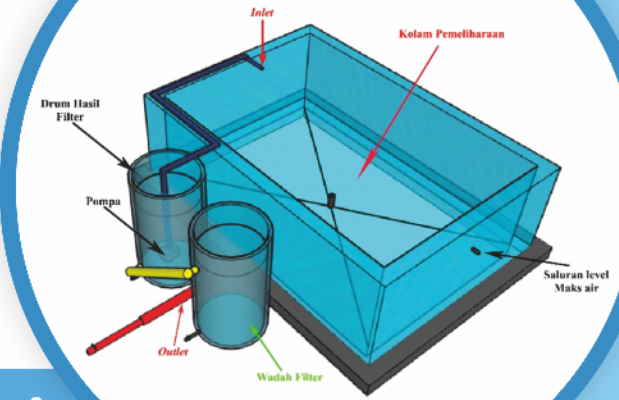




Usaha Budidaya Perikanan

Dengan Teknologi

Recirculating Aquaculture System



MISKA SANDA LEMBANG
NOERMAN ADI PRASETYA
AAN DIGITA MALIK

**USAHA BUDIDAYA PERIKANAN DENGAN
TEKNOLOGI *RECIRCULATING*
*AQUACULTURE SYSTEM***

MISKA SANDA LEMBANG
NOERMAN ADI PRASETYA
AAN DIGITA MALIK



USAHA BUDIDAYA PERIKANAN DENGAN TEKNOLOGI *RECIRCULATING AQUACULTURE SYSTEM*

Penulis:

**Miska Sanda Lembang
Noerman Adi Prasetya
Aan Digita Malik**

Editor:

Erik Santoso

Layouter :

Tim Kreatif PRCI

Cover:

Rusli

Cetakan Pertama : Januari 2024

Hak Cipta 2024, pada Penulis. Diterbitkan pertama kali oleh:

**Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia
ANGGOTA IKAPI JAWA BARAT**

Pondok Karisma Residence Jalan Raflesia VI D.151

Panglayungan, Cipedes Tasikmalaya – 085223186009

Website : www.rcipress.rcipublisher.org

E-mail : rumahcemerlangindonesia@gmail.com

Copyright © 2024 by Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia
All Right Reserved

- Cet. I – : Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia, 2024
; 18 x 25cm
ISBN : 978-623-448-797-8

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak buku ini dalam bentuk dan dengan
cara apapun tanpa izin tertulis dari penulis dan penerbit

Undang-undang No.19 Tahun 2002 Tentang
Hak Cipta Pasal 72

Undang-undang No.19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta
Pasal 72

Barang siapa dengan sengaja melanggar dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam pasal ayat (1) atau pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling sedikit 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp.1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp.5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).

Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran hak cipta terkait sebagai dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp.500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan kemurahan-Nya sehingga kami dapat menyusun buku referensi ini dengan baik. Buku ini berjudul **Usaha Budidaya Perikanan dengan Teknologi *Recirculating Aquaculture System***, Buku ini berisi tentang permasalahan kualitas air pada budidaya perairan, solusinya dengan penerapan Teknologi *Recirculating Aquaculture System* (RAS), serta analisis usahanya.

Buku ini kami susun dengan tepat agar para pembaca dapat memahami, dengan bantuan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu kami sampaikan terima kasih atas waktu, tenaga dan pikirannya yang telah diberikan.

Dalam penyusunan buku ini, kami menyadari bahwa buku ini masih jauh dari kata sempurna. Sehingga kami selaku penyusun sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca sekalian. Akhir kata Semoga Buku ini dapat memberikan manfaat untuk kelompok kami khususnya, dan masyarakat Indonesia umumnya.

Tarakan, 24 Januari 2024

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	I
DAFTAR ISI	II
BAB I GAMBARAN UMUM BUDIDAYA PERAIRAN	1
1.1 PENGERTIAN UMUM	2
1.2 SISTEM BUDIDAYA	3
1.3 PERMASALAHAN BUDIDAYA PERAIRAN	6
 BAB II KORELASI KUALITAS AIR DAN PRODUKSI BUDIDAYA PERAIRAN	 9
2.1 KUALITAS AIR PARAMETER FISIKA	10
2.1.1 Warna	12
2.1.2 Suhu	12
2.1.3 Kecerahan	13
2.2 KUALITAS AIR PARAMETER KIMIA	13
2.2.1 Derajat keasaman (pH)	14
2.2.2 Oksigen terlarut (DO)	15
2.2.3 Karbondioksida bebas (CO ₂)	15
2.2.4 Biochemical Oxygen Demand (BOD)	16
2.2.5 Chemical Oxygen Demand (COD)	16
2.2.6 Kesadahan	17
2.2.7 Alkalinitas	17
2.2.8 Amoniak (Total Amonia Nitrogen)	18
2.2.9 Nitrit (NO ₂)	19
2.2.10 Nitrat (NO ₃)	19
2.2.11 Posfat (PO ₄)	20
2.2.12 Faktor-Faktor Perubahan Parameter Kimia Air	21
2.2.13 Dampak Perubahan Parameter Kimia Terhadap Biota Air	26
2.3 KUALITAS AIR PARAMETER BIOLOGI	30
2.4 PRODUKSI BUDIDAYA PERAIRAN	32

BAB III TEKNIK BUDIDAYA <i>RECIRCULATING AQUACULTURE SYSTEM</i>	
(RAS)	34
3.1 PENGERTIAN UMUM	34
3.2 KONSTRUKSI KOLAM <i>RECIRCULATING AQUACULTURE SYSTEM</i>	34
3.2.1 Pelaksanaan Pembuatan Kolam	41
3.3 RANGKAIAN KOLAM <i>RECIRCULATING AQUACULTURE SYSTEM</i>	47
3.4 FILTER <i>RECIRCULATING AQUACULTURE SYSTEM</i>	48
3.5 MEKANISME KERJA <i>RECIRCULATING AQUACULTURE SYSTEM</i>	50
 BAB IV MANAJEMEN USAHA BUDIDAYA <i>RECIRCULATING</i>	
<i>AQUACULTURE SYSTEM</i> (RAS)	54
4.1 ANALISIS KELAYAKAN USAHA	54
4.1.1 Faktor-Faktor Kunci Dalam Analisis Kelayakan Usaha	55
4.2 PEMBUKUAN KAS SEDERHANA	59
4.2.1 Pengertian	59
4.2.2 Peyusunan pembukuan secara sederhana	61
4.3 SISTEM PEMASARAN	63
4.3.1 Pengertian pemasaran	63
4.3.2 Pemasaran digital	64
4.3.3 Manfaat Pemasaran Digital	68
4.3.4 Jenis-Jenis Pemasaran Digital	70
4.3.5 Strategi Pemasaran Digital	72
DAFTAR PUSTAKA	76

BAB I

GAMBARAN UMUM BUDIDAYA PERAIRAN

Sejarah singkat budidaya perikanan, dimulai dari perburuan biota akuatik oleh manusia primitif sejak zaman purba untuk kebutuhan pangan. Ikan-ikan hasil buruan tersebut ditampung di genangan air untuk konsumsi sehari-hari. Pembahasan mengenai sejarah akuakultur mengacu pada sejarah panjang akuakultur di Tiongkok, Mesir, dan Eropa Tengah. Kegiatan akuakultur pertama kali diperkirakan dilakukan oleh bangsa Mesir pada ikan nila atau bangsa Tiongkok pada ikan mas. Tiongkok yang merupakan negara produsen ikan terbesar di dunia, membuat kolam budidaya ikan pertamanya pada awal tahun 1100 SM. Dalam buku "*Fish Culture Classic*" yang ditulis oleh Fan Lie sekitar tahun 460 SM, menunjukkan bahwa pada saat itu budidaya ikan karper (*common carp*) secara komersial telah ada di Tiongkok.

Di Mesir, budidaya perikanan diduga telah ada sejak tahun 2000 SM, terdapat gambar ikan di dalam makam yang diyakini sebagai gambar ikan nila yang dipelihara di kolam. Budidaya perairan berkembang sebagai bagian dari perkembangan sejarah sistem irigasi di Mesir, dengan spesies utamanya adalah ikan nila dan kemudian ikan mas. Kegiatan pemeliharaan kedua spesies ikan tersebut menyebar ke Asia dan Eropa. Budidaya perikanan kemudian semakin berkembang di abad pertengahan, pada saat itu ikan dan produk ikan harus diasinkan dan diawetkan sebelum diangkut ke tempat yang jauh.

Budidaya perikanan di Indonesia diyakini telah dilakukan sejak abad ke-14. Menurut sebuah dokumen sejarah kuno dalam bentuk surat dari Residen Surabaya kepada Dewan Keuangan, pada awal tahun 1821 terdapat tambak-tambak di Surabaya dan Gresik dan pajak harus

dibayarkan (Schuster, 1950). Schuster juga menunjukkan bahwa buku "*History of Java*" karya Raffles menyebutkan adanya tambak-tambak pertama di Jawa Timur. Namun, dalam kitab undang-undang "Kutara Manawa", yang ditulis pada tahun 1400-an, telah mencantumkan pelarangan pencurian ikan dan telah dibedakan dengan jelas antara kolam air tawar (siwakan) dan kolam air payau (tambak).

1.1 PENGERTIAN UMUM

Akuakultur adalah suatu kegiatan yang bertujuan untuk menghasilkan organisme (organisme) akuatik dalam lingkungan yang terkendali untuk memperoleh manfaat darinya. Akuakultur berasal dari akuakultur Inggris (*aqua* = air dan *culture* = kultur). Oleh karena itu, budidaya perikanan dapat diartikan sebagai campur tangan (usaha) manusia untuk meningkatkan produktivitas perairan melalui kegiatan budidaya. Kegiatan budidaya perairan merupakan kegiatan pemeliharaan yang bertujuan untuk meregenerasi, menumbuhkan dan meningkatkan kualitas biota perairan untuk memperoleh suatu manfaat. Biota perairan tersebut antara lain ikan (*fish*), udang (*crustacea*), kerang (*molusca*), *echinodermata*, dan alga.

Suatu wilayah perairan (laut, sungai, danau, waduk) mempunyai produktivitas alami tertentu (berat biomassa hayati per satuan volume air) dan dapat meningkat puluhan hingga ribuan kali lipat melalui kegiatan pertanian. Teknologi budidaya yang diterapkan meliputi pembuatan wadah produksi, pemilihan lokasi budidaya, penentuan model pembenihan, penggunaan benih bermutu, dan kepadatan tebar yang sesuai. Selanjutnya penyediaan pangan berdasarkan kuantitas, kualitas, waktu, dan pengendalian hama, pengelolaan air, pemantauan, pemanenan, dan penanganan pasca panen.

Menurut Undang-Undang Perikanan Nomor 45 Tahun 2009, budidaya ikan adalah kegiatan yang bertujuan untuk memelihara, membesarkan dan/atau membudidayakan ikan serta memanen ikan dalam lingkungan yang terkendali, termasuk kegiatan yang menggunakan kapal untuk mengangkut ikan, pengangkutan, penyimpanan, pendinginan, penanganan, pengolahan dan/atau pengawetan ikan. Ikan adalah semua jenis organisme yang seluruh atau sebagian siklus hidupnya berlangsung di lingkungan perairan, termasuk hewan dan tumbuhan yang hidup di air tawar, asin, atau air payau. Penyebutan budidaya perikanan dapat didasarkan pada jenis ikan, tempat budidaya, salinitas air, dan tingkat teknologi.

Secara historis, budidaya perikanan di Indonesia telah lama dianggap sebagai tradisi (suatu seni) dan tidak jelas kapan dimulainya. Namun sejak abad ke-14, beternak ikan di tambak dan tambak dilakukan untuk memenuhi kebutuhan sendiri dan menambah pendapatan keluarga. Akuakultur atau budidaya ikan (*aquaculture*) diartikan sebagai upaya manusia untuk meningkatkan produktivitas ikan melalui kegiatan budidaya.

1.2 SISTEM BUDIDAYA

Secara umum, terdapat tiga jenis sistem budidaya yang berbeda: terbuka, semi-terbuka, dan tertutup. Masing-masing dari ketiga sistem ini memiliki perbedaan, kekurangan, dan kelebihan tergantung pada organisme yang dibudidayakan, sebagai berikut:

1. Sistem budidaya terbuka merupakan sistem budidaya yang paling tradisional dan masih banyak digunakan oleh para pembudidaya. Pada sistem ini, Biota air dibesarkan di alam terbuka seperti teluk dan danau. Arus air yang mengalir secara alami akan membawa

oksigen ke lokasi budidaya, mengangkut dan membuang kotoran, dan membawa makanan ke area tempat biota dipelihara. Keunggulan dari sistem ini adalah biaya investasi, pemeliharaan, dan operasional yang relatif rendah. Kekurangannya adalah masalah terkait predator dan pencurian.

2. Sistem budidaya semi-terbuka adalah sistem yang banyak dipraktikkan oleh pembudidaya. Sumber air yang dibutuhkan untuk pemeliharaan diambil (dipompa) dari danau, teluk, sumur, atau sumber alami lainnya. Kelebihan dari sistem ini adalah pembudidaya dapat mengontrol pertumbuhan biota yang dipelihara, produksi per unit yang lebih tinggi, pertumbuhan biota lebih seragam, dapat mengontrol sistem air, risiko pencurian lebih minim, dan serangan predator yang dapat terkontrol. Kerugiannya adalah pemeliharaan dan pemantauan yang lebih kompleks.
3. Sistem budidaya tertutup adalah sistem budidaya yang lebih terkontrol. Sistem ini mereduksi pencemaran dari lingkungan dengan cara menutup aliran air masuk atau melakukan treatment air sebelum digunakan. Air yang digunakan dalam sistem ini diolah secara khusus, untuk menjaga kualitas produksi serta meningkatkan efisiensi penggunaan air selama siklus budidaya. Keunggulan dari sistem budidaya tertutup ini adalah pembudidaya memiliki kontrol yang lebih mudah terhadap keseluruhan manajemen budidaya. Kekurangan dari sistem budidaya ini yaitu biaya investasi sangat mahal, memerlukan fasilitas penanganan kualitas air yang berkualitas, biaya listrik mahal dan juga memerlukan tenaga kerja yang handal.

Keteraturan pengelolaan kegiatan budidaya dalam rangka meningkatkan produksi, perlu dilakukan dengan cara mengelola sistem budidaya.

Secara umum usaha budidaya perairan (akuakultur) terdiri dari pembenihan yang dimulai dari pemilihan induk, pemijahan, penetasan telur, hingga pembesaran larva dan benur. Selanjutnya pada proses pembesaran perlu dilakukan efisiensi penggunaan pakan dengan memperhatikan nutrisi pakan yang terkandung dalam pakan yang digunakan. Dilakukan juga pengelolaan kualitas air yang meliputi pengukuran parameter fisika, parameter kimia, dan parameter biologi. Selain hal-hal tersebut, sistem sarana dan prasarana produksi yang meliputi pemilihan lokasi, pengadaan bahan baku, dan pembangunan sarana produksi juga perlu diperhatikan. Sarana produksi meliputi penyediaan induk, benih, pakan, pupuk, obat-obatan, peralatan budidaya, dan tenaga kerja.

Selain sistem budidaya terdapat juga sub-sub sistem budidaya. Subsistem produksi, meliputi penyiapan wadah dan media budidaya, penebaran, pemberian pakan, pengelolaan lingkungan, pemantauan kesehatan ikan, pemantauan pertumbuhan, dan rencana pemanenannya. Subsistem penanganan dan pemasaran pasca panen meliputi peningkatan mutu produk, distribusi, dan pelayanan kepada konsumen. Subsistem pendukung meliputi aspek hukum (undang-undang dan kebijakan) dan aspek keuangan (keuangan/kredit, pembayaran). Aspek kelembagaan dapat berupa organisasi dunia usaha, perkumpulan, koperasi, perbankan, organisasi birokrasi, organisasi penelitian dan pengembangan.

1.3 PERMASALAHAN BUDIDAYA PERAIRAN

Dalam pengembangan produksi perikanan budidaya terdapat permasalahan yang sangat mendasar yang masih menjadi kendala hingga saat ini, baik bagi petani itu sendiri maupun bagi pelaku usaha budidaya perikanan. Akuakultur merupakan salah satu sektor perikanan yang terus berkembang. Seiring dengan tumbuhnya budidaya perikanan, permasalahan kualitas air menjadi salah satu faktor utama yang perlu diperhatikan, terutama terkait tekanan pencemaran. Budidaya ikan menghasilkan air limbah yang berbahaya bagi kelangsungan hidup ikan. Air limbah mengandung nitrogen seperti amonia, nitrit, dan nitrat yang berasal dari sisa pakan yang tidak dapat termakan, serta kotoran ikan yang mengendap di dasar perairan. Hal ini merupakan permasalahan nyata dalam sistem budidaya intensif dan tidak dapat dihindari karena selama proses budidaya, ikan hanya menggunakan 20-30% nutrisi dalam pakan.

Selain hal di atas permasalahan lain yang dihadapi dalam kegiatan budidaya perikanan saat ini adalah kekurangan lahan dan ketersediaan air bersih untuk kegiatan budidaya. Hal ini akan semakin menyulitkan masyarakat yang mempunyai lahan terbatas, sumber air terbatas, dan daerah terpencil. Kualitas air adalah sifat air dan kandungan makhluk hidup, zat energi dan komponen lain di dalam air. Kualitas air mempunyai beberapa parameter seperti kecerahan, suhu, padatan terlarut dan lain-lain, parameter kimia yaitu pH, oksigen terlarut, BOD, kandungan logam dan lain-lain, dan parameter lainnya biologi khususnya keberadaan plankton, bakteri dan lain-lain. Keberlanjutan budidaya tambak sangat bergantung pada kualitas lingkungan air. Kondisi lingkungan perairan yang berbeda-beda dapat mempengaruhi kondisi kualitas lingkungan baik secara fisik, kimia maupun biologis. Dalam budidaya tambak, kualitas air

merupakan faktor kunci keberhasilan karena merupakan kondisi penting untuk memelihara organisme budidaya. Tingginya kadar bahan organik dalam media dapat meningkatkan jumlah partikel organik dan bakteri, sehingga mempengaruhi kualitas air.

Masalah hama dan penyakit dalam akuakultur juga dapat menjadi penyebab kegagalan usaha. Adanya berbagai kasus hama dan penyakit sangat erat kaitannya dengan pemilihan lokasi dan daya dukung lingkungan yang dipengaruhi oleh musim, tata ruang, habitat, predator dan lain-lain. Serangan hama dan penyakit dapat menyebabkan kematian dan pertumbuhan biota air yang dibudidayakan menjadi lambat (kerdil), padat tebar yang sangat rendah konversi pakan yang sangat tinggi, masa pemeliharaan yang lebih lama, yang berarti meningkatkan biaya produksi. Dan pada tahap tertentu, serangan penyakit dan hama tidak hanya menyebabkan penurunan hasil (produksi), tetapi pada tahap yang lebih lanjut dapat menyebabkan gagal panen. Agar para pembudidaya dapat mencegah dan menanggulangi penyakit dan hama yang terjadi pada budidaya ikan, maka pembudidaya perlu dibekali dengan pengetahuan tentang sumber, penyebab, dan jenis penyakit, serta teknik penanggulangannya. Dalam mengatasinya, perlu juga dibekali dengan juga perlu dibekali dengan pengaruh teknik/obat-obatan yang digunakan terhadap lingkungan sehingga dapat menghindari terjadinya kerusakan lingkungan dan kegiatan budidaya yang berkelanjutan.

Permasalahan lain yang juga sering ditemui dalam budidaya adalah penurunan kualitas hasil panen budidaya karena teknik pemanenan dan waktu panen (usia panen) dilakukan. Selain itu permasalahan lainnya antara lain: teknik penanganan transportasi lainnya, jarak ke lokasi budidaya tempat pemasaran dan permasalahan umum berkaitan dengan setiap tahapan budidaya perikanan. Oleh karena

itu keberhasilan budidaya perikanan ditentukan oleh kemampuan sumber daya manusia, kualitas biota, kualitas air, pencegahan hama dan penyakit serta iklim yang mendukung kegiatan budidaya perikanan.

BAB II

KORELASI KUALITAS AIR DAN PRODUKSI BUDIDAYA PERAIRAN

Kualitas air merupakan komponen lingkungan yang memegang peranan penting dalam kegiatan budidaya perairan. Kualitas air dinyatakan melalui sejumlah parameter: parameter fisik, parameter kimia, dan parameter biologis. Kualitas air dapat diketahui dengan melakukan pengujian tertentu terhadap air. Pengujian yang dilakukan adalah uji kimia, fisika, biologi atau bahkan uji kenampakan (bau dan warna). Pengelolaan kualitas air adalah upaya untuk menjaga air agar mencapai kualitas air yang diinginkan sesuai peruntukannya untuk menjamin agar air tetap dalam keadaan alaminya. Kualitas air memegang peranan penting dalam pengembangan budidaya ikan, sehingga analisis kualitas air menjadi penting. Pemantauan kualitas air merupakan kegiatan yang penting. Kesesuaian suatu titik perairan umum merupakan hasil kesesuaian antara kebutuhan hidup dan perkembangan kegiatan penangkapan ikan serta lingkungan fisik perairan umum.

Pengelolaan kualitas air adalah upaya menjaga kondisi air agar sesuai untuk budidaya ikan dengan memperhatikan faktor-faktor air yang menjadi habitat biota akuatik dan organisme lain, antara lain suhu, pH, DO (oksigen terlarut), amonia, dan nitrit. Pada budidaya ikan terdapat tiga faktor yang sangat mempengaruhi keberhasilan proses budidaya, karena hasil interaksi ketiga faktor tersebut dapat menimbulkan penyakit pada ikan. Faktor-faktor tersebut meliputi hama, organisme yang tumbuh, dan lingkungan (kualitas air).

Akuakultur sendiri diartikan sebagai suatu kegiatan yang bertujuan untuk mengendalikan produksi organisme (organisme) akuatik

untuk mendapatkan keuntungan. Penekanan pada kondisi yang terkendali dan berorientasi pada pencapaian keuntungan tersebut, definisi ini mengandung arti bahwa budidaya perairan adalah suatu kegiatan ekonomi (prinsip ekonomi) yang mengarah pada industri (dalam waktu, kuantitas yang tepat, kualitas yang tepat dan harga yang wajar). Beberapa produk budidaya perikanan mungkin menggunakan bahan organik, secara langsung atau tidak langsung. Sifat ini digunakan untuk mendaur ulang bahan-bahan organik di dalam air sehingga keberadaan bahan organik tersebut tidak merugikan, bahkan dapat menunjang produksi hasil budidaya ikan. Perkembangan budidaya perikanan intensif ditandai dengan peningkatan kepadatan organisme akuatik dan pasokan pakan yang sepenuhnya merupakan pakan buatan. Permasalahan yang muncul kemudian adalah menurunnya kualitas air akibat penumpukan sisa makanan, bahan organik, senyawa fosfat, dan nitrogen beracun akibat rendahnya laju pembaharuan air. Pengelolaan kualitas air untuk keperluan budidaya merupakan hal yang penting karena air merupakan habitat organisme akuakultur. Parameter pengelolaan kualitas air budidaya terdiri dari parameter Fisika, kimia, dan biologi.

2.1 KUALITAS AIR PARAMETER FISIKA

Parameter fisika adalah parameter yang berhubungan dengan penglihatan, sentuhan, rasa atau bau. Contoh parameter fisika antara lain suhu, kecerahan, salinitas, kekeruhan, TDS dan warna air. Suhu air normal adalah suhu air yang memungkinkan organisme melakukan metabolisme dan berkembang biak. Suhu merupakan faktor fisik yang sangat penting dalam air. Suhu air di suatu perairan dapat dipengaruhi oleh musim, garis lintang, ketinggian, waktu, kekeruhan, laju aliran, dan kedalaman air. Kisaran suhu air yang sangat diperlukan agar pertumbuhan ikan-ikan

pada perairan tropis dapat berlangsung berkisar antara 25-32°C. Pola arus yang berubah secara mendadak dapat menurunkan nilai suhu pada air.

Kecerahan perairan adalah suatu kondisi yang menunjukkan kemampuan cahaya untuk menembus lapisan air pada kedalaman tertentu. Kecerahan adalah faktor fisika yang berkaitan dengan reaksi fotosintesis pada ekosistem perairan. Kecerahan adalah gambaran intensitas cahaya yang diteruskan ke dalam air yang dinyatakan dalam persen. Kecerahan yang tinggi akan meningkatkan kemampuan sinar matahari untuk menembus lebih dalam ke dalam air. Jika airnya kurang jernih, ini menandakan kekeruhan. Kekeruhan sangat mempengaruhi kehidupan organisme perairan. Analisis kecerahan air sebaiknya dilakukan pada siang hari saat cuaca cerah. Kecerahan air berbanding terbalik dengan jumlah plankton di dalam air. Semakin tinggi kejernihan perairan maka kelimpahan fitoplankton semakin rendah dan sebaliknya.

Salinitas akan mempengaruhi penyebaran organisme baik secara vertikal maupun horizontal. Salinitas adalah jumlah padatan yang ada dalam air di mana semua karbonat diubah menjadi oksida, bromida dan yodium digantikan oleh klorida. Kekeruhan merupakan gambaran sifat optik suatu air akibat adanya padatan terutama zat tersuspensi dan juga dipengaruhi oleh warna air. Bahan tersuspensi dan padatan dapat berasal dari partikel lempung, lanau, koloid tanah, dan organisme akuatik (mikroorganisme). Zat tersuspensi berbahaya bagi ikan dan menghalangi penetrasi sinar matahari sehingga mengganggu fotosintesis. Kekeruhan akan menyebabkan gangguan pernafasan pada organisme akuatik, menurunkan kadar oksigen dalam air, mengurangi visibilitas organisme akuatik, menghambat penetrasi cahaya ke dalam air dan mengurangi efektivitas proses filterisasi air.

2.1.1 Warna

Warna air pada air merupakan pancaran cahaya yang tidak diserap dan dipancarkan dari air, hanya saja warna tersebut disebabkan oleh benda yang mengapung baik berupa makhluk hidup maupun benda mati. Warna air ada yang biru, hijau, hijau, kuning dan coklat. Perbedaan warna air budidaya dipengaruhi oleh kandungan plankton yang terdapat pada air budidaya, baik fitoplankton maupun zooplankton, larutan tersuspensi, bahan organik, zat mineral dan bahan-bahan lain yang terlarut dalam air budidaya. Warna air yang didominasi plankton secara tidak langsung mempengaruhi kesuburan air budidaya. Warna air yang didominasi plankton adalah hijau, hijau tua, kuning coklat, hijau coklat, dan coklat kemerahan.

2.1.2 Suhu

Suhu merupakan faktor fisika yang penting untuk diketahui, peningkatan suhu akan meningkatkan laju reaksi kimia. Menurut hukum Van't Hoff, kenaikan suhu sebesar 10°C akan melipatgandakan laju reaksi, meskipun hukum ini tidak selalu benar. Setiap perubahan suhu cenderung mempengaruhi jumlah proses kimia yang terjadi secara bersamaan pada jaringan tumbuhan dan hewan. Suhu air sangat mempengaruhi jumlah oksigen terlarut dalam air. Jika suhu tinggi, air akan lebih cepat jenuh dengan oksigen dibandingkan pada suhu rendah. Suhu air pada suatu perairan dapat ditentukan berdasarkan musim, garis lintang, ketinggian di atas permukaan, waktu dalam sehari, tutupan awan, laju aliran, dan kedalaman perairan.

Pada budidaya ikan air tawar, suhu yang dapat mempengaruhi produktivitas ikan dalam budidaya perikanan adalah suhu optimal antara 28 dan 32°C.

2.1.3 Kecerahan

Kecerahan merupakan parameter fisik yang berkaitan erat dengan fotosintesis pada ekosistem perairan. Kecerahan menggambarkan jumlah atau fraksi cahaya yang ditransmisikan pada kedalaman tertentu. Cahaya ini dipancarkan dari beberapa panjang gelombang pada spektrum cahaya tampak dan jatuh tegak lurus terhadap lapisan permukaan air pada kedalaman tertentu. Kecerahan yang tinggi menunjukkan kemampuan sinar matahari menembus jauh ke dalam air atau sebaliknya. Pengukuran cahaya air sebaiknya dilakukan pada siang hari dan dalam cuaca yang relatif cerah. Di perairan, kecerahan perairan erat kaitannya dan berbanding terbalik dengan kelimpahan plankton, khususnya jenis fitoplankton yang terdapat pada perairan budidaya: semakin tinggi kejernihan perairan maka semakin rendah kekayaan plankton dan sebaliknya.

Kecerahan sangat erat kaitannya dengan kekeruhan karena kekeruhan merupakan faktor yang menghambat penetrasi sinar matahari ke dalam kolam budidaya dan mengganggu perkembangan organisme biologis. Peningkatan kekeruhan menyebabkan penurunan kecerahan. Nilai kecerahan air ikan nila bervariasi >45 cm. Kecerahan air di bawah 45 cm akan mengganggu penglihatan ikan.

2.2 KUALITAS AIR PARAMETER KIMIA

Air adalah zat terbesar di dunia. Air merupakan senyawa yang tersusun dari unsur hidrogen dan oksigen. Pada dasarnya air di belahan dunia ini tidak pernah ditemukan dalam keadaan murni tanpa adanya kontaminasi oleh bahan lain. Unsur-unsur yang masuk ke sumber air dan berpotensi menimbulkan pencemaran berasal dari tanah, udara, dan metabolisme organisme perairan. Unsur atau senyawa tersebut dapat

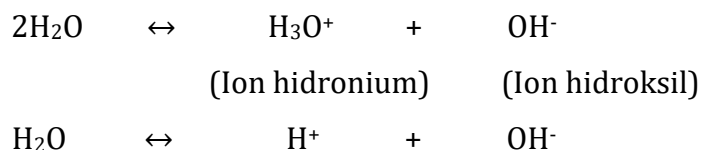
digolongkan menjadi tiga golongan yaitu gas, anorganik, dan organik. Kehadiran bahan kimia di atas sangat menentukan sifat kimia air. Bahan kimia dalam air mungkin larut atau tidak larut. Pada umumnya zat anorganik merupakan bahan kimia yang larut, kecuali unsur belerang (S). Karena kelarutan ini, bahan kimia yang ada dalam air diklasifikasikan menjadi unsur “makro dan mikro”. Keberadaan bahan kimia dalam air dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti lingkungan dan parameter air lainnya. Masing-masing parameter, baik fisik, kimia, maupun biologi, saling berkorelasi dan mempengaruhi satu sama lain. Parameter kimia yang mempengaruhi organisme air antara lain pH, DO, CO₂, kesadahan, alkalinitas, BOD, COD, nitrogen dan fosfor.

2.2.1 Derajat keasaman (pH)

Derajat keasaman sering dikenal dengan istilah pH (*puissance negative de H*) yaitu logaritma dari kepekatan ion-ion H (*hydrogen*) yang terurai dalam suatu perairan. Ion hidrogen tersebut bersifat asam. Keberadaan ion hidrogen inilah yang menggambarkan nilai pH (derajat keasaman). Nilai pH dapat ditulis dengan persamaan

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

Air adalah senyawa H₂O yang berasosiasi secara sempurna sehingga memiliki ion H⁺ dan ion OH⁻ dalam konsentrasi yang sama dengan kesetimbangan seperti:



Berdasarkan reaksi diatas konsentrasasi ion H⁺ dan ion OH⁻ setimbang atau sama. Oleh karena itu, pH air murni memiliki nilai 7. Apabila konsentrasi ion H⁺ semakin tinggi, maka ion OH⁻ akan semakin rendah,

sehingga nilai pH menjadi nilai < 7 yang akan mengakibatkan perairan menjadi asam. Sebaliknya, apabila konsentrasi ion OH^- menjadi tinggi dibandingkan dengan konsentrasi ion H^+ , maka perairan tersebut mempunyai nilai pH > 7 , dan mengakibatkan perairan menjadi basa.

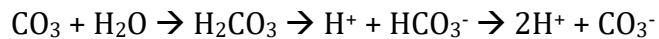
2.2.2 Oksigen terlarut (DO)

Oksigen merupakan senyawa yang sangat penting bagi kehidupan organisme perairan. Namun kuantitas atau konsentrasi yang diperlukan untuk berbagai jenis dan tahapan kehidupan organisme akuatik berbeda-beda. Begitu pula pada lingkungan yang sama, kebutuhan oksigen berbeda-beda tergantung jenis ikannya. Secara umum, kebutuhan oksigen pada stadium awal lebih tinggi dibandingkan pada stadium lanjut. Batas kritis ikan sangat bergantung pada adaptasi dan faktor lingkungan lainnya. Sebagian besar bentuk kehidupan akuatik memerlukan oksigen terlarut untuk metabolisme tubuhnya. Bahkan beberapa bakteri yang dapat hidup tanpa O_2 (anaerob) hanya dapat hidup dalam keadaan anaerob dalam waktu yang singkat dan selalu membutuhkan pasokan O_2 yang melimpah. Secara umum, organisme hidup hanya dapat hidup pada kondisi O_2 yang sangat rendah dan tidak dapat bertahan hidup sama sekali tanpa O_2 .

2.2.3 Karbondioksida bebas (CO_2)

Karbondioksida dalam air, dapat berupa gas karbondioksida bebas (CO_2), ion bikarbonat (HCO_3^-), ion karbonat (CO_3^{2-}) dan asam karbonat (H_2CO_3). Karbondioksida bebas ini diperlukan dalam proses fotosintesis oleh tumbuhan berklorofil. Sedangkan garam karbonat dan bikarbonat terutama garam kalsium diperlukan untuk menyangga pH air. Karbondioksida bereaksi dengan air membentuk senyawa asam

karbonat (H_2CO_3). Senyawa ini bersifat asam karena menghasilkan ion H^+ dan HCO_3^- dalam air, sehingga membuat perairan menjadi asam. Berikut reaksinya:



2.2.4 Biochemical Oxygen Demand (BOD)

BOD atau kebutuhan oksigen biokimia merupakan suatu karakteristik yang mewakili jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme (biasanya bakteri) untuk menguraikan atau menguraikan bahan organik dalam kondisi aerobik. Bahan organik yang terurai menjadi BOD merupakan bahan organik yang siap terurai. BOD adalah ukuran jumlah oksigen yang digunakan oleh populasi mikroba yang ada dalam air sebagai respons terhadap masuknya bahan organik yang dapat terurai. Meskipun nilai BOD mewakili jumlah oksigen, namun secara sederhana dapat juga dipahami sebagai gambaran jumlah bahan organik yang dapat terbiodegradasi dalam air.

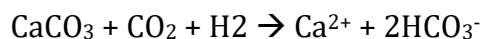
2.2.5 Chemical Oxygen Demand (COD)

COD atau *Chemical Oxygen Demand* adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan seluruh bahan organik di dalam air. Kebutuhan oksigen kimia (COD) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik dalam sampel air atau jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik menjadi CO_2 dan H_2O . Pada reaksi ini, hampir semua zat, sekitar 85%, dapat dioksidasi menjadi CO_2 dan H_2O dalam lingkungan asam, sedangkan pada dekomposisi biologis (BOD), tidak semua bahan organik dapat diurai oleh bakteri. Indeks COD merupakan ukuran derajat pencemaran air oleh zat organik yang dapat teroksidasi secara alami oleh proses mikroba dan

menyebabkan penurunan jumlah oksigen terlarut dalam air. COD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik dalam air. Oleh karena itu, parameter COD mencerminkan jumlah senyawa organik yang teroksidasi secara kimia.

2.2.6 Kesadahan

Kesadahan air merupakan kandungan mineral tertentu di dalam air, umumnya ion kalsium (Ca^{2+}) dan magnesium (Mg^{2+}) yang berbentuk garam karbonat. Air sadah atau air sadah adalah air yang kandungan mineralnya tinggi, sedangkan air lunak adalah air yang kandungan mineralnya rendah. Selain ion kalsium dan magnesium, kesadahan juga dapat disebabkan oleh ion logam lain serta garam bikarbonat dan sulfat. Cara paling sederhana untuk menentukan kesadahan air adalah dengan menggunakan sabun. Dalam air lunak, sabun akan menghasilkan banyak busa. Dalam air sadah, sabun tidak akan berbusa atau berbusa sangat sedikit. Kesadahan merupakan parameter kimia dalam air yang ditunjukkan dengan konsentrasi kation bervalensi dua terutama Ca^{2+} dan Mg^{2+} . Total kesadahan dinyatakan dalam ppm ekuivalen CaCO_3 . Total kesadahan erat kaitannya dengan alkalinitas sebab anion dari alkalinitas dan kation dari kesadahan diperoleh dari senyawa yang sama seperti senyawa karbonat atau seperti pada reaksi berikut:



Oleh sebab itu kesadahan dan alkalinitas dapat menggambarkan tingkat kesuburan air dan daya sangga suatu perairan.

2.2.7 Alkalinitas

Alkalinitas merupakan penyangga (*buffer*) perubahan pH air dan indikasi kesuburan yang diukur dengan kandungan karbonat. Alkalinitas

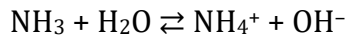
adalah kapasitas air untuk menetralkan tambahan asam tanpa penurunan nilai pH larutan. Alkalinitas mampu menetralkan keasaman di dalam air. Secara khusus alkalinitas sering disebut sebagai besaran yang menunjukkan kapasitas pembufferan dari ion bikarbonat, dan tahap tertentu ion karbonat dan hidroksida dalam air. Ketiga ion tersebut dalam air akan bereaksi dengan ion hidrogen sehingga menurunkan keasaman dan menaikkan pH. Alkalinitas optimal pada nilai 90-150 ppm. Alkalinitas rendah diatasi dengan pengapuran dosis 5 ppm. Jenis kapur yang digunakan disesuaikan kondisi pH air sehingga pengaruh pengapuran tidak membuat pH air tinggi, serta disesuaikan dengan keperluan dan fungsinya. Perbedaan antara basa tingkat tinggi dengan alkalinitas yang tinggi adalah sebagai berikut :

- ✓ Tingkat basa tinggi ditunjukkan oleh pH tinggi;
- ✓ Alkalinitas tinggi ditunjukkan dengan kemampuan menerima proton tinggi.

2.2.8 Amoniak (Total Amonia Nitrogen)

Amonia merupakan senyawa yang paling sering dijumpai pada perairan budidaya. Hal ini karena amonia berasal dari sisa metabolisme (ekskresi) biota air dan proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme. Pada kegiatan budidaya, keberadaan amonia dihasilkan dari aktivitas ekskresi biota sendiri dan proses dekomposisi bahan organik dari sisa pakan dan kotoran selama pemeliharaan. Sumber amonia lainnya di perairan adalah gas nitrogen dari proses difusi udara yang tereduksi di dalam air. Amonia di perairan dapat dijumpai dalam bentuk amonia total yang terdiri dari amonia bebas (NH_3) dan ion amonium (NH_4^+). Keseimbangan antara kedua bentuk amonia di atas bergantung pada kondisi pH dan suhu perairan. Berikut

ini adalah bentuk kesetimbangan gas amonia dan ion amonium di perairan:



Amonia di perairan akan ditemukan lebih banyak dalam bentuk ion amonium jika pH perairan kurang dari 7, sedangkan pada perairan dengan pH lebih dari 7, amonia bebas atau amonia tak terionisasi yang bersifat toksik terdapat dalam jumlah yang lebih banyak.

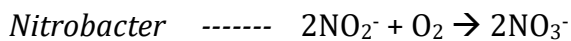
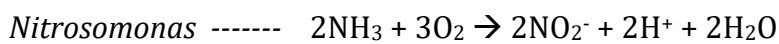
2.2.9 Nitrit (NO₂)

Nitrit (NO₂) merupakan bentuk peralihan antara amonia dan nitrat (nitrifikasi) dan antara nitrat dengan gas nitrogen (denitrifikasi). Oleh karena itu, nitrit bersifat tidak stabil dengan keberadaan oksigen. Kandungan nitrit pada perairan alami mengandung nitrit sekitar 0,001 mg/L. kadar nitrit yang lebih dari 0,06 mg/L adalah bersifat toksik bagi organisme perairan. Pada umumnya kadar nitrit akan lebih rendah dari amonia maupun nitrat dikarenakan ketidakstabilannya. Namun, keberadaan nitrit yang berlebihan akan berdampak negatif bagi kehidupan biota air.

2.2.10 Nitrat (NO₃)

Nitrat adalah ion anorganik alami yang merupakan bagian dari siklus nitrogen. Di alam, nitrogen terdapat dalam bentuk senyawa organik seperti urea, protein, dan asam nukleat atau sebagai senyawa anorganik seperti amonia, nitrit dan nitrat. Nitrat dibentuk dari asam nitrit yang berasal dari amonia melalui proses oksidasi katalitik. Nitrit juga merupakan hasil metabolisme dari siklus nitrogen. Nitrat dan nitrit adalah komponen yang mengandung nitrogen berikatan dengan atom oksigen. Nitrat merupakan salah satu bentuk nitrogen di perairan yang

dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan (fitoplankton dan alga) selain ion amonium dalam menunjang proses pertumbuhan. Senyawa $\text{NO}_3\text{-N}$ sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Nitrat nitrogen di perairan merupakan hasil dari proses oksidasi nitrogen secara sempurna melalui proses nitrifikasi yang melibatkan bakteri, diantaranya; bakteri *Nitrosomonas* yang mengoksidasi amonia menjadi nitrit, dan bakteri *Nitrobacter* yang mengoksidasi nitrit menjadi nitrat. Berikut ini adalah proses oksidasi nitrogen menjadi nitrat:



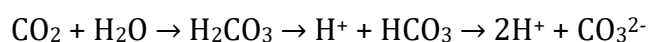
2.2.11 Posfat (PO_4)

Posfat dapat ditemukan di bumi di dalam air, tanah, dan sedimen. Tidak seperti senyawa materi lain siklus fosfor tidak dapat ditemukan di udara yang mempunyai tekanan tinggi. Hal ini karena fosfor biasanya cair pada suhu dan tekanan normal. Hal ini terutama melakukan siklus kembali melalui air, tanah dan sedimen. Posfat yang paling sering ditemukan dalam formasi batuan sedimen dan laut sebagai garam fosfat. Garam fosfat yang dilepaskan dari pelapukan batuan melalui tanah biasanya larut dalam air dan akan diserap oleh tanaman. Oleh karena jumlah fosfor dalam tanah pada umumnya kecil, sering kali faktor pembatas bagi pertumbuhan tanaman. Itu sebabnya manusia sering menggunakan posfat sebagai pupuk pada tanah pertanian. Posfat juga merupakan faktor-faktor pembatas bagi pertumbuhan tanaman di ekosistem laut, karena mereka tidak begitu larut dalam air. Hewan menyerap posfat dengan makan tumbuhan atau binatang pemakan tumbuhan. Siklus fosfor melalui tanaman dan hewan jauh lebih cepat daripada yang dilakukannya melalui batu dan sedimen. Ketika hewan

dan tanaman yang mati, posfat akan kembali ke tanah atau lautan lagi selama pembusukan. Fosfor atau dalam ilmu kimia disimbolkan dengan huruf (P) ialah unsur hara (nutrisi) yang diperlukan oleh flora (tumbuhan air) untuk pertumbuhan dan perkembangan hidupnya. Unsur tersebut ada dalam bentuk (PO_4).

2.2.12 Faktor-Faktor Perubahan Parameter Kimia Air

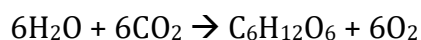
Parameter-parameter kimia dalam perairan saling mempengaruhi satu sama lain. Sebagai contoh parameter pH (ion H^+) merupakan unsur yang sangat berpengaruh terhadap faktor kimia lainnya, seperti terhadap alkalinitas, kesadahan, dan keasaman air. Tinggi atau rendahnya nilai pH pada perairan tergantung pada beberapa faktor yaitu konsentrasi gas-gas dalam air seperti CO_2 , konsentrasi garam-garam karbonat dan bikarbonat, dan proses dekomposisi bahan organik di dasar perairan. Secara alamiah, pH perairan dipengaruhi oleh konsentrasi karbondioksida (CO_2). Perairan umum dengan aktivitas fotosintesis dan respirasi organisme yang hidup didalamnya akan membentuk reaksi berantai karbonat-karbonat sebagai berikut:



Semakin banyak CO_2 yang dihasilkan dari hasil respirasi, reaksi bergerak ke kanan dan secara bertahap melepaskan ion H^+ yang menyebabkan pH air turun. Reaksi sebaliknya terjadi pada peristiwa fotosintesis yang membutuhkan banyak ion CO_2 , sehingga menyebabkan pH air naik. Pada peristiwa fotosintesis, fitoplankton dan tanaman air lainnya akan mengambil CO_2 dari air selama proses fotosintesis sehingga mengakibatkan pH air meningkat pada siang hari dan menurun pada waktu malam hari.

Nilai pH sangat erat kaitannya atau merupakan petunjuk terhadap faktor kimia lain-nya seperti alkalinitas dan kesadahan. Nilai pH pada banyak perairan alami berkisar antara 4–9, kehadiran CO₂ dan sifat basa yang kuat dari ion natrium, kalium, dan kalsium dalam air laut cenderung mengubah keadaan ini, sehingga air laut sedikit lebih basa berkisar antara 7,5 – 8,4.

Nilai kelarutan oksigen (DO) dalam air sangat mempengaruhi kehidupan organisme, baik secara langsung maupun tidak langsung. Keberadaan oksigen terlarut (DO) dalam air bersumber langsung dari udara. Penyerapan oksigen dari udara dapat dengan melalui dua cara yaitu difusi langsung dari atmosfer (udara), pergerakan air yang teratur seperti gerakan gelombang, air terjun dan perputaran (rotasi) air. Selain itu dapat juga berasal dari hasil fotosintesis dari tanaman berklorofil. Aktivitas tanaman berklorofil melepaskan oksigen langsung ke dalam air melalui asimilasi karbondioksida (fotosintesis) sebagai berikut:



Jumlah oksigen yang diperoleh dari hasil fotosintesis tumbuhan tergantung pada dua faktor yaitu dari jumlah tanaman air dalam suatu perairan (konsentrasi fitoplankton dalam air) dan lamanya cahaya yang efektif diterima oleh tanaman air. Faktor keberadaan oksigen dalam air dapat juga karena aliran air yang masuk. Aliran air ini akan mengaduk-aduk air, sehingga mendorong proses difusi. Air yang mengalir, walaupun debitnya kecil, membawa oksigen baru yang sudah larut air yang datang dari tempat lain. Hujan yang jatuh pun ikut menambah pemasukan oksigen ke dalam air. Biasanya, jatuhnya hujan itu mengakibatkan turunnya suhu juga. Hal ini akan menyebabkan peningkatan kemampuan air untuk mengikat oksigen lebih banyak.

Selain itu, hujan akan menambah volume air yang sekaligus juga menambah oksigen terlarut pada perairan tersebut.

Perubahan konsentrasi oksigen terlarut juga dapat terjadi. Penurunan oksigen dalam air disebabkan oleh proses kimia, fisika, dan biologi yaitu proses pernafasan (respirasi) baik oleh biota air, proses penguraian (dekomposisi) bahan organik, dan aktivitas bakteri-bakteri anaerob. Bakteri anaerob hidup di dasar perairan yang dapat menimbulkan hasil pembongkaran yang bersifat mereduksi seperti metana, asam sulfide dan sebagainya. Bila zat-zat yang berupa gas tersebut naik ke atas, maka air yang dilaluinya melarutkan gas ini sambil melepaskan sebagian dari oksigen yang dikandungnya. Akibatnya air makin kekurangan oksigen. Faktor perubahan lainnya yaitu proses penguapan (evaporasi) di musim panas. Kelarutan oksigen ke dalam air terutama dipengaruhi oleh faktor suhu. Kelarutan gas oksigen pada suhu rendah relative lebih tinggi.

Kelarutan oksigen tersebut berlaku untuk air tawar, sedangkan kelarutan oksigen pada air laut relatif lebih rendah 1–5 ppm dari angka tersebut di atas karena pengaruh salinitas (kadar garam). Kadar garam ini mempengaruhi kelarutan gas-gas air. Kelarutan oksigen ini sangat penting karena menentukan jumlah (kadar) oksigen terlarut dalam air. Apabila pada suhu yang sama konsentrasi oksigen terlarut sama dengan jumlah kelarutan oksigen yang ada di dalam air, maka air tersebut dapat dikatakan sudah jenuh dengan oksigen terlarut. Bila air mengandung lebih banyak oksigen terlarut daripada yang seharusnya pada suhu tertentu, berarti oksigen dalam air tersebut sudah lewat jenuh (super saturasi).

Selain oksigen, perubahan CO_2 di perairan dapat dipengaruhi beberapa faktor. CO_2 yang terdapat di dalam air dapat diperoleh dari