

Analisis Kualitas
**AIR DANAU
PANIAI-PAPUA**

**Maximus M. Kayame
Erni Indrawati
Sri Mulyani**

ANALISIS KUALITAS AIR DANAU PANIAI-PAPUA

Copyright@Penulis 2022

Penulis:

Maximus M. Kayame

Erni Indrawati

Sri Mulyani

Editor:

Aslam Jumain

Tata Letak & Sampul

Mutmainnah

viii + 57 halaman

15,5 x 23 cm

Cetakan: 2022

Di Cetak Oleh: CV. Berkah Utami

ISBN: 978-623-226-408-3

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
Dilarang memperbanyak seluruh atau sebagian isi buku ini
tanpa izin tertulis penerbit



Penerbit: Pusaka Almaida

Jl. Tun Abdul Razak I Blok G.5 No. 18

Gowa - Sulawesi Selatan – Indonesia

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah yang maha pengasih lagi maha penyayang atas segala rahmat dan berkahnya, sehingga penyusunan buku ini dapat di selesaikan yang berjudul “**Analisis Kualitas Air Danau Paniai-Papua**”. Melalui perhelatan waktu yang relatif panjang, akhirnya buku ini tiba pada suatu titik pendedikasiannya oleh sebuah tuntutan dari sebuah tuntutan dari sebuah implemintasi akademik.

Salah satu danau yang telah mengalami degradasi lingkungan akibat pencemaran adalah danau Paniai, Papua. Danau tersebut merupakan salah satu danau yang terletak di wilayah Papua. Kondisi Danau saat ini sangat memprihatinkan dan terancam kelestariannya karena mengalami degradasi lingkungan akibat tekanan aktivitas masyarakat.

Danau Paniai termasuk danau tektonik dan tergolong danau yang berukuran besar seluas 15.130 Ha dan berada di ketinggian 1.700 meter dpl. (Kementerian Pekerjaan Umum, 2012). Danau Paniai berpotensi menghasilkan produksi ikan guna mencukupi kebutuhan pangan akan ikan dan meningkatkan taraf hidup masyarakat sekitar danau. Danau Paniai tidak banyak menyimpan beragam jenis ikan air tawar. Ikan nila (*Oreochromis niloticus*), mujair (*Oreochromismossambicus*), mas/karper (*Cyprinus carpio*), belut (*Monopterus albus*) dan gabus (*Channa striata*) merupakan jenis ikan ekonomis penting yang

dapat ditemui di danau ini. Selain itu di Danau Paniai juga terdapat jenis lobster air tawar (*Cherax sp.*) yang merupakan komoditi yang khas dan bernilai ekonomis tinggi. Aktifitas perikanan tangkap di Danau Paniai pada awalnya hanya bersifat untuk memenuhi kebutuhan pokok saja. Sekarang dengan bertambahnya kebutuhan akan protein ikan serta seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk lokal dan pendatang, penangkapan semakin intensif dengan adanya aktifitas jual beli di pasar Enarotali, Kabupaten Paniai.

Geografis Papua didominasi oleh pegunungan dari barat hingga ke timur dan dengan jajaran pegunungan yang mencapai lebih dari 3000 meter di sepanjang pulau menyebabkan akses transportasi darat menjadi tidak mudah (Kartikasari, et al., 2012). Hal ini menyebabkan belum banyaknya data penelitian mengenai danau di Papua tidak terkecuali Danau Paniai. Penelitian pada sector perikanan di perairan umum daratan Provinsi Papua sebagian baru pada ekosistem sungai dan rawa banjiran, sedangkan untuk Danau Paniai sendiri informasi penelitian masih terbatas. Ada banyak aktivitas di dalam maupun diluar perairan Danau Paniai, dan untuk sektor perikanan yang menonjol adalah perikanan tangkap. Di sekitar danau ada juga terdapat aktivitas manusia seperti di areal pasar, pemukiman dan aktivitas pembangunan jalan yang diperkirakan berpengaruh pada kualitas perairan danau. Kegiatan perikanan tangkap ataupun perikanan budidaya harus berdasarkan pada status trofik sebagai pedoman kelayakan lingkungan dan besaran potensi perairan sebagai tolak ukur pemanfaatan lahan perairan (Samuel& Adiansyah, 2016).

Danau Paniai memiliki potensi dan peluang cukup besar untuk dimanfaatkan sebagai pusat kegiatan perikanan terpadu seperti kerambang jarring apung (KJA). Kondisi perairan yang cukup tenang, air yang cukup jernih, dan vegetasi tumbuhan yang masih asli menjadi andalan. Olehnya itu penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang Analisis Kualitas Air danau Ppaiai, Papua untuk Perikanan.

Atas rahmat, berkah dan petunjuknya pulalah sehingga berbagi pihak berkenan memberikan bantuan, bimbingan dan dorongan dalam penyelesaian penulisan buku ini dan dalam masa studi di Program Pascasarjana Universitas Bosowa Makassar. Oleh karena itu, dengan penuh kerendahan hati, pada kesempatan ini patutlah kiranya penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak, baik yang langsung maupun yang tidak langsung, yang telah memberikan bantuan dalam penyelesaian buku ini.

Walaupun masih jauh dari kesempurnaan, besar harapan kami kiranya buku ini dapat bermanfaat bagi pembaca semoga Tuhan yang maha pengasih memberikan rahmat kepada kita semua. Amin...

Makassar, Januari 2022

Penulis

DAFTAR ISI

Kata Pengantar.....	iii
Daftar Isi.....	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
BAB II EKOSISTEM DANAU DAN KUALITAS AIR	5
A. Definisi Air dan Sumber Air	5
B. Kualitas Air Danau	9
C. Ekosistem Danau	17
D. Pencemaran Air.....	23
E. Dampak Pencemaran Air	25
F. Faktor Fisika dan Kimia yang Mempengaruhi Kualitas Air.....	27
G. Penanggulangan Pencemaran Air.....	33
BAB III STUDI KUALITAS AIR DANAU PANIAI ...	37
A. Gambaran Umum Objek Penelitian.....	37
B. Ekosistem Danau Paniai.....	41
C. Kondisi Mikrobiologis Air Danau Paniai	48
BAB IV PENUTUP	51
DAFTAR PUSTAKA	53

BAB I

PENDAHULUAN

Danau merupakan badan air yang berbentuk cekungan berisi air yang dikelilingi oleh daratan baik terbentuk secara alami maupun buatan. Air merupakan sumberdaya alam yang diperlukan sebagai hajat hidup orang banyak. Semua makhluk hidup membutuhkan air untuk kehidupannya sehingga sumberdaya air perlu dilindungi agar dapat tetap dimanfaatkan dengan baik oleh manusia serta makhluk hidup lainnya. Untuk itu kualitas air merupakan hal yang penting dan harus tetap dijaga kestabilannya. Untuk mengetahui suatu air danau tercemar ataupun tidak tercemar harus dilakukan analisis kualitas air. Analisis kualitas air meliputi parameter biologi fisika dan kimia. Semua parameter tersebut harus seimbang agar tetap dapat menunjang keberlangsungan hidup organisme yang hidup dalam perairan tersebut. Ketidakseimbangan nilai dari tiap parameter tersebut dapat menyebabkan terjadinya gangguan dalam berjalannya siklus hidup pada ekosistem perairan.

Danau merupakan salah satu bentuk ekosistem akuatik yang menempati daerah relatif sempit pada permukaan bumi dibandingkan dengan habitat laut maupun daratan, dan sangat bermanfaat untuk mendukung peri kehidupan manusia. Namun demikian fungsi dan manfaat danau dari waktu ke waktu telah mengalami penurunan. Sumarwoto et al. (2004) menyatakan bahwa penurunan fungsi dan manfaat danau

disebabkan oleh terjadinya pencemaran dan kerusakan lingkungan perairan danau. Pencemaran perairan danau dari waktu ke waktu semakin memprihatinkan karena beragamnya sumber bahan pencemar yang masuk ke danau. Lebih lanjut Adnan (2003) menyatakan bahwa koordinasi antar sektoral dalam pengelolaan danau sangat lemah sehingga upaya konservasi ekosistem danau tidak berjalan.

Danau merupakan wadah air dan ekosistem yang terbentuk secara alamiah dan berfungsi sebagai tempat berlangsungnya siklus hidup flora dan fauna serta sumber air yang dapat digunakan langsung oleh masyarakat sekitarnya. Dalam rangka menjaga dan melestarikan keberadaan air danau, maka perlu dilakukan pemantauan kualitas air danau secara terencana dan terus - menerus.

Salah satu danau yang telah mengalami degradasi lingkungan akibat pencemaran adalah danau Paniai, Papua. Danau tersebut merupakan salah satu danau yang terletak di wilayah Papua. Kondisi Danau saat ini sangat memprihatinkan dan terancam kelestariannya karena mengalami degradasi lingkungan akibat tekanan aktivitas masyarakat.

Danau Paniai termasuk danau tektonik dan tergolong danau yang berukuran besar seluas 15.130 Ha dan berada di ketinggian 1.700 meter dpl. (Kementerian Pekerjaan Umum, 2012). Danau Paniai berpotensi menghasilkan produksi ikan guna mencukupi kebutuhan pangan akan ikan dan meningkatkan taraf hidup masyarakat sekitar danau. Danau Paniai tidak banyak menyimpan beragam jenis ikan air tawar. Ikan nila (*Oreochromis niloticus*), mujair (*Oreochromis mossambicus*), mas/karper (*Cyprinus*

carpio), belut (*Monopterus albus*) dan gabus (*Channa striata*) merupakan jenis ikan ekonomis penting yang dapat ditemui di danau ini. Selain itu di Danau Paniai juga terdapat jenis lobster air tawar (*Cherax sp.*) yang merupakan komoditi yang khas dan bernilai ekonomis tinggi. Aktifitas perikanan tangkap di Danau Paniai pada awalnya hanya bersifat untuk memenuhi kebutuhan pokok saja. Sekarang dengan bertambahnya kebutuhan akan protein ikan serta seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk lokal dan pendatang, penangkapan semakin intensif dengan adanya aktifitas jual beli di pasar Enarotali, Kabupaten Paniai.

Geografis Papua didominasi oleh pegunungan dari barat hingga ke timur dan dengan jajaran pegunungan yang mencapai lebih dari 3000 meter di sepanjang pulau menyebabkan akses transportasi darat menjadi tidak mudah (Kartikasari, et al., 2012). Hal ini menyebabkan belum banyaknya data penelitian mengenai danau di Papua tidak terkecuali Danau Paniai. Penelitian pada sector perikanan di perairan umum daratan Provinsi Papua sebagian baru pada ekosistem sungai dan rawa banjiran, sedangkan untuk Danau Paniai sendiri informasi penelitian masih terbatas. Ada banyak aktivitas di dalam maupun diluar perairan Danau Paniai, dan untuk sektor perikanan yang menonjol adalah perikanan tangkap. Di sekitar danau ada juga terdapat aktivitas manusia seperti di areal pasar, pemukiman dan aktivitas pembangunan jalan yang diperkirakan berpengaruh pada kualitas perairan danau. Kegiatan perikanan tangkap ataupun perikanan budidaya harus berdasarkan pada status trofik sebagai pedoman kelayakan lingkungan dan

besaran potensi perairan sebagai tolak ukur pemanfaatan lahan perairan (Samuel& Adiansyah, 2016).

Danau Paniai memiliki potensi dan peluang cukup besar untuk dimanfaatkan sebagai pusat kegiatan perikanan terpadu seperti kerambang jarring apung (KJA). Kondisi perairan yang cukup tenang, air yang cukup jernih, dan vegetasi tumbuhan yang masih asli menjadi andalan. Olehnya itu penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang Analisis Kualitas Air danau Ppaiai, Papua untuk Perikanan.

BAB II

EKOSISTEM DANAU DAN KUALITAS AIR

A. Definisi Air dan Sumber Air

Ada beberapa kebutuhan manusia di bumi, salah satunya adalah air. Tanpa air, manusia dan makhluk hidup lainnya tidak dapat hidup. Sesuai dengan fungsinya, manusia menggunakan air untuk kebutuhan sehari-hari seperti air minum, mencuci dan mandi, kolam perikanan, pengairan pertanian, sanitasi dan transportasi. Air juga digunakan untuk tempat rekreasi, pemadam kebakaran, keperluan industri dan lain-lain (Wardhana, 2004).

Menurut PP Nomor 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, semua air yang terdapat pada, diatas, dan di bawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini air permukaan, air tanah, air laut, dan air hujan disebut air. Air yang ada di permukaan bumi terdiri dari 97% air asin dilautan, 2% masih berupa es, 0,0009% berupa danau, 0,0009% merupakan air tawar di sungai dan sisanya adalah air permukaan. Manusia, tumbuhan dan hewan yang hidup di darat dapat menggunakan air permukaan dalam memenuhi kebutuhannya hidupnya. Air disebut sesuatu yang paling langka dan yang paling penting dibutuhkan di permukaan bumi ini (Nugroho, 2006).

Air yang digunakan untuk beragam fungsi dan keperluan sebaiknya digunakan dengan baik karena merupakan bagian dari sumber daya alam yang benar-

benar perlu untuk kebutuhan generasi sekarang dan masa yang akan datang. Oleh karena itu perlunya mengelola air supaya kuantitas dan kualitasnya aman dan dapat berguna untuk manusia juga makhluk hidup yang lain.

Ada dua jenis air dalam program kesehatan lingkungan yang dari aspek kesehatan dapat dimanfaatkan oleh masyarakat dalam pemenuhan keperluan sehari-harinya yakni air minum dan air bersih untuk keperluan hygiene sanitasi. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang kualitas air minum yang disebut air minum adalah air yang melewati proses pengolahan maupun tidak melewati proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan bisa diminum secara langsung.

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 air yang digunakan dalam kebutuhan hygiene sanitasi yaitu air yang mempunyai mutu spesifik untuk keperluan sehari-hari yang mutunya lain dengan mutu air minum. Air untuk kebutuhan hygiene sanitasi itu dimanfaatkan bagi perawatan kebersihan pribadi contohnya sikat gigi dan mandi, mencuci peralatan makan, pakaian, bahan pangan dan juga sebagai air baku minum.

Sumber air

Sumber air merupakan wadah yang ada di atas dan di bawah permukaan tanah, termasuk juga sungai, rawa, situ, mata air, waduk, danau dan muara. Berlandaskan Sutrisno (2006) sumber-sumber air terbagi menjadi:

Air laut. Air laut tidak memadai ketentuan jika digunakan sebagai air minum karena mengandung garam NaCl sehingga mempunyai sifat asin. Air hujan.

Air hujan yang akan digunakan menjadi sumber air minum sebaiknya saat mewadahi air tidak sejak hujan baru turun, karena air tersebut sedang berlimpah polusi. Sifat agresif yang dimiliki air hujan menyebabkan korosif atau karatan menjadi lebih cepat terjadi. Sifat yang lunak juga dimiliki air hujan yang menyebabkan air tersebut boros ketika kita menggunakan sabun.

Air Permukaan. Biasanya air permukaan mengalami pencemaran sewaktu pengalirannya yang bersumber dari ranting-ranting kayu, lumpur, daun-daun, limbah pabrik kota dan lain-lain. Pengotoran untuk masing-masing air permukaan akan berbeda-beda, tergantung pada daerah pengaliran air permukaan ini. Jenis pengotorannya adalah merupakan kotoran fisik, kimia dan bakteriologi. Air permukaan terbagi menjadi:

Air sungai. Umumnya air sungai mengalami tingkat pengotoran yang banyak sekali, oleh sebab itu untuk menjadikannya sebagai sumber air minum harus dilakukan pengolahan yang sempurna.

Air rawa/danau. Terdapatnya unsur-unsur organis yang sudah mengalami pembusukan, contohnya asam humus yang bercampur pada air mengakibatkan air rawa menjadi warna kuning coklat. Terjadinya penguraian unsur-unsur organis yang tinggi, sehingga tingkatan besi dan mangan menjadi lebih besar juga dan dengan kondisi kelarutan oksigen yang kurang atau anarob menyebabkan zat besi dan mangan akan ikut larut. Adanya sinar matahari dan O₂ akan mengakibatkan tumbuhnya alga (lumut) pada air permukaan. Sebaiknya ketika mengambil air dengan kedalaman khusus harus pada bagian tengah supaya endapan besi dan mangan tidak terseret, begitu

juga pada lumut yang terdapat di permukaan rawa atau telaga.

Air tanah. Air tanah yang terdapat di dalam tanah terdiri atas air tanah dangkal dan dalam. Air yang bersumber dari air hujan yang diikat pangkal pohon dinamakan air tanah dangkal. Air tanah dangkal terdapat di dekat permukaan tanah dan terdapat pada bagian atas padat air. Air hujan yang mengalir ke tanah bagian dalam dengan cara adsorpsi dan penyaringan melalui bantuan mineral yang terdapat di tanah disebut air tanah dalam. Dengan menggunakan sumursumur dangkal air tanah bisa dimanfaatkan sebagai sumber air minum. Mutu air ini biasanya lebih bagus dibanding air dangkal, hal itu disebabkan filtrasinya lebih baik dan terhindar dari bakteri.

Mutu dan Kelas Air

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 mutu air adalah keadaan kadar air yang diuji dan diukur berlandaskan parameter-parameter khusus dan metode khusus berlandaskan peraturan dan perundang-undangan yang aktif. Kelas air yaitu mutu air yang dianggap pantas digunakan untuk pemenuhan kebutuhan. Penggolongan air berdasarkan peruntukannya dibagi empat kelas yaitu:

Kelas satu. Air bisa dimanfaatkan sebagai air baku untuk air minum juga untuk hal lain yang mempersyaratkan kualitas air yang sesuai dengan kepentingannya.

Kelas dua. Air yang bisa dimanfaatkan bagi prasarana atau fasilitas wisata air, pengembangbiakan ikan air tawar, mengairi pertanian, peternakan, dan pemanfaatan lain

yang mengharuskan kualitas air setara dengan peranan tersebut.

Kelas tiga. Air yang dapat dimanfaatkan sebagai pengembangbiakan ikan air tawar, mengairi pertanaman, peternakan, dan kegunaan lainnya yang mengharuskan nilai air yang sesuai dengan kegunaan itu.

Kelas empat. Air yang bisa dimanfaatkan dalam menggenangi pertanaman dan kegunaan lain yang mengharuskan kualitas air sesuai dengan manfaat itu.

Tabel 1

Kriteria Kualitas Air Berdasarkan PP Nomor 82 Tahun 2001

Parameter	Satuan	Kelas			
		I	II	III	IV
Temperatur	°C	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 3
Residu Terlarut	mg/l	1000	1000	1000	2000
Residu Tersuspensi	mg/l	50	50	400	400
Ph	mg/l	6-9	6-9	6-9	5-9
BOD	mg/l	2	3	6	12
COD	mg/l	10	25	50	100
DO	mg/l	6	4	3	0
Total fosfat	mg/l	0,2	0,2	1	5
NO3	mg/l	10	10	20	20
NH3-N	mg/l	0,5	(-)	(-)	(-)
Besi	mg/l	0,3	(-)	(-)	(-)
Timbal	mg/l	0,03	0,03	0,03	1
Nitrit	mg/l	0,06	0,06	0,06	(-)
<i>Fecal coliform</i>	Jlh/100 ml	100	1000	2000	2000
Total <i>coliform</i>	Jlh/100 ml	1000	5000	1000	1000

B. Kualitas Air Danau

Kualitas air mampu diketahui melalui serangkaian tahap pemeriksaan agar mengetahui dan menunjukkan apakah air tersebut laik atau tidak digunakan. Parameter

yang umumnya diuji untuk menentukan kualitasnya yaitu:

Parameter fisik. Parameter fisik terdiri dari beberapa bagian yaitu:

TSS (*Total Suspended Solid*). TSS atau padatan tersuspensi adalah padatan yang mengakibatkan terjadinya kekeruhan pada air, tidak dapat larut, dan tidak mampu mengendap dengan langsung.

Padatan tersuspensi terdiri dari partikel-partikel yang ukuran dan beratnya lebih kecil dari pada sedimen, seperti bahan-bahan organik tertentu, tanah liat dan lain-lain. Padatan terendap dan tersuspensi akan mengurangi penetrasi sinar matahari ke dalam air, sehingga mengurangi penetrasi sinar matahari ke dalam air, sehingga dapat mempengaruhi regenerasi oksigen secara fotosintesis. Padatan yang tersuspensi dalam air umumnya pada umumnya terdiri dari fitoplankton, zooplankton, kotoran manusia dan limbah industri (Fardiaz, 1992).

Kekeruhan. Air disebut keruh apabila airnya berisi banyak zat yang tersuspensi, akibatnya warnanya menjadi kotor dan berlumpur. Kekeruhan mengakibatkan penyimpangan cahaya yang akan masuk ke air. Kekeruhan menghalangi masuknya cahaya pada air, sehingga mengganggu fotosintesis tanaman air. Terjadinya kekeruhan diakibatkan terdapatnya zat yang mengapung dan terurainya molekul khusus contohnya jasad organik, bahan organik, lumpur tanah liat dan benda lain yang mengapung dan benar-benar halus (Sutrisno, 2006)

Suhu/temperatur. Peningkatan temperatur air bakal menyebabkan oksigen yang terlarut dalam air turun, kelajuan reaksi kimia semakin cepat, kehidupan hewan

air dan ikan air menjadi terusik. Tingginya kenaikan temperatur air biasanya ditunjukkan oleh adanya ikan-ikan dan hewan air yang lain muncul ke atas air demi mencari oksigen. Ikan dan hewan lainnya lama kelamaan dapat mati apabila temperaturnya tidak balik ke keadaan normal (Nugroho, 2006).

Warna. Air yang normal tampak jernih dan tidak berwarna. Jika pada air terdapat polusi biasanya akan ditunjukkan dari warna yang tidak seperti pada umumnya. Warna air terdiri dari dua yakni warna sejati (true color) dan warna semu (apparent color). Warna sejati diakibatkan karena molekul-molekul yang larut dan warna semu karena terdapatnya zat-zat terlarut dan zat-zat yang mengapung, contoh diantaranya memiliki sifat koloid. Air yang memiliki warna dengan kadar tertentu maka nilai estetikanya berkurang dan ditolak masyarakat (Sutrisno, 2006).

Bau. Air yang sesuai baku mutu adalah tidak memiliki bau atau bebas dari bau. Zat-zat kimia, lumut, plankton atau tumbuhan dan hewan air, yang hidup ataupun yang tidak hidup dapat menimbulkan bau pada air. Estetika akan terganggu jika air berbau. Aktivitas mikroba yang memecah-mecah benda organik yang menimbulkan gas khusus akan menimbulkan bau (Fardiaz, 1992). Menurut Slamet (2007), adanya bau pada air diproduksi dari organisme dalam air misalnya alga juga gas semacam H₂S yang dibentuk pada saat keadaan anaerobik serta karena unsur-unsur organik tertentu.

Rasa. Air yang memenuhi standar kesehatan yaitu tidak memiliki rasa. Adanya polusi menimbulkan rasa yang menyalahi dan rasa yang menyalahi itu umumnya dikaitkan pada baunya sebab pemeriksaan pada rasa air

tidak biasa dilaksanakan. Bau yang tidak wajar pada air juga diduga punya rasa yang tidak normal (Fardiaz, 1992).

Minyak dan lemak. Minyak dan lemak ialah bahan organik yang mempunyai sifat tetap dan sukar diuraikan oleh bakteri. Limbah ini membuat lapisan pada permukaan air sehingga membentuk selaput. Karena minyak tidak bisa larut dalam air, maka sisa minyak akan tetap mengapung di air kecuali apabila minyak itu terdampar ke tanah disekelilingnya. Minyak yang menutupi permukaan air akan menghalangi masuknya sinar matahari ke dalam air. Selain itu, lapisan minyak juga akan mengurangi konsentrasi oksigen terlarut dalam air (Nugroho, 2006).

Parameter kimia. Parameter kimia terdiri dari beberapa bagian yaitu:

DO (*Disolved okxygen*). DO yaitu jumlah oksigen terlarut dalam air yang dibutuhkan oleh hewan dan tumbuhan air untuk bertahan hidup. Kekuatan air dalam menjaga banyaknya oksigen minimal yang diperlukan akan mempengaruhi kehidupan makhluk hidup di dalam air. Biota air untuk mempertahankan hidupnya memerlukan jumlah oksigen terlarut tidak boleh kurang dari 6 ppm. Oksigen terlarut yang terdapat di air sumbernya yaitu udara yang masuk ke air dengan kecepatan terbatas dan proses fotosintesis tanaman air.

Mahhluk hidup yang hidup dalam air seperti ikan dan binatang air yang lain bisa mati apabila jumlah oksigen yang mereka butuhkan ketersediaanya rendah sekali. Sebaliknya peristiwa pengkaratan akan terjadi lebih cepat apabila oksigen terlarut terlalu tinggi sebab oksigen akan mengikat hidrogen yang membungkus permukaan logam. Adanya bahan-bahan limbah yang mengkonsumsi oksigen

di dalam air akan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut. Bakteri dengan bantuan oksigen bahan-bahan itu adalah sesuatu yang tidak sulit dipecah dan diuraikan oleh bakteri dengan adanya oksigen. Dengan bantuan oksigen secara mudahnya bakteri akan memecah dan menguraikan bahan-bahan tersebut.

Bakteri yang aktif memecah bahan-bahan tersebut akan mengkonsumsi oksigen yang terdapat pada air. Hal ini menyebabkan konsentrasi oksigen terlarut akan semakin berkurang jika kandungan bahan-bahan tersebut semakin tinggi. Berkurangnya oksigen terlarut dalam waktu singkat disebabkan materi-materi buangan itu membutuhkan oksigen. Oleh karena itu pengujian terhadap bahan-bahan buangan itu penting dilaksanakan agar tingkatan polusi pada air dapat diketahui. Dengan melakukan pengujian BOD dan COD dapat diketahui adanya polutan di dalam air (Fardiaz, 1992).

BOD (*Biochemical Oxygen Demand*). BOD adalah banyaknya oksigen yang terkandung pada air, yang diperlukan mikroorganisme dalam melakukan pemecahan zat buangan organik pada air. Air lingkungan pada kenyataannya memiliki O₂ yang mencukupi, bahan buangan organik terurai dengan tahap oksidasi yang dilakukan mikroorganisme merupakan tahap yang berlangsung dengan mudah.

Pada umumnya dalam air terdapat mikroorganisme yang dapat memakan, memecah, menguraikan bahan buangan organik. Tingkat kebersihan air akan berpengaruh terhadap banyaknya mikroorganisme yang terdapat di dalam air. Mikroba yang terdapat pada air bersih biasanya relatif lebih minim daripada air yang telah terkontaminasi oleh limbah. Bakteri aerobik adalah jenis

mikroorganisme yang membutuhkan oksigen dalam memecah limbah organik, sedangkan jenis mikroba yang tidak membutuhkan O₂, disebut bakteri anaerobik. Tingkat BOD akan semakin besar sedangkan tingkat DO akan semakin rendah jika bahan organik yang ada di dalam air semakin banyak.

Apabila kandungan oksigen dalam air menurun maka bakteri aerobik juga berkurang kemampuannya dalam memisahkan zat buangan organik. Bahkan semua bakteri aerobik menjadi lenyap apabila O₂ yang larut sudah habis. Pada kondisi ini bakteri anaerobik akan bertukar peran dalam pemecahan zat buangan dalam air. Hasil pemecahan bahan buangan oleh mikroorganisme yang memerlukan oksigen dan tanpa oksigen hasilnya akan berbeda.

Dalam keadaan anaerobik biasanya akan menghasilkan aroma yang tidak sedap, contoh timbulnya bau anyir dan amis yang berasal dari amin dan juga akan timbul bau busuk akibat H₂S dan komponen pospor. Oleh sebab itu diharapkan air lingkungan aerobik tidak berubah jadi anaerobik (Wardhana, 2004).

COD (Chemical Oxygen Demand). COD adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi material buangan yang terkandung dalam air dengan reaksi kimia. COD merupakan uji yang lebih cepat daripada uji BOD. Pada kondisi ini Kalium bichromat akan mengoksidasi material buangan organik menjadi gas karbon dioksida dan hidrogen dioksida juga ion chrom yang lain. Kalium bichromat dimanfaatkan menjadi sumber oksigen atau oxidizing agent.

Sebelum reaksi oksidasi, warna larutan pada air yang di dalamnya terdapat zat buangan organik yaitu kuning dan akan berganti jadi warna hijau jika reaksi oksidasi

telah selesai. Banyaknya oksigen yang perlu dalam reaksi oksidasi atas zat buangan organik jumlahnya sama seperti $K_2Cr_2O_7$ yang digunakan dalam reaksi oksidasi, artinya kebutuhan akan O_2 akan semakin banyak juga. Dalam hal ini maksudnya yaitu air lingkungan semakin banyak dicemari oleh zat buangan organik. Oleh karena itu, tingkat pengotoran pada air bisa ditentukan seberapa parah (Fardiaz, 1992).

pH (derajat keasaman). pH yaitu kata yang dipakai dalam menunjukkan kondisi keasaman dan basa suatu larutan. pH yang normal adalah sekitar pH enam sampai delapan, dan pH air yang mengalami polusi, seperti air limbah akan beda bergantung pada jenis buangan. Kehidupan ikan dan hewan air di sekitarnya akan sangat terganggu jika pada air buangan tingkat keasamannya berubah yaitu ke arah alkali atau pH naik ataupun ke arah asam atau pH turun. Selain itu, rendahnya pH pada air buangan mempunyai sifat sangat korosif pada baja dan biasanya menimbulkan pengkataran terhadap pipa-pipa besi (Fardiaz, 1992).

Fosfat. Pada perairan didapati banyak fosfat pada bentuk inorganik dan organik sebagai debu, larutan dan tubuh organisme. Penggunaan detergen, alat pembersih dalam kepentingan industri, rumah tangga, dan pupuk pertanian menjadi sumber utama fosfat inorganik, sedangkan makanan dan buangan rumah tangga menjadi sumber fosfat organik.

Semua fosfat menjalani tahap pergantian biologis jadi fosfat inorganik yang nantinya dimanfaatkan oleh tanaman untuk membentuk energi. Keberadaan fosfat dan nitrat dalam jumlah yang tidak terbatas mampu menyebabkan ledakan pertumbuhan alga di perairan. Hal

ini mengakibatkan penggunaan oksigen dalam air semakin meningkat akhirnya menimbulkan dampak yang buruk yaitu kadar oksigen terlarut turun (Effendi, 2003).

Nitrit. Amonium dan amoniak adalah produk penguraian protein masuk ke dalam ekosistem akuatik terutama melalaui limbah domestik. Konsentrasinya di dalam ekosistem akuatik akan semakin berkurang jika semakin jauh dari titik pembuangan yang disebabkan adanya aktivitas mikroorganismenya di dalam air. Mikroorganismenya tersebut akan mengoksidasi ammonium menjadi nitrit dan akhirnya menjadi nitrat. Proses oksidasi amonium menjadi nitrat dilakukan oleh jenis-jenis bakteri seperti nitrosomonas. Selanjutnya nitrit oleh aktivitas bakteri dari genus Nitrobacter akan dioksidasi lebih lanjut menjadi nitrat (Efendi, 2003).

Parameter bakteriologi. Bakteri yang termasuk dalam *Escherichia coli*, streptokokus fecal dan *Clostridium perfringens* adalah mikroorganismenya yang dipakai sebagai parameter polusi kotoran. Jumlah bakteri ini sangat banyak terdapat dalam feses manusia dan hewan lainnya. Pada umumnya bakteri ini tidak terdapat pada saluran pencernaan makhluk hidup yang lain terkecuali manusia dan hewan berdarah panas, oleh karena itu dijadikan sebagai alasan dalam pemilihan bakteri. *Escherichia coli* merupakan suatu bakteri yang termasuk golongan koliform dan tumbuh dengan normal pada feses manusia dan hewan, karena itu dinamakan juga koliform fecal. Pada suhu 42°C bakteri ini dapat hidup. Terdapat kurang lebih 3×10^{11} (300 milyar) sel bakteri coli dalam 100-150 gr tinja yang dikeluarkan manusia setiap harinya. Oleh sebab itu, kelompok *Escherichia* sering diketahui dengan

sebutan Fecal Coliform Bacterial atau kelompok Bakteri Coli Fecal.

Indikator sanitasi atau bakteri penunjuk polusi pencemaran yaitu mikroba yang dapat dijadikan untuk menunjukkan jika dalam feses manusia atau hewan ada polusi, alasannya dikarenakan organisme itu adalah organisme komensal yang ada dalam saluran pencernaan manusia dan hewan. Karena dianggap mengandung mikroorganisme patogen yang dapat berbahaya untuk kesehatan, terlebih lagi bakteri itu dapat menyebabkan saluran pencernaan infeksi maka untuk kebutuhan memasak, minum dan mencuci air yang mengalami pencemaran dari feses manusia juga hewan tidak dapat digunakan (Fardiaz, 1992).

C. Ekosistem Danau

Danau memiliki ciri-ciri antara lain arus yang sangat lambat atau tidak ada arus sama sekali. Oleh karena itu, waktu tinggal air dapat berlangsung lama. Berdasarkan proses terjadinya danau diklasifikasikan atas danau tektonik (akibat gempa) dan danau vulkanik (akibat aktivitas gunung berapi). Danau tektonik umumnya sangat dalam sedangkan danau vulkanik umumnya memiliki sumber air atau gas panas. Pembentukan danau terjadi karena gerakan kulit bumi sehingga bentuk dan luasnya sangat bervariasi (Tancung & Ghufuran, 2007). Waktu tinggal air dapat berlangsung lama. Air danau memiliki arus yang bergerak ke berbagai arah. Perairan danau biasanya memiliki stratifikasi kualitas air secara vertikal. Perairan air tawar seperti danau, umumnya mengalami stratifikasi dalam badan air. Stratifikasi secara vertikal ditentukan berdasarkan perbedaan suhu,

intensitas cahaya dan kandungan unsur hara (Effendi, 2003).

Stratifikasi danau berdasarkan perbedaan suhu dibagi menjadi tiga lapisan dan setiap lapisan memiliki kondisi DO dan pH yang berbeda-beda, yaitu (Likens, 2010):

1. Epilimnion, yaitu lapisan pada daerah permukaan danau paling atas dan memiliki suhu hampir sama dengan suhu luar atau udara. Lapisan ini adalah tempat terjadinya proses fotosintesis tumbuh-tumbuhan paling banyak, sehingga lapisan ini memiliki oksigen terlarut yang tinggi.
2. Metalimnion, yaitu lapisan dengan setiap penambahan kedalaman 1 m terjadi penurunan suhu air sekurang-kurangnya 1°C.
3. Hipolimnion, yaitu lapisan paling bawah danau dan memiliki suhu lebih rendah dibandingkan suhu lapisan di atasnya. Lapisan ini memiliki suhu relatif sama dan cenderung stabil dengan penurunan suhu <1°C tiap penambahan kedalaman. Lapisan ini adalah tempat terjadinya penguraian bakteri oleh mikroba yang jatuh ke dasar danau sehingga lapisan ini memiliki DO paling rendah dari lapisan lainnya.

Profil suhu secara vertikal di danau menentukan kandungan panas, lapisan termoklin dan pencampuran massa air di perairan. Sementara itu adanya oksigen terlarut sangat penting untuk kehidupan seluruh organisme akuatik. Profil suhu dan oksigen secara vertikal memberikan informasi turbulensi dan pengadukan serta penurunan oksigen pada lapisan hipolimnion. Beberapa faktor lingkungan seperti suhu, oksigen terlarut (DO), derajat keasaman (pH), dan kecerahan menjadi penentu

kualitas suatu perairan yang dapat mempengaruhi kelangsungan hidup biota, proses pertumbuhan dan reproduksi organisme akuatik di suatu perairan (Asriyana & Yuliana, 2012). Parameter faktor lingkungan yang melewati batas toleransi suatu spesies, dapat menjadi faktor pembatas terhadap proses pertumbuhan organisme akuatik .

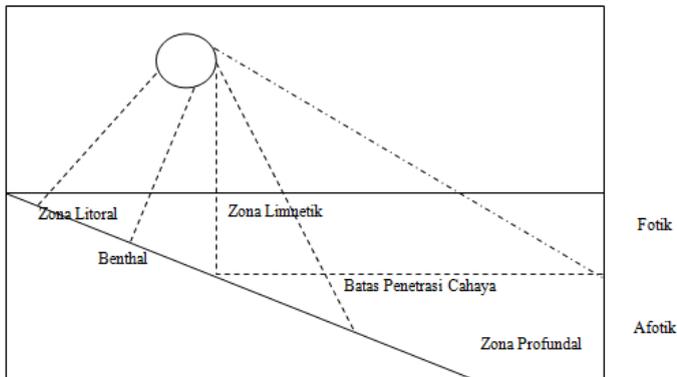
Lebih kurang tiga perempat bagian dari permukaan bumi tertutup air. Dari segi ekosistem perairan dapat dibedakan menjadi air tawar, air laut dan air payau seperti terdapat di muara sungai yang besar. Dari ketiga ekosistem perairan tersebut, air laut dan air payau merupakan bagian terbesar yaitu lebih dari 97%. Walaupun habitat air tawar menempati bagian yang sangat kecil, namun sangat penting bagi manusia sebagai sistem pembuangan (Michael, 1994).

Sebagian besar air tawar yang ada di permukaan bumi tersimpan dalam bentuk massa es yang sangat besar di daerah kutub dan sebagai gletser di daerah pegunungan tinggi. Selain itu, air tawar juga terdapat dalam tanah yang muncul sebagai mata air, mengalir di permukaan sebagai sungai, dan menggenang dalam danau dan kolam yang jumlahnya $\pm 0,3\%$ dari total volume air. Jumlah yang sedikit inilah yang dapat dimanfaatkan langsung oleh manusia dan jasad hidup lainnya (Barus, 2007).

Ekosistem air tawar dibagi menjadi 2 jenis yaitu air diam misalnya kolam, danau dan waduk, serta air yang mengalir seperti misalnya sungai. Air diam digolongkan sebagai perairan lentik, sedangkan air yang mengalir deras disebut lotik. Perairan lentik atau perairan menggenang dapat dibedakan menjadi tiga bentuk yaitu rawa, danau dan waduk (Barus, 2004).

Suatu perairan disebut rawa bila perairan tersebut dangkal dengan tepi yang landai serta dipenuhi oleh tumbuhan air. Perairan disebut waduk bila terbentuk akibat pembendungan sungai. Perairan disebut danau bila perairan itu dalam dengan tepi yang umumnya curam. Air danau biasanya bersifat jernih dan keberadaan tumbuhan air terbatas hanya pada daerah pinggir saja. Berdasarkan proses terjadinya danau dikenal dengan danau tektonik (terjadi akibat gempa) dan danau vulkanik (akibat aktivitas gunung berapi). Danau tektonik umumnya sangat dalam sedangkan danau vulkanik umumnya memiliki sumber air atau gas panas (Barus, 2004).

Ekosistem danau dapat dibedakan menjadi beberapa bagian yaitu seperti Gambar 2.1 berikut ini.



Gambar 2.1. Penampang Suatu Ekosistem Danau

Benthal merupakan zona substrat dasar yang dibagi menjadi zona litoral dan zona profundal. Litoral adalah zona yang masih dapat ditembus oleh cahaya matahari sedangkan zona profundal adalah bagian perairan yang dalam dan tidak dapat ditembus oleh cahaya matahari (Barus, 2004).

Zona perairan bebas sampai ke wilayah tepi yang merupakan habitat nekton dan plankton disebut zona plagial. Selanjutnya dikenal zona pleustal yaitu zona pada permukaan air yang merupakan habitat kelompok nekton dan pleuston. Berdasarkan pada daya tembus cahaya matahari ke dalam lapisan air, dapat dibedakan antara zona fotik di bagian atas yaitu zona yang dapat ditembus cahaya matahari dan zona afotik di bagian bawah yaitu zona yang tidak ditembus cahaya matahari (Barus, 2004).

Payne (1986) mengatakan, air danau bersumber dari air hujan yang turun di sekitar permukaan danau, air sungai yang mengalir ke danau dan air tanah yang berada di sekitar danau tersebut. Kehilangan air danau disebabkan oleh evaporasi, pemakaian air danau untuk aktivitas pertanian di sekitar danau dan juga disalurkan melalui sungai.

Berdasarkan kandungan nutrisinya, Welch (1980) menggolongkan danau menjadi 3 jenis, yaitu : Danau Oligotropik, yaitu danau yang sangat dalam, miskin akan nutrient (bahan organik yang tersuspensi) di dasar perairan seperti kalsium, nitrogen dan fosfor, material humus sangat rendah atau bahkan tidak ada sama sekali, kandungan oksigennya tinggi dan merata di setiap kedalaman serta banyak ditumbuhi oleh tumbuhan air yang besar (makrohidrofita)

- a Danau Eutropik, merupakan danau yang relatif dangkal, kaya akan nutrisi seperti kalsium, nitrogen dan fosfor, oksigen terlarut pada stratifikasi kedalaman sangat bervariasi, rendah atau tidak ada sama sekali, dan biasanya sangat padat ditumbuhi oleh tumbuhan makrohidrofita.

- b. Danau Distropik, merupakan danau yang dangkal dan temperatur bervariasi, sedikit mengandung nutrisi, material humus sangat banyak, oksigen terlarut hampir tidak ada pada daerah-daerah yang dalam dan sedikit dijumpai tumbuhan air yang besar-besar.

Vegetasi Akuatik (Makrohidrofit)

Komunitas vegetasi sering merupakan suatu sistem organisasi yang kompleks, terdiri dari kelompok-kelompok tumbuhan dari tingkatan yang berbeda dalam adaptasinya terhadap cahaya dan substrat dan berbeda tanggapannya terhadap musim. Perbedaan beberapa tipe komunitas dalam suatu hamparan wilayah jarang terlihat terpisahkan secara jelas, mereka seolah-olah menyatu dalam suatu spektrum ekologi yang terdiri dari atas spesies dan bentuk hidup. Makin kecil perbedaan transisi yang terjadi antara komunitas, makin kabur zonasi vegetasi yang tampak. Dengan kenyataan ini, maka ditinjau dari sudut ekologis, maka pembagian tumbuhan air terutama makrohidrofit berdasarkan atas bentuk hidupnya mempunyai arti yang cukup penting. Kebanyakan komunitas makrohidrofit tidak dapat dibedakan bila hanya ditinjau dari komposisi floristiknya saja, karena banyak dari anggota spesiesnya mempunyai penyebaran yang sangat luas, baik ditinjau secara geografis maupun ekologis, sedangkan suatu bentuk hidup atau gabungan bentuk hidup tumbuhan sering menguasai suatu komunitas makrohidrofit, sehingga dengan demikian secara sendiri-sendiri atau bersama-sama dengan komposisi floristiknya dapat digunakan untuk menentukan ciri komunitas makrohidrofit tersebut (Sarjono, 1982).

Menurut Mitchell (1974) makrohidrofita dibedakan dalam 4 bentuk hidup, yaitu :

1. Makrohidrofita terapung bebas yaitu tumbuhan berakar tetapi hidup terapung di permukaan air.
2. Makrohidrofita berdaun terapung yaitu tumbuhan berakar di dasar badan perairan dengan daunnya terapung di permukaan air.
3. Makrohidrofita tenggelam yaitu seluruh tubuh tumbuhan berada di dalam air, dan akarnya umumnya masuk ke dasar badan perairan. Termasuk ke dalam golongan ini makrohidrofita yang tidak mempunyai akar dan hidup melayang di dalam air.
4. Makrohidrofita yang muncul di atas permukaan, hidup tumbuh di dasar perairan dan sebagian dari tubuhnya muncul di atas permukaan air.

Menurut Spence (1971) *dalam* Sarjono (1982) di beberapa danau di Skotlandia, mencatat bahwa kedalaman dan gerakan air serta kondisi substrat dan kelandaian dasar suatu danau mempunyai peranan penting terhadap penyerbukan dari species makrohidrofita yang muncul di atas permukaan air, yang berdaun terapung dan yang tenggelam pada danau itu.

D. Pencemaran Air

Berdasarkan pada PP Nomor 82 Tahun 2001 pencemaran air merupakan peristiwa turunnya kualitas air ke tahap yang mengakibatkan air berfungsi tidak sesuai dengan fungsinya karena masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, energi dan partikel lain ke dalam air karena kegiatan manusia. Demikian juga dengan lingkungan air yang ada di danau dapat mengalami

pencemaran akibat makhluk hidup dan komponen lain yang berbahaya untuk kesehatan masuk ataupun dimasukkan pada air. Air danau yang kualitas airnya turun pada tahap yang berbahaya yang menyebabkan air tidak dapat lagi dimanfaatkan sesuai dengan manfaat yang sebenarnya air dikatakan sudah tercemar.

Sumber pencemaran air. Menurut karakteristiknya limbah yang dihasilkannya sumber pencemar air dibagi menjadi dua yaitu sumber limbah domestik dan sumber limbah non domestik. Limbah yang bersumber dari daerah permukiman masyarakat disebut sebagai sumber limbah domestik sedangkan limbah bersumber dari aktivitas peternakan dan pertanian, industri, perikanan, dan aktivitas yang tidak bersumber dari kawasan permukiman disebut sumber limbah non domestik.

Menurut Mudarisin (2004) ada beberapa macam limbah cair yang dapat menyebabkan air tercemar berdasarkan sumbernya dibagi dalam beberapa bagian yaitu:

1. **Limbah cair domestik.** Limbah cair domestik adalah limbah cair yang bersumber dari permukiman, tempat-tempat komersial seperti kantor, perdagangan, lembaga dan kawasan wisata. Air limbah yang bersumber dari daerah permukiman terdiri dari feses, air seni yang bersumber dari dapur dan cucian mengandung sekitar 99,9 persen air dan 0,1 persen padatan padatan.
2. **Limbah cair industri.** Limbah cair yang dihasilkan dari industri yang berasal dari tahapan produksi disebut limbah cair industri. Limbah cair ini bisa bersumber dari bekas air pencuci, zat pelarut

maupun air pendingin dari industri-industri itu. Limbah cair industri mengandung zat-zat yang di dalamnya terdapat bahan-bahan atau zat pelarut, logam berat, mineral, lemak, bahan-bahan organik, zat warna, nitrogen, garam-garam, amoniak, sulfide, dan lainnya yang memiliki sifat toksik sehingga akan lebih sulit untuk diolah.

3. **Limbah petanian.** Limbah yang berasal dari aktivitas pertanian dalam pemakaian pestisida, fungisida, herbisida dan pupuk kimia yang berlebih disebut limbah pertanian.
4. ***Infiltration* atau *inflow*.** Limbah cair yang bersumber dari air yang merembes masuk ke dalam dan sistem pembuangan air kotor yang meluap disebut infiltration.

E. Dampak Pencemaran Air

Dampak bagi manusia. Dampak yang diakibatkan mineral yaitu:

1. ***Cadmium*.** Mengakibatkan rusaknya ginjal, tulang, hati, kelenjar gondok dan pankreas.
2. **Tembaga.** Menimbulkan kerusakan pada ginjal dan hati dan juga menyebabkan rasa tidak enak di lidah.
3. **Pb (timah hitam).** Mengakibatkan terganggunya ginjal, anemia, turunnya
4. **mental anak, kolik usus, gangguan jiwa, susunan saraf dan penyakit hati.**
5. **Hg (merkuri).** Menimbulkan pusing, sakit kepala dan mudah lelah jika terjadi keracunan ringan sedangkan dalam tingkatan yang berat mengakibatkan rusaknya ginjal, terganggunya panca indra, sendi-sendi kaku dan bisa

menyebabkan kematian. Seperti peristiwa Minamata pada tahun 1953 di Jepang yang disebabkan buangan Hg yang berasal dari pabrik PVC atau *Poly Vinyl Chloride*.

6. Asbes. Mengakibatkan asbestosis jika terdapat dalam air minum.
7. Se (*Selenium*). Menimbulkan kerusakan jaringan dan radang usus.
8. As (*Arsen*). Pada keracunan kronis mengakibatkan berkurangnya nafsu makan, gangguan system pencernaan, kanker kulit dan kelainan ginjal.
9. Cr (*Chrom*). Menyebabkan gangguan pada saluran pernafasan dan kanker kulit.
10. Kobalt. Mengakibatkan sel tubuh menjadi rusak.

Dampak yang ditimbulkan oleh mikrobiologi yang ada pada air. Contoh penyakit yang timbul yaitu:

1. Tifoid diakibatkan bakteri *Salmonella thyphosa*
2. Kolera diakibatkan mikroba *Vibrio kolera*
3. Leptospirosis diakibatkan *Spirochaeta*
4. Disentri diakibatkan oleh *Entamoeba histolittica*

Dampak yang diakibatkan karena pestisida yang sangat berbahaya yaitu DDT atau Dichlor *Diphenil Trychloretan* karena sifatnya yang tidak mampu diuraikan mikroorganisme, tetapi mampu terlarut dalam lemak akibatnya ada kemungkinan terakumulasi dalam tubuh organisme. Jika air tercemar oleh pestisida dapat mengakibatkan kanker pada kulit, jaringan menjadi rusak dan dapat juga mengakibatkan kematian dalam konsentrasi yang tinggi.

Dampak terhadap vegetasi. Dapat mempengaruhi proses reproduksi tanaman dan juga mengakibatkan

terjadinya penumpukan zat pencemar pada vegetasi, seperti:

1. Cobalt yang bersifat racun pada tanaman tomat dan menyebabkan kerusakan sel tumbuhan.
2. Pestisida dapat terakumulasi pada berbagai tumbuhan dan akibatnya akan menimbulkan bahaya pada manusia.

Dampak pada kualitas lingkungan. Pencemaran air permukaan akan terjadi jika air permukaan seperti danau dan sungai secara langsung dimanfaatkan menjadi tempat penampungan air limbah. Air limbah yang mengandung zat-zat organik jika secara langsung dibuang ke sungai ataupun ke danau maka kadar oksigen yang terlarut dalam air akan mengalami penurunan. Apabila kadar O₂ pada air menurun akan menimbulkan gangguan bagi kehidupan hewan atau biota dalam air membutuhkan O₂ dan akan mengurangi perkembangannya.

Dampak terhadap estetika. Perubahan warna pada badan air penerima dapat terjadi karena air limbah yang mengandung pigmen warna. Walaupun pigmen warna tersebut tidak dapat menimbulkan dampak bagi kesehatan, namun warna tersebut dapat menimbulkan gangguan terhadap keindahan. Selaian itu, dapat menimbulkan bau tidak sedap, karena pada air limbah tersebut terdapat parikel yang apabila terurai akan menimbulkan gas-gas (Mukono, 2011).

F. Faktor Fisika dan Kimia yang Mempengaruhi Kualitas Air

1. Temperatur

Temperatur air merupakan pembatas utama pada suatu perairan karena organisme akuatik seringkali

mempunyai toleransi yang sempit terhadap perubahan-perubahan temperatur. Menurut hukum Vant's Hoffs, kenaikan temperatur sebesar 10°C akan menaikkan metabolisme 2-3 kali lipat. Akibat meningkatnya laju respirasi akan menyebabkan konsumsi oksigen meningkat. Dengan naiknya temperatur akan menyebabkan kelarutan oksigen dalam air menjadi berkurang (Barus, 1996).

Pola temperatur di suatu ekosistem danau akan mengalami fluktuasi secara vertikal sesuai dengan kedalaman lapisan air dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari tahunan, letak geografis serta ketinggian danau di atas permukaan laut, pertukaran panas antara air dengan udara sekelilingnya dan juga faktor kanopi (penutup vegetasi) dari pepohonan yang tumbuh di tepi. Di samping itu pola temperatur perairan juga dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor antropogen (karena aktifitas manusia) seperti limbah. Temperatur yang optimum akan mendukung kehidupan organisme air yang hidup di dalamnya (Barus, 2004).

2. pH

Nilai pH menyatakan nilai konsentrasi ion Hidrogen dalam suatu larutan. Dalam air yang bersih jumlah konsentrasi ion H^+ dan OH^- berada dalam keseimbangan sehingga air yang bersih akan bereaksi netral. Organisme akuatik dapat hidup dalam suatu perairan yang mempunyai nilai pH netral dengan kisaran toleransi antara asam lemah dan basa lemah. pH yang ideal bagi kehidupan organisme akuatik umumnya berkisar antara 7 - 8,5. Kondisi perairan yang bersifat sangat asam maupun sangat basa akan membahayakan kelangsungan hidup organisme karena akan menyebabkan mobilitas berbagai

senyawa logam berat yang bersifat toksik (Barus, 1996). pH air dapat mempengaruhi jenis dan susunan zat dalam lingkungan perairan dan mempengaruhi ketersediaan unsur hara serta toksinitas dari unsur renik (Barus, 2004).

3. Kelarutan Oksigen (DO)

Oksigen merupakan salah satu faktor terpenting dalam setiap sistem perairan yang diperlukan organisme untuk melakukan respirasi. Sumber utama oksigen terlarut berasal dari atmosfer dan proses fotosintesis dan dari tumbuhan air lainnya. Oksigen dari udara diserap dengan difusi langsung permukaan air oleh angin dan arus. Jumlah oksigen terlarut di suatu ekosistem danau dipengaruhi oleh faktor temperatur. Kelarutan oksigen dalam air akan meningkat apabila temperatur air menurun dan begitu juga sebaliknya (Michael, 1994).

Pengaruh oksigen terlarut terhadap fisiologis organisme air terutama adalah dalam proses respirasi. Kelompok organisme air yang mempunyai sistem respirasi melalui insang dan kulit secara langsung akan sangat terpengaruh dengan konsentrasi oksigen terlarut dalam air. Aktivitas fotosintesis fitoplankton dan tumbuhan air meningkatkan jumlah oksigen terlarut yang mencapai maksimum pada sore hari dan turun lagi malam hari karena aktivitas untuk mengikat gas, respirasi tumbuhan dan hewan air (Michael, 1994).

4. BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Nilai BOD dapat dinyatakan sebagai jumlah oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme aerobik dalam proses penguraian senyawa organik. Penguraian bahan

buangan organik melalui proses oksidasi oleh mikroorganisme di dalam air lingkungan adalah proses alamiah yang mudah terjadi apabila air lingkungan mengandung oksigen yang cukup (Wardhana, 1995).

Proses penguraian senyawa organik biasanya diukur selama 5 hari (BOD_5), karena diketahui dari hasil jumlah senyawa organik yang diuraikan sudah mencapai.

$\pm 70\%$. Pengukuran BOD didasarkan kepada kemampuan mikroorganisme untuk menguraikan senyawa organik secara biologis seperti sampah rumah tangga. Untuk produk-produk kimiawi seperti senyawa minyak dan buangan kimia lainnya akan sangat sulit atau bahkan tidak bisa diuraikan oleh mikroorganisme. Oleh karena itu di samping mengukur nilai BOD perlu dilakukan pengukuran terhadap jumlah oksigen yang dibutuhkan dalam proses oksidasi kimia yang dikenal sebagai COD (*Chemical Oxygen Demand*) yang dinyatakan dalam $mg\ O_2/l$. Dengan mengukur nilai COD diperoleh nilai yang menyatakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk proses oksidasi terhadap total senyawa organik baik yang mudah diuraikan secara biologis maupun terhadap senyawa yang sukar/tidak bisa diuraikan secara biologis (Barus, 2004).

5. Klorida

Konsentrasi klor dalam air terutama dipengaruhi oleh proses perombakan kimiawi dari substrat. Klor sebagian besar berasal dari substrat tanah dan sedimen yang mengandung klor, juga berasal dari atmosfer melalui curah hujan dan yang tak kalah pentingnya adalah klor yang terdapat dalam limbah cair yang juga akan masuk ke dalam air (Barus, 2004).

Kandungan klor dalam air yang bersumber dari substrat dan sedimen yang kaya klor dapat mencapai konsentrasi antara 100 - 1000 mg/l. Namun apabila aspek geologis tersebut tidak ada, maka konsentrasi klor dalam air yang lebih besar dari 30 mg/l merupakan indikasi adanya pencemaran (Barus, 2004).

6. Sulfat

Pada perairan yang tidak mengalami pencemaran umumnya ditemukan konsentrasi sulfat antara 10 - 30 mg/l. namun akibat kelarutan yang tinggi dari gips menyebabkan konsentrasi sulfat mencapai 100 mg/liter. Selain itu emisi pencemar udara melalui curah hujan juga dapat memberikan kontribusi bagi konsentrasi sulfat dalam air, meskipun proporsinya relatif sedikit (Barus, 2004).

Sulfat merupakan unsur yang dibutuhkan oleh organisme autotrof dan bakteri heterotrof serta jamur sebagai sumber nutrisi untuk memenuhi kebutuhan unsur belerang. Konsentrasi sulfat yang tinggi dalam air (> 250 mg/l) mempunyai efek patogen terhadap manusia, terutama gangguan dalam proses pencernaan (Barus, 2004).

7. Besi

Dalam ekosistem air, besi umumnya tidak terdapat dalam keadaan terlarut. Tetapi menurut Schwoerbel, 1977 (*dalam* Barus, 2004) bila kejenuhan oksigen berada di bawah 50% dan banyak mengandung karbondioksida terlarut serta mempunyai nilai pH lebih rendah dari 7,5 akan menyebabkan besi (Fe) terdapat dalam bentuk terlarut di dalam air. Kondisi seperti ini biasanya dijumpai pada air tanah maupun pada mata air serta pada daerah-

daerah yang dalam di suatu danau. Pada mata air akibat terjadinya kontak dengan udara akan menyebabkan Fe-2-karbonat terlarut membentuk Fe-3-Hidroksid yang berbentuk gumpalan. Gumpalan ini akan menghambat pernapasan organisme air yang dapat menyebabkan kematian organisme tersebut (Barus, 2004).

8. Kecerahan (Penetrasi Cahaya)

Intensitas cahaya matahari mempengaruhi produktivitas primer. Hasil perubahan energi cahaya matahari menjadi energi kimia dapat diperoleh melalui proses fotosintesis oleh tumbuhan hijau. Proses fotosintesa sangat tergantung pada intensitas cahaya matahari, konsentrasi CO₂, oksigen terlarut dan temperatur perairan. Oleh karena itu tumbuhan hijau sangat tergantung pada kecerahan suatu perairan karena mempengaruhi proses fotosintesis (Barus, 2004).

9. Padatan Terlarut Total (TDS)

TDS mempengaruhi ketransparanan dan warna air. Sifat transparan air ada hubungannya dengan produktifitas. Transparan yang rendah menunjukkan produktivitas tinggi. Cahaya tidak dapat tembus banyak jika konsentrasi bahan tersuspensi tinggi (Sastrawijaya, 2000).

Padatan terlarut total mencerminkan jumlah kepekatan padatan dalam suatu contoh air. Penentuan padatan terlarut total dapat cepat menentukan kualitas air, caranya dengan mengukur derajat konduktifitas air. Derajat konduktivitas air sebanding dengan padatan terlarut total dalam air tersebut. Pada umumnya suatu danau menjadi eutrofikasi bila padatan terlarut total melebihi 100 bpj (bagian per juta) (Sastrawijaya, 2000).

10. Bakteri Coli (Colifekal)

Colifekal adalah bakteri Coli yang berasal dari kotoran manusia dan hewan mamalia. Bakteri ini bisa masuk ke perairan bila ada buangan feses yang masuk ke dalam badan air. Kalau terdeteksi ada bakteri Colifekal di dalam air maka air itu kemungkinan tercemar sehingga tidak bisa dijadikan sebagai sumber air minum (Sastrawijaya, 2000).

G. Penanggulangan Pencemaran Air

Menurut Mukono (2011) air yang tercemar secara umum dapat diolah melalui sistem berikut:

Pengolahan secara fisik. Proses pengolahan secara fisika adalah metode pengolahan air dengan cara menghilangkan polutan secara fisika, seperti sedimentasi, penyaringan, screening dan lain-lain. Menghilangkan padatan yang tersuspensi adalah prinsip utama dalam pengolahan ini.

Pengolahan secara biologis. Proses pengolahan secara biologis adalah dengan menggunakan bantuan mikroorganisme untuk proses penghancuran atau penghilangan kontaminan. Tujuan utama pengolahan ini adalah menghilangkan dan mengurangi bahan organik biodegradable dari air limbah ke tingkat yang dapat diterima sesuai dengan ambang batas yang telah ditentukan. Ada beberapa metode yang digunakan pada proses pengolahan biologis antara lain proses aerobik, anaerobik, bioreaktor dan lumpur teaktifasi.

Pengolahan secara kimia. Proses air limbah diolah dengan cara kimia bertujuan untuk mengubah atau destruksi kontaminan dengan prosesnya yang mengimplimaskan bahan kimia ditambahkan

didalamnya. Proses pengolahan air limbah dengan cara kimia adalah dengan menggunakan koagulasi dan adsorpsi. Koagulasi dengan menggunakan besi feri atau garam aluminium. Bahankimia ini mengakibatkan koloid organik berflokulasi sesudah itu mengalami endapan dan sepertiganya yaitu dipakai dalam pengendapan ikatan fosfor. Klorin dapat dimanfaatkan dalam pengubahan NH₃ jadi gas nitrogen yang pisah dari air sebab sifatnya yang tidak larut.

Menurut Mudarisin (2004) dilihat dari sumbernya jenis limbah cair yang dapat mencemari air yaitu limbah cair domestik, limbah cair pabrik, limbah dan pertanian. Limbah domestik sumbernya dari permukiman, tempat-tempat komersial seperti (kantor, perdagangan, lembaga) dan lokasi-lokasi wisata. Air limbah domestik yang sumbernya dari tempat permukiman yaitu limbah yang berasal dari kamar mandi (feses, air seni, air bekas mandi, air bekas cucian yang mengandung detergen) dan buangan dapur seperti minyak dan sisa-sisa makanan.

Menurut Mirsan (2006) secara umum pencemaran dari pelabuhan adalah aktivitas keluar dan masuknya kapal. Sumber pencemaran karena kegiatan kapal berasal dari buangan kapal-kapal yaitu kegiatan operasional rutin (sengaja) ataupun karena kecelakaan tidak disengaja.

Limbah yang bersumber dari kegiatan operasional rutin kapal adalah limbah dari kapal itu sendiri, yang dapat berasal dari bahan-bahan dari ruang mesin kapal seperti minyak bahan bakar dari mesin, dari tangki bahan bakar, tumpahan minyak pelumas dari rembesan mesin dan dari system pendingin yang semua bahan tersebut tercampur dengan air bilge di ruang mesin. Limbah yang berasal dari muatan kapal karena terjadinya kebocoran

atau 28 tumpahan muatan, pembuangan muatan yang mengandung limbah atau muatan itu jatuh dari kapal dan juga karena pencucian tangki muatan dari sistem air ballast. Limbah juga berasal dari aktivitas manusia yaitu dari toilet kapal dan pembuangan sampah penumpang dan awak kapal.

Menurut Mukono (2004) limbah yang dikeluarkan hotel berupa limbah padat dan cair. Secara umum sumber limbah cair hotel adalah buangan dari tempat cucian peralatan, buangan dapur, dan kamar mandi hotel. Limbah tersebut sebelum dibuang ke badan air harus dilakukan pengolahan agar tidak mengganggu lingkungan dan kesehatan. Limbah padat yang dihasilkan dari hotel yaitu sisa makanan, sayuran, plastik, kertas, kaleng, bekas kemasan makanan dan pecahan kaca. Limbah tersebut mempunyai potensi untuk mencemari lingkungan dan mengganggu kesehatan.

BAB III

STUDI KUALITAS

AIR DANAU PANIAI

A. Ekosistem Danau Paniai

Air merupakan sumber daya alam yang diperlukan untuk hajat hidup orang banyak, bahkan oleh semua makhluk hidup. Mengingat pentingnya sumber daya air ini, maka keberadaannya perlu dilindungi sehingga dapat dimanfaatkan oleh manusia serta makhluk hidup lainnya. Pengelolaan sumber daya air khususnya ekosistem Danau Paniai sangat penting diperhatikan, karena merupakan lokasi pariwisata, sumber perikanan tangkap, pertanian dan juga sebagai penampung air dari sungai-sungai di sekitarnya.

Danau Paniai adalah sebuah danau yang terletak di Kabupaten Paniai, Papua atau secara administratif terletak di distrik Paniai Timur. Danau Paniai yang kesohor memiliki panorama alam yang rancak, alami, dan terawat dengan baik. Keindahan Danau Paniai diakui oleh utusan dari 157 negara ketika berlangsungnya Konferensi Danau Se-Dunia yang dihelat di India pada tanggal 30 November 2007. Pada awalnya, Danau Paniai beserta Danau Tigi dan Danau Tage dinamakan Wisselmeren. Penamaan ini dinisbatkan kepada orang yang pertama kali menemukan ketiga danau cantik tersebut pada tahun 1938, yaitu seorang pilot berkebangsaan Belanda bernama Frits Julius Wissel. Pada saat itu, Frits

Wissel terbang melintasi pegunungan Pulau Irian dan melihat tiga danau yang memiliki pemandangan yang indah. Karena terpesona dengan keindahannya, Wissel memutuskan untuk mendarat dan menikmati eksotisme ketiga danau tersebut dari dekat. Bahkan, pada masa kolonial Belanda, nama Wisselmeren lebih populer ketimbang Paniai. Wisselmeren berasal dari bahasa Belanda yang memiliki arti danau-danau Wissel.

Luas Danau Paniai yang mencapai 14.500 hektare memberi cukup ruang kepada wisatawan untuk memilih lokasi yang sesuai dengan keinginannya ketika berekreasi ke danau tersebut. Terdapatnya bebatuan dan pasir di tepian danau, serta dikelilingi oleh tebing-tebing yang lumayan tinggi, menambah daya tarik objek wisata andalan Kabupaten Paniai ini.

Sebagian besar topografi Kabupaten Paniai yang berada di wilayah pegunungan dan perbukitan yang berhawa sejuk, Danau Paniai pun terletak di daerah ketinggian, yaitu sekitar 1.700 meter di atas permukaan laut (dpl). Meskipun demikian, Danau Paniai menyimpan aneka jenis ikan air tawar dan udang. Ikan nila (*Oreochromis niloticus*), ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*), ikan mas/ikan karper (*Cyprinus carpio*), ikan sembilan hitam, dan ikan belut (*Synbranchus*). Sedangkan ikan pelangi (rainbow/*Melanotaenia ayamaruensis*) merupakan biota Danau Paniai yang sering dicari oleh para nelayan dan hobiis ikan hias karena bernilai ekonomi tinggi, selain itu juga terdapat udang endemik Papua yang kini sudah mulai langka, yaitu udang jenis *Cherax albertisii*.

Karakteristik danau berkaitan dengan asal terjadinya. Danau Tektonik, vulkanik, kawah dan kaldera

pada umumnya berada pada elevasi tinggi di sekitar gunung atau pegunungan dan memiliki dasar yang dalam dan sifat yang relatif stabil. Berdasarkan proses pembentukannya, Danau Paniai merupakan danau tektonik dan berada pada ketinggian 1700 mdpl. Kedalaman Danau yang diukur pada bulan Oktober 2016 ditemukan bahwa titik terdalam pada Danau terletak pada daerah Obano dengan kedalaman 47,6 m. Berdasarkan hasil survey pengukuran dengan tehnik bathimetri didapatkan kedalaman rata-rata Danau adalah 30,3 m dengan bagian litoral terletak disekitaran inlet Kali Aga, Ibumu Maeda, dan sekitaran pasar dan dermaga kapal kota enarotali.

Di bagian timur danau paniai terdapat gunung bobaigo yang menjorok kedalam danau. Terdapat pula pulau mayageiya yang membentang di tengah danau ini, serta tanjung kaigo di bagian selatan Danau. Danau juga dikelilingi oleh deretan pegunungan yang membentuk sebuah cekungan raksasa. Danau paniai mendapat suplai air dari beberapa sungai besar diantaranya, sungai weya, sungai ekadide, sungai agadide, sungai koto dan beberapa kali-kali kecil yang bermuara langsung ke danau ini. Danau hanya memiliki satu tempat pembuangan di sungai yawei yang bermuara di kokonao, daerah mimika. Danau paniai juga mempunyai fungsi ekonomi yang sangat penting sebagai penyangga kehidupan bagi masyarakat paniai yang bermukim pada wilayah tepian danau. Danau ini terhubung dengan danau Tage. Walau kedua danau terpisah oleh gunung, namun keduanya terhubung dengan kanal alam selebar 8-10 meter. Air di kanal mengalir dari danau Tage menuju danau Paniai. Salah satu fungsi terpenting danau ini adalah perikanan, baik

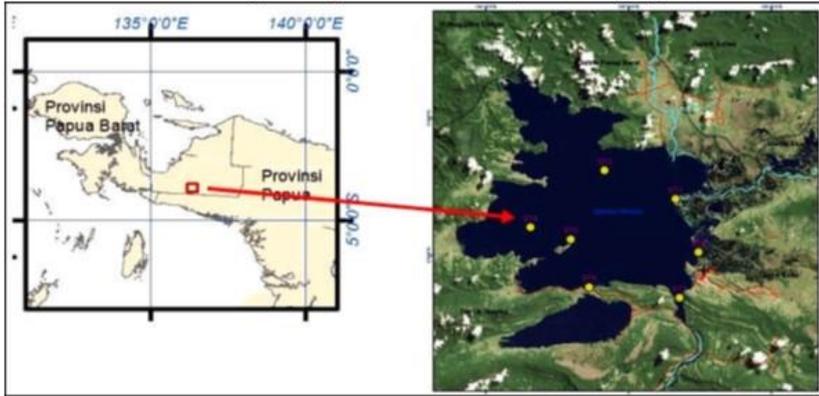
budidaya maupun perikanan tangkap yang dilakukan secara tradisional.

Data penelitian dikumpulkan dari hasil pengukuran langsung di lapangan dan hasil analisis air di laboratorium. Penentuan titik sampling berdasarkan kondisi di sekitar danau yang berpotensi memberikan pengaruh terhadap kondisi perairan. Berdasarkan hal tersebut ditetapkan 3 stasiun pengamatan yaitu Stasiun I bagian danau yang mendapat pengaruh dari pemukiman pada koordinat S 03° 31' 47.7" E 102° 02' 36.7", Stasiun II bagian tengah danau pada koordinat S 03° 31' 15.4" E 102° 03' 09.0", stasiun III bagian danau yang berhubungan langsung dengan sungai yang bermuara ke laut pada koordinat S 03° 31' 20.4" E 102° 03' 30.2" (Gambar 1). Pada masing-masing stasiun diambil 3 titik sampling, sehingga terdapat 9 titik sampling. Pengambilan sampel air dan pengukuran parameter air yang meliputi; kedalaman, temperatur, pH, DO (*Desolved Oxygen*) diukur dilokasi penelitian. Sedangkan untuk uji yang lain dilakukan di laboratorium Labkesda Provinsi Papua, seperti COD, TSS, H₂S, fosfat, nitrat, Nitrit, amoniak, dan Fecal coliform.

Gambar 3.1. Peta Lokasi Penelitian dan Titik Sampling

Gambar 3.1. Peta Lokasi Penelitian dan Titik Sampling

Keterangan: ◆ = Letak stasiun (lokasi sampling air)



B. Kualitas Fisika dan Kimia Air Danau Paniai

Hasil analisis kualitas fisika dan kimia air Danau Paniai dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Karakteristik kualitas fisik dan kimia air Danau Paniai

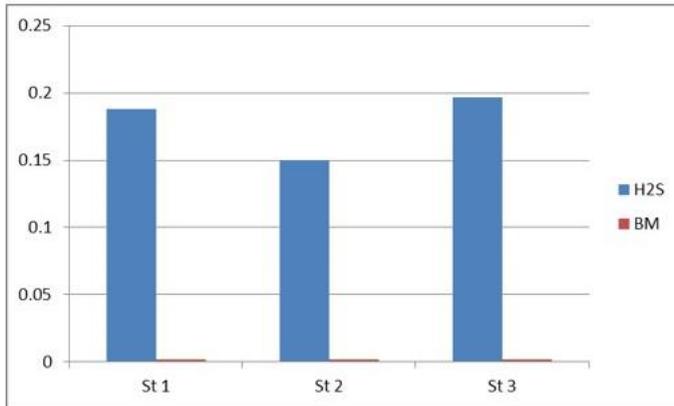
No	Parameter	Satuan	Hasil Analisis			Baku Mutu	Keterangan
			St 1	St 2	St 3		
Fisika							
1	Temperatur	°C	20	15	23	Dev.3	Memenuhi
2	TSS	mg/l	25,5	21,0	26,0	50	Memenuhi
3	Kedalaman	m	25	40	30	5-10	Mmemenuhi
Kimia							
1	pH		7,5	7,4	6,9	6,0-9,0	Memenuhi
2	H ₂ S	mg/l	0,188	0,150	0,197	0,002	Tidak Memenuhi
3	Fe	mg/l	0,093	0,072	0,090	-	Memenuhi
4	Fosfat (PO ₄)	mg/l	0,8	1,0	0,9	0,2	Tidak Memenuhi
5	Nitrat (NO ₃)	mg/l	30	29	34	10	Tidak memenuhi
6	Nitrit (NO ₂)	mg/l	0,02	0,02	0,02	0,06	Memenuhi
7	COD	mg/l	5	5	5	25	Memenuhi
8	DO	mg/l	4,5	4,0	4,5	> 4	Memenuhi
9	NH ₃ -N	mg/l	1,25	1,20	1,32	-	Memenuhi

Sumber : data primer tahun 2020

Berdasarkan pada Tabel 3 di atas menunjukkan bahwa parameter fisika dan kimia kualitas air Danau Paniai pada dasarnya hampir semuanya memenuhi standar baku mutu air untuk kelas II atau peruntukan untuk perikanan (PP Nomor 82 Tahun 2001). Namun, terdapat tiga parameter kimia diantaranya Hidrogen Sulfida (H₂S), Fosfat (PO₄), dan Nitrat (NO₃) berada dalam kategori tidak memenuhi standar baku mutu air untuk kelas II.

1. Parameter Hidrogen Sulfida (H₂S)

Hidrogen sulfida (H₂S) di Danau Paniai berkisar 0,150 - 0,197 mg/l. Berdasarkan hasil ini maka parameter H₂S pada air Danau Paniai sudah berada di atas baku mutu yang ditetapkan yakni 0.002 mg/l. Hasil analisis H₂S ditunjukkan pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Perbandingan nilai Kadar H₂S Air Danau Paniai dengan Baku Mutu (BM)

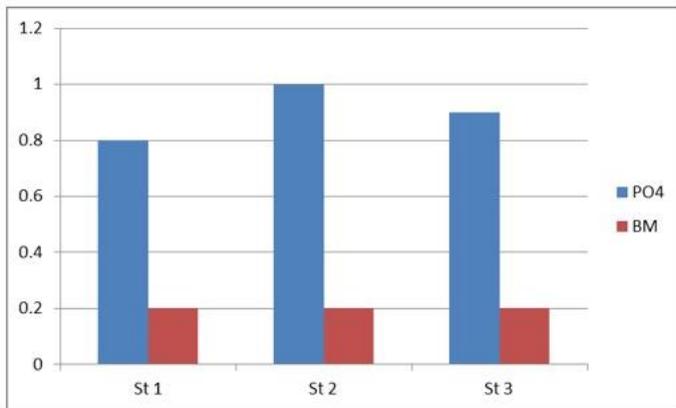
Hasil analisis air yang diperoleh sudah sangat tinggi jika dibandingkan dengan penelitian Purnomo *et al* (2013) di Rawa Pening didapatkan konsentrasi H₂S di kawasan perairan terbuka berkisar 0.009 – 0.014 mg/l dan pada kawasan tutupan enceng gondok berkisar 0.006 – 0.015 mg/l. Menurut Effendi (2003), bahwa sulfur di dalam perairan akan berikatan dengan ion hidrogen dan oksigen. Bentuk sulfur di perairan berupa sulfida (S²⁻), hidrogen sulfida (H₂S), ferro sulfida (FeS), sulfur dioksida (SO₂), sulfida (SO₃) dan sulfat (SO₄). H₂S dapat menimbulkan permasalahan yakni mudah larut, toksik dan menimbulkan bau seperti telur busuk.

Kadar hidrogen sulfida yang tinggi akan berdampak terhadap peningkatan potensial redoks pada substrak

dasar perairan sehingga jika terjadi pengadukan akan menyebabkan potensi keasaman pada air akan meningkat, dan menyebabkan pH air akan menurun. Bila kondisi tersebut berada ada keadaan mantap atau stagnasi maka senyawa hidrogen sulfida akan menyebabkan efek keracunan pada ikan yang ada dalam danau dan memungkinkan terjadinya kematian massal pada ikan.

2. Parameter Fosfat

Berdasarkan hasil pengukuran didapatkan kadar fosfat di Danau Paniai berada pada kisaran 0,8 – 1,0 mg/l (Gambar 3.2).



Gambar 3.2. Perbandingan nilai Kadar PO₄ Air Danau Paniai dengan Baku Mutu (BM)

Hasil yang didapatkan masih lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Arfah & Patty (2014) yakni fosfat berkisar 0.005 – 0.011 mg/l. Berdasarkan hasil ini maka parameter fosfat di Danau Paniai berada di atas baku mutu yang ditetapkan oleh PP 82 Tahun 2001 yakni sebesar 0.2 mg/l. Tingginya kadar Fosfat di Danau Pania diakibatkan oleh aktivitas masyarakat di sekitar danau berupa pertanian,

perkebunan, dan peternakan. Danau Paniai juga dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai lokasi pariwisata. Hal ini dapat memicu tingginya fosfat di perairan. Keberadaan fosfor secara berlebihan yang disertai dengan keberadaan nitrogen dapat menstimulir ledakan pertumbuhan algae di perairan (*algae bloom*). Algae yang melimpah akan menutupi lapisan permukaan air, yang selanjutnya dapat menghambat penetrasi cahaya matahari sehingga kurang menguntungkan bagi ekosistem perairan, dimana dapat menurunkan laju fotosintesa organisme primer (phitoplankton dan ganggang air). Hal tersebut berdampak pada ketersediaan oksigen terlarut di dalam perairan menurun, sehingga organisme air akan mengalami kekurangan oksigen untuk proses respirasi dan proses mineralisasi akan terhambat.

Fosfor merupakan salah satu bahan kimia yang sangat penting bagi makhluk hidup. Di alam fosfor terdapat dalam dua bentuk yaitu senyawa fosfat organik dan senyawa fosfat anorganik. Fosfat terdapat di air atau air limbah sebagai senyawa orthofosfat, polifosfat dan fosfat organik. Di daerah pertanian ortofosfat berasal dari bahan pupuk yang masuk ke danau melalui drainase aliran hujan. Tingginya fosfat di Danau Paniai dapat disebabkan oleh sungai-sungai yang bermuara di Danau Paniai membawa fosfat dari wilayah pertanian dan perkebunan.

Daerah penelitian merupakan daerah pertanian sehingga adanya fosfat dapat berasal dari pemupukan lahan pertanian dan perkebunan masyarakat. Di perairan fosfor bersifat kritis karena secara umum merupakan hara yang terbatas dalam ekosistem. Fosfor terlarut dari mineral-mineral fosfat dan sumber-sumber lainnya.

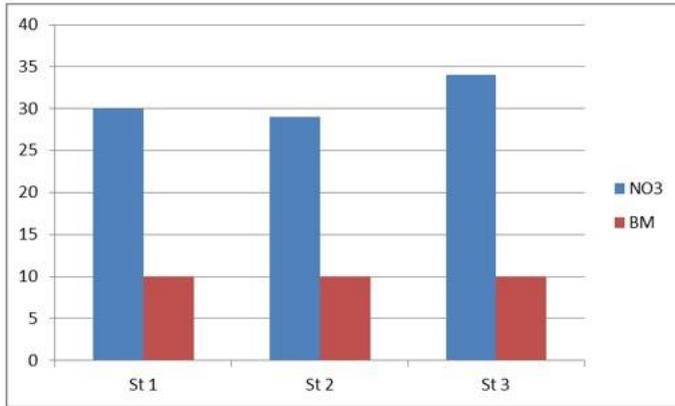
Fosfat diserap oleh tanaman dan tergabung dalam asam nukleat yang menyusun material genetik dalam organisme. Mineralisasi oleh penguraian mikroba mengembalikan fosfor kelarutan garamnya yang kemudian mengendap sebagai bahan murni (Effendi, 2003).

Air mengandung fosfat anorganik terlarut akan diabsorpsi oleh fitoplankton dan tanaman ganggang kemudian membentuk senyawa misalnya *adenosine trifospat*. Fosfor memasuki air melalui limbah pertanian, kotoran hewan dan sisa tanaman dan hewan yang mati. Tanah dapat mengikat senyawa fosfat sehingga tidak banyak terlarut. Jika terjadi erosi maka butir tanah dan fosfat akan hanyut ke sungai (Sastrawijaya, 2009).

Tingginya kadar fosfat di perairan danau disebabkan daerah Kabupaten Paniai merupakan daerah pertanian. Sumber utama penyebab peningkatan fosfor dan nitrogen adalah aktivitas pertanian yang menggunakan pupuk dalam jumlah besar. Hilangnya unsur hara dari daerah pertanian dan masuknya unsur hara ke perairan terjadi melalui tiga cara yakni drainase, erosi tanah dan eksresi dari hewan peliharaan (Effendi, 2003).

3. Parameter Nitrat

Hasil analisis nitrat dibandingkan dengan baku mutu ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Perbandingan nilai Kadar NO₃ Air Danau Paniai dengan Baku Mutu (BM)

Kadar nitrat pada Danau Paniai berkisar antar 29 – 34 mg/l. Berdasarkan hasil ini maka konsentrasi nitrat berada di atas baku mutu yang ditetapkan oleh PP 82 Tahun 2001 Kelas II yaitu 10 mg/l. Danau Paniai menerima masukan air dari sungai-sungai disekitarnya. Hal ini memicu tingginya nitrat di sungai selain karena pasokan dari daerah pertanian disekitarnya. Banyak faktor yang dapat mempengaruhi tingginya nitrat di danau. Salah satu diantara penyumbang nitrat di dalam perairan adalah ikan itu sendiri yakni 1 kg ikan akan menghasilkan nitrat sebesar 0.13 – 0.21 g/hari (Indrayani *et al.*, 2015).

Kadar nitrat di perairan Danau Paniai sangat tinggi jika dibandingkan dengan kadar nitrat di perairan Pulau Gangga yang berkisar 0.012 – 0.026 mg/l dengan nilai rata-rata 0.020 ± 0.006 mg/l. Kadar nitrat di perairan Pulau Siladen berkisar antara 0.001-0.005 mg/l dengan nilai rata-rata 0.003 ± 0.002 mg/l (Arfah & Patty, 2014). Nitrat di alam dapat dihasilkan secara alami maupun dari aktivitas manusia. Sumber alami nitrat adalah dari siklus

nitrogen sedangkan sumber yang berasal dari aktivitas manusia adalah penggunaan pupuk nitrogen, limbah industri dan limbah organik manusia (Setiowati dan Wahyuni, 2016). Nitrat juga terdapat dalam pupuk buatan, jika digunakan dengan konsentrasi tinggi akan mengakibatkan pencemaran tanah (Sastrawijaya, 2009). Tingginya konsentrasi nitrat di Danau Paniai karena penggunaan pupuk oleh masyarakat dan buangan limbah domestik masyarakat yang bermukim di bantaran danau.

Medudhula *et al.* (2012) mendapatkan konsentrasi Nitrat pada waduk di Daerah Karimnagar Amdhra Pradesh berkisar 0.01–0.03 mg/l. Pujiastuti *et al.* (2013) menunjukkan bahwa konsentrasi nitrat tertinggi sebesar 3.32 mg/l. Effendi *et al.* (2015) menunjukkan bahwa kandungan Nitrat di Sungai Ciambulawung Banten hanya berkisar 0.04 hingga 0.29 mg/l. Kadar nitrat pada Danau Tondano sebesar 0.5 mg/l. Hasil ini lebih rendah dibandingkan dengan kandungan nitrat yang berada di Danau Paniai. Kadar nitrat lebih dari 0.2 mg/l dapat menyebabkan terjadinya eutrofikasi selanjutnya dapat menyebabkan blooming sekaligus merupakan faktor pemicu bagi pesatnya pertumbuhan tumbuhan fitoplankton dan tumbuhan air lainnya (Tatangindatu *et al.*, 2013).

A. Kondisi Mikrobiologis Air Danau Paniai

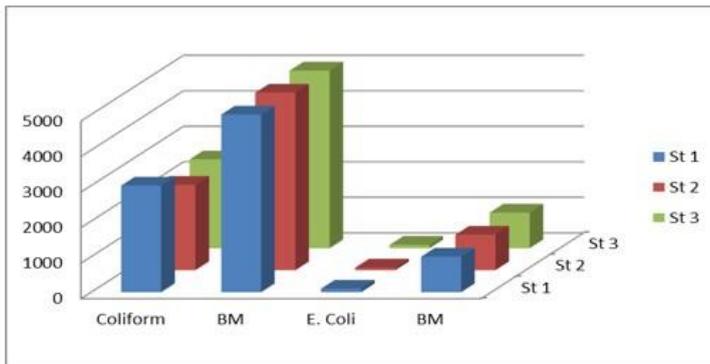
Hasil analisis mikrobiologi air Danau Paniai ditunjukkan pada Tabel 3.2 berikut, dimana nilai yang didapatkan berdasarkan baku mutu masih memenuhi syarat baku mutu.

Tabel 3.2 Hasil Analisis Mikrobiologis Air Danau Paniai

Stasiun	Parameter (MPN/100ml)				Keterangan
	Coliform	Baku Mutu	E. coli	Baku Mutu	
St 1	3000	5000	100	1000	Memenuhi
St 2	2400	5000	74	1000	Memenuhi
St 3	2500	5000	93	1000	Memenuhi

Sumber : Data Primer 2020

Parameter mikrobiologi yang diukur di Danau Paniai adalah total *Coliform* dan *E.coli*. Hasil analisis *Coliform* rata-rata di Danau Paniai sebanyak 2633 MPN/100 ml. Hasil ini masih berada di bawah baku mutu yang ditetapkan oleh PP 82 Tahun 2001 tidak melebihi 5000 MPN/100 ml. Sedangkan bakteri *E.coli* yang didapatkan di Danau Paniai berkisar 74–100 MPN/100 ml (Gambar 4.4).



Gambar 3.4. Perbandingan kepadatan Coliform dan E Coli Air Danau Paniai dengan Baku Mutu (BM)

Berdasarkan pada Gambar 3.4, ditunjukkan bahwa kualitas air danau masih berada dalam standar baku mutu yang ditetapkan yakni tidak melebihi 1000 MPN/100 ml. Hasil ini jika dibandingkan dengan nilai *Coliform* pada outlet Danau Pondok Lapan yang berkisar 480.9–839.5

MPN/100 ml (Rizki *et al*, 2015). Kehadiran mikroba patogen di dalam air akan meningkat jika jumlah kandungan bahan organik di dalam air cukup tinggi. Sumber total *Coliform* di Danau Paniai berasal dari pemukiman masyarakat di bantaran danau. Limbah domestik dan limbah pertanian dapat masuk ke Danau Paniai secara langsung atau terbawa masuk ke sungai dan masuk ke danau. Bakteri *Coliform* dapat digunakan sebagai indikator adanya pencemaran feses atau kotoran manusia dan hewan di dalam perairan. Golongan bakteri ini umumnya terdapat dalam fase manusia dan hewan.

Keberadaan *E.coli* pada perairan danau mengindikasikan bahwa air Danau Paniai sudah terdeteksi adanya pencemaran buangan limbah rumah tangga khususnya buangan tinja manusia juga karena masyarakat yang bermukim di sekitar danau membuang limbahnya langsung ke danau. Namun keberadaan *E coli* di perairan Danau Paniai masih dalam jumlah yang rendah, artinya tingkat pencemaran masih sangat rendah. Adanya bakteri total *Coliform* maupun *E.coli* menandakan bahwa Danau Paniai telah terkontaminasi limbah domestik yang berasal dari sekitar danau dan merupakan salah satu indikator bahwa air tersebut telah terkandung bakteri patogen. Menurut Sumantri & Cordova (2011) bahwa bila kandungan *E.coli* telah mencapai 1000 sel/100 ml maka besar kemungkinan pada air tersebut terdapat bakteri patogen, sehingga mengancam kesehatan manusia dan akan menjadi vektor bagi perkembangan bakteri lainnya.

BAB IV

PENUTUP

Berdasarkan hasil analisis yang telah diuraikan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Kualitas air Danau Paniai berdasarkan nilai parameter fisika, parameter kimia, dan parameter mikrobiologis masih memenuhi standar baku mutu air Kelas II, namun terdapat tiga parameter yaitu hidrogen sulfida, fosfat, dan nitrat telah berada di atas baku mutu yang ditetapkan oleh PP 82 Tahun 2001. Kadar hidrogen sulfida 0,150 - 0,197 mg/l, kadar fosfat 0,8 - 1,0 mg/l, dan kadar nitran nitrat 29–34 mg/l. Sedangkan kepadatan rata-rata *Coliform* adalah 2633 MPN/100 ml dan *E.coli* berkisar 74–100 MPN/100 ml.
2. Parameter kualitas air Danau Paniai dapat mendukung pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis nilotikus*).
3. Kondisi hidrografis sangat menunjang pengembangan usaha budidaya ikan dengan menggunakan keramba jaring apung.

DAFTAR PUSTAKA

- Arfah, H., S.I., 2014. Karakteristik Fosfat, Nitrat dan Oksigen terlarut di Perairan Pulau Gangga dan Pulau Siladen Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*. 74-84.
- Arista, N. L. (2016). Penentuan kualitas air di perairan Tigras Kecamatan Dolok Pardamean Kabupaten Simalungun. Diakses dari <https://jurnal.ac.id>
- Barus, T. A. (2004). Pengantar limnologi studi tentang ekosistem air daratan. Medan: USU press.
- Effendi, H., 2003. Telaah kualitas air. Bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan. Yogyakarta, Kanisius.
- Effendi, H., 2016. River Water Quality Preliminary Rapid Assessment Using Pollution Index. *Procedia Environmental Sciences*. pp. 562-567.
- Effendi, H., Romanto, & Y. Wardiatno, 2015. Water quality status of Ciambulawung River, Banten Province, based on pollution indeks and NSF-WQI. *Procedia Environmental Sciences*, pp. 228-237.
- Fardiaz, S. (1992). Polusi air dan polusi udara. Bogor: Institu Pertanian Bogor.
- Indrayani, E., K. H. Nitimulyo, S. Hadisutanto, dan Rustadi, 2015. Analisis Kandungan Nitrogen, Fosfor dan Karbon Organik di Danau Sentani Papua. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, pp. 217-225.
- Lihawa, F., dan Sutikno, 2009. The Effect of watershed environmental conditions and landuse of sediment

- yield in Alo-Pohu watershed. *Indonesia Journal of Geography*. IJG, pp. 103-122.
- Medudhula, T., Ch. Samatha, dan C. Sammaiah, 2012. Analysis of water quality using physico-chemical parameters in lower manair reservoir of Karimnagar district, Andhra Pradesh. *International Journal of Environmental Sciences*, pp. 172-180.
- Mudarisin. (2004). Strategi pengendalian pencemaran sungai (studi kasus Sungai Cipinang Jakarta Timur). Jakarta: Universitas Indonesia.
- Mukono, H. J. (2011). Prinsip dasar kesehatan lingkungan. Surabaya: Airlangga University Press.
- Muthifah.x(2017). Analisis kualitas air Danau Kandung Suli Kecamatan Jongkong. Kabupaten. Kapuas Hulu..*Jurnal*.6.(1)..Diakses.darihttp://jurnal.untan.ac.id/index.php/jmtluntan/article/view/25315
- Nugroho, A. (2006). Biondikator kualitas air. Jakarta: Universitas Trisakti.
- Panjaitan, P., 2009. Kajian potensi pencemaran karamba jaring apung PT. Aquafarm Nusantara di ekosistem perairan Danau Toba. pp. 290-300.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum.
- Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.
- Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pencemaran Air.

- Perkins, E. J. (1974). *The biology of estuaries and coastal water*. Academi Press. Co. New York.
- Pohan, D. A. (2016). Analisis kualitas air sungai guna menentukan peruntukan ditinjau dari aspek lingkungan di Sungai Kupang Kota Pekalongan. *Jurnal Ilmu; Lingkungan.*;14(2).;Diakses;dari <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/14595>
- Prasko (2007). *Khasiat dan manfaat eceng gondok*. Jakarta: Prestasi Pustaka
- Pujiastuti, P., B. Ismail, Pranoto, 2013. Kualitas dan beban pencemaran perairan Waduk Gajah Mungkur. *Jurnal Ekosains*. pp. 50-62.
- Pulford, E., B. Polidoro, M. Nation, 2017. Understanding, the relationships between water quality, recreational, fishing practices, and human health in Phoenix, Arizona. *Journal of Environmental Management*, pp. 242-250.
- Purnomo, P. W., M. Nitisupardjo, Y. Purwandari, 2013. Hubungan antara total bakteri dengan bahan organik, NO₃ dan H₂S pada lokasi sekitar enceng gondok dan perairan terbuka di Rawa Pening. Retrieved from *Journal of Management of Aquatic Resources*:
<http://ejournal:s1.undip.ac.id/index.php/maquares>
- Rizki, A., Y. Djayus, A Muhtadi, 2015. Analisis kualitas air dan beban pencemaran di Danau Pondok Lapan Kecamatan Salapian Kabupaten Langkat. *Jurnal Aquacoastmarine*. 9(4), pp. 57-66.
- Sastrawijaya, A., 2009. *Pencemaran lingkungan*. Jakarta, Rineka Cipta.
- Setiowati, R., dan E. Tri Wahyuni, 2016. Monitoring kadar Nitrit dan Nitrat pada air sumur di daerah Catur

Tunggal Yogyakarta dengan Metode Spektrofotometris UV VIS. Jurnal .

Silalahi, J. (2010). Analisis kualitas air dan hubungannya dengan keanekaragaman vegetasi> akuatik> di> Perairan> Balige> Danau> Toba.

(Tesis, 'Universitas Sumatera Utara').; Diakses; dari <http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/5792/10E00168.pdf>?

Simanjuntak, L. E. (2017). Dampak aktifitas masyarakat terhadap kualitas air Sungai Babarsari Kecamatan Kotalimbaru Kabupaten Deli Serdang. *Journal*, 5. (3).; Diakses; dari <https://jurnal.usu.ac.id/indeks.php/aquacoastmarine/article/view>

Sinaga, S.Y. (2014). Analisis kualitas air Danau Toba berdasarkan kelimpahan *Eschericia Coli* di kawasan permukiman penduduk Kecamatan Muara Kabupaten Tapanuli Utara Sumatera Utara. (Skripsi yang tidak dipublikasikan). Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNIMED, Medan.

SNI 6989-57-2008 Tentang metode pengambilan contoh air permukaan.

Sirait., (2015). 'Toba' menjerit; butuh; air' bersih.' Jakarta; Observer., Diakses, dari <http://www.jakartaobserver.com>

Slamet, J. S. (2007). Kesehatan lingkungan. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada Press.

Sumantri, P. (2017). Kesehatan lingkungan. Jakarta: Kencana.

Sunu, P. (2001). Melindungi lingkungan dengan menerapkan ISO 14001. Jakarta: PT Grasindo.

- Sutrisno, T. (2006). Teknologi penyediaan air bersih. Jakarta: Rineka Cipta.
- Manusia dan Lingkungan. pp. 143-148. [15] Sumantri, A., dan M. R. Cordova, 2011. Dampak limbah domestik perumahan skala kecil terhadap kualitas air ekosistem penerimanya dan dampaknya terhadap kesehatan masyarakat. JPSL. 1(2), pp. 127-134.
- Tatangindatu, E., O. Kalesaran, dan R. Rompas, 2013. Studi parameter fisika kimia air pada areal budidaya ikan di Danau Tondano Desa Paleloan Kabupaten Minahasa. Jurnal Budidaya Perairan. pp. 8 - 19.
- Tampubolon, N. R. (2018). Analisis pencemaran kualitas air Danau Toba akibat aktivitas masyarakat di Kota Balige Kabupaten Toba Samosir Tahun 2018. L(Skripsi, Universitas, Sumatera, Utara).; Diakses; dari > repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/11391/141000366.pdf
- Wardhana, W. (2004). Dampak pencemaran lingkungan. Yogyakarta: Andi. Zaharuddin, jNathasya,.
- Wahyuningsih, jHesti, kMutadik&kAhmad.k(2016)., Penelitian kualitas air di Danau Kelapa Gading Kelurahan Kisaran Naga Kabupaten Asahan. (Skripsi, Universitas Sumatera Utara). Diakses dari <file:///C:/Users/Win10/Downloads/15376-36635-1-SM.pdf>