



Oksigen terlarut di kolam koi: titik terendah menjelang subuh

h2koi.com · 2026-08-04

PANDUAN AIR KOLAM KOI · INDONESIA

Di kolam tropis, oksigen bukan persoalan musiman — ia persoalan setiap malam. Air Anda hangat sepanjang tahun, sehingga daya larut oksigennya rendah sepanjang tahun, sementara ikan tetap makan dan biofilter tetap bernapas 365 hari. Titik terendah harian jatuh pada pukul 04.00–06.00, persis pada jam ketika sebagian besar dari kita sudah bangun dan lewat di depan kolam.

Ringkasnya:

- Kelarutan oksigen turun saat air menghangat: sekitar 9,1 mg/L pada 20 °C, tetapi hanya sekitar 7,5 mg/L pada 30 °C di permukaan laut. (ppm = mg/L; kit impor sering menulis ppm.)
- Ketinggian memotong lagi kira-kira 1% per 100 mdpl. Kolam di 900 mdpl mentok sekitar 9% di bawah angka permukaan laut — keunggulan dataran tinggi lebih kecil daripada yang terlihat.
- Permintaan tidak pernah berhenti. Tidak ada dormansi di sini: ikan, pakan, bakteri nitrifikasi, dan alga menarik oksigen sepanjang malam.
- Megap-megap di permukaan saat subuh menandakan ikan sudah berada di ujung cadangannya, bukan di awal masalah.
- Aerasi malam bukan perlengkapan musiman. Ia berjalan 365 malam — dan listrik padam pukul 02.00 mencabutnya persis pada jam terburuk dari 24 jam.
- Pengukuran DO pukul 14.00 adalah momen paling tidak informatif dalam sehari.

Mengapa oksigen adalah masalah struktural di kolam Indonesia

Hampir semua literatur koi yang beredar — Inggris, Jepang, Belanda — ditulis untuk kolam yang dingin selama beberapa bulan dalam setahun. Di sana ada periode ketika ikan berhenti makan, biofilter nyaris berhenti bekerja, dan air menahan oksigen dalam jumlah besar. Semua asumsi itu tidak berlaku untuk kolam Anda.

Kolam di dataran rendah — Jakarta, Tangerang, Bekasi, Surabaya, Semarang, kota-kota pesisir — umumnya duduk di kisaran 28–32 °C hampir sepanjang tahun. Sabuk koi dataran tinggi — Bogor, Sukabumi, Cianjur, Bandung, Malang dan Batu, serta kantong-kantong sejuk Jawa Timur — bisa turun ke kisaran 20-an bawah pada malam hari. Dua kolam di negara yang sama bisa berbeda permanen 6–8 °C. Angka-angka di halaman ini adalah angka tipikal, bukan hasil pengukuran kolam Anda; ukur sendiri.

Yang berlaku untuk keduanya: air yang permanen hangat menahan lebih sedikit oksigen, sementara metabolisme ikan dan laju kerja biofilter permanen tinggi. Anda menjalankan sistem dengan plafon pasokan yang rendah dan rantai permintaan yang tinggi, tanpa jeda musim dingin untuk memulihkan diri.

Berapa banyak oksigen yang sebenarnya muat di air Anda

Dua angka dipakai bergantian dan keduanya berguna. **Oksigen terlarut (DO)** dalam mg/L adalah jumlah absolutnya. **Kejenuhan oksigen (% saturasi)** adalah berapa persen dari maksimum yang mungkin pada suhu dan tekanan saat itu. DO 6,8 mg/L pada 24 °C sudah berada di bawah batas praktis 7 mg/L — marginnya menipis dan aerasi perlu ditambah sekarang; DO 6,8 mg/L pada 31 °C lebih genting lagi, karena kebutuhan oksigen ikan lebih tinggi sementara plafon kelarutan airnya lebih rendah. Tanpa suhu, angka mg/L setengah bercerita.

Kelarutan oksigen maksimum (mg/L) menurut suhu dan ketinggian — angka pendekatan			
SUHU AIR	PERMUKAAN LAUT (0-50 MDPL)	~750 MDPL	~900 MDPL
20 °C	9,1	8,4	8,3
24 °C	8,4	7,8	7,7
26 °C	8,1	7,5	7,4
28 °C	7,8	7,2	7,1
30 °C	7,5	7,0	6,9
32 °C	7,3	6,8	6,7
35 °C	7,0	6,5	6,4

Perhatikan bahwa ini adalah *plafon*, bukan isi kolam Anda. Angka-angka itu berlaku untuk air yang sudah jenuh 100% dan diam. Kolam nyata pada pukul 05.00 biasanya berada di bawah plafon, kadang jauh di bawahnya.

Ketinggian memangkas plafon — dan mengurangi keunggulan dataran tinggi

Tekanan udara turun seiring ketinggian, dan kejenuhan oksigen turun bersamanya kira-kira 1% per 100 mdpl. Kolam Bandung di sekitar 750 mdpl kehilangan sekitar 7,5% dari angka permukaan laut; kolam di Batu sekitar 900 mdpl kehilangan sekitar 9%.

Ini penting karena banyak kolektor dataran tinggi menganggap air sejuk otomatis berarti oksigen berlimpah. Air yang lebih sejuk memang menaikkan plafon, tetapi ketinggian menariknya kembali turun. Kolam Bogor di 24 °C dan kolam Jakarta di 29 °C berbeda lebih tipis daripada yang Anda duga — sekitar 7,8 mg/L berbanding 7,6 mg/L pada kondisi jenuh penuh. Keunggulan dataran tinggi yang sesungguhnya bukan pada plafon, melainkan pada ayunan siang-malam yang lebih sempit dan metabolisme ikan yang sedikit lebih tenang.

Permintaan yang tidak pernah berhenti

Empat konsumen menarik dari kolam yang sama, dan tiga di antaranya bekerja paling keras justru saat malam.

- **Ikan.** Laju metabolisme ikan kira-kira berlipat ganda untuk setiap kenaikan 10 °C. Koi 60 cm di air 31 °C menuntut jauh lebih banyak oksigen daripada koi yang sama di air 22 °C, dan Anda memberinya pakan setiap hari sepanjang tahun.
- **Biofilter.** Nitrifikasi adalah proses aerob dan mahal. Mengoksidasi 1 mg/L nitrogen amonia menghabiskan sekitar 4,5 mg/L oksigen. Kolam yang tebar pakannya berat dan filternya bagus justru menarik lebih banyak oksigen, bukan lebih sedikit.
- **Alga.** Air hijau memproduksi oksigen sepanjang sore dan *mengonsumsinya* sepanjang malam. Kolam yang pukul 16.00 terbaca 130% saturasi bisa jatuh ke bawah 4 mg/L pada pukul 05.00. Bloom yang tebal bukan cadangan oksigen; ia amplifier ayunan.
- **Dasar kolam dan ruang pengendapan.** Lumpur, sisa pakan, dan lapisan biofilm di ruang pengendapan bernapas terus-menerus tanpa pernah menghasilkan apa pun.

Kurva 24 jam, dan mengapa subuh

Kolam bervegetasi — artinya hampir semua kolam koi di Indonesia, karena selalu ada alga meskipun airnya jernih — mengikuti pola harian yang sangat teratur:

- **Pagi hingga sore.** Fotosintesis mengalahkan respirasi. DO naik, kadang melewati 100% saturasi. CO₂ ditarik keluar dari air, sehingga pH ikut naik. Puncaknya sekitar pukul 15.00–17.00.
- **Senja.** Fotosintesis berhenti. Hanya respirasi yang tersisa — ikan, bakteri, dan alga itu sendiri.
- **Sepanjang malam.** DO turun terus tanpa satu pun sumber pengisian selain permukaan air dan aerator Anda. CO₂ menumpuk, sehingga pH ikut turun.
- **Pukul 04.00–06.00.** Titik terendah menjelang subuh. DO minimum dan pH minimum terjadi pada jam yang sama, pada ikan yang sama.

Kebetulan yang tidak menyenangkan inilah yang membuat subuh berbahaya: ikan menghadapi oksigen paling sedikit dan air paling asam dalam sehari secara bersamaan. Jika KH (kesadahan karbonat) Anda — disebut juga alkalinitas total — sudah terkuras, ayunan pH malam itu tidak tertahan sama sekali dan Anda berhadapan dengan pH anjlok di atas kolam yang oksigennya sudah minimum. KH (kesadahan karbonat) adalah yang menyangga pH. GH (kesadahan umum: kalsium dan magnesium) tidak menyangga apa pun. Keduanya sama-sama disebut "kesadahan" dalam bahasa Indonesia, dan inilah sumber kesalahan paling umum dalam saran air kolam.

Megap-megap di permukaan pukul 05.30: apa artinya sebenarnya

Koi yang menggantung di permukaan pada subuh, mulutnya bekerja di lapisan tipis air yang paling banyak bersentuhan dengan udara, sedang melakukan satu-satunya hal yang bisa ia lakukan: mencari lapisan air dengan oksigen tertinggi di kolam. Ikan tidak melakukan ini karena sedikit tidak nyaman. Ia melakukannya ketika cadangan fisiologisnya sudah habis.

Yang penting dipahami: perilaku megap-megap adalah gejala akhir, bukan peringatan dini. Pada saat Anda melihatnya, kolam sudah berada dalam kondisi itu selama berjam-jam. Ikan yang Anda temukan mati pada pukul 06.00 sering kali sudah dalam kesulitan sejak pukul 02.00.

Megap-megap juga tidak selalu berarti oksigen rendah. Tiga penyebab lain menghasilkan gambar yang persis sama, dan membedakannya menentukan tindakan Anda:

- **Nitrit.** Nitrit (NO_2^-) mengikat hemoglobin, sehingga ikan bisa mati lemas di air yang kadar oksigennya terukur normal. Meter DO Anda akan tampak baik-baik saja. Ini risiko sepanjang tahun di sini, terutama 2–5 hari setelah filter dibersihkan, obat diberikan, atau ikan baru masuk.
- **Amonia bebas** (NH_3). Merusak jaringan insang, sehingga kapasitas ambil oksigen ikan menurun meski airnya cukup. pH dan suhu yang menentukan berapa banyak amonia total berubah menjadi NH_3 bebas — pada 30 °C, tabel amonia dari buku Eropa meremehkan bahayanya.
- **Insang.** Parasit dan infeksi insang menghasilkan perilaku yang sama. Ini urusan pemeriksaan mikroskop dan penanganan medis, bukan urusan angka air — sistem pemantauan mana pun, termasuk kami, tidak mendeteksi penyakit atau parasit.

Kalau seluruh populasi berada di permukaan, kecurigaan pertama adalah air. Kalau satu atau dua ekor saja sementara yang lain normal, kecurigaan bergeser ke ikan itu sendiri. Lihat juga catatan kami tentang [koi mati mendadak](#).

Musim: kemarau memperburuk, hujan punya jebakannya sendiri

Tidak ada "musim risiko" di sini seperti di kolam beriklim sedang. Ada dua musim dan keduanya menyerang lewat jalur berbeda.

Musim kemarau (kira-kira Mei–September)

Ini kombinasi terburuk: air terhangat sepanjang tahun, hari cerah panjang yang mendorong bloom paling tebal, pakan penuh, dan ayunan siang-malam terlebar. Penguapan memekatkan segala yang tidak ikut menguap — garam, nitrat, TDS, konduktivitas semuanya merangkak naik tanpa Anda menambah apa pun. Titik terendah subuh di kemarau adalah yang terdalam dalam setahun.

Musim hujan (kira-kira November–Maret)

Orang menganggap hujan meringankan beban oksigen. Kadang ya, tetapi malam mendung, lembap, dan tanpa angin di musim hujan justru berbahaya: pengisian ulang fotosintesis siang harinya tidak pernah terjadi, sehingga kolam masuk malam dengan simpanan yang sudah rendah, sementara permukaan air yang tenang hampir tidak bertukar gas. Tambahkan hujan deras yang menurunkan suhu permukaan dengan cepat, luapan yang mengencerkan KH dan garam tanpa dechlorination maupun penyamaan suhu, dan Anda punya malam yang berat.

Aerasi malam: 365 malam, bukan peralatan musiman

Di kolam tropis, aerasi bukan tambahan untuk hari panas. Ia infrastruktur dasar yang berjalan setiap malam sepanjang tahun. Beberapa hal praktis yang sering terlewat:

- **Pertukaran permukaan lebih penting daripada gelembung halus.** Yang memindahkan oksigen adalah luas dan pergerakan antarmuka air-udara. Air terjun dan bakki shower sangat efektif — asalkan tetap jalan sepanjang malam, bukan dimatikan supaya tetangga tidak terganggu.
- **Sebarkan, jangan pusatkan.** Satu batu aerasi besar di satu sudut meninggalkan zona mati di ujung lain kolam. Ikan yang stres di malam hari akan berkumpul di titik teraerasi, menambah beban lokal.
- **Naikkan aerasi lebih dulu, bukan belakangan,** setiap kali Anda mengobati, membersihkan ruang filter, mengangkat ikan, atau memasukkan ikan baru dari karantina. Semua tindakan itu menaikkan permintaan oksigen atau menurunkan pasokan.
- **Air sumur harus diaerasi sebelum masuk kolam.** Air sumur dalam sering datang dengan DO nyaris nol, CO₂ tinggi, dan kadang besi atau mangan. Memasukkannya langsung dalam volume besar berarti mengencerkan oksigen kolam Anda, bukan menyegarkannya. Aerasi di tandon dulu.
- **Air PDAM** membawa klorin/kaporit; gunakan anti-klorin, dan penyamaan suhu tetap berlaku. Lihat halaman [ganti air](#).

Listrik padam pukul 02.00

Penyebab kehilangan ikan pada subuh yang paling sering terlewat di Indonesia bukan kimia air — melainkan listrik. Pemadaman, MCB yang trip karena pompa, atau kabel yang lembap pada pukul 02.00 mencabut aerator Anda persis pada jam ketika kolam paling tidak mampu bertahan tanpanya. Kolam yang sehat pada pukul 22.00 bisa menjadi kolam yang mematikan pada pukul 05.00 hanya karena tiga jam tanpa pompa udara.

Pompa udara kolam menarik daya kecil. Sebuah UPS sederhana atau inverter aki kecil yang khusus menyalakan pompa udara — bukan seluruh sistem — adalah salah satu perlindungan termurah yang bisa Anda pasang. Yang sama pentingnya: Anda harus *tahu* bahwa listrik padam. Kolam tidak membangunkan Anda.

Mengapa pengukuran siang hari adalah momen paling tidak berguna

Sebagian besar pemilik koi mengukur DO ketika mereka kebetulan berada di kolam — siang atau sore, saat cahaya bagus dan tangan tidak sibuk. Itu adalah puncak kurva harian. Anda sedang mengukur angka terbaik hari itu dan menyimpulkan bahwa kolam aman.

Angka yang menentukan nasib ikan adalah angka pukul 05.00, dan hampir tidak ada yang berdiri di tepi kolam dengan alat ukur pada jam itu, setiap hari, sepanjang tahun. Selisih antara kedua angka itu di kolam dengan bloom tebal bisa 5 mg/L atau lebih.

Karena itu satu-satunya bacaan DO yang benar-benar bermakna adalah bacaan berkelanjutan — atau, minimal, bacaan yang sengaja diambil pada dini hari beberapa kali dalam sebulan supaya Anda mengenal karakter kolam Anda sendiri. Kalau Anda hanya bisa mengukur dua kali, ukur pukul 16.00 dan pukul 05.00; selisihnya memberi tahu Anda lebih banyak daripada dua puluh pengukuran siang. Perbandingan jujur antar-alat ukur ada di halaman [alat ukur kualitas air](#), dan rentang kerja lengkap di [tabel parameter](#).

Daftar periksa subuh — lima menit saat Anda lewat di depan kolam:

- Di mana posisi ikan? Menyebar di kedalaman = normal. Berkumpul di permukaan atau di dekat aerator = periksa sekarang, bukan nanti.
- Apakah aerator dan pompa benar-benar jalan? Dengarkan, jangan hanya lihat lampu indikator.
- Berapa suhu, dan berapa selisihnya dengan kemarin? Hujan deras semalam bisa menurunkan 2-4 °C dalam satu jam.
- Setelah hujan besar: periksa KH (kesadahan karbonat). Air hujan membawa KH nol dan pH sekitar 5,6, lebih rendah lagi di dekat kawasan industri.
- Apakah air lebih hijau atau lebih keruh daripada kemarin? Bloom yang menebal berarti malam berikutnya akan lebih dalam titik terendahnya.

Mengukur itu bagian yang mudah

Indonesia punya budaya monitoring DIY yang kuat — rig ESP32 dan ESP8266 dengan probe pH dan suhu, aplikasi ponsel, proyek kampus, forum yang ramai. Kami tidak akan berpura-pura pengukuran kontinu itu sesuatu yang eksotis di sini. Sensor sudah murah dan datanya sudah gampang dikirim.

Yang sulit bukan mengukur. Yang sulit adalah menafsirkan angka pukul 04.00 — membedakan penurunan DO normal semalam dari penurunan yang tidak akan berhenti — dan memastikan *ada orang yang bertindak* pada jam itu. Grafik yang cantik di ponsel yang sedang dalam mode senyap tidak menyelamatkan ikan.

Pertanyaan umum

Berapa DO minimum yang aman untuk kolam koi di dataran rendah?

Sebagai patokan kerja, banyak pemilik koi menargetkan agar DO tidak pernah turun di bawah 6 mg/L, bahkan pada titik terendah menjelang subuh, dengan 7 mg/L ke atas sebagai kondisi nyaman. Angka ini konvensi umum di kalangan penghobi, bukan batas mutlak. Yang perlu digarisbawahi di dataran rendah: pada 30 °C plafon kelarutannya sendiri hanya sekitar 7,5 mg/L di permukaan laut, jadi ruang gerak Anda antara plafon dan zona bahaya sangat sempit. Karena itu ukur pada pukul 04.00-06.00, bukan siang hari — angka siang selalu tampak baik.

Kolam saya di Bandung dan airnya sejuk. Apakah saya tetap perlu aerasi malam?

Ya, dan alasannya sering disalahpahami. Air yang lebih sejuk memang menaikkan plafon kelarutan, tetapi ketinggian menariknya kembali turun sekitar 1% per 100 mdpl — pada 750 mdpl Anda kehilangan sekitar 7,5% dari angka permukaan laut. Kolam Bandung pada 24 °C dan kolam Jakarta pada 29 °C selisih plafonnya jauh lebih tipis daripada yang diduga. Ditambah lagi, di sini tidak ada dormansi: ikan makan dan biofilter bekerja sepanjang tahun, jadi permintaan oksigen malam hari tetap penuh. Aerasi malam berjalan 365 malam di ketinggian mana pun.

Ikan saya megap-megap di permukaan tapi meter DO menunjukkan angka normal. Apa yang terjadi?

Kemungkinan besar penyebabnya bukan oksigen di air, melainkan kemampuan ikan mengangkut oksigen. Nitrit (NO_2^-) mengikat hemoglobin, sehingga ikan bisa mati lemas di air yang kadar oksigennya terukur normal — ini risiko sepanjang tahun di sini, terutama 2-5 hari setelah filter dibersihkan, obat diberikan, atau ada ikan baru masuk. Kemungkinan kedua adalah amonia bebas (NH_3) yang merusak insang; ingat bahwa pH dan suhu yang menentukan berapa banyak amonia total berubah menjadi NH_3 bebas, dan pada 30 °C fraksinya jauh lebih tinggi daripada yang tertulis di tabel buku Eropa. Kemungkinan ketiga adalah masalah insang itu sendiri, yang perlu diperiksa di bawah mikroskop.

Air hijau menghasilkan oksigen. Bukankah itu justru membantu?

Pada siang hari ya, dan justru itu masalahnya. Bloom yang tebal bisa mendorong kolam melewati 100% saturasi pada pukul 16.00, lalu mengonsumsi oksigen sepanjang malam bersama ikan dan bakteri. Yang Anda dapatkan bukan cadangan oksigen, melainkan ayunan harian yang jauh lebih lebar — puncak yang lebih tinggi dan titik terendah subuh yang lebih dalam. Bloom yang sama juga melebarkan ayunan pH, karena fotosintesis menarik CO_2 keluar pada siang hari dan respirasi mengembalikannya pada malam hari.

Listrik di daerah saya sering padam. Apa prioritas pertamanya?

Pompa udara, bukan pompa sirkulasi utama. Pompa udara kolam menarik daya kecil, sehingga sebuah UPS atau inverter aki kecil yang khusus menyalakannya adalah perlindungan yang murah dan sangat efektif. Pemadaman pukul 02.00 mencabut aerasi persis pada jam terburuk dari 24 jam, dan kolam yang aman pada pukul 22.00 bisa menjadi kolam yang mematikan pada pukul 05.00. Sama pentingnya: Anda harus tahu bahwa listrik padam — kolam tidak akan membangunkan Anda.

Saya sudah punya rig sensor DIY berbasis ESP32. Apa lagi yang kurang?

Biasanya bukan sensornya. Mengukur itu bagian yang mudah, dan komunitas di Indonesia sudah sangat mahir melakukannya. Yang sulit adalah dua hal: menafsirkan angka pukul 04.00 — membedakan penurunan DO normal semalam dari penurunan yang tidak akan berhenti — dan memastikan ada orang yang benar-benar bertindak pada jam itu. Tambahkan kalibrasi berkala dan pembersihan permukaan sensor, karena rig rakitan yang tidak dirawat akan memberi Anda ketenangan palsu, yang lebih berbahaya daripada tidak mengukur sama sekali.

