aktif didukung untuk mengembangkan potensi dirinya memiliki bekal pengetahuan dalam mengantisipasi bencana melalui pengorganisasian dan langkah-langkah guna mengurangi resiko bencana (Purwani, 2019).

Salah satu upaya untuk mengurangi resiko bencana di Indonesia, yaitu dengan pendidikan siaga bencana termuat dalam Undang-undang No.24 Tahun 2007 tentang penanggulangan bencana. Dalam Undang-undang tersebut, pendidikan siaga bencana harus terintegrasi ke dalam program pembangunan termasuk dalam sektor pendidikan. Selain itu ditegaskan pula bahwa pendidikan menjadi salah satu faktor penentu dalam kegiatan pengurangan risiko bencana (Purwani, 2019).

### **C. Metode Pengolahan Air Sederhana Pasca Banjir**

Pengolahan air sederhana pasca banjir dapat dilakukan dengan beberapa seperti dengan teknik sedimentasi secara sederhana maupun dengan clarifier lamella. Air yang bersih dan jernih tidak bisa diperoleh dengan cara yang instan. Air harus diolah melalui

serangkaian proses guna memastikannya aman untuk digunakan. Salah satu metode yang bisa digunakan untuk menjernihkan air adalah dengan metode sedimentasi (Dwiratna, 2018).

Pada kondisi normal, jumlah ketersediaan air melimpah. Hal tersebut dikarenakan pemerintah turut serta dalam menyediakan air, fasilitas-fasilitas pengolahan air terkelola dengan baik sehingga kualitas air dapat dikatakan cukup layak untuk dijadikan air minum. Pada keadaan darurat, ketersediaan air menurun bahkan bisa saja tidak ada. Menurut UU No. 24 Tahun 2007, keadaan darurat adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis (Wahyudi, 2018).

Pada saat banjir, pasokan air PAM terhenti karena sebagian besar pompa distribusi air terendam, listrik pun mati ditambah bila penduduk menggunakan sumur gali, maka air sumur gali tersebut bercampur dengan air



banjir. Jadi praktis yang ada hanyalah air banjir saja yang secara kualitas tidak dapat dipergunakan untuk air minum. Dengan kondisi seperti ini kebutuhan pasokan air masyarakat akan terganggu. Mereka tentunya mengandalkan bantuan dan truk-truk PDAM. Untuk keperluan minum dan masak mengandalkan air kemasan/galon yang bila dibeli dan harganya sangat tidak wajar karena sulitnya kondisi transportasi (Listyalina, 2019).

#### 1. Proses Koagulasi, Sedimentasi dan Filtrasi

Proses penjernihan air bajir dapat menggunakan prinsip koagulasi, flokulasi, sedimentasi, dan filtrasi sederhana sehingga diperoleh kualitas air yang lebih baik. Coppola (2011) juga menyebutkan bahwa mengolah air kotor melalui proses coagulasi, flokulasi dan filtration akan menghasilkan kualitas air yang baik. Melalui alat ini, penyediaan air bersih pada kondisi banjir dapat terlayani. Teknologi pengolahan air skala rumah tangga mempunyai tujuan utama untuk mengurangi mikroorganisme patogen, walaupun ada beberapa teknologi yang juga mengurangi kadar kontaminasi kimia dan radiologi. Teknologi ini umumnya bersifat sederhana, mudah dibuat, dan murah

mengingat bahwa target penggunaannya adalah masyarakat menengah ke bawah (Hambali, 2017).

a. Koagulasi pada air banjir

Koagulasi adalah proses pembubuhan bahan kimia kedalam air agar kotoran dalam air yang berupa padatan tersuspensi misalnya lumpur halus, bakteri dan lain-lain dapat menggumpal dan cepat mengendap. Cara paling mudah dan murah adalah dengan membubuhkan tawas/alum, yang dapat dilakukan dengan cara memasukkan larutan tawas/ alum kedalam air baku lalu diaduk cepat hingga merata selama kurang lebih 2 menit (Afiatun, 2018).

b. Pengendapan air banjir

Setelah proses koagulasi, air didiamkan sampai gumpalan kotoran yang terjadi mengendap semua. Setelah kotoran mengendap air akan tampak lebih jernih. Endapan yang terkumpul di dasar tangki dapat dibersihkan dengan membuka kran penguras yang terdapat dibawah tangka (Afiatun, 2018).

c. Filtrasi pada air banjir

Pada proses pengendapan, tidak semua gumpalan kotoran dapat diendapkan semua. Gumpalan kotoran dengan ukuran besar dan berat akan mengendap, sedangkan yang berukuran kecil dan ringan masih melayang-layang di dalam air. Untuk mendapatkan air yang betul-betul jernih harus dilakukan proses penyaringan/filtrasi. Filtrasi merupakan proses pengaliran air tercemar melalui media berpori. Filter yang dapat digunakan antara lain filter pasir sederhana, filter arang dan filter gerabah (Afiatun, 2018).

2. Teknologi Membran untuk *Emergency Water Supply*  
Menurut buku *Introduction to International Disaster Management* (2007), disebutkan bahwa ada beberapa alternatif dalam penyediaan air bersih dan air siap minum pada saat kondisi darurat yaitu penyediaan air melalui tangki truk, atau daritangki yang di datangkan dari luar daerah banjir, melakukan proses pengolahan air banjir itu sendiri untuk menghasilkan air bersih sebagai contoh menggunakan filter. Solusi dalam hal masalah ini adalah pengolahan air minum yang berbasis *mobile*

*water treatment*. Dalam hal ini pemilihan yang digunakan adalah mobile water treatment dimana hasil pengolahan (effluent) memenuhi baku mutu air siap minum yang sesuai dengan PERMENKES.RI-No.492/MEN.KES/PER/IV/2010 (Husnah, 2017).

Pada keadaan darurat, teknologi membran banyak diterapkan dalam penyediaan air bersih dan air minum. Berikut adalah jenis-jenis membran yang digunakan dalam pengolahan air (Sarikusmayadi, 2015):

a. Mikrofiltrasi

Menurut Mulder (1996) Mikrofiltrasi (MF) merupakan proses filtrasi menggunakan membran berpori untuk memisahkan partikel tersuspensi dengan diameter antara 0,1 dan 10. Tekanan operasi yang dibutuhkan < 2 bar. Prinsip pemusahan melalui mekanisme sieving. Material membran yang biasa digunakan adalah polimer dan keramik.

Penelitian yang dilakukan oleh Filtrix (2007) menemukan Aplikasi terbaru mikrofiltrasi adalah “FilterPen” dari FilterPen Co New Zealand dan Filtrix CO Netherlands. FilterPen adalah alat yang dapat digunakan untuk membuat air minum secara cepat,

mudah dan aman selama perjalanan, rekreasi luar ruangan, dan home emergency kit.

Unit SkyHydrant (SMF-1) dikembangkan oleh SkyJuice Foundation (Australia). Unit tersebut dimaksudkan untuk pasokan air masyarakat di negara berkembang dan bantuan bencana. Proses ini menggabungkan membran mikrofiltrasi dengan klorin disinfeksi. Tekanan hidrostatik saat pengoperasian minimal 30 mbar. Mikrofiltrasi yang dikombinasikan dengan membran bioreaktor dapat digunakan untuk memproduksi air minum dari air permukaan seperti air sungai, air danau, termasuk air banjir dan lainnya.

#### b. Ultrasi Afiltrasi

Menurut Murder (1996). Ultrasi afiltrasi (UF) merupakan salah satu jenis dari membran filtrasi dimana tekanan hidrostatik memaksa cairan menembus membran semipermeabel. Padatan tersuspensi dan pelarut dengan berat molekul tinggi tertahan, sedangkan air dan pelarut dengan berat molekul rendah melewati membrane. Ultrafiltrasi merupakan membran asimetris berpori dengan ketebalan sekitar 150 dan ukuran pori

sekitar 1-10 nm. Tekanan operasi UF 1-10 bar dengan prinsip pemisahan menggunakan mekanisme Sieving. Material membran UF adalah polimer seperti polisulfan dan polyacrylonitrile serta keramik seperti zirconium oksida dan aluminium oksida.

Modul untuk membran UF yang banyak tersedia adalah modul hollow fiber atau modul capillary fiber. Ultrafiltrasi (UF) menjadi salah satu pilihan terbaik untuk produksi air minum karena biaya operasi rendah, tenaga operasi rendah, bebas bahan kimia namun membran UF dapat membasmi kuman dan menghilangkan turbiditas. Teknologi menggunakan membran UF sudah diterapkan dalam penanganan bencana tsunami dan gempa bumi di Aceh dan Sumatra Utara. Teknologi ini diterapkan karena kemampuan menghasilkan air dengan kualitas tinggi hanya dalam satu tahap dan tanpa penggunaan bahan kimia. Keunggulan lainnya adalah konsumsi energi dapat dikurangi, bahkan sudah ada unit-unit filtrasi yang dioperasikan tanpa listrik.

c. Osmosis Balik (*Reverse Osmosis*)

Reverse Osmosis menggunakan membran asimetris atau komposit dengan ketebelan sublayer sekitar 150 dan

toplayer sekitar 1 serta ukuran porinya kurang dari 2 nm. Tekanan operasi membran RO untuk pengolahan air dari air payau sekitar 15-25 bar sedangkan pengolahan air dari air laut sekitar 40-80 bar. Prinsip pemisahan RO menggunakan prinsip *solution diffusion*. Material membran yang digunakan adalah selulos triasetat, poliamida aromatik, poliamida serta polieterurea. Modul yang biasanya digunakan pada membran RO adalah modul *spiral wound*.

RO adalah teknik desalinasi dengan pertumbuhan tercepat di industri kini, berkembang lebih cepat dari teknik evaporasi. Pabrik reklamasi air limbah telah dibangun dan dioperasikan di seluruh dunia. Membran RO diperlukan untuk reklamasi air limbah agar dapat menjadikan kualitas air dapat digunakan kembali. Pada keadaan darurat, RO sudah dapat digunakan secara mobile yaitu unit mobile kombinasi UF-RO. Mobile RO didesain spesial untuk keadaan darurat khususnya yang dekat dengan laut, sungai maupun danau.

Pada penelitian Yohana tahun 2017 menyebutkan, banjir adalah suatu peristiwa yang terjadi akibat menumpuknya air yang jatuh dan tidak dapat di tampung

oleh tanah. Peristiwa ini terjadi karena air yang jatuh ke dataran tidak memiliki daerah tangkapan atau dengan kata lain tanah-tanah diperkotaan jenuh air. Untuk itu dalam mengatasi masalah banjir tidak hanya melalui parit-parit drainase, tetapi juga memperbanyak daerah-daerah tangkapan air (water reservoir) (Yohana, 2017).

Berdasarkan penelitian Astuti dan Sudardono dalam jurnal yang berjudul Analisis penanggulangan banjir sungai kanci tahun 2018 menyebutkan banjir adalah suatu kondisi dimana tidak dapat menampung air dalam saluran pembuang atau terhambatnya aliran air di dalam saluran pembuang, Saat ini banjir sudah sangat umum. Banjir bisa disebabkan oleh berbagai macam faktor yaitu kondisi daerah tangkapan hujan, durasi dan intensitas hujan, kondisi topografi, dan kapasitas jaringan saluran air (Astuti, 2018).

Penelitian Batu dan Febriani dalam jurnal yang berjudul Analisis penentuan lokasi evakuasi bencana banjir dengan pemanfaatan sistem informasi geografis dan metode *simple additive weighting* tahun 2017 menjelaskan bahwa banjir adalah salah satu bencana alam yang disebabkan oleh beberapa faktor alam. Faktor



alam yang dimaksud diantaranya berupa curah hujan yang tinggi, kelerengan tanah yang lebih rendah dari permukaan air laut maupun dikarenakan tanggul ataupun aliran sungai yang tidak mampu menahan debit air hujan. Meluapnya debit air dapat dikarenakan tingginya curah hujan sehingga tidak dapat dibendung oleh sungai maupun tanggul. Rendahnya kesadaran manusia dalam menjaga lingkungan juga dapat dijadikan salah satu pemicu terjadinya banjir termasuk di Indonesia (Batu, 2017).

Hal ini sejalan dengan penelitian Nurdiawan yang berjudul Pemetaan daerah rawan banjir berbasis sistem informasi geografis dalam upaya mengoptimalkan langkah antisipasi bencana tahun 2018 yang mengatakan bencana banjir ialah salah satu bencana alam yang sangat berbahaya bagi masyarakat, terutama bagi masyarakat yang tinggal di dekat daerah aliran sungai (DAS). Fenomena tersebut merupakan indikasi rusaknya keseimbangan tata air (water balance) akibat berkurangnya kemampuan beberapa proses daur hidrologi (infiltrasi dan daya tampung) sehingga nilai limpasan permukaan pada daerah aliran sungai (DAS)

menjadi lebih besar melewati kapasitas tampung sungai. Intensitas air yang tinggi dan daerah aliran sungai (DAS) yang rusak di duga sebagai salah satu penyebab utama terjadinya bencana banjir (Nurdiawan, 2018).

# BAB 5

## PENGOLAHAN AIR SEDERHANA PADA PERTAMBANGAN

.....

### **Pendahuluan**

Selama berabad-abad, bahkan ribuan tahun pertambangan telah menjadi salah satu sumber kekayaan ekonomi yang besar juga terhadap kepedulian sosial dan lingkungan. Setelah perang dunia II, adanya “*great acceleration*” dalam pertumbuhan ekonomi menunjukkan bahwa permintaan akan sumber daya mineral memiliki peningkatan secara eksponensial. Peningkatan produksi ini menunjukkan bahwa jumlah tambang menjadi lebih besar dan begitu pula dengan konsekuensi sosial dan lingkungan yang mengarah pada semakin banyak konflik (Tost *et al.*, 2018).

## A. Definisi Pertambangan

Menurut Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 mendefinisikan pertambangan sebagai atau seluruh tahapan kegiatan dalam rangka penelitian, pengelolaan dan pengusahaan mineral atau batubara yang meliputi penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengolahan dan pemurnian, pengangkutan dan penjualan, serta kegiatan pasca tambang.



Gambar. 5.1 Tambang

Adapun menurut Badan Pusat Statistik (BPS) pertambangan merupakan suatu kegiatan pengambilan endapan bahan galian berharga dan bernilai ekonomis dari dalam kulit bumi, baik secara mekanis maupun

manual, pada permukaan bumi, di bawah permukaan bumi dan di bawah permukaan air. Hasil kegiatan ini antara lain, minyak dan gas bumi, batubara, pasir besi, bijih timah, bijih nikel, bijih bauksit, bijih tembaga, bijih emas, perak dan bijih mangan (bps.go.id).

## **B. Jenis-jenis Pertambangan**

Secara umum, terdapat dua jenis pertambangan yakni pertambangan permukaan (*surface*) (terutama lubang terbuka dan strip) dan pertambangan bawah tanah (*underground*). Pertambangan bawah tanah merupakan jenis pertambangan yang lebih rumit, karena membutuhkan teknik khusus untuk mencapai bijih dengan aman. Dalam banyak kasus, tambang akan dimulai sebagai lubang terbuka lalu berkembang menjadi tambang bawah tanah. Sedangkan pada kasus yang jarang terjadi, tambang terbuka beroperasi bersamaan dengan tambang bawah tanah, seperti pada kasus tambang Bjorkdal (Jeswiet *et al.*, 2015).

Tambang terbuka memberikan dampak estetika yang lebih besar daripada tambang bawah tanah. Dampak visual mungkin menjadi salah satu alasan

penambangan dipandang negative. Sehingga upaya remediasi pada industri pertambangan menjadi hal yang sangat penting (Jeswiet *et al.*, 2015).

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 11 Tahun 1967, bahan tambang dibedakan menjadi beberapa golongan, yakni:

1. Golongan A (golongan bahan strategis)
2. Golongan B (golongan bahan vital)
3. Golongan C (golongan tidak strategis dan tidak vital)

Secara rinci mengenai bahan-bahan galian yang tergolong dalam Golongan A, B, dan C dijelaskan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 1980. Bahan galian Golongan A merupakan bahan galian yang penting bagi pertahanan, keamanan, dan strategis dalam menjamin perekonomian negara dan kepemilikannya sebagian besar hanya diizinkan untuk dimiliki oleh pemerintah. Bahan galian yang termasuk dalam Golongan A diantaranya adalah minyak, uranium, dan plutonium. Golongan B merupakan bahan galian yang dapat menjamin hidup orang banyak, seperti emas, perak, besi, dan tembaga. Sedangkan bahan galian Golongan C adalah bahan galian yang dianggap tidak

memberikan pengaruh secara langsung kepada hidup orang banyak, contohnya adalah garam, pasir, marmer, batu kapur, tanah liat, dan asbes (Fahrudin, 2018).

## 1. Pertambangan Bahan Galian

Penggalian barang tambang merupakan suatu aktivitas yang terdiri dari pengambilan segala jenis barang galian dari permukaan bumi. Barang galian merupakan unsur kimia, mineral serta semua jenis batuan hasil endapan alam (tidak termasuk logam, batubara, minyak dan gas bumi, dan bahan radio aktif). Aktivitas penggalian hanya akan menghasilkan bahan galian langsung dari bumi, tidak termasuk proses pemecahan, peleburan, pemurnian dan segala proses pengolahan hasil penggalian (BPS, 2020). Bahan galian golongan C memiliki makna yang sama dengan bahan galian batuan, hal ini sesuai dengan Undang-undang Nomor 4 Tahun 2009 (Montolalu, 2017).



Gambar 5.2. Pertambangan bahan galian

Berikut ini merupakan statistik pertambangan bahan galian di Indonesia pada tahun 2019 (BPS, 2020):

<b>Jenis Penggalian</b>	<b>Jumlah Usaha/Perusahaan</b>
Batu hias dan batu bangunan	32.246
Batu kapur/gamping	3.472
Sirtu/kerikil	4.513
Pasir	63.112
Tanah dan tanah liat	1.012
Bahan galian lainnya	11.620

Sumber: BPS, 2020

Umumnya, bahan galian tambang sebagian besar dapat dijumpai pada daerah-daerah terpencil yang memiliki hutan yang lebat, seperti daerah perbukitan



ataupun daerah pegunungan dan dataran yang memiliki kondisi lingkungan yang belum terganggu bahkan mungkin pada suatu daerah yang kehidupan sosialnya belum terjamah oleh perkembangan teknologi (Rissamasu, dkk. 2011).

Pertambangan bahan galian batuan (sedimen) pada wilayah sungai, umumnya selalu berhubungan dengan masalah lingkungan dan fasilitas atau bangunan infrastruktur yang berada dan terkait dengan aktivitas pertambangan tersebut. Inilah yang menyebabkan perlunya pedoman atau aturan terkait aktivitas pertambangan yang berguna untuk meminimalkan kerusakan lingkungan dan infrastruktur. Hal ini sejalan dengan Peraturan Pemerintah Nomor 37 Tahun 1986 yang menyatakan bahwa bahan galian yang berada di sungai, harus memiliki izin pertambangan yang mempertimbangkan saran-saran teknis dan Instansi Pekerjaan Umum dan Badan Hukum yang diberi wewenang berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku (Iswardoyo, 2019).

## 2. Pertambangan Minyak Bumi dan Gas Alam



Gambar 5.3. Pertambahan minyak dan gas

Pertambangan minyak bumi dan gas alam merupakan salah satu jenis pertambangan utama di Indonesia. Hal ini disebabkan karena minyak bumi merupakan hasil pertambangan yang cukup vital karena banyak digunakan dalam aktivitas sehari-hari seperti sebagai bahan bakar kendaraan, keperluan rumah tangga, pembangkit listrik, bahan baku industri dan lain-lain (Fahruddin, 2018).

Minyak bumi merupakan cairan kental, yang memiliki karakteristik berupa warna cokelat gelap atau kehijauan dan mudah terbakar, letaknya berada di lapisan atas kerak dari sebagian area di kerak bumi. Minyak bumi tersusun dari campuran yang kompleks dari berbagai hidrokarbon, yakni sebagian besar terdiri

dari seri alkane, namun memiliki berbagai jenis dalam penampilan, komponen penyusun, serta kemurniannya. Minyak bumi diperoleh dari sumur minyak di daerah pertambangan minyak. Penentuan titik sumur berdasarkan hasil studi geologi, analisis sedimen, karakter dan struktur sumber, serta berbagai macam studi lainnya. Minyak bumi selanjutnya akan diproses pada kilang minyak dan akan dibedakan menurut titik didihnya sehingga dapat menghasilkan berbagai bahan bakar seperti bensin dan minyak tanah, aspal, dan berbagai reagen kimia yang digunakan dalam memproduksi plastic dan obat-obatan (Fahrudin, 2018).

### **C. Dampak adanya Pertambangan**

Sebagai sebuah kegiatan usaha, pertambangan memiliki nilai ekonomi yang sangat penting dalam pembangunan. Nilai ekonomi yang dimiliki oleh pertambangan berdampak pada skala nasional maupun daerah, karena usaha pertambangan dapat menjadi sumber pendapatan bagi pemerintah sebagai sumber penerimaan pajak dan non pajak. Selain itu usaha

pertambangan dapat membuka sektor usaha lain bagi masyarakat sekitar (Wurjandari, dkk. 2020).

Usaha pertambangan dapat menjadi salah satu lapangan pekerjaan yang dapat menyerap banyak tenaga kerja karena dapat mendorong perkembangan industri manufaktur dari hasil galian tambang. Peluang usaha kecil bagi masyarakat sekitar daerah tambang juga dapat berkembang dengan adanya usaha pertambangan. Melalui Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, pemerintah telah mencanangkan program peningkatan nilai tambah industri pertambangan. Program tersebut dimaksudkan agar bahan galian hasil tambang memiliki nilai jual yang lebih tinggi pada pasar nasional maupun internasional; dengan cara tidak dijual secara langsung melainkan dilakukan pengolahan sebelum dipasarkan (Wurjandari, dkk. 2020).

Namun, dibalik dampak positif yang telah dijelaskan sebelumnya, usaha pertambangan dapat menimbulkan risiko kerusakan yang fatal ada lingkungan. Hal ini disebabkan karena usaha pertambangan memiliki potensi merubah bentang alam,

menghapus ekosistem dan habitat hewan maupun tumbuhan yang ada di hutan, pegunungan dan lautan (pada pertambangan pasir laut). Selain itu, pertambangan dapat pula menjadi sumber pencemaran pada udara, air, serta kebisingan (Wurjandari, dkk. 2020).

Secara lebih jelas, dampak negatif dari usaha pertambangan dapat digambarkan sebagai berikut (Rissamasu, dkk. 2011):

#### 1. Aspek Fisik

Secara fisik, aktivitas pertambangan memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap berkurangnya tanaman penutup tanah, baik pohon maupun *cover crop*. Dampak akibat hilangnya tanaman penutup tersebut menjadikan permukaan tanah menjadi rentan terhadap pengikisan oleh air maupun angin. Selain itu, hilangnya tumbuhan pada daerah tersebut dapat mempengaruhi nutrisi pada lapisan tanah akibat pengaruh panas serta penurunan kualitas tanah.

#### 2. Aspek Kimia

Masuknya unsur kimia hasil dari proses pertambangan yang melampaui baku mutu yang telah ditentukan akan mempengaruhi kualitas kimiawi pada air

permukaan, air tanah, udara, serta tanah. Dampak lain yang ditimbulkan dari kegiatan pertambangan adalah yang berasal dari kegiatan sarana penunjang seperti bengkel peralatan berat, *power plant*, gudang penyimpanan bahan, rumah sakit/poliklinik, depot BBM, dan lain-lain. Semua sarana penunjang tersebut memiliki potensi untuk menghasilkan limbah cair, padat, maupun gas ke lingkungan dengan karakteristik limbah yang berbeda-beda

### 3. Aspek Biologi

Pertambangan tentu identik dengan pembukaan lahan. Pembukaan lahan yang dilakukan secara luas tentu akan berpengaruh terhadap kurangnya jumlah dan jenis tumbuhan lokal dan selanjutnya dapat menyebabkan punahnya beberapa jenis/spesies endemik daerah tersebut. Pada umumnya, flora dan fauna endemik sangat rentan terhadap perubahan lingkungan sehingga melakukan rekayasa sebagai usaha untuk mengembalikan keberadaan spesies tersebut mungkin akan sulit berhasil.

### 4. Aspek Sosial, Ekonomi dan Budaya

Aktivitas pertambangan merupakan kegiatan padat karya dan padat modal, sehingga menjadi salah satu sumber devisa negara. Hal ini dapat merangsang pertumbuhan pada sektor ekonomi ketika proyek sedang berlangsung. Dengan adanya aktivitas pertambangan, tentu menjadi ladang pekerjaan bagi masyarakat setempat juga tidak menutup kemungkinan tenaga kerja asing juga akan ikut masuk berkompetisi. Sehingga, dengan adanya ragam budaya dan gaya hidup setiap orang yang memiliki kaitan dengan proyek pertambangan, secara bertahap akan mempengaruhi pola kehidupan sosial dan budaya masyarakat sekitar.

#### 5. Aspek Kesehatan dan Keamanan

Adanya aktivitas pertambangan akan berpotensi meningkatkan risiko kejadian penyakit akibat lingkungan yang kemungkinan belum terjadi atau jarang terjadi sebelum adanya aktivitas pertambangan tersebut. Selain itu, banyaknya perbedaan serta perubahan kehidupan sosial, memiliki kemungkinan untuk menimbulkan kerawanan keamanan yang dapat mengganggu akibat munculnya perbedaan yang mungkin tidak bisa diterima oleh masyarakat setempat.

#### **D. Metode Pengolahan Air Sederhana Pertambangan**

Pada umumnya, perusahaan-perusahaan penambangan batubara menggunakan sistem *open cut mining* atau tambang terbuka. Masalah yang timbul dari penerapan sistem terbuka ini adalah pada saat selesai kegiatan pertambangan tidak dilakukan *backfilling* atau menimbun kembali daerah bekas tambang. Hal ini akan menyebabkan banyaknya lubang-lubang bekas tambang (*void*). Lubang bekas tambang yang ditinggalkan tanpa perencanaan pemanfaatan yang baik, berpotensi menimbulkan dampak buruk baik lingkungan sekitar (Said dan Yudo, 2021).

Dampak yang ditimbulkan dapat berupa munculnya air asam tambang. Terdapat tiga faktor utama yang mempengaruhi pembentukan air asam tambang, yakni bahan yang mengandung mineral sulfida, air dan udara. Faktor-faktor tersebut memiliki potensi membentuk air asam tambang karena mudah bereaksi dengan udara bebas akibat sistem tambang yang terbuka (Said dan Yudo, 2021).



Dampak lainnya dari air asam tambang adalah dapat menyebabkan percepatan korosif pada peralatan perusahaan pertambangan yang berbahan dasar baja atau besi. Sedangkan pada *biodiversity*, air asam tambang dapat menyebabkan rusaknya populasi flora dan fauna yang terjadi di lokasi bekas pertambangan serta sebaran populasi kehidupan di daerah aliran sungai. Hal ini tentu akan berdampak pada kualitas air yang selanjutnya akan mempengaruhi kualitas kesehatan manusia. Selain itu, air asam tambang menimbulkan kesulitan pada saat proses penanaman kembali/reklamasi daerah bekas tambang akibat kualitas air dan tanah yang asam menghambat pertumbuhan tanaman untuk berkembang (Hidayah dkk, 2020).

Secara umum metode pengolahan air asam tambang terdiri atas teknologi pengolahan aktif dan teknologi pengolahan pasif. Proses yang terdapat dalam teknologi pengolahan secara aktif meliputi, netralisasi, aerasi, dan pengendapan. Netralisasi merupakan proses penambahan bahan kimia untuk menetralkan pH air asam tambang agar proses penghilangan besi di air berjalan dengan baik. Sedangkan proses aerasi adalah proses

menambahkan oksigen dalam air asam tambang agar besi yang ada di dalam air asam tambang bereaksi dengan oksigen yang selanjutnya akan dipisahkan melalui proses pengendapan (Said, 2014).

Adapun metode pengolahan *passive treatment*, merupakan pengolahan air yang tidak memerlukan adanya bahan kimia. Teknologi pengolahan air tambang secara pasif ini meliputi rawa alamiah (*natural wetland*), rawa buatan (*constructed wetland*), saluran anoksik batu kapur (*anoxic limestone drain, ALD*), Sistem aliran vertikal (*vertical flow system*), dan saluran terbuka batu kapur (*open limestone channe, OLC*) (Said, 2014).

Terdapat beberapa jenis pengolahan air yang dapat diterapkan, salah satunya ada *passive treatment*. *Passive treatment* merupakan jenis pengolahan air yang menggunakan proses fisik, kimia dan biologis dalam mereduksi kandungan logam pada air asam tambang. Salah satu metode yang termasuk dalam metode *passive treatment* yang dapat digunakan dalam meningkatkan kualitas air asam tambang adalah metode *anaerobic wetland* atau sistem rawa buatan (Nugraha dkk, 2020).

Sistem ini merupakan salah satu alternatif teknologi sederhana, dengan biaya operasional yang murah, serta pemeliharaan yang relatif mudah dalam mengolah air limbah. Sistem rawa buatan ini meniru rawa asli sesuai dengan kegunaan dan kepentingan dengan memanfaatkan substrat, tanaman, hewan, dan air sebagai komponen penyusun rancangan sistem ini (Nugraha dkk, 2020).

Prinsip dari sistem rawa buatan ini adalah dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme yang terdapat pada akar tumbuhan air hingga menghasilkan oksigen sehingga terbentuk kondisi *aerobic* yang mendukung proses pengurai tersebut. Proses fisik yang terdapat dalam sistem ini terdiri dari pengendapan, penyaringan, pemangsaan, dan pemasanan. Proses fisik-kimia berupa adsorpsi bahan pencemar oleh tanaman air, sedimen, dan substrat organik. Adapun proses biokimia terdiri atas proses bakteri menguraikan zat pencemar yang menempel pada permukaan substrat/media, perakaran tanaman, dan serasah serta penyerapan nutrient dari zat-zat pencemar lainnya oleh tanaman (Nugraha dkk, 2020).

Berdasarkan hasil penelusuran literature yang dilakukan oleh Andrawina dkk (2020) terdapat beberapa jenis tanaman air yang dapat digunakan dalam proses pengolahan air asam tambang dengan menggunakan metode *constructed wetland*:

<b>Jenis Tanaman Air</b>	<b>Kelebihan</b>	<b>Kekurangan</b>
<i>Typha</i> <i>Angustifolia</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lebih tahan terhadap genangan air yang tinggi</li> <li>- Memiliki daya tahan yang tinggi terhadap perubahan cuaca dan kondisi lingkungan</li> <li>- Memiliki produktivitas tinggi dan dapat direkomendasikan sebagai penghasil biomassa pada rawa buatan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mempunyai tipe akar rimpang</li> <li>- <i>Typha</i> hanya mampu mengakumulasi logam dalam jumlah kecil</li> </ul>
Eceng gondok ( <i>Eichornia crassipes</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mampu mengakumulasi beberapa jenis logam, seperti Al, Pb, Cu, Fe, Mn, Ni, Cd, Cr, Co, Zn, dan Hg</li> <li>- Mampu mengakumulasi As yang terlarut pada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mengalami hambatan pertumbuhan pada pH &lt; 4</li> <li>- Membutuhkan waktu dan kondisi pH lebih tinggi untuk dapat melakukan adsorpsi yang</li> </ul>

	AAT	lebih tinggi
	- Mampu mengurangi Pb dan As secara simultan pada AAT	- Tidak mampu mengakumulasi Fe dan Mn secara bersamaan dengan konsentrasi yang tinggi
Purun Tikus ( <i>Eleocharis dulcis</i> )	- Dapat tumbuh dengan baik pada pH < 4 - Mampu menurunkan konsentrasi Fe terlarut pada air asam tambang -Memiliki waktu adaptasi terhadap kondisi lingkungan (pH) lebih singkat dalam mengadsorpsi Fe dari AAT	- Membutuhkan waktu yang lebih lama untuk dapat meningkatkan kembali kemampuan adsorpsinya (pada proses transportasi dan translokasi) - Tidak mampu mengakumulasi Fe dan Mn secara bersamaan dengan konsentrasi yang tinggi
<i>Cyperus sp</i>	- Memiliki tipe akar serabut sehingga akan mengakumulasi unsur hara lebih banyak	- Tidak tahan dengan genangan air yang tinggi

---

Sumber: Andrawina dkk (2020)

Pengolahan dengan menggunakan metode *constructed wetland* pada air asam tambang, memiliki hasil yang cukup efektif dan efisien dapat meningkatkan nilai pH air serta efektif dalam penurunan kandungan logam Fe dan Mn, padatan tersuspensi, dan penurunan kadar sulfat pada air limbah pertambangan batu bara (Andrawina dkk, 2020).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Hidayah dkk (2020), salah satu metode pengolahan untuk air asam tambang adalah dengan metode elektrokoagulasi. Pada sampel air dilakukan proses elektrokoagulasi dengan cara elektroda diberi arus listrik searah dengan menggunakan tegangan yang sesuai hingga terjadi proses elektrokimia di dalam air asam tambang. Berdasarkan data penelitian, diketahui bahwa terdapat perubahan warna dan air asam tambang menjadi lebih jernih meskipun belum dilakukan analisis kualitas air secara kimia setelah proses elektrokoagulasi.

Selanjutnya pada penelitian yang dilakukan oleh Prihatini dan Sadiqul (2015) pengolahan air asam tambang dengan menggunakan sistem lahan basah buatan aliran vertikal dengan menggunakan tumbuhan

purun tikus dapat menurunkan konsentrasi Mn pada air asam tambang batu bara hingga 3,24 mg/l. efisiensi penurunan konsentrasi Mn optimal terjadi pada hari ke-5 dengan presentasi sebesar 79,88% (Prihatini dan Imam, 2015).

# BAB 6

## PENGOLAHAN AIR SEDERHANA PADA LAHAN BASAH

.....

### **Pendahuluan**

Pada tahun 1971 melalui *Conventions on Wetlands of International Importance, Especially as Waterfowl Habitat* atau yang lebih dikenal dengan konvensi Ramsar, masyarakat internasional telah berhasil menyepakati konvensi terkait kepedulian terhadap lahan basah. Mulanya, konvensi Ramsar hanya berfokus pada permasalahan burung air dan burung migran, namun seiring berkembangnya waktu disepakati bahwa konservasi lahan basah memiliki urgensi yang harus diutamakan. Hal ini pula yang menjadi pendorong berkembangnya kesadaran terkait keutuhan keanekaragaman hayati dan aspek pemanfaatan lahan basah secara bijaksana (Anggara, 2018).



## **A. Definisi Lahan Basah**

Lahan basah dapat didefinisikan dengan berbagai cara tergantung pada tujuan dan konteks geografis. Banyak definisi lahan basah yang hadir dalam literatur. Beberapa lebih dibatasi sesuai dengan lingkungannya, seperti yang didasarkan pada karakteristik fungsional di mana habitat air dalam (misal danau, waduk, sungai, dan perairan pantai) yang dibanjiri secara permanen dan tidak mendukung vegetasi air umumnya tidak dianggap sebagai lahan basah (Reis *et al*, 2017).

Berdasarkan konvensi Ramsar, lahan basah didefinisikan sebagai daerah rawa, payau, lahan gambut dan perairan: alami atau buatan; tetap atau sementara; dengan air yang tergenang atau mengalir, tawar, payau atau asin; termasuk wilayah perairan laut yang kedalamannya tidak lebih dari enam meter pada waktu air surut.

Keddy (2009) mendefinisikan lahan basah sebagai ekosistem yang sangat produktif dan biodiversi. Hal ini karena lahan basah mampu menyediakan banyak ekosistem, termasuk pemurnian air, penyangga limpasan

dan debit sungai, produksi makanan dan serat, serta ekowisata. Secara historis karena produktivitasnya yang tinggi, tanah yang subur, dan pentingnya penyediaan air, banyak lahan basah di dunia yang telah ditempati dan secara intensif digunakan oleh manusia. Sampai saat ini, lahan basah tetap menjadi sumber pendapatan bagi penduduk setempat, terutama di negara-negara berkembang, dan sangat dihargai oleh banyak budaya tradisional (Reis *et al*, 2017).

Lahan basah yang sehat memiliki peranan yang sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia dan pembangunan berkelanjutan secara global. Namun saat ini lahan basah terancam punah secara global, terutama pada lingkungan yang didominasi oleh manusia. Perluasan lahan garapan dan pengembangan lahan akibat proses urbanisasi merupakan penyebab utama terjadinya degradasi lahan basah serta mempercepat penurunan kesehatan ekosistem lahan basah (Liu *et al*, 2020).

Seperti yang telah disebutkan dalam konvensi Ramsar, seperempat spesies lahan basah berisiko mengalami kepunahan dan 35% lahan basah alami telah hilang sejak tahun 1970 karena drainase dan konversi

lahan. Hu *et al* (2017) menunjukkan bahwa 33% (sekitar  $0,7 \times 10^9$  ha dan sebagian besar adalah lahan basah alami) lahan basah diseluruh dunia telah hilang terutama disebabkan oleh aktivitas pertanian dan urbanisasi sejak tahun 2009. Lahan basah yang tersisa masih berisiko oleh drainase, polusi, dan ancaman penggunaan yang tidak berkelanjutan (Liu *et al*, 2020).

Indonesia hingga kini memiliki 7 situs Ramsar, dengan luas mencapai 1.424.976 hektar. Ketujuh situs ini diantaranya, Taman Nasional (TN) Berbak dengan luas area 162.700 hektar, Taman nasional Danau Sentarum (Kalimantan Barat) seluas 132.000 hektar, Taman Nasional Wasur (Papua) seluas 413.810 hektar, Taman Nasional Sembilang (Sumatera Selatan) dengan luas 202.896 hektar, Taman Nasional Rawa Aopa-Watumohai (Sulawesi Tenggara) seluas area 105.194 hektar, Suaka Margasatwa Pulau Rambut (DKI Jakarta) dengan luas 90 hektar, dan Taman Nasional Tanjung Puting (Kalimantan Tengah) seluas 408.286 hektar (Anggara, 2018).

## **B. Manfaat Lahan Basah**

Lahan basah memiliki banyak sekali manfaat bagi manusia, diantaranya menyediakan makanan, menyimpan karbon, mengatur aliran air, menyimpan energi, dan sangat penting bagi keanekaragaman hayati. Lahan basah sangat berpengaruh terhadap keamanan bagi manusia dimasa akan datang. Oleh karena itu, usaha konservasi dan pemanfaatan lahan basah secara bijak, sangat perlu diperhatikan oleh manusia pada saat ini (Amin, 2016).

Berikut beberapa manfaat dari lahan basah (Hu *et al*, 2017):

1. Pada perubahan iklim, lahan basah berpengaruh terhadap iklim global dan lokal/regional dengan evapotranspirasi, menarik karbon dioksida dan memancarkan metana.
2. Pada aspek keanekaragaman hayati, lahan basah air tawar berperan sebagai rumah bagi 40% spesies di dunia, meskipun lahan basah air tawar hanya mencakup 1% dari permukaan bumi.

3. Secara hidrologis, lahan basah mengisi kembali air tanah, mengatur pergerakan air, dan memurnikan air, menyediakan bagian-bagian penting dari siklus hidrologis.
4. Dalam bidang kesehatan manusia, lahan basah menyediakan obat-obatan tradisional dimana 80% populasi dunia tergantung pada perawatan kesehatan primer.

### **C. Dampak Kehilangan Lahan Basah**

Lahan basah merupakan salah satu ekosistem terpenting di dunia, dan juga salah satu jenis ekosistem yang paling terancam. Lahan basah memiliki peranan yang penting dalam perubahan iklim, keanekaragaman hayati, hidrologi, dan kesehatan manusia (Hu *et al*, 2017).

Kehilangan dan degradasi lahan basah menjadi fakta yang tak terbantahkan, dan aktivitas manusia yang harus disalahkan sebagai faktor utama. Banyak peneliti yang selalu melaporkan bahwa 50% lahan basah di dunia telah hilang, meskipun hal ini didasarkan pada bukti pendukung yang tidak memadai. Angka ini berawal dari

data yang sangat terbatas yang dikumpulkan semata-mata dari Amerika Serikat dan semata-mata selama pertengahan abad ke-20 (Hu *et al*, 2017).

Penurunan luas area lahan basah selanjutnya mempengaruhi keanekaragaman hayati baik di dalam daerah aliran sungai (DAS) maupun habitat air hilir. Lahan basah mengatur tingkat dan distribusi genangan di seluruh DAS mempengaruhi mosaik habitat untuk unggas air yang bermigrasi, invertebrata, dan amfibi. Melalui penyimpanan air dan fungsi biogeokimia, lahan basah juga mempengaruhi integritas habitat hilir melalui pengaruh rezim aliran, substrat benthik, dan kualitas air (Evenson *et al*, 2018).

Nilai jasa ekosistem lahan basah per hektar lahan menempati urutan pertama dari nilai ekosistem global. Oleh karena itu, lahan basah menjadi salah satu ekosistem yang paling penting dan produktif. Namun, pada beberapa abad yang lalu, alih-alih mementingkan lahan basah, manusia justru beranggapan bahwa lahan basah sebagai sarang nyamuk, pembawa penyakit, dan sumber kematian (Xu *et al*, 2019).

Akibat dari efek ganda dari aktivitas manusia dan faktor alam, penurunan luas lahan basah juga menyebabkan penurunan nilai jasa ekosistem lahan basah. Menurut penelitian terbaru dari Costanza *et al* (2014) nilai jasa ekosistem lahan basah rawa turun sebesar 9,9 triliun dollar per tahun dari tahun 1997 hingga 2011, yang setara dengan 1,4 kali PDB (Produk Domestik Bruto) China pada tahun 2011 (jika nilai tukarnya 6,5). Sehingga dapat disimpulkan bahwa degradasi lahan basah akan membawa kerugian ekonomi yang sangat besar (Xu *et al*, 2019).

#### **D. Metode Pengolahan Air Sederhana pada Lahan Basah**

Berdasarkan pada pengertian lahan basah menurut konvensi Ramsar, air gambut termasuk salah satu jenis air pada lahan basah yang membutuhkan pengolahan lebih lanjut sebelum dapat digunakan oleh masyarakat. Hal ini disebabkan karena karakteristik air gambut yang berwarna kuning kecoklatan dengan tingkat keasaman yang tinggi. Selain itu, air gambut juga memiliki

karakteristik berupa bau yang pekat akibat kandungan zat organik yang cukup tinggi (Febriani, dkk. 2018).

Salah satu solusi pengolahan air gambut adalah melalui teknologi sederhana dengan memanfaatkan bahan-bahan berupa kerikil, pasir silica, arang, ijuk, tanah liat, kapur gamping, tawas, kaporit dan beberapa bahan tambahan lainnya. Sistem teknologi sederhana ini terdiri dari rangkaian proses yang terdiri dari netralisasi, aerasi, koagulasi-flokulasi, sedimentasi dan filtrasi (Febriani, dkk. 2018).

1. **Proses netralisasi** merupakan proses untuk menormalkan pH air. Pada proses ini, air gambut diberikan tambahan alkali, dengan cara yang paling mudah dan murah yakni dengan menambahkan CaO (kapur tohor) atau  $\text{CaCO}_3$  (batu gamping).
2. **Proses oksidasi** merupakan proses yang dilakukan untuk menghilangkan kandungan zat besi atau mangan pada air gambut. Proses oksidasi dapat dilakukan melalui tiga macam cara, yakni: oksidasi dengan udara atau aerasi, oksidasi dengan chlorine (klorinasi), dan oksidasi dengan kalium permanganat.



3. **Proses koagulasi-flokulasi** merupakan tahapan yang penting karena memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap proses purifikasi air berikutnya. Proses koagulasi terdiri atas dua tahap, yakni koagulasi partikel-partikel kotoran menjadi flok-flok yang masih halus melalui pengadukan cepat. Tahap selanjutnya yaitu proses pertumbuhan flok agar menjadi besar dan stabil melalui pengadukan lambat.
4. **Proses pengendapan (sedimentasi)** berupa proses pengendapan partikel tanpa mengalami perubahan bentuk, ukuran, maupun kerapatan selama proses berlangsung.
5. **Proses penyaringan (filtrasi)** yakni tahapan untuk menghilangkan zat padat tersuspensi dalam air melalui media berpori.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aba L, dkk. 2017. Pengolahan air sumur gali dengan metode aerasi filtrasi menggunakan aerator gelembung dan saringan pasir cepat untuk menurunkan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn). *Jurnal Aplikasi Fisika*. 13(2): 38-47.
- Afiatun E, dkk. 2018. Strategi Optimasi pemanfaatan sumber air bantar awi sungai cikapung terhadap instalasi pengolahan air minum. *Journal of Community Based Environmental Engineering and Management*. 2(2): 51-60.
- Amin, M. (2016). Potensi, eksploitasi, dan konservasi lahan basah Indonesia berkelanjutan.
- Anggara, A. S. (2018). Aspek hukum pelestarian lahan basah pada situs Ramsar di Indonesia (studi terhadap implementasi konvensi Ramsar 1971 di Taman Nasional Tanjung Puting). *Mimbar Hukum-Fakultas Hukum Universitas Gadjah Mada*, 30(2), 246-261.
- Astuti AF, Sudarsono H. 2018. Analisis penanggulangan banjir sungai kanci. *Jurnal Konstruksi* 8(3): 163-170.
- Astuti IY. 2019. Pengaruh pertumbuhan ekonomi, tingkat inflasi, dan pertumbuhan penduduk terhadap tingkat pengangguran terbuka di Indonesia. *JEAM*. 18(1): 52-62.
- Badan Pusat Statistik. 2020. Statistik pertambangan bahan galian Indonesia. BPS RI: Jakarta.
- Batu JAJL, Febriani C. 2017. Analisis penentuan lokasi evakuasi bencana banjir dengan pemanfaatan sistem

- informasi geografis dan metode simple additive weighting. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)* 4(2) 127-135.
- Binilang YKTA, dkk. 2017. Pembangunanana sistem penyediaan air bersih di desa uuwan kecamatan dumoga barat kabupaten bolaang mongondow. *Jurnal Sipil Statistik*. 5(4): 225-235.
- BPS. 2018. Proyeksi penduduk indonesia 2015-2045: hasil supas 2015. Indonesia: Badan Pusat Statistik.
- Budiman AT dan Febrika SPP. 2020. Perancangan sistem pengolahan air limbah domestik di penauan kelurahan kubangsari cilegon. *Jurnal Jurnalis*. 3(2): 49-63.
- Dwiratna S, dkk. 2018. Pemberdayaan masyarakat dalam pengolahan air banjir menjadi air baku di daerah rawan banjir. *Jurnal Aplikasi Ipteks untuk Masyarakat*. 7(1): 75-79.
- Evenson, G. R., Golden, H. E., Lane, C. R., McLaughlin, D. L., & D'Amico, E. (2018). *Depressional wetlands affect watershed hydrological, biogeochemical, and ecological functions. Ecological Applications*, 28(4), 953-966.
- Fahrudin, M. S. (2018). Pengelolaan limbah pertambangan secara biologis: *biological management of mining waste (IND SUB)* (Vol. 1). Celebes Media Perkasa.
- Fatma F. 2018. Kombinasi saringan pasir lambat dalam penurunan kadar Fe (besi) air sumur gali masyarakat diwilayah kerja puskesmas lasi kabupaten agam. *Jurnal Menara Ilmu*. 12(7): 35-40.
- Febriani, Y., Saleh, A. R., & Brahmana, E. M. (2018). Pembuatan sitem pengolahan air gambut menjadi air bersih layak konsumsi menggunakan teknologi sederhana. In *Prosiding Seminar Nasional Teknopreneur Universitas Pasir Pengaraian* (pp. 627-635).

- Ginting AM. 2020. Dampak ekonomi dan kebijakan mitigasi risiko banjir di DKI Jakarta dan sekitarnya tahun 2020. *Kajian Singkat Terhadap Isu Aktual dan Strategis* 12(1): 19-24.
- Ginting MTS, Suparna W. 2018. Pajak pertambahan nilai terhadap penyerahan air bersih : dibebaskan atau tidak dipungut?. *Seminar Nasional I Universitas Pamulang* 1(1): i-vi.
- Hambali M, dkk. 2017. Pembuatan kitosan dan pemanfaatannya sebagai agen koagulasi – flokulasi. *Jurnal Teknik Kimia*. 2(23): 104-113.
- Hasiholan C, Primananda R, Amron K. 2018. Implementasi konsep internet of things pada sistem monitoring banjir menggunakan protocol MQTT. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer* 2(12): 6128-6135.
- Hendrakusumah E, dkk. 2017. Pengelolaan penjernihan air sederhana secara mandiri di level komunitas teori dan praktik. *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*. 5(1): 122-129.
- Hidayah, R. A., Sutoyo, H. D., Dzakiya, N., & Saputra, Y. A. (2020). Pengolahan air asam tambang di penambangan mineral logam kabupaten Pacitan Provinsi Jatim dengan metoda elektrokoagulasi. *Newton-Maxwell Journal of Physics*, 1(1), 13-18.
- Hidayati D. 2016. Memudarnya nilai kearifan lokal masyarakat dalam pengelolaan sumber daya air. *Jurnal Kependudukan Indonesia* 11(1): 39-48.
- Hilmy M dan Hery P. 2020. Penjernihan air bersih dengan filter alami dan aerasi di teluk bakung, sungai ambawang, kubu raya. *Jurnal Pengabdian Untukmu negeri RI*. 4(1): 1-5.

- Hu, S., Niu, Z., Chen, Y., Li, L., & Zhang, H. (2017). *Global wetlands: Potential distribution, wetland loss, and status*. *Science of the Total Environment*, 586, 319-327.
- Husnah. 2017. Pengaruh proses koagulasi dengan koagulan PAC dan sodium alginate pada hasil filtrasi air sungai musi. *Jurnal Redoks Teknik Kimia*. 2(1): 12-21.
- Indriatmoko RH dan Afifuddin. 2020. Desain Kapasitas Ruang Penampung Air Hujan Dengan Satuan Luas Penangkap Air Hujan 100 M2 Dan Sumur Resapan Di Jakarta. *Jurnal Air Indonesia*. 12(2).
- Iswardoyo, J. (2019). Potensi pengembangan industri pertambangan berwawasan lingkungan studi kasus: Sungai Unda, Bali, Indonesia. *Prosiding SENIATI*, 1-6.
- Jeswiet, J. *et al.* (2015) '*Energy use in premanufacture (Mining)*', *Procedia CIRP*. Elsevier B.V., 29, pp. 816–821. doi: 10.1016/j.procir.2015.01.071.
- Junianto dan Atik W. 2017. Analisa kebutuhan air bersih kota batam pada tahun 2025. *Jurnal Program Studi Teknik Sipil*. 6(2).
- Kartika K, Yaslina, Agustin, M. F. 2018. Hubungan pengetahuan perawat, kemamouan kebijakan RS. fase respon bencana IGD RS. Yarsi Bukittinggi. *Prosiding Seminar Kesehatan Perintis* 1(1): 1-6.
- Khambali, I. (2017). *Manajemen penanggulangan bencana*. Yogyakarta: ANDI
- Khasanah N, Nurrahima A, 2019. Upaya pemeriharaan kesehatan pada korban banjir ROB. Universitas Diponegoro.
- Lindawati, Wasludin. 2017. Hubungan pengetahuan dan sikap tentang bencana banjir terhadap kesiapsiagaan dalam kesehatan pada masyarakat RW 05 RT 03

- Kelurahan Gondrong kota tangerang. *Jurnal Medikes* 4(2): 195-202.
- Lintang E, Firdaus, Ida N. 2017. Sistem monitoring kualitas air pada kolam ikan berbasis wireless sensor network menggunakan komunikasi zigbee. *Prosiding SNATIF* 1(1): 145-152.
- Listyalina L dan Ikhwan M. 2019. Ekstraksi fitur parkir daerah potensi banjir di indonesia berbasis pengolahan citra. *Jurnal Pendekatan Multidisiplin Ilmu dalam Manajemen Bencana*. 1(1): 1-10.
- Liu, W., Guo, Z., Jiang, B., Lu, F., Wang, H., Wang, D., ... & Cui, L. (2020). *Improving wetland ecosystem health in China*. *Ecological Indicators*, 113, 106184.
- Manurung M, dkk. 2017. Analisis kualitas air sumur bor di pontianak setelah proses penjernihan dengan metode aerasi, sedimentasi dan filtrasi. *Jurnal Prisma Fisika*. 5(1); 45-50.
- Marlina A dan Reni A. 2020. Kebutuhan air dan jaringan air bersih desa napal kabupaten musi Banyuasin. *Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekaya Sipil*. 8(1): 48-58.
- Mashadi A, dkk. 2018. Peningkatan kualitas pH, Fe dan kekeruhan dari air sumur gali dengan metode filtrasi. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil* 1(1): 105-113.
- Maulidah F. 2020. Proyeksi penduduk dan bonus demografi kota surabaya tahun 2020-2045 dengan menerapkan aplikasi spectrum. *Jurnal Penelitian Kesehatan*. 18(1): 25-32.
- Montolalu, T. A. S. (2017). Kewenangan pemerintah daerah dalam pengelolaan pertambangan bahan galian c menurut Undang-Undang nomor 23 tahun 2014. *Lex Privatum*, 5(9).

- Munandar, A.Wardaningsih, S. 2018. Kesiapsiagaan perawat dalam penatalaksanaan aspek psikologis akibat bencana alam. *Jurnal Keperawatan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*, 9(2): 72-82.
- Muzakky A. dkk. 2018. Perancangan sistem deteksi banjir berbasis IoT. *CIASTECH*. Universitas Widyagana Malang.
- Nasihah M, dkk. 2020. Pendidikan dan pelatihan penjernihan air waduk gumining menggunakan metode koagulasi, flokulasi dan filtrasi di desa guminingerjo kecamatan tikung kabupaten lamongan. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*. 3(1): 26-36.
- Novia AA, dkk. 2019. Alat pengolahan air baku sederhana dengan sistem filtrasi. *Jurnal Widyakala* 6(1): 12-20.
- Noviandini CN, Erwanto Z. 2020. Penelusuran banjir di sungai badeng banyuwangi menggunakan metode muskingum. *Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif* 6(1): 650-657.
- Nugraha, F. A., Kirmi, H., & Haryanto, B. (2020). Analisis pengolahan air asam tambang pada media tandan sawit dan kompos dengan sistem *anaerobic wetland* aliran bawah permukaan di PT. Berau Coal. *SPECTA Journal of Technology*, 4(2), 13-22.
- Nurdiawan O, Putri H. 2018. Pemetaan daerah rawan banjir berbasis sistem informasi geografis dalam upaya mengoptimalkan langkah antisipasi bencana. *INFOTEGI JOURNAL* 4(7): 1-9.
- Nurkholipah NS, dkk. 2017. Perbandingan proyeksi penduduk jawa barat menggunakan model malthus dan verhulst dengan variasi interval pengambilan

- sampel. Prosiding Seminar Nasional Integrasi Matematika dan Nilai Islami. 1(1): 195-202.
- Pandu YK. 2020. Prediksi penduduk kabupaten alor dengan menggunakan model pertumbuhan logistik pada beberapa tahun mendatang. *Jurnal Kependidikan Matematika*. 2(1): 71-81.
- Prihatini, N. S., & Iman, M. S. (2015). Pengolahan air asam tambang menggunakan sistem lahan basah buatan: penyisihan mangan (Mn). *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 1(1).
- Purwani, A. Fridani L, Fahrorrozi. 2019. Pengembangan media grafis untuk meningkatkan siaga bencana. *Jurnal Pendidikan Usia Dini* 3(1): 55-67.
- Putro B, dkk. 2019. Prediksi jumlah kebutuhan pemakaian air menggunakan metode *exponential smoothing*. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer* 2(11): 4679-4686.
- Rahayu WE, dkk. 2017. Pengaruh karakteristik sub-das ganggang terhadap banjir di desa ngulanan kecamatan dandek kabupaten bojonegoro. *Jurnal Bangunan* 22(2): 41-50.
- Reis, V., Hermoso, V., Hamilton, S. K., Ward, D., Fluet-Chouinard, E., Lehner, B., & Linke, S. (2017). *A global assessment of inland wetland conservation status*. *Bioscience*, 67(6), 523-533.
- Rohman F dan Muhammad MI. 2019. Analisa dan evaluasi rancang bangun insinerator sederhana dalam mengelola sampah rumah tangga. *Jurnal Mesin Nusantara*. 2(1): 52-60.
- Rimantho D. 2019. Analisis risiko potensi kegagalan proses penjernihan air limbah industri farmasi dengan pendekatan metode AHP. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*. 18(1): 79-86.



- Rissamasu, F., Darma, R., & Tuwo, A. (2011). Pengelolaan penambangan bahan galian golongan c di kabupaten merauke. *Jurnal Pendidikan*.
- Rizqillah, A. F. 2018. *Disaster preparedness: survey study* pada mahasiswa keperawatan Universitas Harapan Bangsa Purwokerto. *Jurnal Ilmu-ilmu kesehatan* (16) 3: 114-119.
- Romdania Y, dkk. 2018. Kajian penggunaan metode ip, storet, dan ccme wqi dalam menentukan status kualitas air. *Jurnal Spatial* 18(1): 1-13.
- Said, N. I. (2014). Teknologi Pengolahan Air Asam Tambang Batubara “Alternatif Pemilihan Teknologi”. *Jurnal Air Indonesia*, 7(2).
- Said, N. I., & Yudo, S. (2021). Status kualitas air di kolam bekas tambang batubara di Tambang Satui, Kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Selatan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 22(1), 048-057.
- Sari FR. 2018. Analisis pengaruh remitansi terhadap jumlah penduduk miskin di Indonesia. *Jurnal Forum Ekonomi*. 20(1): 19-24.
- Sarikusmayadi AA. 2015. Teknologi pengolahan air untuk kondisi darurat. *Jurnal Research Gate*. 1(1): 1-10.
- Setiawati I, dkk. 2020. Gambaran pengetahuan dan sikap perawat tentang kesiapsiagaan pelayanan kesehatan dalam menghadapi bencana banjir. *Jurnal Ners Indonesia* 10(2): 159-169.
- Silitonga FS, dkk. 2020. Desain alat pengolahan air sadah di Desa Berakit. *Jurnal Abdimas* 2(1): 1-11.
- Sinaga NS. 2015. Peran petugas kesehatan dalam manajemen penanganan bencana alam. *Jurnal ilmiah “INTEGRITAS”* 1(1): 1-7.

- Solihin D, dkk. 2020. Pemanfaatan botol bekas sebagai penyaring air bersih sederhana bagi warga Desa Cicalengka Kecamatan Pagedangan Kabupaten Tangerang. *Dedikasi PKM Prodi Manajemen Universitas Pamulang* 1(1): 98-102.
- Sunarsih E, dkk. 2018. Analisis paparan kadmium, besi, dan mangan pada air terhadap gangguan kulit pada masyarakat desa ibul besar Kecamatan Indralaya Selatan Kabupaten Ogan Ilir. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia* 17(2): 68-73.
- Suriadi, Husaini, Lenie M. 2016. Hubungan Hygiene Sanitasi dengan Kualitas Bakteriologis Depot Air Minum (DAM) di Kabupaten Balangan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia* 15(1): 28-35.
- Tanudjaja AFML, dkk. 2017. Perencanaan sistem penyediaan air bersih di desa soyowan kecamatan ratatotok kabupaten minahasa tenggara. *Jurnal Sipil Statik*. 5(1): 31-40.
- Tarigan AR, dkk. 2019. Eksperimental adsorpsi dan absorpsi air permukaan menggunakan komposit hibrida batu basalt/ moringa oleifera/ tepung lengket. *Jurnal Energi dan Manufaktur*. 12(1): 22-26.
- Triono NO. 2018. Akses air bersih pada masyarakat kota surabaya serta dampak buruknya akses air bersih terhadap produktivitas masyarakat Kota Surabaya. *Jurnal Ilmu Ekonomi Terapan* 03(2): 93-106.
- Waas RH, dkk. 2019. Teknik pengelolaan sarana dan prasarana air bersih di RT 005/RW001 kelurahan batu gajah ambon. *Jurnal pengabdian masyarakat iron*. 2(2): 148-157.

- Wahyudi H, dkk. 2018. Grey water dan air banjir layak pakai sebagai upaya pemenuhan kebutuhan air bersih. *Prosiding PKM-CSR*. 1(1): 375-385.
- Widiyanti NLPM. 2017. Parameter fisik dan jumlah perkiraan terdekat coliform air danau buyan Desa Pancasari Kecamatan Sukasada Buleleng. *Jurnal Sains & Teknologi* 6(1):178-188.
- Widya, Y., Suhartono & Budiyanto. 2018. Resiliensi masyarakat dalam menghadapi banjir rob di kelurahan bandarharjo kota semarang (Studi Kasus Aspek Lingkungan dan Kesehatan). *Review Literatur: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(1): 696-702.
- Wina, A., Ernawati, R., Cahyadi, T. A., Waterman, S. B., & Amri, N. A. (2020). Penerapan metode *constructed wetland* dalam upaya pengelolaan limbah air asam tambang pada penambangan batubara, berdasarkan *literatur review*. *ReTII*, 201-207.
- Wurjandari, R., Agustino, L., & Amirudin, S. (2020). Implementasi penyelenggaraan rekomendasi teknis bidang pertambangan mineral dan batubara pasca terbitnya undang-undang nomor 23 tahun 2014 di provinsi Banten tahun 2016. *JIPAGS (Journal of Indonesian Public Administration and Governance Studies)*, 3(1).
- Xu, T., Weng, B., Yan, D., Wang, K., Li, X., Bi, W., ... & Liu, Y. (2019). *Wetlands of international importance: status, threats, and future protection. International journal of environmental research and public health*, 16(10), 1818.
- Yohana C, dkk. Penerapan pembuatan teknik lubang biopori resapan sebagai upaya pengendali banjir. *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat Madani* 1(2): 296-308.

Zamzami, Azmeri, Syamsidik. 2018. Sistem jaringan distribusi air bersih PDAM Tirta Tawar Kabupaten Aceh Tengah. Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan (JARSP) 1(1): 132-141.

## RIWAYAT PENULIS



**Lenie Marlinae**, lahir di Manusup, 12 April 1977. Pendidikan terakhir lulusan Pasca sarjana Kesehatan Masyarakat-UNAIR lulus tahun 2002, dan sekarang menjadi pengajar tetap di Prodi S1 dan S2 Kesehatan Masyarakat Fakultas Kedokteran UNLAM Kalimantan Selatan. Pengalaman penelitian pengabdian di bidang Kesling, Gizi dan AKK. Penelitian bidang kesling terkait pengolahan air bersih di lahan basah, penelitian di bidang Gizi terkait stunting, BBLR dan pembuatan program 1000 Hari Pertama Kehidupan dalam upaya menanggulangi masalah stunting. Penelitian AKK terkait program manajemen rumah tinggal untuk penderita TB dan penderita stunting. Sekarang penulis menjabat sebagai dosen pengajar di program studi S1 Kesehatan Masyarakat dan program studi S2 IKM Fakultas Kedokteran Universitas Lambung Mangkurat. Selain itu penulis juga menjabat sebagai lektor kepala pada Fakultas Kedokteran di Universitas Lambung Mangkurat. Penulis juga aktif melakukan penelitian di bidang Kesmas melalui hibah penelitian DIKTI, Litbangkes dan aktif dalam kegiatan RISKESDAS. Penulis juga aktif menghasilkan

karya publikasi ilmiah di berbagai jurnal internasional dan nasional. Penulis merupakan anggota aktif dari organisasi profesi AIPTKMI Pusat dan IAKMI KalSel, PERMI, Perhimpunan Ahli Kesehatan Lingkungan Indonesia.



**Danang Biyatmoko**, lahir di Madiun, Jawa Timur pada tanggal 7 Mei 1968 sebagai anak ke 4 dari 5 bersaudara. Penulis menyelesaikan pendidikan SD, SMP dan SMA di Kab. Bondowoso Jawa Timur. Pendidikan Si ditempuh di Fakultas Peternakan IPB Bogor (1991), S2 (1997) dan S3 (2002) di Prodi Hm Temak Pascasarjana IPB Bogor. Pernah bekerja sebagai Supervisor pada Breeding Farm Bromo PT Anputraco,Ltd Surabaya (1991-1992), dan sebagai Technical Service (TS) di PT Japfa Comfeed Indonesia, Cirebon Jawa Barat (1992-1998). Sejak tahun 1993 penulis bekerja sebagai dosen di Prodi Peternakan Faperta ULM Banjarmasin. Pengalaman profesional antara lain sebagai konsultan Kegiatan RRM (Perbibitan ayam buras) SPL OECF Jepang (1999-2000), Tenaga Ahli (TA) program IASTP (*Indonesian Specialist Training Project*) Australia, konsultan itik Dinas Peternakan Prov. KalSel (2016), Tenaga Ahli Badan Ketahanan Provinsi (BKP) Kalimantan Selatan (2011 -

2015 dan 2017).

Berbagai jabatan pernah diemban oleh penulis, yaitu sebagai Kabid Akademik 52 Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan ULM (2011-2015), Wadep I Bidang Akademik Fakultas Pertanian ULM (2015 - 2016/PAW) dan (2016-2020), Kepala Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) ULM (2019 - sekarang). Mata kuliah yang diampu pada program S1 antara lain IPT Itik Alabio, Produksi Temak Unggas, Teknologi Penetasan Telur, sedangkan pada program Pasacasarjana (52,53), antara lain Fisiologi Hewan (S2 Pendidikan Biologi ULM), Kebijakan Lingkungan dan Pembangunan Lahan Basah, Pengelolaan Limbah dan Bioremediasi Lahan Tercemar (S2 PSDAL ULM), Metode Penelitian Non Parametrik (S2 Ilmu Komunikasi UNISKA MAB), Produksi temak Tropis (S2 Peternakan UNISKA MAB), Metodologi Penelitian (S3 Ilmu Pertanian ULM), Selain mengampu matakuliah, penulis aktif membimbing skripsi, thesis, dan disertasi.

Penulis aktif menulis dimana sudah menerbitkan 5 buku teks dan 1 buku ajar, serta mendapatkan 2 granted Paten dan 3 hak cipta. Penulis juga aktif mengikuti kegiatan ilmiah dan meraih penyaji terbaik I Bidang pengabdian masyarakat dari DRPM Dikti/Kemendikbud tahun 2007, dan sebagai penyaji terbaik I bidang penelitian DRPM Dikti/Kemendikbud tahun 2014.



**Chairul Irawan,** Lahir

Samarinda pada tanggal 4 April 1975 Penulis menyelesaikan pendidikan S1 di Institut Teknologi Nasional Malang Bidang Ilmu Teknik Kimia (1997), S2 di Institut Teknologi Sepuluh Npember Surabaya

Bidang Ilmu Teknik Kimia (2001), dan S3 di National Taiwan Universty of Science and Technology Bidang Ilmu Chemical Engineering (2011), Penulis aktif sebagai dosen di Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat, Mata kuliah yang di ampu Teknologi Sumber Daya Alam Lahan Basah, Kinetika dan Katalisis, Reaktor Kimia, Perancangan Alat Proses, Pengolahan Air dan Limbah Industri, Selain itu, penulis aktif sebagai tim penyusun produk bahan ajar/modul kegiatan, kegiatan- kegiatan penelitian dan pengabdian masyarakat, tim penulis jurnal nasional dan Internasional, penulisan makalah dan poster, hhususnya yang terkait dengan Teknik Kimiaserta mendapatkan 4 hak cipta.





**Husaini**, lahir di Tanjung-Tabalong, 16 Juni 1966 dari enam saudara. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 di Universitas Hasanuddin Makassar Bidang Ilmu Kesehatan Lingkungan/Kesehatan kerja (1995), S2 di Universitas Airlangga Surabaya Bidang Ilmu Kesehatan Kerja (2000), dan S3 di Universitas Gadjah Mada Yogyakarta Bidang Ilmu Kesehatan Kerja (2000), dan sekarang menjadi pengajar tetap di Prodi S1 dan S2 Kesehatan Masyarakat Fakultas Kedokteran Universitas Lambung Mangkurat Provinsi Kalimantan Selatan, juga aktif mengajar di beberapa Perguruan Tinggi Swasta. Dikukuhkan menjadi Guru Besar dalam bidang Ilmu Kesehatan Masyarakat oleh rektor Universitas Lambung Mangkurat pada tanggal 18 Agustus 2017 di Banjarmasin.



**Eko Suhartono**, adalah dosen di Departemen Biokimia dan Biomolekuler Fakultas Kedokteran ULM sejak Agustus 1993. Penulis dilahirkan di Surabaya pada tanggal 7 September 1968 dan menamatkan kuliah di Jurusan Kimia FMIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tanggal 7 September 1991. Kemudian Februari 1999, tamat dari Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada Yogyakarta jurusan S2 Kimia dengan bidang minat Kimia Fisika. Pada tahun 2004, meraih predikat dosen berprestasi tingkat ULM. Selanjutnya, pada tahun 2015 menyelesaikan Program Doktor di Universitas Brawijaya Malang dan dinyatakan sebagai lulusan terbaik dengan predikat Cumlaude.

Matakuliah yang diampu pada program S1 antara lain Kimia, Biokimia, Toksikologi Lingkungan dan Industri, serta Metodologi Penelitian, sedangkan pada program magister S2, antara lain Biostatistik, Toksikologi Industri dan Lingkungan, Pencemaran Lingkungan, dan lain-lain. Selain mengampu matakuliah, penulis aktif membimbing skripsi, thesis, dan disertasi.

Penulis aktif meneliti, menulis buku serta publikasi pada jurnal nasional terakreditasi dan internasional bereputasi. Hingga saat ini, penulis telah menerbitkan 7 buku referensi, publikasi 55 artikel pada jurnal terindeks scopus/WoS dengan H index 6, sedangkan pada Google Scholar tercatat 221 artikel dengan H index 17. Selain itu, penulis juga memiliki 6

HAKI, yakni 5 hak cipta dan 1 paten. Penulis pernah menjadi dosen tamu di Shangji University Korea Selatan pada tahun 2008, di Unsyiah Aceh pada tahun 2018, dan di UPR Palangkaraya 2017-sekarang. Penulis juga aktif mengikuti kegiatan ilmiah di berbagai negara di Asia Tenggara, Korea, Jepang, Dubai, Kanada, dan Belanda.

Dari aspek manajemen, penulis pernah menjabat sebagai Kalab Kimia-Biokimia FK-ULM (1999-2004), Pembantu Dekan Bidang Kemahasiswaan FK-ULM (2004-2012); Ketua Tim Evaluasi Kinerja Akademik Dikti (2016-sekarang); Ketua Pengelola Jurnal dan HAKI FK-ULM (2016-sekarang); Ketua Lemdik Telkom School Banjarbaru (2019-sekarang). Selain itu, penulis juga pernah menjadi Manajer Quality Control PT. Maspion Tevlon Surabaya (1992-1993); Manajer Laboratorium PT. Bumi Kencana Mitra Surabaya (1997-1998); Ketua Penyusunan Studi Kelayakan RSUD Pelita Insani Martapura (2010-2011); Wakil Direktur RSIA Mutiara Bunda (2010-2016), Ketua Pengelola Jurnal Fakultas Kedokteran AIPKI wilayah 4 (2017-sekarang)



**Syamsul Arifin**, Lahir di Daha Utara 18 Februari 1975. Tahun 1993 memulai pendidikan dokter di Fakultas Kedokteran ULM dan mendapatkan gelar dokter tahun 2000. Tahun 2006 melanjutkan pendidikan Pasca Sarjana manajemen Pendidikan ULM dan mendapatkan gelar Magister pendidikan tahun 2008. Pada tahun 2011

oleh Kolegium Dokter Indonesia mendapatkan sertifikasi sebagai Dokter Layanan Primer (DLP). Pada tahun 2018 mendapatkan gelar Doktor ilmu Kesehatan pada Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga. Bulan Juli 2020 dikukuhkan sebagai Guru Besar Bidang Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Kedokteran ULM. Pengalaman Pekerjaan pada tahun 2001, menjabat sebagai Kepala Puskesmas Pasungkan. Tahun 2002 menjabat sebagai Kepala Puskesmas Rawat Inap Negara. Sejak tahun 2003 menjadi staff pengajar Fakultas Kedokteran Universitas Lambung Mangkurat. khususnya pada bagian Ilmu Kesehatan Masyarakat. Tahun 2009-2012 dipercaya sebagai Ketua Program Studi ilmu Keperawatan FK ULM,. Tahun 2012-2016 dipercaya sebagai Pembantu Dekan II FK ULM.Tahun 2014-2015 dipercaya juga dipercaya sebagai Ketua Program Studi Magister Ilmu Kesehatan Masyarakat FK ULM. Tahun 2018 sampai sekarang dipercaya sebagai Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Palangka Raya. Tidak hanya di institusi pendidikan juga aktif di organisasi koalisi Kependudukan Kalimantan Selatan sebagai ketua Seksi Kesehatan sejak 2012.



**Agung Biworo**, lahir di Sleman 08 Agustus 1966, Penulis menyelesaikan pendidikan S1 di Universitas Gadjah Mada Yogyakarta Bidang Ilmu Kedokteran Umum (1995) dan S2 di Universitas Gadjah Mada Yogyakarta Bidang Ilmu Farmakologi (2000), Penulis aktif sebagai dosen di Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Lambung Mangkurat dengan Mata Kuliah yang di ampu Farmakologi Dan Terapi, Dasar-Dasar Kesehatan Kerja, Ergonomi Dan Faal Kerja, Farmakologi Keperawatan. Selain itu, Penulis aktif sebagai tim penyusun produk bahan ajar/modul kegiatan, kegiatan- kegiatan penelitian dan pengabdian masyarakat, tim penulis jurnal nasional dan Internasional, penulisan makalah dan poster, hhususnya yang terkait dengan ilmu Pendidikan Dokter.



**Tien Jubaidah,** lahir di banjarbaru 04 November 1975. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga (2003), S2 Kesehatan lingkungan Universitas Airlangga (2011), S3 Teknik Lingkungan Institut Sepuluh Nopember (2019) Penulis aktif sebagai dosen di Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Banjarmasin, penulis aktif sebagai tim penyusun produk bahan ajar/modul kegiatan, kegiatan- kegiatan penelitian dan pengabdian masyarakat, tim penulis jurnal nasional dan Internasional, penulisan makalah dan poster, hhususnya yang terkait dengan Kesehatan Lingkungan.



**Rizmi Yunita, lahir di Banjarmasin, 5**

Juni 1965 Penulis menyelesaikan pendidikan S1 di Universitas Lambung Mangkurat Bidang Ilmu Manajemen Sumberdaya Perairan (1989), S2 FMIPA ITB-Bandung Bidang Ilmu

Ekologi / Biologi (1998), S3 Fakultas Pertanian UB - Malang Bidang Ilmu Pengelolaan Sumber Daya Air dan Lingkungan Penulis aktif sebagai dosen di Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Lambung Mangkurat dengan Mata Kuliah yang di ampu Iktiologi, Avertebrata Air, Biologi Perikanan, Metode Ilmiah, Dinamika Populasi Ikan, Tumbuhan Air, Ekotoksikologi Perairan, Manajemen Ekosistem Waduk (pilihan), Manajemen Ekosistem Perairan Buatan. Selain itu, Penulis aktif sebagai tim penyusun produk bahan ajar/modul kegiatan, kegiatan- kegiatan penelitian dan pengabdian masyarakat, tim penulis jurnal nasional dan Internasional, penulisan makalah dan poster, hhususnya yang terkait dengan ilmu Manajemen Sumberdaya Perairan.



**Laily Khairiyati**, lahir di Banjarmasin, 25 Maret 1984. Pendidikan terakhir lulusan Pasca sarjana Ilmu Kesehatan Masyarakat- UGM lulus tahun 2012, dan sekarang menjadi pengajar tetap di Prodi S1 Kesehatan Masyarakat Fakultas Kedokteran ULM Kalimantan Selatan. Saat ini, selain sebagai staf pengajar di Program Studi Kesehatan Masyarakat (PSKM) FK ULM dibawah departemen Kesehatan Lingkungan, juga dipercaya sebagai Sekertariprogram Studi. Pengalaman penelitian pengabdian di bidang Kesling, Gizi dan AKK. Penelitian bidang kesling terkait pengolahan air bersih di lahan basah, penelitian di bidang Gizi terkait stunting, BBLR dan pembuatan program 1000 Hari Pertama Kehidupan dalam upaya menanggulangi masalah stunting.



**Agung Waskito**, Lahir di Rantau 12 Agustus 1990. Pada tahun 2008, memulai pendidikan Sarjana di Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat (ULM) dan mendapatkan gelar Sarjana Teknik (ST) pada tahun



2013. Pada tahun 2014 melanjutkan pendidikan pada Program Studi Magister Teknik Lingkungan Institut Teknologi Bandung dan mendapatkan gelar Magister Teknik (MT) pada tahun 2017. Saat ini, selain sebagai staf pengajar di Program Studi Kesehatan Masyarakat (PSKM) FK ULM dibawah departemen Kesehatan Lingkungan, juga dipercaya sebagai Sekretaris Unit Pelaksana Konseling dan Bimbingan Karir, anggota Unit Pelaksana Kemahasiswaan dan Kerjasama, anggota Unit Pelaksana Teknologi Informasi dan Komunikasi serta menjadi anggota Unit Pelaksana Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia (JPKMI) di Program Studi Kesehatan Masyarakat (PSKM) FK ULM. Selain itu, Ia aktif sebagai tim penyusun produk bahan ajar/modul kegiatan, kegiatan-kegiatan penelitian dan pengabdian masyarakat, tim penulis jurnal nasional, penulisan makalah dan poster, hhususnya yang terkait dengan kesehatan Lingkungan.



**Anugrah Nur Rahmat**, Lahir di Banjarmasin 8 November 1994. Penulis menyelesaikan pendidikan Diploma 3 (D3) di Program Studi Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Banjarmasin dan mendapatkan gelar Ahli Madya

Kesehatan Lingkungan (AMKL) tahun 2014, S1 di Program Studi Kesehatan Masyarakat Fakultas Kedokteran Universitas Lambung Mangkurat dan mendapatkan gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat (SKM) tahun 2019, dan Melanjutkan S2 di Program Studi Magister Ilmu kesehatan Masyarakat Fakultas Kedokteran Universitas Lambung Mangkurat. Saat ini, selain sebagai staf pengajar di Program Studi Kesehatan Masyarakat (PSKM) FK ULM dibawah departemen Kesehatan Lingkungan, Penulis di percaya sebagai Analis Laboratorium Terpadu Kesehatan Masyarakat, Sekretaris Unit ICT di Program Studi Kesehatan Masyarakat, Anggota Unit Pelaksana Jurnal Publikasi Kesehatan Masyarakat Indonesia (JPKMI), Anggota Unit Pelaksana Konseling dan Bimbingan Karir Fakultas Kedokteran Universitas Lambung Mangkurat, Penulis juga aktif di organisasi Ikatan Ahli Kesehatan Masyarakat Indonesia (IAKMI), serta Himpunan Ahli Kesehatan Lingkungan Indonesia (HAKLI). Penulis Aktif sebagai tim penyusun produk bahan ajar/modul kegiatan, kegiatan-kegiatan penelitian dan pengabdian masyarakat, tim penulis jurnal nasional dan Internasional, penulis makalah dan poster, khususnya yang terkait dengan Kesehatan Lingkungan.



**Sherly Theana**, lahir di Kertak Hanyar, 21 Desember 1996. Pada tahun 2015 memulai pendidikan sarjana pada Program Studi Kesehatan Masyarakat Fakultas Kedokteran Universitas Lambung Mangkurat (PSKM FK ULM) dengan memilih peminatan Administrasi Kebijakan Kesehatan (AKK) sebagai spesifikasi peminatan, kemudian lulus pada tahun 2021. Selama menyelesaikan masa studi, ia aktif berorganisasi dalam Forum Studi Ilmiah Mahasiswa (FSIM) FK ULM, berprestasi dalam bidang ilmiah seperti usulan PKM Gagasan Tertulis didanai Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi pada 2018 dan menjadi Oral Presentator Pekan Ilmiah Mahasiswa Nasional (PIMNAS) ke-30, Universitas Muslim Indonesia pada tahun 2017.



**Taufik** lahir di Rantau Kujang 2 November 1999. Pada tahun 2017. Memulai Pendidikan Sarjana di Program Studi Kesehatan Masyarakat Fakultas Kedokteran Universitas Lambung Mangkurat (ULM) hingga sekarang, memilih peminatan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) sebagai spesifikasi dari jurusan yang diminati. Selain sebagai seorang mahasiswa PSKM FK ULM, ia juga pernah aktif di organisasi internal kampus, yaitu menjadi Anggota ICT HIMA KESMAS FK ULM 2018-2019, Koordinator ICT HIMA KESMAS FK ULM periode 2019-2020 serta pernah menjadi Anggota *Medical Football Club* (MFC) FK ULM periode 2019-2020.



**Andre Yusufa Febriandy** lahir di Sampit, 04 Februari 1999. Pada tahun 2017 memulai Pendidikan Sarjana di Program Studi Kesehatan Masyarakat Fakultas Kedokteran Universitas Lambung Mangkurat (ULM), memilih peminatan Administrasi Kebijakan Kesehatan (AKK) sebagai spesifikasi dari jurusan yang diminati dan lulus pada tahun 2021. Selama menjadi seorang mahasiswa PSKM FK ULM, ia pernah aktif di organisasi internal kampus, yaitu menjadi Anggota

Divisi Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa dan Organisasi (PSDMO) HIMA KESMAS FK ULM 2018-2019, Bendahara 2 HIMA KESMAS FK ULM periode 2019-2020 serta pernah menjadi Anggota Kelompok Studi Islam (KSI) Asy-Syifa FK ULM periode 2018-2020.



**M Gilmani** lahir di Banjarmasin, 22 Oktober 1998. Pada tahun 2017 memulai Pendidikan Sarjana di Program Studi Kesehatan Masyarakat Fakultas Kedokteran Universitas Lambung Mangkurat (ULM), memilih peminatan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Selama menjadi seorang mahasiswa PSKM FK ULM, ia pernah aktif di organisasi internal kampus, yaitu menjadi Anggota Divisi Pengabdian Masyarakat HIMA KESMAS FK ULM 2018-2019, wakil Ketua HIMA KESMAS FK ULM periode 2019-2020.



**Winda Saukina Syarifatul Jannah** lahir di Blitar, 19 September 1999. Pada tahun 2017 memulai Pendidikan Sarjana di Program Studi Kesehatan Masyarakat Fakultas Kedokteran Universitas Lambung Mangkurat (ULM), memilih peminatan Administrasi Kebijakan Kesehatan (AKK) sebagai spesifikasi dari jurusan yang diminati dan lulus pada tahun 2021. Selama menjadi seorang mahasiswa PSKM FK ULM, ia pernah aktif di organisasi internal kampus, yaitu menjadi Anggota Divisi Kewirausahaan (KWU) HIMA KESMAS FK ULM 2018-2019, Bendahara 1 HIMA KESMAS FK ULM periode 2019-2020 serta pernah menjadi Anggota Forum Studi Ilmiah Mahasiswa (FSIM) FK ULM periode 2019-2020.



**Ammara Ulfa Azizah** lahir di Balikpapan, 10 Juli 2000. Pada tahun 2018, memulai pendidikan Sarjana di Program Studi Kesehatan Masyarakat Fakultas Kedokteran Universitas Lambung Mangkurat (ULM) hingga sekarang, memilih peminatan Administrasi dan Kebijakan Kesehatan (AKK) sebagai spesifikasi dari jurusan yang digelutinya. Selain sebagai seorang mahasiswa PSKM FK ULM, ia juga

pernah aktif di organisasi internal kampus, yaitu menjadi Koordinator Divisi Penelitian & Pengabdian Masyarakat di Himpunan Mahasiswa Kesehatan Masyarakat.



**Raudatul Jinan** lahir di Kandangan 27 September 2000. Pada tahun 2018 memulai pendidikan Sarjana di Program Studi Kesehatan Masyarakat Fakultas Kedokteran Universitas Lambung Mangkurat (ULM) hingga sekarang, memilih peminatan Administrasi Kebijakan Kesehatan (AKK) sebagai spesialisasi dari jurusan yang digelut. Selain sebagai mahasiswa PSKM FK ULM, ia juga aktif di organisasi internal kampus, yaitu menjadi Koordinator Divisi Media Information di *Medical International Society* FK ULM periode 2020-2021 dan anggota di Divisi *Information, Communication and Technologies* di Himpunan Mahasiswa PSKM FK ULM periode 2020-2021.