

Editor:

Asriwiyanti Desiani, Rosida Tiurma Manurung

Buku ini membahas bagaimana vegetasi akuatik berperan dalam menyediakan habitat bagi kehidupan akuatik lainnya, menyediakan makanan, serta memengaruhi kualitas air dan ketersediaan nutrisi. Kajian hidraulik vegetasi akuatik memiliki implikasi yang penting dalam pengelolaan ekosistem perairan dan pesisir, konservasi sumber daya alam, dan mitigasi dampak perubahan iklim terhadap ekosistem perairan. Selain itu, pemahaman yang lebih baik tentang interaksi antara vegetasi akuatik dan faktor-faktor hidraulik dapat digunakan dalam perencanaan dan desain ekosistem buatan, seperti hutan bakau buatan, restorasi ekosistem perairan, dan manajemen sungai.

# Karakteristik Hidraulik Vegetasi Akuatik pada Aliran Rendah

Robby Yussac Tallar

Karakteristik Hidraulik Vegetasi Akuatik pada Aliran Rendah

**Robby Yussac Tallar**

**Karakteristik  
Hidraulis Vegetasi Akuatik  
pada Aliran Rendah**



# **Karakteristik Hidraulis Vegetasi Akuatik pada Aliran Rendah**

## **Penulis**

Robby Yussac Tallar

## **Tata Letak**

Anisa Hidayati

## **Desain Sampul**

Marista Indy

14 x 20 cm, x + 59 hlm.

Cetakan pertama, Januari 2024

**ISBN:978-623-466-399-0**

Diterbitkan oleh:

## **ZAHIR PUBLISHING**

Kadisoka RT. 05 RW. 02, Purwomartani,

Kalasan, Sleman, Yogyakarta 55571

e-mail : zahirpublishing@gmail.com

Anggota IKAPI D.I. Yogyakarta

No. 132/DIY/2020

## **Hak cipta dilindungi oleh undang-undang.**

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan telah terbit buku baru dari Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Maranatha dengan judul “Karakteristik Hidraulis Vegetasi Akuatik pada Aliran Rendah”.

Buku ini berisi tentang karakteristik hidraulis saluran terbuka, karakteristik vegetasi akuatik, dan metode pemecahan masalah. karakteristik hidraulis saluran terbuka membahas tentang bilangan froude, bilangan reynolds, dan hubungan antar kedua bilangan tersebut, serta kekasaran aliran. karakteristik vegetasi akuatik membahas pengantar terkait. metode pemecahan masalah membahas studi eksperimental, jenis karakteristik hidraulis, metode dan hasil penelitian. Tentu saja materi yang dibahas dalam buku ini sangat penting dan dapat menjadi buku ajar baik bagi mahasiswa maupun praktisi yang menekuni bidang ini, serta memberikan wawasan peranan vegetasi akuatik dalam suatu saluran terbuka dengan kondisi aliran rendah. Buku ini dapat bermanfaat pula bagi mahasiswa yang sedang

mempelajari/menempuh matakuliah Laboratorium Hidraulika dan Mekanika Fluida.

Akhir kata, semoga buku ini dapat bermanfaat bagi seluruh pihak-pihak yang memerlukan, dan penulis dapat terus menambah karya-karya dan berbagi pengetahuan serta pengalaman yang dimiliki sehingga dapat terus berkiprah dan memberikan kontribusi dalam bidang pendidikan khususnya Teknik Sipil. Kiranya Tuhan berkenan.

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Kristen Maranatha

Dr. Ir. Yosafat Aji Pranata, S.T., M.T.

## **PRAKATA**

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas selesainya penulisan buku yang merupakan salah satu luaran dari hibah penelitian yang telah diberikan oleh pihak LPPM, Universitas Kristen Maranatha. Tujuan penulisan buku ini adalah untuk memberikan wawasan terutama yang terkait dengan peranan vegetasi akuatik dalam suatu saluran terbuka dengan kondisi aliran rendah. Karakteristik hidraulik pada suatu saluran terbuka termasuk Bilangan Froude, Bilangan Reynolds dan Kekasaran Aliran. Sementara itu, karakteristik vegetasi akuatik juga diberikan untuk melengkapi pengetahuan terutama yang terkait dengan jenis-jenis vegetasi akuatik. Buku ini juga berisi tentang proses penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan studi eksperimental di laboratorium Hidraulika dan Mekanika Fluida.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada seluruh pihak-pihak yang telah membantu proses pembuatan buku sampai akhirnya dapat diterbitkan. Terkhusus kepada Saudara Nicholas Abram Sere

Naibaho yang telah banyak membantu penulis dalam mengumpulkan materi maupun proses lainnya sehingga dapat berjalan dengan baik.

Harapannya agar buku ini dapat berkontribusi dalam keilmuan Teknik Sipil terutama di bidang Hidroteknik baik dari kalangan akademisi seperti dosen dan mahasiswa maupun masyarakat umum lainnya yang tertarik akan topik yang diberikan pada buku ini.

Desember 2023

Penulis

## DAFTAR SINGKATAN

DAS	: Daerah Aliran Sungai
Fr	: Bilangan Froude,
g	: Gravitasi
h	: Kedalaman Aliran
Re	: Bilangan Reynolds
V	: Kecepatan Aliran
Vs	: Kecepatan Fluida
$\mu$	: Viskositas Absolut Fluida Dinamis
$\nu$	: Viskositas Kinematik Fluida
$\rho$	: Kerapatan/Densitas Fluida



# DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
PRAKATA.....	v
DAFTAR SINGKATAN.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
BAB 2 KARAKTERISTIK HIDRAULIS SALURAN TERBUKA.....	7
A. Bilangan Froude.....	9
B. Bilangan Reynolds.....	11
C. Hubungan Bilangan Froude dan Bilangan Reynolds.....	12
D. Kekasaran Aliran.....	13
BAB 3 EKOSISTEM PADA WILAYAH PERAIRAN.....	19
A. Fungsi Ekosistem pada Wilayah Perairan.....	21
B. Komponen Ekosistem pada Wilayah Perairan.....	29
BAB 4 KARAKTERISTIK VEGETASI AKUATIK.....	35
A. Pengertian Vegetasi Akuatik <i>Macrophytes</i> .....	37
B. Pengertian Vegetasi Akuatik <i>Microphytes</i> .....	39

BAB 5 HUBUNGAN ANTARA VEGETASI AKUATIK TERHADAP EKOSISTEM PERAIRAN .....	41
A. Jenis-Jenis Karakteristik Hidraulis .....	43
B. Jenis-Jenis Karakteristik Ekologis .....	46
C. Produksi Primer Ekologi Sungai .....	48
D. Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Rantai Makanan Sungai .....	49
E. Siklus dan Keterbatasan Nutrisi .....	50
BAB 6 PENUTUP.....	53
DAFTAR PUSTAKA .....	57
TENTANG PENULIS .....	59

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**



Peranan ilmu Teknik Sipil terutama di bidang hidroteknik dewasa ini sangatlah krusial terutama di tengah permasalahan perubahan iklim yang mempengaruhi keseimbangan air dalam suatu wilayah. Badan-badan air yang berada di suatu wilayah perlu dijaga keberlangsungannya dari berbagai aspek lingkungan pendukungnya. Kondisi badan air yang buruk tentunya akan berdampak negatif pada wilayah tersebut terutama ekosistem pendukungnya. Salah satu faktor yang harus diperhatikan dan dijaga keberadaannya adalah faktor biotik seperti vegetasi akuatik yang terdapat dalam badan air.

Sungai adalah saluran terbuka alamiah yang mengalir secara dinamis dari tempat tinggi ke tempat rendah secara topografinya. Sungai terbentuk secara alamiah akibat dari adanya perubahan geomorfologi yang terjadi dengan proses sedimentasi maupun proses-proses lainnya yang terkait. Karakteristik sungai sangatlah unik dan menarik untuk dipelajari termasuk juga faktor lingkungan maupun ekosistem yang ada dan mempengaruhinya.

Terkhusus negara Indonesia, sungai-sungai yang ada sangatlah banyak jumlahnya dan terdistribusi

di berbagai pulau-pulau. Kondisi sungai-sungai yang ada juga sangatlah bervariasi dan terkait erat dengan Daerah Aliran Sungai (DAS) masing-masing. Keberadaan sungai di suatu wilayah DAS memiliki fungsi utama untuk mengalirkan air limpasan (*runoff*) yang terbentuk dari presipitasi yang jatuh dalam wilayah DAS tersebut. Permasalahan yang kerap kali terjadi dalam suatu wilayah DAS adalah permasalahan banjir.

Banjir secara alamiah akibat dari tingginya intensitas curah hujan yang tinggi. Namun akhir-akhir ini permasalahan banjir menjadi lebih kompleks salah satunya disebabkan oleh perubahan atau pembangunan pada suatu badan air yang kurang memperhatikan faktor-faktor ekologi lingkungan di dalam prosesnya sehingga akhirnya justru menimbulkan dampak negatif. Masalah ini tentunya membutuhkan solusi yang memiliki unsur kebaruan dengan mengedepankan konsep ramah lingkungan di dalam penerapannya. Sungai yang berada dalam suatu wilayah DAS yang telah mengalami buruk keadaannya harus dilakukan restorasi sealamiah mungkin dengan mempertimbangkan faktor

biotik dan abiotik pendukungnya dalam kerangka pembangunan sungai berkelanjutan. Peranan vegetasi akuatik dalam hal mengurangi banjir adalah salah satu dari kebaruan yang ditawarkan dalam buku ini terutama untuk kasus saluran terbuka dengan kondisi aliran rendah.

Buku ini bertujuan untuk memberikan penjelasan terkait suatu kajian teori sekaligus hasil penelitian tentang karakteristik hidraulis vegetasi akuatik pada aliran rendah. Pembahasan akan berfokus kepada peranan dari keberadaan vegetasi akuatik jenis tertentu yang sering ditemukan dalam suatu sungai-sungai kecil alamiah yang ternyata memberikan pengaruh terhadap karakteristik hidraulis pada sungai tersebut.



**BAB 2**  
**KARAKTERISTIK HIDRAULIS**  
**SALURAN TERBUKA**



Aliran sungai adalah aliran yang biasanya mengalir pada saluran terbuka alamiah. Pengertian dari saluran terbuka sendiri adalah suatu saluran yang terjadi secara alamiah atau buatan yang memiliki bentuk permukaan yang bebas atau berhubungan langsung dengan udara luar. Aliran sungai dipengaruhi oleh beberapa parameter hidraulis antara lain jari-jari tampang basah, kemiringan dasar saluran, kekasaran dasar, kekentalan zat cair, dan bervariasi geometri saluran. Sementara itu, karakteristik hidraulis suatu saluran terbuka akan dijabarkan sebagai berikut.

### **A. Bilangan Froude**

Bilangan Froude merupakan bilangan yang tak bersatuan yang memiliki fungsi untuk mengukur resistensi dari suatu objek atau benda yang bergerak melalui suatu aliran air dan membandingkannya dengan ukuran yang berbeda.

Pengelompokkan aliran yang dijabarkan dalam bilangan Froude.

$$Fr = \frac{V}{(\sqrt{gh})}$$

Fr adalah Bilangan Froude, V adalah kecepatan aliran, g adalah gravitasi, dan h adalah kedalaman aliran. Bilangan Froude yang diketahui dapat didefinisikan menjadi 3 jenis, yaitu:

1. Aliran Sub kritis ( $Fr < 1$ )

Aliran sub kritis adalah aliran yang memiliki ciri fisik yaitu kecepatan aliran lambat, kedalaman aliran lebih besar, kurang dari kecepatan pada perambatan gelombang ke hilir dan ke hulu.

2. Aliran Kritis ( $Fr = 1$ )

Aliran kritis adalah aliran air yang mempunyai kecepatan aliran setara dengan kecepatan gelombang gravitasi beramplitudo kecil. Umumnya kecepatan kritis diperuntukan sebagai pegangan dalam menentukan ukuran bangunan ukur debit aliran air dimana kondisi tersebut disebut kondisi keadaan aliran modular.

3. Aliran Super kritis ( $Fr > 1$ )

Aliran super kritis adalah aliran yang memiliki ciri fisik yaitu kecepatan aliran deras serta memiliki aliran lebih besar daripada kecepatan

pada gelombang dan perambatan gelombang ke daerah hilir.

## B. Bilangan Reynolds

Bilangan Reynolds adalah rasio antara gaya inersia terhadap gaya viskos yang mengkuantifikasikan hubungan kedua gaya tersebut dengan suatu kondisi aliran tertentu. Pengelompokkan aliran yang dijabarkan dalam bilangan Reynolds.

$$Re = \frac{\rho V s h}{\mu} = \frac{\rho V s h}{\nu} = \frac{\text{Gaya Inersia}}{\text{Gaya Viskos}}$$

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

$V_s$  adalah kecepatan fluida,  $\mu$  adalah viskositas absolut fluida dinamis,  $\nu$  adalah viskositas kinematik fluida, dan  $\rho$  adalah densitas fluida. Bilangan Reynold yang diketahui dapat didefinisikan menjadi 3 jenis, yaitu:

1. Aliran laminar/berlapis ( $Re \leq 500$ )

Aliran laminar adalah aliran yang ciri utama dari aliran ini adalah arah aliran air lurus dan tidak saling bertabrakan maupun memotong.

2. Aliran transisi ( $500 \leq Re \leq 1000$ )

Aliran transisi adalah aliran yang ciri utama dari aliran ini adalah arah aliran cenderung bersifat lurus, tetapi di tengah aliran bersifat berbelok, akan tetapi belum saling bertabrakan atau berbelok.

3. Aliran turbulen/bergolak ( $Re \geq 1000$ )

Aliran turbulen adalah aliran yang ciri utama dari aliran ini adalah arah aliran air tidak teratur dan saling memotong atau bertabrakan dan berolak.

### **C. Hubungan Bilangan Froude dan Bilangan Reynolds**

Menurut Chou (1989), terdapat hubungan antar bilangan Froude dan bilangan Reynolds yaitu hubungan berdasarkan kekentalan dan aliran berlandaskan gaya gravitasi untuk saluran terbuka dijabarkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengelompokan aliran berdasarkan bilangan Froude dan Reynolds

No.	Pengelompokan	Bilangan Froude	Bilangan Reynolds
1	Aliran sub kritis – berlapis	<1	< 500
2	Aliran super kritis – berlapis	>1	< 500
3	Aliran sub kritis – transisi	<1	500 < Re < 2000
4	Aliran super kritis – transisi	>1	500 < Re < 2000
5	Aliran kritis	=1	Bebas
6	Aliran sub kritis – bergolak	<1	> 2000
7	Aliran super kritis – bergolak	>1	> 2000

#### D. Kekasaran Aliran

Kekasaran aliran pada suatu saluran terbuka perlu dianalisa pengaruhnya terutama bila saluran terbuka tersebut berada dalam kondisi aliran rendah. Beberapa persamaan yang digunakan untuk menganalisa nilai kekasaran aliran adalah sebagai berikut.

##### 1. Persamaan Chezy

Seperti yang telah diketahui, perhitungan terhadap suatu aliran terbuka hanya dapat

dilakukan dengan memakai rumus-rumus empiris. Hal ini disebabkan oleh banyak variabel yang inkonsisten (berubah-ubah). Chezy bertujuan mencari hubungan bahwa zat cair yang melalui suatu saluran terbuka akan mengakibatkan tahanan atau biasa disebut tegangan geser pada dinding-dinding saluran yang akan diimbangi oleh bagian gaya berat yang bekerja terhadap zat cair dalam suatu aliran.

Pada suatu aliran yang bersifat sama, komponen gaya berat dalam suatu arah aliran adalah seimbang dengan nilai tahanan geser. Setelah melewati beberapa penurunan terhadap rumus Chezy, didapatkan suatu persamaan umum sebagai berikut.

$$V = \sqrt{RI}$$

Dimana V adalah kecepatan aliran,  $R = A/P$  = merupakan jari-jari hidraulik, I adalah kemiringan dasar saluran, C adalah koefisien Chezy, A adalah luas basah penampang, dan P adalah keliling basah penampang.

Tabel 1.2 Koefisien Chezy

No	Jenis Saluran	Koefisien Chezy	Pengaruh Original
1	Banyak rerimbuan setinggi saluran air	7 - 12,5	10%
2	Banyak semak semak setinggi air	12,5 – 20	30%
3	Dasar saluran bersih dengan sedikit rerimbuan sedang di dinding saluran	20 – 30	50%
4	Saluran dengan sedikit rumput pendek/ rumput liar	30 – 45	80%
5	Saluran bersih tapi bukan saluran baru	40 - 55	100%

## 2. Persamaan Manning

Persamaan Manning sering dipakai pada saluran terbuka dan pada pengaliran di pipa. Persamaannya sebagai berikut.

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}$$

Dimana  $V$  adalah kecepatan aliran,  $n$  adalah koefisien Manning,  $R$  adalah jari-jari hidraulik, dan  $I$  adalah kemiringan dasar saluran.

Tabel 1.3 Koefisien Manning

No	Tipe Saluran dan Jenis Bahan	Nilai $n$		
		Min	Normal	Maks
1	Beton	Min	Normal	Maks
	Gorong-gorong lurus serta bebas dari kotoran	0,01	0,011	0,013
	Gorong-gorong dengan kelengkungan dan sedikit gangguan	0,011	0,013	0,014
	Beton dipoles	0,011	0,012	0,014
	Saluram pembuangan dengan bak control	0,013	0,015	0,017
2	Tanah Lurus dan Seragam	Min	Normal	Maks
	Bersih baru	0,016	0,018	0,020
	Bersih telah melapuk	0,018	0,022	0,025
	Berkerikil	0,022	0,025	0,030
	Berumput pendek, sedikit tanaman	0,022	0,027	0,033
3	<b>Saluran Alami</b>	<b>Min</b>	<b>Normal</b>	<b>Maks</b>
	Bersih Lurus	0,025	0,030	0,033

No	Tipe Saluran dan Jenis Bahan	Nilai n		
	Bersih dan berkelok	0,033	0,040	0,045
	Banyak hama / tanaman pengganggu	0,050	0,070	0,080
	Dataran bajir berumput pendek dan tinggi	0,025	0,030	0,035
	Saluran di belukar	0,035	0,050	0,070

### 3. Persamaan Strickler

Persamaan Strickler juga sering digunakan pada saluran terbuka dan pada penampang pipa. Persamaan Strickler adalah sebagai berikut.

$$V = k R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}$$

Dimana V adalah kecepatan aliran, k adalah koefisien Strickler, R adalah jari-jari hidraulik, dan I adalah kemiringan dasar saluran.

Tabel 1.4 Koefisien Strickler

No	Debit Rencana	km <sup>1/3/dt</sup>
1	Q > 10	45
2	5 < Q < 10	42,5
3	1 < Q < 5	40
4	Q < 1	35



**BAB 3**  
**EKOSISTEM PADA WILAYAH PERAIRAN**



## **A. Fungsi Ekosistem pada Wilayah Perairan**

Ekosistem perairan yang terbentuk sangatlah tergantung kepada habitat dari makhluk hidup yang berada pada wilayah perairan tersebut. Adapun secara umum fungsi dari ekosistem pada wilayah keairan adalah sebagai berikut:

### **1. Sumber air bersih**

Suatu ekosistem pada wilayah perairan dapat menjadi sumber air bersih bila kondisi badan airnya memiliki kondisi yang baik dan dapat diperuntukan untuk kualitas baku mutu air bersih yang pada akhirnya dimanfaatkan untuk kepentingan manusia maupun makhluk hidup lainnya seperti hewan dan tumbuhan. Untuk saluran alamiah seperti sungai, fungsi ekosistemnya lebih terfokus kepada fungsi utama yang secara alamiah menyalurkan atau mendistribusikan air dari sumber air (mata air maupun hujan) ke wilayah lainnya yang lebih rendah untuk kemudian berakhir ke laut.

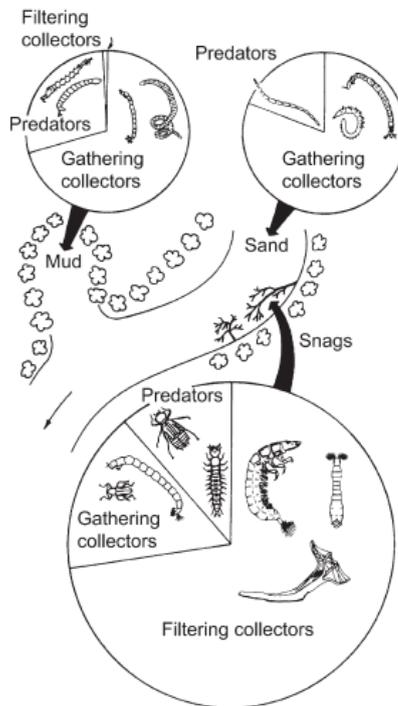


Ilustrasi ekosistem pada wilayah perairan  
(sumber : <https://www.earth.com/news/climate-change-may-have-altered-river-flow-worldwide/>)

## 2. Produsen utama keanekaragaman hayati

Fungsi lainnya dari ekosistem pada wilayah perairan adalah sebagai sumber penyedia utama dalam menyediakan habitat yang beragam yang mendukung keanekaragaman hayati. Berbagai spesies makhluk hidup seperti berbagai jenis ikan baik dalam skala makro maupun mikro, berbagai jenis hewan yang tergolong dalam spesies amfibi, spesies hewan air yang berkaki maupun bersayap seperti serangga air, spesies tulang lunak seperti moluska, maupun berbagai jenis vegetasi akuatik yang dapat hidup dan tersedia pada suatu

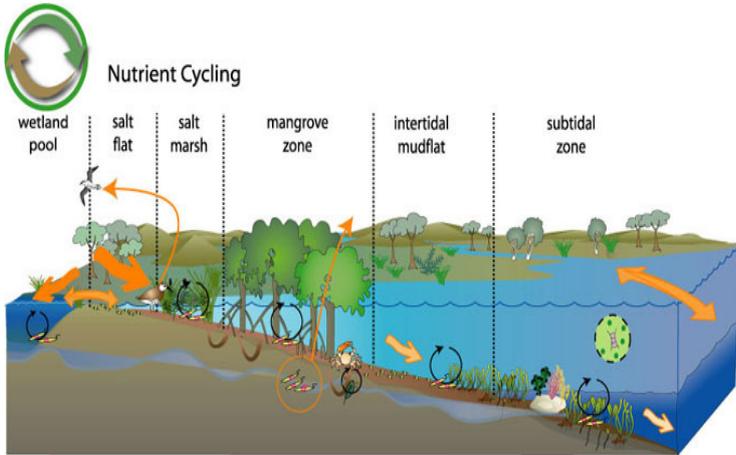
wilayah perairan seperti sungai. Hal ini sangatlah penting untuk tetap dijaga keberadaan dan keberlanjutannya karena terkait dengan proses rantai makanan yang terjadi di suatu wilayah perairan, terlebih lagi bila keanekaragaman hayati ini sebagai elemen dasar atau produsen utama pada proses rantai makanan tersebut.



Ilustrasi produsen utama  
(sumber : Buku Stream Ecology)

### **3. Sirkulasi zat hara atau nutrisi**

Suatu wilayah perairan biasanya memiliki berbagai siklus di dalamnya yang salah satunya adalah siklus zat hara atau biasa yang dikenal dengan istilah nutrisi. Peranan siklus zat hara atau nutrisi ini dipengaruhi oleh keberadaan dari vegetasi akuatik maupun organisme akuatik yang hidup dan berkembang di wilayah perairan seperti sungai terutama dalam proses distribusi, penyerapan, pengolahan maupun penguraian dari unsur seperti nitrogen dan fosfor. Zat hara atau Nutrisi tersebut kemudian dapat disalurkan ke ekosistem darat melalui air sungai dan mengisi kebutuhan nutrisi tanaman di daerah aliran sungai.

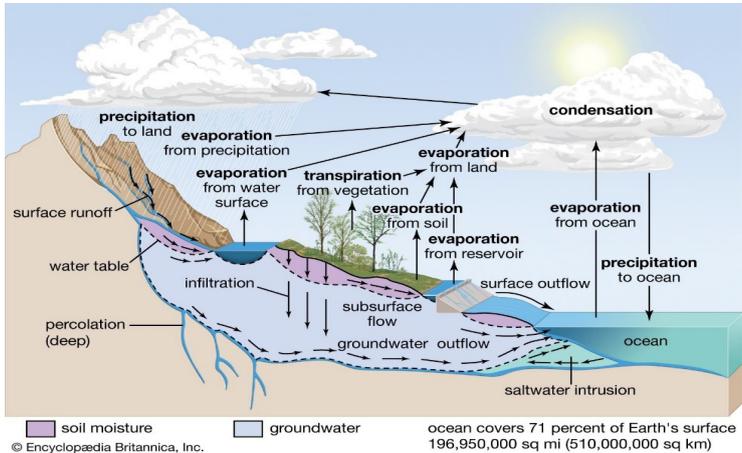


Ilustrasi Siklus Nutrien

(sumber : <https://ozcoasts.org.au/conceptual-diagrams/science-models/processes/nutrient/>)

#### 4. Keseimbangan iklim

Suatu wilayah keairan seperti sungai memiliki peranan yang cukup penting dalam menjaga keseimbangan iklim pada suatu wilayah tertentu. Proses kerjanya adalah suatu wilayah perairan seperti sungai yang mengalir mampu menjaga kestabilan dari kelembaban udara di sekitarnya sehingga memberikan nilai sejuk atau lembab, menjaga suhu udara, mengurangi kekeringan, maupun dapat menciptakan pola cuaca lokal di wilayah sekitar sungai tersebut.

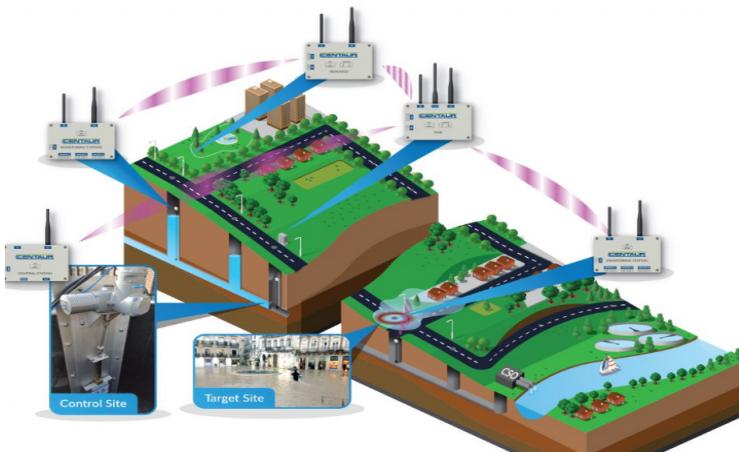


Ilustrasi Keseimbangan Iklim  
 (sumber : <https://www.britannica.com/science/water-cycle>)

## 5. Kontrol banjir

Suatu ekosistem wilayah perairan juga berfungsi untuk mengontrol kendali banjir yang sewaktu-waktu dapat terjadi pada wilayah perairan tersebut. Peranan vegetasi akuatik baik yang berada di dalam wilayah perairan maupun di wilayah sekitarnya atau biasa yang dikenal dengan istilah riparian, sangatlah penting dalam mempengaruhi kecepatan aliran maupun debit yang terjadi. Disamping itu, keberadaan vegetasi pada wilayah riparian juga dapat membantu

proses infiltrasi atau penyerapan sekaligus menahan air hujan berlebih, mencegah erosi, yang akhirnya dapat mengurangi risiko banjir di wilayah tersebut.



Contoh Ilustrasi Kontrol Banjir

(sumber : <https://floodlist.com/europe/artificial-intelligence-and-urban-flood-prevention>)

## 6. Aktivitas olahraga dan pariwisata perairan

Ekosistem pada wilayah perairan seperti sungai dapat juga memiliki potensi untuk berbagai aktivitas yang bersifat olahraga maupun wisata air. Berbagai aktivitas tersebut antara lain mendayung/berperahu, memancing, menyelam,

berenang, maupun aktivitas ringan lainnya yang dapat dilakukan di aliran maupun tepi sungai. Berbagai aktivitas perairan tersebut menjadi potensi yang sangat menarik dan dapat digarap untuk meningkatkan fungsi ekosistem pada wilayah perairan.



Ilustrasi olahraga dan pariwisata perairan  
(sumber : koleksi pribadi)

## 7. Sarana lalu-lintas transportasi perairan

Berbagai aktivitas manusia terutama yang berada di wilayah sekitar perairan seperti sungai biasanya menggunakan sarana lalu-lintas transportasi perairan seperti perahu/kapal untuk

mobilitasnya. Badan air seperti sungai seringkali juga digunakan untuk melakukan aktivitas jual beli atau yang biasa disebut perdagangan. Hal ini tentunya sangat membantu pertumbuhan ekonomi pada suatu wilayah terutama yang berada di wilayah perairan tersebut.



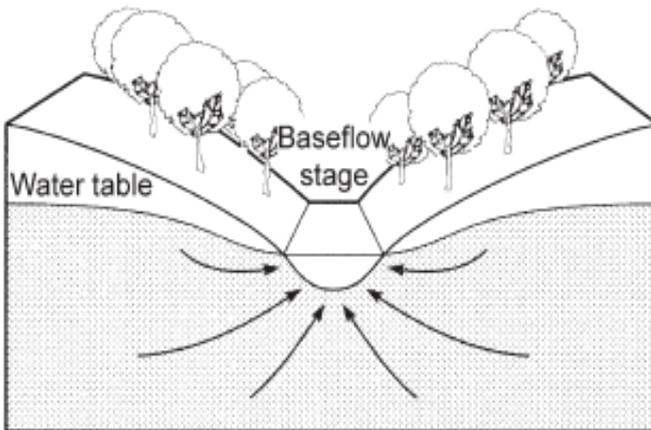
Ilustrasi Sarana lalu-lintas transportasi perairan  
(sumber : <https://banten.suara.com/read/2021/10/23/153203/miris-warga-pasirloa-pandeglang-susuri-sungai-pakai-rakit-akibat-jembatan-ambruk>)

## **B. Komponen Ekosistem pada Wilayah Perairan**

Pada suatu wilayah perairan, suatu ekosistem terbentuk harus memiliki beberapa komponen umum penunjang atau pendukungnya yaitu sebagai berikut:

## 1. Air

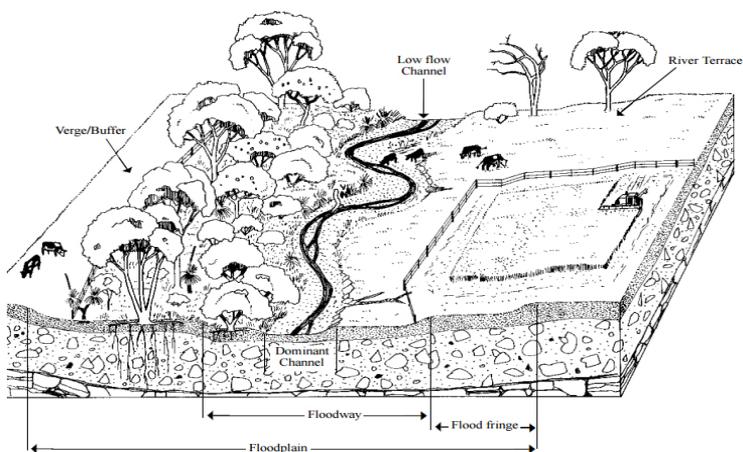
Komponen penunjang yang sangat penting dalam suatu ekosistem pada wilayah perairan adalah air. Terlebih lagi bila badan air tersebut adalah sungai maka harus memiliki aliran air yang mengalir secara terus menerus dalam suatu saluran hidraulis. Hal ini tentunya akan mempengaruhi berbagai parameter baik fisik, kimia maupun ekologis yang terkait dalam suatu wilayah perairan.



Ilustrasi komponen air pada suatu DAS  
(sumber : Buku Stream Ecology)

## 2. Substrat

Substrat adalah sekelompok material yang biasanya terdapat pada badan air baik yang berada di dasar maupun yang melayang di badan air pada suatu wilayah perairan. Substrat ini biasanya terdiri dari campuran material halus seperti pasir, kerikil, batu, maupun lumpur. Keberadaan substrat sangat mempengaruhi siklus maupun rantai makanan dalam suatu ekosistem perairan termasuk organisme yang hidup di dalam wilayah perairan tersebut.



Ilustrasi Substrat pada Sungai

(sumber: <https://generasibiologi.com/2016/11/pengertian-dan-fungsi-zona-riparian-adalah.html>)

### **3. Vegetasi akuatik**

Komponen berikutnya yang penting dalam suatu ekosistem pada wilayah perairan adalah vegetasi akuatik. Vegetasi akuatik ini terdiri dari vegetasi yang berada di dalam air (baik *macrophytes* maupun *microphytes*) maupun vegetasi yang hidup di tepi aliran pada perairan/sungai yang biasa disebut dengan vegetasi riparian. Keberadaan vegetasi akuatik ini sangat krusial didalam menjaga habitat dalam suatu ekosistem perairan. Untuk vegetasi riparian fungsi utamanya adalah penutup lahan atau tanah yang dapat menjaga kestabilan erosi maupun menyediakan habitat lainnya yang hidup disekitar wilayah perairan.

### **4. Organisme lainnya**

Faktor lainnya tentunya adalah berbagai jenis organisme seperti ikan, amfibi, serangga air, moluska, tumbuhan air, maupun jenis mikroorganisme. Organisme ini berperan penting dalam rantai makanan, dekomposisi bahan

organik, dan menjaga keseimbangan ekosistem pada wilayah perairan seperti sungai.



Contoh Jenis Ikan  
(sumber : Buku Aquatic Ecology)

## 5. Zat hara atau nutrient

Komponen penunjang lainnya adalah berbagai macam zat hara atau nutrisi yang memiliki kandungan unsur-unsur kimia seperti nitrogen dan fosfor serta bahan organik lainnya yang dapat mempengaruhi produktivitas ekosistem suatu wilayah perairan seperti sungai. Sumber zat hara ini dapat berasal dari aliran air, pengendapan

sedimen, maupun dekomposisi organisme yang terjadi di sepanjang wilayah perairan.

## 6. Cuaca

Komponen lainnya yang dapat mempengaruhi adalah cuaca. Kondisi cuaca pada akhirnya dapat mempengaruhi suhu air, tingkat curah hujan, maupun pola aliran air di suatu wilayah perairan. Perubahan cuaca yang mempengaruhi perubahan suhu dapat berimbas kepada kondisi fisik maupun kimia serta kehidupan organisme di dalam suatu wilayah perairan seperti sungai.



Contoh Kondisi Sungai saat Hujan

(sumber : <https://www.nationalgeographic.com/environment/article/rivers>)

## **BAB 4**

# **KARAKTERISTIK VEGETASI AKUATIK**



Vegetasi akuatik itu sendiri memiliki pengertian dan jenis-jenis vegetasi akuatik yang dimana vegetasi akuatik dibutuhkan terutama pada dasar saluran sungai yaitu dengan adanya vegetasi akuatik dapat menghambat suatu kecepatan aliran pada sungai.

### **A. Pengertian Vegetasi Akuatik *Macrophytes***

Vegetasi akuatik juga biasa disebut tumbuhan *hidrophytic* atau *hydrophytes*, Vegetasi akuatik yang tergolong besar disebut *macrophytes*. *Macrophytes* merupakan gabungan tumbuh-tumbuhan air, biasanya terdiri atas beberapa jenis yang hidup bersama pada suatu tempat. Dalam mekanisme kehidupan bersama tersebut terdapat aktivitas interaksi yang erat, diantaranya sesama individu penyusun vegetasi itu sendiri serta dengan organisme lainnya sehingga merupakan suatu sistem tumbuh serta dinamis. *Macrophytes* dan tanah berhubungan erat dan pada setiap tempat memiliki keseimbangan yang spesifik. Vegetasi akuatik di suatu tempat akan berbeda dengan vegetasi akuatik di tempat lain karena perbedaan faktor lingkungannya (Baptist et al., 2007).

## 1. Jenis Vegetasi Akuatik *Macrophytes*

Jenis vegetasi akuatik berdasarkan karakteristiknya dibagi menjadi 3 yaitu:

### a. *Floating Plants*

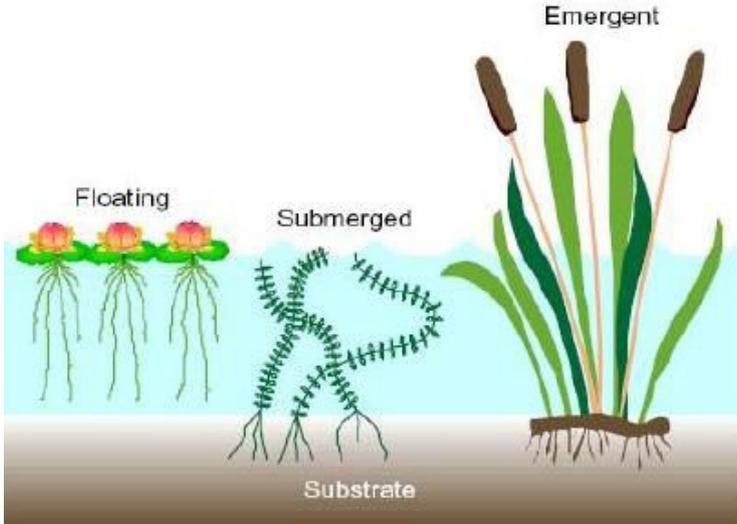
Tanaman air yang memiliki daun yang berada di atas permukaan air dengan akar yang menggantung di air. Contohnya Apu-apu dan eceng gondok.

### b. *Submerged Plants*

Tanaman air yang keseluruhan daun, batang dan akar terendam di bawah permukaan air, di mana akar berada tertanam di bawah tanah/sedimen.

### c. *Emergent Plants*

Tanaman air yang daun dan batangnya berada sebagian di atas permukaan air dan sebagian di bawah permukaan air, serta akarnya berada tertanam di bawah tanah/sedimen.

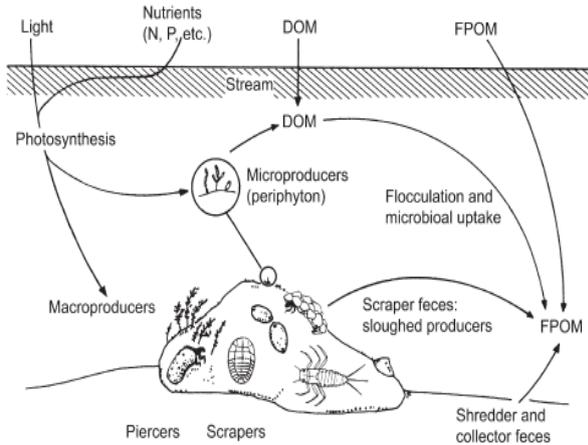


Gambar 2.1 Karakteristik Vegetasi Akuatik *Macrophytes*

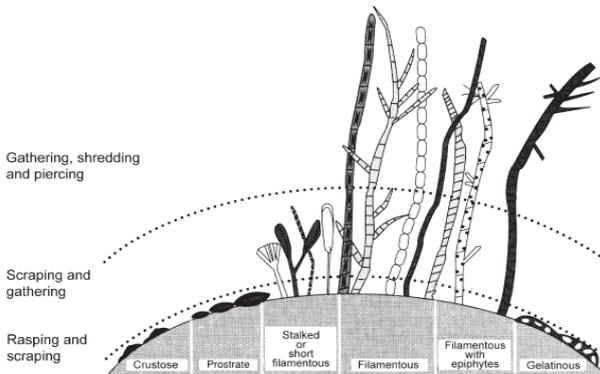
## B. Pengertian Vegetasi Akuatik *Microphytes*

Vegetasi akuatik yang tersusun atas unisel atau berskala mikro disebut *Microphytes*. *Microphytes* terdiri atas alga dan *phytoplankton*, komponen tersebut berkoloni menjadi *Microphytes* yang lebih besar untuk alga disebut *periphyton* atau hidup sendiri. *Microphytes* menjadi komponen biotik sungai yang cukup penting diantaranya menjadi sumber oksigen dalam air serta menjadi makanan bagi komponen biotik lain yang lebih kompleks seperti ikan dan

beberapa hewan invertebrata (Lewis *et al.*, 2001; Winemiller, 2004; Douglas *et al.*, 2005).



Gambar 2.2 Siklus *Microphytes* dalam sungai  
(Reproduced from Cummins and Klug 1979.)



Ilustrasi komponen air pada suatu DAS  
(sumber : Buku Stream Ecology)

**BAB 5**  
**HUBUNGAN ANTARA VEGETASI AKUATIK**  
**TERHADAP EKOSISTEM PERAIRAN**



## A. Jenis-Jenis Karakteristik Hidraulis

Aliran sungai adalah aliran yang biasanya mengalir pada saluran terbuka alamiah. Pengertian dari saluran terbuka sendiri adalah suatu saluran yang terjadi secara alamiah atau buatan yang memiliki bentuk permukaan yang bebas atau berhubungan langsung dengan udara luar. Aliran sungai dipengaruhi oleh beberapa parameter hidraulis antara lain jari-jari tampang basah, kemiringan dasar saluran, kekasaran dasar, kekentalan zat cair, dan bervariasi geometri saluran.

Karakteristik hidraulis merujuk pada sifat-sifat atau atribut-atribut tertentu dari sistem hidraulis atau fluida hidraulis. Berikut adalah beberapa jenis karakteristik hidraulis yang umumnya ditemui:

### 1. Keberlanjutan (*Incompressibility*)

Fluida hidraulis umumnya dianggap tidak dapat dipadatkan (*incompressible*), artinya volume fluida tetap konstan saat tekanan diterapkan. Karakteristik ini memungkinkan fluida untuk mentransmisikan tenaga atau daya dengan efisien dalam sistem hidraulis.

## 2. Viskositas

Viskositas mengukur ketahanan fluida terhadap aliran. Fluida dengan viskositas tinggi akan mengalir lebih lambat daripada fluida dengan viskositas rendah. Viskositas dapat mempengaruhi efisiensi dan respons sistem hidraulis.

## 3. Tekanan

Sistem hidraulis bekerja dengan prinsip bahwa fluida tidak dapat dipadatkan, sehingga tekanan yang diterapkan pada fluida akan merambat ke segala arah dengan konstan. Tekanan dalam sistem hidraulis memungkinkan transmisi gaya dan energi.

## 4. Aliran (*Flow*)

Kemampuan fluida untuk mengalir dalam sistem hidraulis penting untuk memastikan distribusi daya yang baik dan menghindari kegagalan dalam sistem. Aliran dapat bersifat laminar atau turbulen, tergantung pada kecepatan aliran dan sifat fluida.

5. Responsif terhadap Tekanan (*Pressure Responsiveness*)

Fluida hidraulis harus responsif terhadap perubahan tekanan dengan cepat dan dapat diandalkan. Ini diperlukan untuk mengendalikan pergerakan komponen hidraulis seperti silinder atau motor hidraulis.

6. Ketahanan terhadap Oksidasi dan Korosi

Fluida hidraulis harus tahan terhadap oksidasi (reaksi dengan oksigen) dan korosi (penguraian material akibat reaksi kimia). Ini penting untuk memastikan umur panjang sistem hidraulis dan untuk mencegah kerusakan pada komponen-komponennya.

7. Stabilitas Termal

Fluida hidraulis harus memiliki stabilitas termal yang baik untuk mempertahankan kinerja dalam rentang suhu yang luas tanpa mengalami degradasi atau perubahan sifat yang signifikan.

8. Kemampuan Pelumasan

Beberapa sistem hidraulis memerlukan kemampuan pelumasan untuk melindungi

komponen yang bergerak, seperti pompa hidraulis atau silinder.

9. Biodegradabilitas (untuk Fluida Hidraulis Lingkungan)

Dalam aplikasi di lingkungan yang peka terhadap dampak lingkungan, fluida hidraulis yang dapat terurai secara alami dan tidak mencemari lingkungan mungkin diperlukan.

## **B. Jenis-Jenis Karakteristik Ekologis**

Karakteristik ekologis adalah sifat-sifat yang dimiliki oleh makhluk hidup yang berada dalam suatu habitat dan ekosistem tertentu yang dalam hal ini adalah badan air seperti sungai. Karakteristik ekologis dipengaruhi oleh faktor-faktor lainnya seperti faktor fisik maupun hidraulis dalam suatu sungai yang memiliki keanekaragaman hayati di dalamnya. Sungai yang memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi dapat membuat kualitas sungai tersebut lebih baik. Oleh karena itu, jenis-jenis karakteristik ekologis pada suatu sungai dipengaruhi oleh berbagai spesies baik hewan maupun vegetasi yang tumbuh dan berkembang di dalam maupun di wilayah sekitar

sungai. Adapun beberapa komponen hayati yang mempengaruhi karakteristik ekologis pada suatu sungai tersebut antara lain:

- Komponen makanan hayati untuk dari dari berbagai spesies baik hewan maupun vegetasi seperti ikan, amfibi, serangga air, berbagai vegetasi akuatik dengan berbagai jenis dan lain sebagainya.
- Hewan perairan yang berada dalam suatu habitat sungai dengan berbagai jenis spesies dari moluska atau kerang-kerangan, kepiting, cacing, lintah, dan lain sebagainya.
- Vegetasi pada sekitar wilayah sungai atau riparian baik yang berada di dalam air atau yang biasa disebut vegetasi akuatik maupun yang berada ditepi aliran sungai. Beberapa contoh jenis vegetasi yang berada di sekitar badan air atau sungai antara lain berbagai jenis rumput-rumputan, pisang, vegetasi golongan biji-bijian maupun yang berbuah yang hidupnya banyak membutuhkan air dan lain sebagainya.

Maka dari itu, jenis-jenis karakteristik ekologis dapat ditinjau dari parameter-parameter sebagai berikut:

- Umur atau siklus hidup vegetasi maupun hewan dalam suatu ekosistem sungai
- Distribusi atau penyebaran baik vegetasi maupun hewan

### **C. Produksi Primer Ekologi Sungai**

Sungai pada iklim tropis secara umum memiliki nutrisi yang kurang dibandingkan sungai beriklim sedang, hal ini diakibatkan karena sungai tropis kerap mengalami kekeringan pada musim kemarau. Daerah resapan air yang terganggu pada saat musim kemarau menyebabkan penurunan populasi dari vegetasi akuatik yang berperan sebagai produsen utama sungai baik sebagai produsen oksigen ataupun produsen makanan dalam rantai makanan (Douglas et al., 2005). Perubahan musim menjadi faktor utama dari produktivitas sungai secara khusus terhadap keberlangsungan ekosistem sungai, kekeringan akibat musim kemarau serta kenaikan muka air

akibat musim hujan memainkan peran penting dalam perubahan produksi primer sungai. Vegetasi akuatik menjadi pengaruh terbesar dalam keberlangsungan produktivitas sungai. empat kelompok utama produsen utama berkontribusi terhadap produksi. *Macrophytes* adalah yang paling penting, dengan perkiraan sekitar 65% , diikuti oleh pohon-pohon hutan yang tergenang (28%), *periphyton* (5%), dan *phytoplankton* (2%). (e.g. Junk *et al.*, 1989; Chapter 7 of this volume)

#### **D. Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Rantai Makanan Sungai**

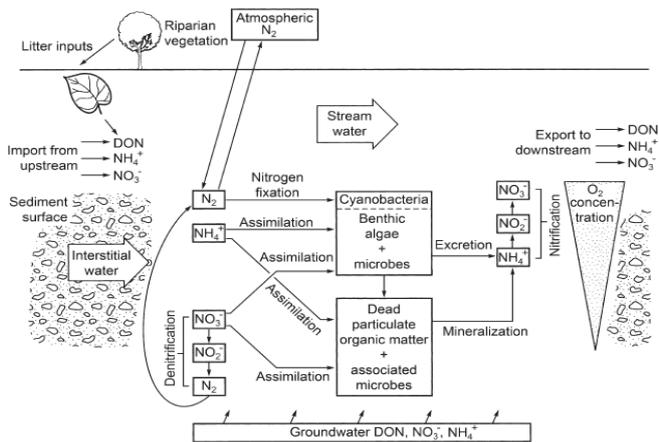
Produksi primer vegetasi akuatik menjadi faktor utama dari produktivitas rantai makanan di sungai tetapi juga dipengaruhi faktor faktor lain diantaranya adalah senyawa kimia yang terlarut dalam sungai. Kimia air pada sungai mempengaruhi produksi vegetasi akuatik sungai, nilai pH air, kandungan mineral, kandungan zat hara, serta konsentrasi anorganik akan mempengaruhi populasi vegetasi akuatik sungai. Banyak sungai tropis yang diketahui memiliki keterbatasan nitrogen yang disebabkan oleh

pasokan senyawa fosfor yang relatif tinggi. Hilangnya nitrogen yang tinggi akibat banjir atau musim hujan, naiknya angka debit sungai mengakibatkan senyawa organik yang berperan sebagai nutrisi sungai seperti nitrogen dan oksigen ikut terlarut dan mengakibatkan penurunan kadar nitrogen sungai. Perubahan kondisi jumlah alga tiap beralihnya musim memberikan pengaruh terhadap perubahan kadar biotik serta keberlangsungan atau variasi rantai makanan di sungai (Melack and Forsberg, 2001).

## **E. Siklus dan Keterbatasan Nutrisi**

Mayoritas pengetahuan tentang siklus dan pembatasan nutrisi berasal dari sungai di daerah beriklim sedang. Pada umumnya, perhatian utama tertuju pada fosfor karena terbukti membatasi produksi primer di banyak sungai, termasuk sungai tropis. Aktivitas panas bumi di beberapa sungai dapat meningkatkan konsentrasi fosfor dari air tanah dalam sumur, serta laju respirasi mikroba. Perbedaan dalam konsentrasi nutrisi dan efeknya terhadap respirasi mikroba lebih disebabkan oleh faktor-faktor lokal seperti resapan air tanah dan geologi daerah aliran

sungai. Selain itu, fosfor juga membatasi produktivitas primer di berbagai daerah seperti daerah beriklim sedang, subtropis, dan tropis. Meskipun pembatasan nitrogen cenderung lebih umum terjadi di daerah tropis, dinamikanya hampir serupa di daerah beriklim sedang dan tropis.



Siklus Nitrifikasi



## **BAB 6**

### **PENUTUP**



Dalam sejarah perkembangannya, sistem sungai sangatlah beragam komponen penyusunnya. Banyak parameter ataupun variabel-variabel terkait yang saling mempengaruhi antar variabel tersebut. Dalam suatu ekosistem habitat saluran terbuka seperti sungai alamiah, variabel penting yang harus diperhitungkan dan dianalisa secara kompleks adalah variabel fisik, kimia maupun biologis yang saling mendukung dalam suatu aliran rendah pada saluran terbuka baik dari sisi ruang dan waktu.

Karakteristik hidraulis vegetasi akuatik pada aliran rendah pada penelitian ini memberikan beberapa kesimpulan antara lain:

- Semakin tinggi kecepatan aliran yang mengalir pada saluran terbuka maka semakin besar juga
- Jenis vegetasi akuatik yang paling mempengaruhi tinggi kekasaran saluran terbuka yaitu vegetasi yang memiliki nilai kekakuan (*stiffness*) yang tinggi.

Saran yang dapat diberikan antara lain:

- Pada dasarnya, naturalisasi sungai adalah mengembalikan dari suatu kondisi saluran

terbuka/sungai tertentu ke kondisi semula dengan menerapkan konsep ekohidrolik dengan cara memasukkan unsur ekologi seperti vegetasi akuatik di wilayah sungai. Namun masih diperlukan kolaborasi antar keilmuan terutama dari aspek ekologi sungai dalam perencanaan hidraulis pada suatu saluran terbuka.

- Pada proyek restorasi sungai, diperlukan penelitian lebih jauh terkait peranan vegetasi akuatik sehingga dalam perencanaan atau perancangan dapat dijadikan suatu variabel penentu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Baptist, M. J., Babovic, V., Uthurburu, J. R., Keijzer, M., Uittenbogaard, R. E., Mynett, A., dan Verwey, A., 2007, *On inducing equations for vegetation resistance*, Journal of Hydraulic Research 45 (4). Taylor & Francis: 435–50, doi:10.1080/00221686.2007.9521778
- Chiaradia, E. A., Gandolfi, C., dan Bischetti, G. B., 2019, *Flow resistance of partially flexible vegetation: A full-scale study with natural plants*, Journal of Agricultural Engineering 50 (2): 55–65, doi:10.4081/jae.2019.885
- Duarte, C. M., 1995, *Submerged aquatic vegetation in relation to different nutrient regimes*, Ophelia 41 (1). Taylor & Francis: 87–112, doi:10.1080/00785236.1995.10422039
- Juha Jarvela, 2014, *Influence of vegetation on flow structure in floodplains and wetlands*, no. January 2003

- Stephan, U., dan Gutknecht, D., 2002, *Hydraulic resistance of submerged flexible vegetation* 269: 27–43
- Sunaris, M. L., Muljono, Y., Telaumbanua, C. K., dan Tallar, R. Y., 2019, *Analysis of energy losses in smooth pipes*, Journal of Physics: Conference Series 1360 (Oktober). {IOP} Publishing: 12026, doi:10.1088/1742-6596/1360/1/012026
- Tallar, R. Y., dan Suen, J.-P., 2017, *Measuring the Aesthetic Value of Multifunctional Lakes Using an Enhanced Visual Quality Method*, Water 9 (4), doi:10.3390/w9040233

## **TENTANG PENULIS**

Penulis adalah dosen yang telah mengajar lebih dari 15 tahun di Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Maranatha. Mata kuliah maupun penelitian yang selama ini dilakukan terkait dengan bidang ilmu Teknik Sipil kekhususan Manajemen Sumberdaya Air termasuk di dalamnya ekologi, estetika maupun restorasi sungai beserta ilmu-ilmu turunannya.

**Robby Yussac Tallar**

**Karakteristik  
Hidraulis Vegetasi Akuatik  
pada Aliran Rendah**



# **Karakteristik Hidraulis Vegetasi Akuatik pada Aliran Rendah**

## **Penulis**

Robby Yussac Tallar

## **Tata Letak**

Anisa Hidayati

## **Desain Sampul**

Marista Indy

14 x 20 cm, x + 59 hlm.

Cetakan pertama, Januari 2024

**ISBN:978-623-466-399-0**

Diterbitkan oleh:

## **ZAHIR PUBLISHING**

Kadisoka RT. 05 RW. 02, Purwomartani,

Kalasan, Sleman, Yogyakarta 55571

e-mail : zahirpublishing@gmail.com

Anggota IKAPI D.I. Yogyakarta

No. 132/DIY/2020

## **Hak cipta dilindungi oleh undang-undang.**

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan telah terbit buku baru dari Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Maranatha dengan judul “Karakteristik Hidraulis Vegetasi Akuatik pada Aliran Rendah”.

Buku ini berisi tentang karakteristik hidraulis saluran terbuka, karakteristik vegetasi akuatik, dan metode pemecahan masalah. karakteristik hidraulis saluran terbuka membahas tentang bilangan froude, bilangan reynolds, dan hubungan antar kedua bilangan tersebut, serta kekasaran aliran. karakteristik vegetasi akuatik membahas pengantar terkait. metode pemecahan masalah membahas studi eksperimental, jenis karakteristik hidraulis, metode dan hasil penelitian. Tentu saja materi yang dibahas dalam buku ini sangat penting dan dapat menjadi buku ajar baik bagi mahasiswa maupun praktisi yang menekuni bidang ini, serta memberikan wawasan peranan vegetasi akuatik dalam suatu saluran terbuka dengan kondisi aliran rendah. Buku ini dapat bermanfaat pula bagi mahasiswa yang sedang

mempelajari/menempuh matakuliah Laboratorium Hidraulika dan Mekanika Fluida.

Akhir kata, semoga buku ini dapat bermanfaat bagi seluruh pihak-pihak yang memerlukan, dan penulis dapat terus menambah karya-karya dan berbagi pengetahuan serta pengalaman yang dimiliki sehingga dapat terus berkiprah dan memberikan kontribusi dalam bidang pendidikan khususnya Teknik Sipil. Kiranya Tuhan berkenan.

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Kristen Maranatha

Dr. Ir. Yosafat Aji Pranata, S.T., M.T.

## **PRAKATA**

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas selesainya penulisan buku yang merupakan salah satu luaran dari hibah penelitian yang telah diberikan oleh pihak LPPM, Universitas Kristen Maranatha. Tujuan penulisan buku ini adalah untuk memberikan wawasan terutama yang terkait dengan peranan vegetasi akuatik dalam suatu saluran terbuka dengan kondisi aliran rendah. Karakteristik hidraulis pada suatu saluran terbuka termasuk Bilangan Froude, Bilangan Reynolds dan Kekasaran Aliran. Sementara itu, karakteristik vegetasi akuatik juga diberikan untuk melengkapi pengetahuan terutama yang terkait dengan jenis-jenis vegetasi akuatik. Buku ini juga berisi tentang proses penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan studi eksperimental di laboratorium Hidraulika dan Mekanika Fluida.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada seluruh pihak-pihak yang telah membantu proses pembuatan buku sampai akhirnya dapat diterbitkan. Terkhusus kepada Saudara Nicholas Abram Sere

Naibaho yang telah banyak membantu penulis dalam mengumpulkan materi maupun proses lainnya sehingga dapat berjalan dengan baik.

Harapannya agar buku ini dapat berkontribusi dalam keilmuan Teknik Sipil terutama di bidang Hidroteknik baik dari kalangan akademisi seperti dosen dan mahasiswa maupun masyarakat umum lainnya yang tertarik akan topik yang diberikan pada buku ini.

Desember 2023

Penulis

## DAFTAR SINGKATAN

DAS	: Daerah Aliran Sungai
Fr	: Bilangan Froude,
g	: Gravitasi
h	: Kedalaman Aliran
Re	: Bilangan Reynolds
V	: Kecepatan Aliran
Vs	: Kecepatan Fluida
$\mu$	: Viskositas Absolut Fluida Dinamis
$\nu$	: Viskositas Kinematik Fluida
$\rho$	: Kerapatan/Densitas Fluida



# DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
PRAKATA.....	v
DAFTAR SINGKATAN.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
BAB 2 KARAKTERISTIK HIDRAULIS SALURAN TERBUKA.....	7
A. Bilangan Froude.....	9
B. Bilangan Reynolds.....	11
C. Hubungan Bilangan Froude dan Bilangan Reynolds.....	12
D. Kekasaran Aliran.....	13
BAB 3 EKOSISTEM PADA WILAYAH PERAIRAN.....	19
A. Fungsi Ekosistem pada Wilayah Perairan.....	21
B. Komponen Ekosistem pada Wilayah Perairan.....	29
BAB 4 KARAKTERISTIK VEGETASI AKUATIK.....	35
A. Pengertian Vegetasi Akuatik <i>Macrophytes</i> .....	37
B. Pengertian Vegetasi Akuatik <i>Microphytes</i> .....	39

BAB 5 HUBUNGAN ANTARA VEGETASI AKUATIK TERHADAP EKOSISTEM PERAIRAN .....	41
A. Jenis-Jenis Karakteristik Hidraulis .....	43
B. Jenis-Jenis Karakteristik Ekologis .....	46
C. Produksi Primer Ekologi Sungai .....	48
D. Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Rantai Makanan Sungai .....	49
E. Siklus dan Keterbatasan Nutrisi .....	50
BAB 6 PENUTUP.....	53
DAFTAR PUSTAKA .....	57
TENTANG PENULIS .....	59

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**



Peranan ilmu Teknik Sipil terutama di bidang hidroteknik dewasa ini sangatlah krusial terutama di tengah permasalahan perubahan iklim yang mempengaruhi keseimbangan air dalam suatu wilayah. Badan-badan air yang berada di suatu wilayah perlu dijaga keberlangsungannya dari berbagai aspek lingkungan pendukungnya. Kondisi badan air yang buruk tentunya akan berdampak negatif pada wilayah tersebut terutama ekosistem pendukungnya. Salah satu faktor yang harus diperhatikan dan dijaga keberadaannya adalah faktor biotik seperti vegetasi akuatik yang terdapat dalam badan air.

Sungai adalah saluran terbuka alamiah yang mengalir secara dinamis dari tempat tinggi ke tempat rendah secara topografinya. Sungai terbentuk secara alamiah akibat dari adanya perubahan geomorfologi yang terjadi dengan proses sedimentasi maupun proses-proses lainnya yang terkait. Karakteristik sungai sangatlah unik dan menarik untuk dipelajari termasuk juga faktor lingkungan maupun ekosistem yang ada dan mempengaruhinya.

Terkhusus negara Indonesia, sungai-sungai yang ada sangatlah banyak jumlahnya dan terdistribusi

di berbagai pulau-pulau. Kondisi sungai-sungai yang ada juga sangatlah bervariasi dan terkait erat dengan Daerah Aliran Sungai (DAS) masing-masing. Keberadaan sungai di suatu wilayah DAS memiliki fungsi utama untuk mengalirkan air limpasan (*runoff*) yang terbentuk dari presipitasi yang jatuh dalam wilayah DAS tersebut. Permasalahan yang kerap kali terjadi dalam suatu wilayah DAS adalah permasalahan banjir.

Banjir secara alamiah akibat dari tingginya intensitas curah hujan yang tinggi. Namun akhir-akhir ini permasalahan banjir menjadi lebih kompleks salah satunya disebabkan oleh perubahan atau pembangunan pada suatu badan air yang kurang memperhatikan faktor-faktor ekologi lingkungan di dalam prosesnya sehingga akhirnya justru menimbulkan dampak negatif. Masalah ini tentunya membutuhkan solusi yang memiliki unsur kebaruan dengan mengedepankan konsep ramah lingkungan di dalam penerapannya. Sungai yang berada dalam suatu wilayah DAS yang telah mengalami buruk keadaannya harus dilakukan restorasi sealamiah mungkin dengan mempertimbangkan faktor

biotik dan abiotik pendukungnya dalam kerangka pembangunan sungai berkelanjutan. Peranan vegetasi akuatik dalam hal mengurangi banjir adalah salah satu dari kebaruan yang ditawarkan dalam buku ini terutama untuk kasus saluran terbuka dengan kondisi aliran rendah.

Buku ini bertujuan untuk memberikan penjelasan terkait suatu kajian teori sekaligus hasil penelitian tentang karakteristik hidraulis vegetasi akuatik pada aliran rendah. Pembahasan akan berfokus kepada peranan dari keberadaan vegetasi akuatik jenis tertentu yang sering ditemukan dalam suatu sungai-sungai kecil alamiah yang ternyata memberikan pengaruh terhadap karakteristik hidraulis pada sungai tersebut.



**BAB 2**  
**KARAKTERISTIK HIDRAULIS**  
**SALURAN TERBUKA**



Aliran sungai adalah aliran yang biasanya mengalir pada saluran terbuka alamiah. Pengertian dari saluran terbuka sendiri adalah suatu saluran yang terjadi secara alamiah atau buatan yang memiliki bentuk permukaan yang bebas atau berhubungan langsung dengan udara luar. Aliran sungai dipengaruhi oleh beberapa parameter hidraulis antara lain jari-jari tampang basah, kemiringan dasar saluran, kekasaran dasar, kekentalan zat cair, dan bervariasinya geometri saluran. Sementara itu, karakteristik hidraulis suatu saluran terbuka akan dijabarkan sebagai berikut.

### **A. Bilangan Froude**

Bilangan Froude merupakan bilangan yang tak bersatuan yang memiliki fungsi untuk mengukur resistensi dari suatu objek atau benda yang bergerak melalui suatu aliran air dan membandingkannya dengan ukuran yang berbeda.

Pengelompokkan aliran yang dijabarkan dalam bilangan Froude.

$$Fr = \frac{V}{(\sqrt{gh})}$$

Fr adalah Bilangan Froude, V adalah kecepatan aliran, g adalah gravitasi, dan h adalah kedalaman aliran. Bilangan Froude yang diketahui dapat didefinisikan menjadi 3 jenis, yaitu:

1. Aliran Sub kritis ( $Fr < 1$ )

Aliran sub kritis adalah aliran yang memiliki ciri fisik yaitu kecepatan aliran lambat, kedalaman aliran lebih besar, kurang dari kecepatan pada perambatan gelombang ke hilir dan ke hulu.

2. Aliran Kritis ( $Fr = 1$ )

Aliran kritis adalah aliran air yang mempunyai kecepatan aliran setara dengan kecepatan gelombang gravitasi beramplitudo kecil. Umumnya kecepatan kritis diperuntukan sebagai pegangan dalam menentukan ukuran bangunan ukur debit aliran air dimana kondisi tersebut disebut kondisi keadaan aliran modular.

3. Aliran Super kritis ( $Fr > 1$ )

Aliran super kritis adalah aliran yang memiliki ciri fisik yaitu kecepatan aliran deras serta memiliki aliran lebih besar daripada kecepatan

pada gelombang dan perambatan gelombang ke daerah hilir.

## B. Bilangan Reynolds

Bilangan Reynolds adalah rasio antara gaya inersia terhadap gaya viskos yang mengkuantifikasikan hubungan kedua gaya tersebut dengan suatu kondisi aliran tertentu. Pengelompokkan aliran yang dijabarkan dalam bilangan Reynolds.

$$Re = \frac{\rho V s h}{\mu} = \frac{\rho V s h}{\nu} = \frac{\text{Gaya Inersia}}{\text{Gaya Viskos}}$$

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

$Vs$  adalah kecepatan fluida,  $\mu$  adalah viskositas absolut fluida dinamis,  $\nu$  adalah viskositas kinematik fluida, dan  $\rho$  adalah densitas fluida. Bilangan Reynold yang diketahui dapat didefinisikan menjadi 3 jenis, yaitu:

1. Aliran laminar/berlapis ( $Re \leq 500$ )

Aliran laminar adalah aliran yang ciri utama dari aliran ini adalah arah aliran air lurus dan tidak saling bertabrakan maupun memotong.

2. Aliran transisi ( $500 \leq Re \leq 1000$ )

Aliran transisi adalah aliran yang ciri utama dari aliran ini adalah arah aliran cenderung bersifat lurus, tetapi di tengah aliran bersifat berbelok, akan tetapi belum saling bertabrakan atau berbelok.

3. Aliran turbulen/bergolak ( $Re \geq 1000$ )

Aliran turbulen adalah aliran yang ciri utama dari aliran ini adalah arah aliran air tidak teratur dan saling memotong atau bertabrakan dan berolak.

### **C. Hubungan Bilangan Froude dan Bilangan Reynolds**

Menurut Chou (1989), terdapat hubungan antar bilangan Froude dan bilangan Reynolds yaitu hubungan berdasarkan kekentalan dan aliran berlandaskan gaya gravitasi untuk saluran terbuka dijabarkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengelompokan aliran berdasarkan bilangan Froude dan Reynolds

No.	Pengelompokan	Bilangan Froude	Bilangan Reynolds
1	Aliran sub kritis – berlapis	<1	< 500
2	Aliran super kritis – berlapis	>1	< 500
3	Aliran sub kritis – transisi	<1	500 < Re < 2000
4	Aliran super kritis – transisi	>1	500 < Re < 2000
5	Aliran kritis	=1	Bebas
6	Aliran sub kritis – bergolak	<1	> 2000
7	Aliran super kritis – bergolak	>1	> 2000

#### D. Kekasaran Aliran

Kekasaran aliran pada suatu saluran terbuka perlu dianalisa pengaruhnya terutama bila saluran terbuka tersebut berada dalam kondisi aliran rendah. Beberapa persamaan yang digunakan untuk menganalisa nilai kekasaran aliran adalah sebagai berikut.

##### 1. Persamaan Chezy

Seperti yang telah diketahui, perhitungan terhadap suatu aliran terbuka hanya dapat

dilakukan dengan memakai rumus-rumus empiris. Hal ini disebabkan oleh banyak variabel yang inkonsisten (berubah-ubah). Chezy bertujuan mencari hubungan bahwa zat cair yang melalui suatu saluran terbuka akan mengakibatkan tahanan atau biasa disebut tegangan geser pada dinding-dinding saluran yang akan diimbangi oleh bagian gaya berat yang bekerja terhadap zat cair dalam suatu aliran.

Pada suatu aliran yang bersifat sama, komponen gaya berat dalam suatu arah aliran adalah seimbang dengan nilai tahanan geser. Setelah melewati beberapa penurunan terhadap rumus Chezy, didapatkan suatu persamaan umum sebagai berikut.

$$V = \sqrt{RI}$$

Dimana V adalah kecepatan aliran,  $R = A/P$  = merupakan jari-jari hidraulik, I adalah kemiringan dasar saluran, C adalah koefisien Chezy, A adalah luas basah penampang, dan P adalah keliling basah penampang.

Tabel 1.2 Koefisien Chezy

No	Jenis Saluran	Koefisien Chezy	Pengaruh Original
1	Banyak rerimbuan setinggi saluran air	7 - 12,5	10%
2	Banyak semak semak setinggi air	12,5 – 20	30%
3	Dasar saluran bersih dengan sedikit rerimbuan sedang di dinding saluran	20 – 30	50%
4	Saluran dengan sedikit rumput pendek/ rumput liar	30 – 45	80%
5	Saluran bersih tapi bukan saluran baru	40 - 55	100%

## 2. Persamaan Manning

Persamaan Manning sering dipakai pada saluran terbuka dan pada pengaliran di pipa. Persamaannya sebagai berikut.

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}$$

Dimana  $V$  adalah kecepatan aliran,  $n$  adalah koefisien Manning,  $R$  adalah jari-jari hidraulik, dan  $I$  adalah kemiringan dasar saluran.

Tabel 1.3 Koefisien Manning

No	Tipe Saluran dan Jenis Bahan	Nilai $n$		
		Min	Normal	Maks
1	Beton	Min	Normal	Maks
	Gorong-gorong lurus serta bebas dari kotoran	0,01	0,011	0,013
	Gorong-gorong dengan kelengkungan dan sedikit gangguan	0,011	0,013	0,014
	Beton dipoles	0,011	0,012	0,014
	Saluram pembuangan dengan bak control	0,013	0,015	0,017
2	Tanah Lurus dan Seragam	Min	Normal	Maks
	Bersih baru	0,016	0,018	0,020
	Bersih telah melapuk	0,018	0,022	0,025
	Berkerikil	0,022	0,025	0,030
	Berumput pendek, sedikit tanaman	0,022	0,027	0,033
3	<b>Saluran Alami</b>	<b>Min</b>	<b>Normal</b>	<b>Maks</b>
	Bersih Lurus	0,025	0,030	0,033

No	Tipe Saluran dan Jenis Bahan	Nilai n		
	Bersih dan berkelok	0,033	0,040	0,045
	Banyak hama / tanaman pengganggu	0,050	0,070	0,080
	Dataran bajir berumput pendek dan tinggi	0,025	0,030	0,035
	Saluran di belukar	0,035	0,050	0,070

### 3. Persamaan Strickler

Persamaan Strickler juga sering digunakan pada saluran terbuka dan pada penampang pipa. Persamaan Strickler adalah sebagai berikut.

$$V = k R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}$$

Dimana V adalah kecepatan aliran, k adalah koefisien Strickler, R adalah jari-jari hidraulik, dan I adalah kemiringan dasar saluran.

Tabel 1.4 Koefisien Strickler

No	Debit Rencana	km <sup>1/3/dt</sup>
1	Q > 10	45
2	5 < Q < 10	42,5
3	1 < Q < 5	40
4	Q < 1	35



**BAB 3**  
**EKOSISTEM PADA WILAYAH PERAIRAN**



## **A. Fungsi Ekosistem pada Wilayah Perairan**

Ekosistem perairan yang terbentuk sangatlah tergantung kepada habitat dari makhluk hidup yang berada pada wilayah perairan tersebut. Adapun secara umum fungsi dari ekosistem pada wilayah perairan adalah sebagai berikut:

### **1. Sumber air bersih**

Suatu ekosistem pada wilayah perairan dapat menjadi sumber air bersih bila kondisi badan airnya memiliki kondisi yang baik dan dapat diperuntukan untuk kualitas baku mutu air bersih yang pada akhirnya dimanfaatkan untuk kepentingan manusia maupun makhluk hidup lainnya seperti hewan dan tumbuhan. Untuk saluran alamiah seperti sungai, fungsi ekosistemnya lebih terfokus kepada fungsi utama yang secara alamiah menyalurkan atau mendistribusikan air dari sumber air (mata air maupun hujan) ke wilayah lainnya yang lebih rendah untuk kemudian berakhir ke laut.

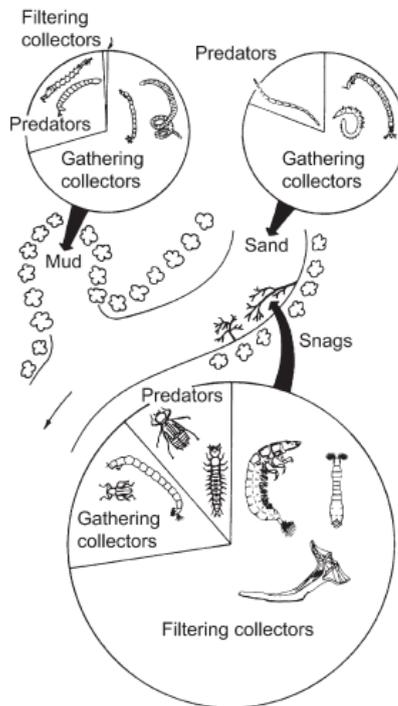


Ilustrasi ekosistem pada wilayah perairan  
(sumber : <https://www.earth.com/news/climate-change-may-have-altered-river-flow-worldwide/>)

## 2. Produsen utama keanekaragaman hayati

Fungsi lainnya dari ekosistem pada wilayah perairan adalah sebagai sumber penyedia utama dalam menyediakan habitat yang beragam yang mendukung keanekaragaman hayati. Berbagai spesies makhluk hidup seperti berbagai jenis ikan baik dalam skala makro maupun mikro, berbagai jenis hewan yang tergolong dalam spesies amfibi, spesies hewan air yang berkaki maupun bersayap seperti serangga air, spesies tulang lunak seperti moluska, maupun berbagai jenis vegetasi akuatik yang dapat hidup dan tersedia pada suatu

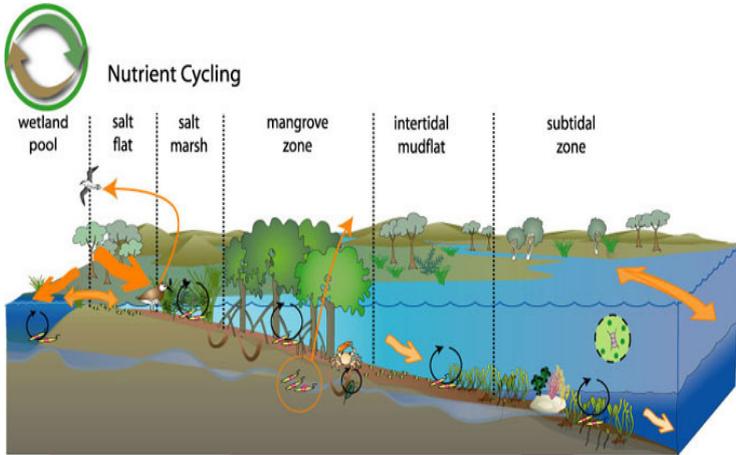
wilayah perairan seperti sungai. Hal ini sangatlah penting untuk tetap dijaga keberadaan dan keberlanjutannya karena terkait dengan proses rantai makanan yang terjadi di suatu wilayah perairan, terlebih lagi bila keanekaragaman hayati ini sebagai elemen dasar atau produsen utama pada proses rantai makanan tersebut.



Ilustrasi produsen utama  
(sumber : Buku Stream Ecology)

### **3. Sirkulasi zat hara atau nutrisi**

Suatu wilayah perairan biasanya memiliki berbagai siklus di dalamnya yang salah satunya adalah siklus zat hara atau biasa yang dikenal dengan istilah nutrisi. Peranan siklus zat hara atau nutrisi ini dipengaruhi oleh keberadaan dari vegetasi akuatik maupun organisme akuatik yang hidup dan berkembang di wilayah perairan seperti sungai terutama dalam proses distribusi, penyerapan, pengolahan maupun penguraian dari unsur seperti nitrogen dan fosfor. Zat hara atau Nutrisi tersebut kemudian dapat disalurkan ke ekosistem darat melalui air sungai dan mengisi kebutuhan nutrisi tanaman di daerah aliran sungai.

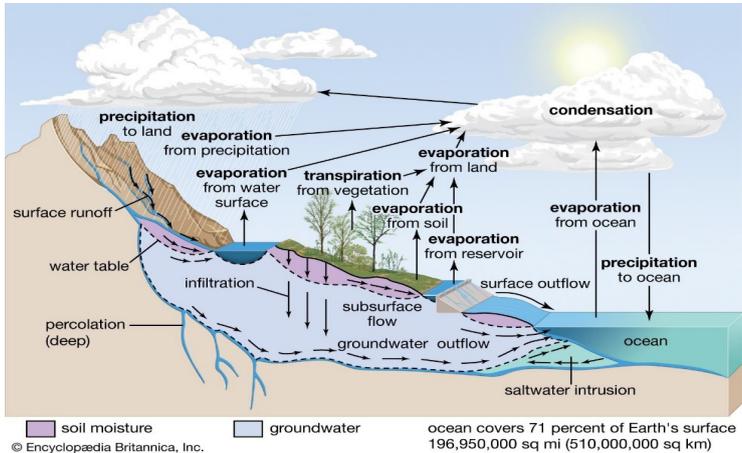


Ilustrasi Siklus Nutrien

(sumber : <https://ozcoasts.org.au/conceptual-diagrams/science-models/processes/nutrient/>)

#### 4. Keseimbangan iklim

Suatu wilayah keairan seperti sungai memiliki peranan yang cukup penting dalam menjaga keseimbangan iklim pada suatu wilayah tertentu. Proses kerjanya adalah suatu wilayah perairan seperti sungai yang mengalir mampu menjaga kestabilan dari kelembaban udara di sekitarnya sehingga memberikan nilai sejuk atau lembab, menjaga suhu udara, mengurangi kekeringan, maupun dapat menciptakan pola cuaca lokal di wilayah sekitar sungai tersebut.

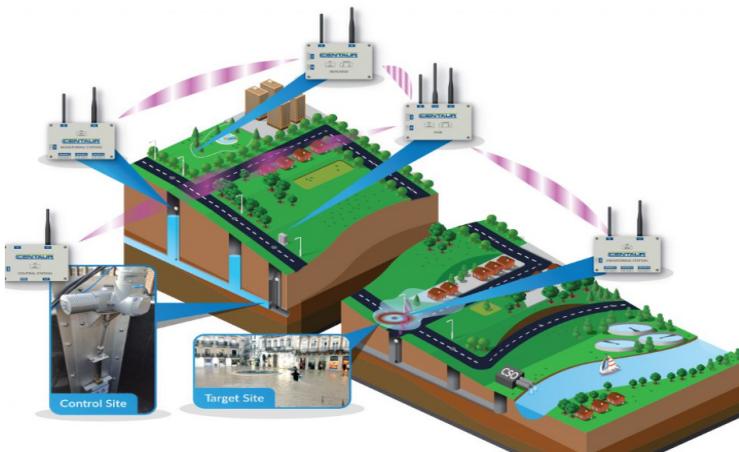


Ilustrasi Keseimbangan Iklim  
 (sumber : <https://www.britannica.com/science/water-cycle>)

## 5. Kontrol banjir

Suatu ekosistem wilayah perairan juga berfungsi untuk mengontrol kendali banjir yang sewaktu-waktu dapat terjadi pada wilayah perairan tersebut. Peranan vegetasi akuatik baik yang berada di dalam wilayah perairan maupun di wilayah sekitarnya atau biasa yang dikenal dengan istilah riparian, sangatlah penting dalam mempengaruhi kecepatan aliran maupun debit yang terjadi. Disamping itu, keberadaan vegetasi pada wilayah riparian juga dapat membantu

proses infiltrasi atau penyerapan sekaligus menahan air hujan berlebih, mencegah erosi, yang akhirnya dapat mengurangi risiko banjir di wilayah tersebut.



Contoh Ilustrasi Kontrol Banjir

(sumber : <https://floodlist.com/europe/artificial-intelligence-and-urban-flood-prevention>)

## 6. Aktivitas olahraga dan pariwisata perairan

Ekosistem pada wilayah perairan seperti sungai dapat juga memiliki potensi untuk berbagai aktivitas yang bersifat olahraga maupun wisata air. Berbagai aktivitas tersebut antara lain mendayung/berperahu, memancing, menyelam,

berenang, maupun aktivitas ringan lainnya yang dapat dilakukan di aliran maupun tepi sungai. Berbagai aktivitas perairan tersebut menjadi potensi yang sangat menarik dan dapat digarap untuk meningkatkan fungsi ekosistem pada wilayah perairan.



Ilustrasi olahraga dan pariwisata perairan  
(sumber : koleksi pribadi)

## 7. Sarana lalu-lintas transportasi perairan

Berbagai aktivitas manusia terutama yang berada di wilayah sekitar perairan seperti sungai biasanya menggunakan sarana lalu-lintas transportasi perairan seperti perahu/kapal untuk

mobilitasnya. Badan air seperti sungai seringkali juga digunakan untuk melakukan aktivitas jual beli atau yang biasa disebut perdagangan. Hal ini tentunya sangat membantu pertumbuhan ekonomi pada suatu wilayah terutama yang berada di wilayah perairan tersebut.



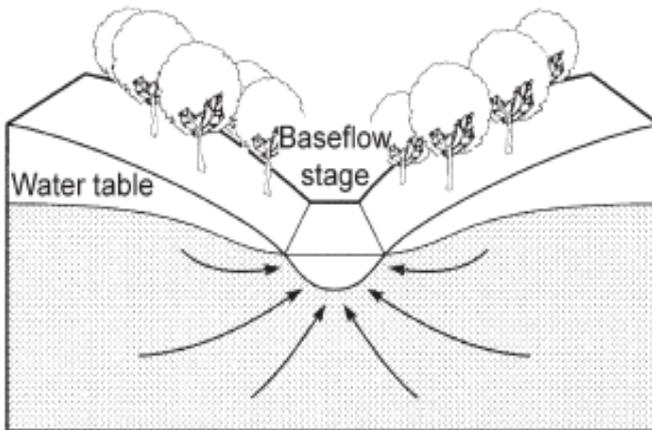
Ilustrasi Sarana lalu-lintas transportasi perairan  
(sumber : <https://banten.suara.com/read/2021/10/23/153203/miris-warga-pasirloa-pandeglang-susuri-sungai-pakai-rakit-akibat-jembatan-ambruk>)

## **B. Komponen Ekosistem pada Wilayah Perairan**

Pada suatu wilayah perairan, suatu ekosistem terbentuk harus memiliki beberapa komponen umum penunjang atau pendukungnya yaitu sebagai berikut:

## 1. Air

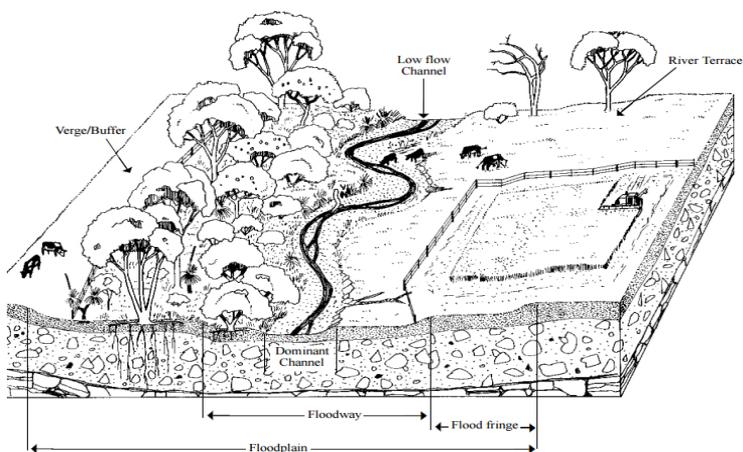
Komponen penunjang yang sangat penting dalam suatu ekosistem pada wilayah perairan adalah air. Terlebih lagi bila badan air tersebut adalah sungai maka harus memiliki aliran air yang mengalir secara terus menerus dalam suatu saluran hidraulis. Hal ini tentunya akan mempengaruhi berbagai parameter baik fisik, kimia maupun ekologis yang terkait dalam suatu wilayah perairan.



Ilustrasi komponen air pada suatu DAS  
(sumber : Buku Stream Ecology)

## 2. Substrat

Substrat adalah sekelompok material yang biasanya terdapat pada badan air baik yang berada di dasar maupun yang melayang di badan air pada suatu wilayah perairan. Substrat ini biasanya terdiri dari campuran material halus seperti pasir, kerikil, batu, maupun lumpur. Keberadaan substrat sangat mempengaruhi siklus maupun rantai makanan dalam suatu ekosistem perairan termasuk organisme yang hidup di dalam wilayah perairan tersebut.



Ilustrasi Substrat pada Sungai

(sumber: <https://generasibiologi.com/2016/11/pengertian-dan-fungsi-zona-riparian-adalah.html>)

### **3. Vegetasi akuatik**

Komponen berikutnya yang penting dalam suatu ekosistem pada wilayah perairan adalah vegetasi akuatik. Vegetasi akuatik ini terdiri dari vegetasi yang berada di dalam air (baik *macrophytes* maupun *microphytes*) maupun vegetasi yang hidup di tepi aliran pada perairan/sungai yang biasa disebut dengan vegetasi riparian. Keberadaan vegetasi akuatik ini sangat krusial didalam menjaga habitat dalam suatu ekosistem perairan. Untuk vegetasi riparian fungsi utamanya adalah penutup lahan atau tanah yang dapat menjaga kestabilan erosi maupun menyediakan habitat lainnya yang hidup disekitar wilayah perairan.

### **4. Organisme lainnya**

Faktor lainnya tentunya adalah berbagai jenis organisme seperti ikan, amfibi, serangga air, moluska, tumbuhan air, maupun jenis mikroorganisme. Organisme ini berperan penting dalam rantai makanan, dekomposisi bahan

organik, dan menjaga keseimbangan ekosistem pada wilayah perairan seperti sungai.



Contoh Jenis Ikan  
(sumber : Buku Aquatic Ecology)

## 5. Zat hara atau nutrient

Komponen penunjang lainnya adalah berbagai macam zat hara atau nutrisi yang memiliki kandungan unsur-unsur kimia seperti nitrogen dan fosfor serta bahan organik lainnya yang dapat mempengaruhi produktivitas ekosistem suatu wilayah perairan seperti sungai. Sumber zat hara ini dapat berasal dari aliran air, pengendapan

sedimen, maupun dekomposisi organisme yang terjadi di sepanjang wilayah perairan.

## 6. Cuaca

Komponen lainnya yang dapat mempengaruhi adalah cuaca. Kondisi cuaca pada akhirnya dapat mempengaruhi suhu air, tingkat curah hujan, maupun pola aliran air di suatu wilayah perairan. Perubahan cuaca yang mempengaruhi perubahan suhu dapat berimbas kepada kondisi fisik maupun kimia serta kehidupan organisme di dalam suatu wilayah perairan seperti sungai.



Contoh Kondisi Sungai saat Hujan

(sumber : <https://www.nationalgeographic.com/environment/article/rivers>)

## **BAB 4**

# **KARAKTERISTIK VEGETASI AKUATIK**



Vegetasi akuatik itu sendiri memiliki pengertian dan jenis-jenis vegetasi akuatik yang dimana vegetasi akuatik dibutuhkan terutama pada dasar saluran sungai yaitu dengan adanya vegetasi akuatik dapat menghambat suatu kecepatan aliran pada sungai.

### **A. Pengertian Vegetasi Akuatik *Macrophytes***

Vegetasi akuatik juga biasa disebut tumbuhan *hidrophytic* atau *hydrophytes*, Vegetasi akuatik yang tergolong besar disebut *macrophytes*. *Macrophytes* merupakan gabungan tumbuh-tumbuhan air, biasanya terdiri atas beberapa jenis yang hidup bersama pada suatu tempat. Dalam mekanisme kehidupan bersama tersebut terdapat aktivitas interaksi yang erat, diantaranya sesama individu penyusun vegetasi itu sendiri serta dengan organisme lainnya sehingga merupakan suatu sistem tumbuh serta dinamis. *Macrophytes* dan tanah berhubungan erat dan pada setiap tempat memiliki keseimbangan yang spesifik. Vegetasi akuatik di suatu tempat akan berbeda dengan vegetasi akuatik di tempat lain karena perbedaan faktor lingkungannya (Baptist et al., 2007).

## 1. Jenis Vegetasi Akuatik *Macrophytes*

Jenis vegetasi akuatik berdasarkan karakteristiknya dibagi menjadi 3 yaitu:

### a. *Floating Plants*

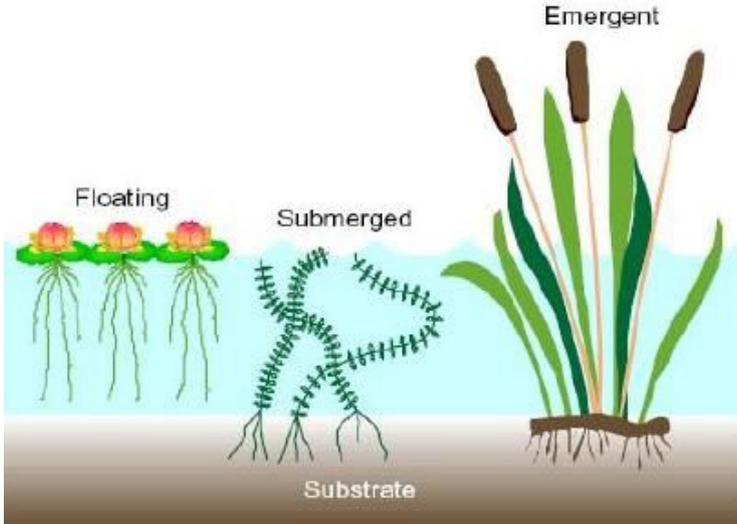
Tanaman air yang memiliki daun yang berada di atas permukaan air dengan akar yang menggantung di air. Contohnya Apu-apu dan eceng gondok.

### b. *Submerged Plants*

Tanaman air yang keseluruhan daun, batang dan akar terendam di bawah permukaan air, di mana akar berada tertanam di bawah tanah/sedimen.

### c. *Emergent Plants*

Tanaman air yang daun dan batangnya berada sebagian di atas permukaan air dan sebagian di bawah permukaan air, serta akarnya berada tertanam di bawah tanah/sedimen.

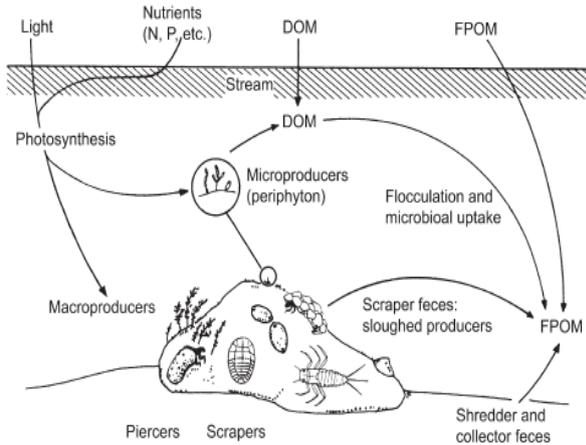


Gambar 2.1 Karakteristik Vegetasi Akuatik *Macrophytes*

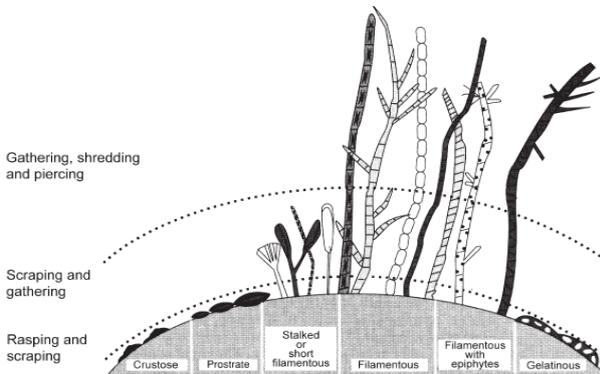
## B. Pengertian Vegetasi Akuatik *Microphytes*

Vegetasi akuatik yang tersusun atas unisel atau berskala mikro disebut *Microphytes*. *Microphytes* terdiri atas alga dan *phytoplankton*, komponen tersebut berkoloni menjadi *Microphytes* yang lebih besar untuk alga disebut *periphyton* atau hidup sendiri. *Microphytes* menjadi komponen biotik sungai yang cukup penting diantaranya menjadi sumber oksigen dalam air serta menjadi makanan bagi komponen biotik lain yang lebih kompleks seperti ikan dan

beberapa hewan invertebrata (Lewis *et al.*, 2001; Winemiller, 2004; Douglas *et al.*, 2005).



Gambar 2.2 Siklus *Microphytes* dalam sungai  
(Reproduced from Cummins and Klug 1979.)



Ilustrasi komponen air pada suatu DAS  
(sumber : Buku Stream Ecology)

**BAB 5**  
**HUBUNGAN ANTARA VEGETASI AKUATIK**  
**TERHADAP EKOSISTEM PERAIRAN**



## A. Jenis-Jenis Karakteristik Hidraulis

Aliran sungai adalah aliran yang biasanya mengalir pada saluran terbuka alamiah. Pengertian dari saluran terbuka sendiri adalah suatu saluran yang terjadi secara alamiah atau buatan yang memiliki bentuk permukaan yang bebas atau berhubungan langsung dengan udara luar. Aliran sungai dipengaruhi oleh beberapa parameter hidraulis antara lain jari-jari tampang basah, kemiringan dasar saluran, kekasaran dasar, kekentalan zat cair, dan bervariasi geometri saluran.

Karakteristik hidraulis merujuk pada sifat-sifat atau atribut-atribut tertentu dari sistem hidraulis atau fluida hidraulis. Berikut adalah beberapa jenis karakteristik hidraulis yang umumnya ditemui:

### 1. Keberlanjutan (*Incompressibility*)

Fluida hidraulis umumnya dianggap tidak dapat dipadatkan (*incompressible*), artinya volume fluida tetap konstan saat tekanan diterapkan. Karakteristik ini memungkinkan fluida untuk mentransmisikan tenaga atau daya dengan efisien dalam sistem hidraulis.

## 2. Viskositas

Viskositas mengukur ketahanan fluida terhadap aliran. Fluida dengan viskositas tinggi akan mengalir lebih lambat daripada fluida dengan viskositas rendah. Viskositas dapat mempengaruhi efisiensi dan respons sistem hidraulis.

## 3. Tekanan

Sistem hidraulis bekerja dengan prinsip bahwa fluida tidak dapat dipadatkan, sehingga tekanan yang diterapkan pada fluida akan merambat ke segala arah dengan konstan. Tekanan dalam sistem hidraulis memungkinkan transmisi gaya dan energi.

## 4. Aliran (*Flow*)

Kemampuan fluida untuk mengalir dalam sistem hidraulis penting untuk memastikan distribusi daya yang baik dan menghindari kegagalan dalam sistem. Aliran dapat bersifat laminar atau turbulen, tergantung pada kecepatan aliran dan sifat fluida.

5. Responsif terhadap Tekanan (*Pressure Responsiveness*)

Fluida hidraulis harus responsif terhadap perubahan tekanan dengan cepat dan dapat diandalkan. Ini diperlukan untuk mengendalikan pergerakan komponen hidraulis seperti silinder atau motor hidraulis.

6. Ketahanan terhadap Oksidasi dan Korosi

Fluida hidraulis harus tahan terhadap oksidasi (reaksi dengan oksigen) dan korosi (penguraian material akibat reaksi kimia). Ini penting untuk memastikan umur panjang sistem hidraulis dan untuk mencegah kerusakan pada komponen-komponennya.

7. Stabilitas Termal

Fluida hidraulis harus memiliki stabilitas termal yang baik untuk mempertahankan kinerja dalam rentang suhu yang luas tanpa mengalami degradasi atau perubahan sifat yang signifikan.

8. Kemampuan Pelumasan

Beberapa sistem hidraulis memerlukan kemampuan pelumasan untuk melindungi

komponen yang bergerak, seperti pompa hidraulis atau silinder.

9. Biodegradabilitas (untuk Fluida Hidraulis Lingkungan)

Dalam aplikasi di lingkungan yang peka terhadap dampak lingkungan, fluida hidraulis yang dapat terurai secara alami dan tidak mencemari lingkungan mungkin diperlukan.

## **B. Jenis-Jenis Karakteristik Ekologis**

Karakteristik ekologis adalah sifat-sifat yang dimiliki oleh makhluk hidup yang berada dalam suatu habitat dan ekosistem tertentu yang dalam hal ini adalah badan air seperti sungai. Karakteristik ekologis dipengaruhi oleh faktor-faktor lainnya seperti faktor fisik maupun hidraulis dalam suatu sungai yang memiliki keanekaragaman hayati di dalamnya. Sungai yang memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi dapat membuat kualitas sungai tersebut lebih baik. Oleh karena itu, jenis-jenis karakteristik ekologis pada suatu sungai dipengaruhi oleh berbagai spesies baik hewan maupun vegetasi yang tumbuh dan berkembang di dalam maupun di wilayah sekitar

sungai. Adapun beberapa komponen hayati yang mempengaruhi karakteristik ekologis pada suatu sungai tersebut antara lain:

- Komponen makanan hayati untuk dari dari berbagai spesies baik hewan maupun vegetasi seperti ikan, amfibi, serangga air, berbagai vegetasi akuatik dengan berbagai jenis dan lain sebagainya.
- Hewan perairan yang berada dalam suatu habitat sungai dengan berbagai jenis spesies dari moluska atau kerang-kerangan, kepiting, cacing, lintah, dan lain sebagainya.
- Vegetasi pada sekitar wilayah sungai atau riparian baik yang berada di dalam air atau yang biasa disebut vegetasi akuatik maupun yang berada ditepi aliran sungai. Beberapa contoh jenis vegetasi yang berada di sekitar badan air atau sungai antara lain berbagai jenis rumput-rumputan, pisang, vegetasi golongan biji-bijian maupun yang berbuah yang hidupnya banyak membutuhkan air dan lain sebagainya.

Maka dari itu, jenis-jenis karakteristik ekologis dapat ditinjau dari parameter-parameter sebagai berikut:

- Umur atau siklus hidup vegetasi maupun hewan dalam suatu ekosistem sungai
- Distribusi atau penyebaran baik vegetasi maupun hewan

### **C. Produksi Primer Ekologi Sungai**

Sungai pada iklim tropis secara umum memiliki nutrisi yang kurang dibandingkan sungai beriklim sedang, hal ini diakibatkan karena sungai tropis kerap mengalami kekeringan pada musim kemarau. Daerah resapan air yang terganggu pada saat musim kemarau menyebabkan penurunan populasi dari vegetasi akuatik yang berperan sebagai produsen utama sungai baik sebagai produsen oksigen ataupun produsen makanan dalam rantai makanan (Douglas et al., 2005). Perubahan musim menjadi faktor utama dari produktivitas sungai secara khusus terhadap keberlangsungan ekosistem sungai, kekeringan akibat musim kemarau serta kenaikan muka air

akibat musim hujan memainkan peran penting dalam perubahan produksi primer sungai. Vegetasi akuatik menjadi pengaruh terbesar dalam keberlangsungan produktivitas sungai. empat kelompok utama produsen utama berkontribusi terhadap produksi. *Macrophytes* adalah yang paling penting, dengan perkiraan sekitar 65% , diikuti oleh pohon-pohon hutan yang tergenang (28%), *periphyton* (5%), dan *phytoplankton* (2%). (e.g. Junk *et al.*, 1989; Chapter 7 of this volume)

#### **D. Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Rantai Makanan Sungai**

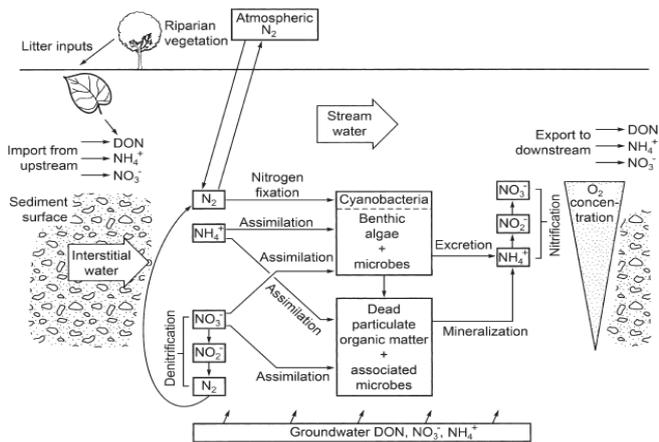
Produksi primer vegetasi akuatik menjadi faktor utama dari produktivitas rantai makanan di sungai tetapi juga dipengaruhi faktor faktor lain diantaranya adalah senyawa kimia yang terlarut dalam sungai. Kimia air pada sungai mempengaruhi produksi vegetasi akuatik sungai, nilai pH air, kandungan mineral, kandungan zat hara, serta konsentrasi anorganik akan mempengaruhi populasi vegetasi akuatik sungai. Banyak sungai tropis yang diketahui memiliki keterbatasan nitrogen yang disebabkan oleh

pasokan senyawa fosfor yang relatif tinggi. Hilangnya nitrogen yang tinggi akibat banjir atau musim hujan, naiknya angka debit sungai mengakibatkan senyawa organik yang berperan sebagai nutrisi sungai seperti nitrogen dan oksigen ikut terlarut dan mengakibatkan penurunan kadar nitrogen sungai. Perubahan kondisi jumlah alga tiap beralihnya musim memberikan pengaruh terhadap perubahan kadar biotik serta keberlangsungan atau variasi rantai makanan di sungai (Melack and Forsberg, 2001).

## **E. Siklus dan Keterbatasan Nutrisi**

Mayoritas pengetahuan tentang siklus dan pembatasan nutrisi berasal dari sungai di daerah beriklim sedang. Pada umumnya, perhatian utama tertuju pada fosfor karena terbukti membatasi produksi primer di banyak sungai, termasuk sungai tropis. Aktivitas panas bumi di beberapa sungai dapat meningkatkan konsentrasi fosfor dari air tanah dalam sumur, serta laju respirasi mikroba. Perbedaan dalam konsentrasi nutrisi dan efeknya terhadap respirasi mikroba lebih disebabkan oleh faktor-faktor lokal seperti resapan air tanah dan geologi daerah aliran

sungai. Selain itu, fosfor juga membatasi produktivitas primer di berbagai daerah seperti daerah beriklim sedang, subtropis, dan tropis. Meskipun pembatasan nitrogen cenderung lebih umum terjadi di daerah tropis, dinamikanya hampir serupa di daerah beriklim sedang dan tropis.



Siklus Nitrifikasi



## **BAB 6**

### **PENUTUP**



Dalam sejarah perkembangannya, sistem sungai sangatlah beragam komponen penyusunnya. Banyak parameter ataupun variabel-variabel terkait yang saling mempengaruhi antar variabel tersebut. Dalam suatu ekosistem habitat saluran terbuka seperti sungai alamiah, variabel penting yang harus diperhitungkan dan dianalisa secara kompleks adalah variabel fisik, kimia maupun biologis yang saling mendukung dalam suatu aliran rendah pada saluran terbuka baik dari sisi ruang dan waktu.

Karakteristik hidraulis vegetasi akuatik pada aliran rendah pada penelitian ini memberikan beberapa kesimpulan antara lain:

- Semakin tinggi kecepatan aliran yang mengalir pada saluran terbuka maka semakin besar juga
- Jenis vegetasi akuatik yang paling mempengaruhi tinggi kekasaran saluran terbuka yaitu vegetasi yang memiliki nilai kekakuan (*stiffness*) yang tinggi.

Saran yang dapat diberikan antara lain:

- Pada dasarnya, naturalisasi sungai adalah mengembalikan dari suatu kondisi saluran

terbuka/sungai tertentu ke kondisi semula dengan menerapkan konsep ekohidrolik dengan cara memasukkan unsur ekologi seperti vegetasi akuatik di wilayah sungai. Namun masih diperlukan kolaborasi antar keilmuan terutama dari aspek ekologi sungai dalam perencanaan hidraulis pada suatu saluran terbuka.

- Pada proyek restorasi sungai, diperlukan penelitian lebih jauh terkait peranan vegetasi akuatik sehingga dalam perencanaan atau perancangan dapat dijadikan suatu variabel penentu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Baptist, M. J., Babovic, V., Uthurburu, J. R., Keijzer, M., Uittenbogaard, R. E., Mynett, A., dan Verwey, A., 2007, *On inducing equations for vegetation resistance*, Journal of Hydraulic Research 45 (4). Taylor & Francis: 435–50, doi:10.1080/00221686.2007.9521778
- Chiaradia, E. A., Gandolfi, C., dan Bischetti, G. B., 2019, *Flow resistance of partially flexible vegetation: A full-scale study with natural plants*, Journal of Agricultural Engineering 50 (2): 55–65, doi:10.4081/jae.2019.885
- Duarte, C. M., 1995, *Submerged aquatic vegetation in relation to different nutrient regimes*, Ophelia 41 (1). Taylor & Francis: 87–112, doi:10.1080/00785236.1995.10422039
- Juha Jarvela, 2014, *Influence of vegetation on flow structure in floodplains and wetlands*, no. January 2003

- Stephan, U., dan Gutknecht, D., 2002, *Hydraulic resistance of submerged flexible vegetation* 269: 27–43
- Sunaris, M. L., Muljono, Y., Telaumbanua, C. K., dan Tallar, R. Y., 2019, *Analysis of energy losses in smooth pipes*, Journal of Physics: Conference Series 1360 (Oktober). {IOP} Publishing: 12026, doi:10.1088/1742-6596/1360/1/012026
- Tallar, R. Y., dan Suen, J.-P., 2017, *Measuring the Aesthetic Value of Multifunctional Lakes Using an Enhanced Visual Quality Method*, Water 9 (4), doi:10.3390/w9040233

## **TENTANG PENULIS**

Penulis adalah dosen yang telah mengajar lebih dari 15 tahun di Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Maranatha. Mata kuliah maupun penelitian yang selama ini dilakukan terkait dengan bidang ilmu Teknik Sipil kekhususan Manajemen Sumberdaya Air termasuk di dalamnya ekologi, estetika maupun restorasi sungai beserta ilmu-ilmu turunannya.