



Panduan Air Kolam Koi

h2koi.com · 2026-08-04



Panduan Air Kolam Koi

- 01 KH (Kesadahan Karbonat): Penyangga yang Menjaga pH Kolam Anda

- 02 pH Anjlok: Mengapa Terjadi Semalam dan Ditemukan Saat Subuh

- 03 Koi Mati Mendadak Tanpa Tanda: Penyebab yang Sebenarnya

- 04 Oksigen terlarut di kolam koi: titik terendah menjelang subuh

- 05 Amonia dan Nitrit di Kolam Koi

- 06 Cycling Kolam Baru: Mengapa Filter Anda Belum Bisa Apa-Apa

- 07 Parameter air kolam koi: tabel acuan untuk kolam tropis

- 08 Alat ukur kualitas air kolam koi: apa yang benar-benar bisa dibaca tiap metode

- 09 Ganti Air Kolam Koi

- 10 Suhu Air Kolam Koi

- 11 Garam di Kolam Koi: Apa yang Benar-Benar Dilakukannya, dan Apa yang Tidak

- 12 Air Hijau dan Lumut: Mengapa Warna Bukan Masalahnya

KH (Kesadahan Karbonat): Penyangga yang Menjaga pH Kolam Anda

KH adalah satu-satunya parameter yang menahan pH kolam Anda tetap di tempatnya. Di iklim kita, biofilter memakannya setiap hari sepanjang tahun tanpa jeda, dan air isi ulang di banyak daerah nyaris tidak membawa penggantinya. Ketika penyangga habis, pH tidak turun perlahan — pH anjlok, semalam, dan Anda menemukannya saat subuh.

Ringkas:

- KH (kesadahan karbonat), disebut juga **alkalinitas total**, mengukur cadangan bikarbonat yang menyerap asam sebelum asam itu sempat menggerakkan pH.
- Rentang kerja untuk koi: **107-179 mg/L CaCO₃ (6-10 dKH)**. Di bawah 5 dKH pH mulai tidak stabil; di bawah 3 dKH kondisinya kritis.
- Nitrifikasi adalah pemakan KH terbesar. Setiap 1 mg/L nitrogen amonia yang dioksidasi menghabiskan sekitar **7 mg/L alkalinitas sebagai CaCO₃ ($\pm 0,4$ dKH)** — dan seluruhnya dari langkah pertama saja.
- Menaikkan KH sebesar 1 dKH butuh **30 gram soda kue (natrium bikarbonat) per 1.000 liter**. Aturan populer “1 gram per 100 liter” salah dan hanya memberi sekitar sepertiga dari yang Anda kira.
- pH adalah indikator yang *terlambat*. KH adalah indikator yang *mendahului*. Periksa KH terjadwal, bukan setelah ada kejadian.

Apa yang sebenarnya diukur oleh KH

KH mengukur konsentrasi ion bikarbonat (HCO_3^-) dan karbonat (CO_3^{2-}) di dalam air kolam Anda. Ion-ion ini bekerja sebagai **penyangga (buffer)**: ketika asam masuk ke sistem, bikarbonat menetralkannya dan berubah bentuk, sehingga konsentrasi ion hidrogen — yaitu pH — hampir tidak bergerak. Setiap kali penyangga bekerja, sebagian cadangannya dipakai habis dan tidak kembali sendiri.

Inilah yang disebut **kapasitas penyangga**. Bayangkan KH sebagai rem, bukan sebagai kecepatan. Rem yang masih tebal tidak terlihat bekerja; Anda hanya menyadari keberadaannya pada saat rem itu sudah habis.

Satu catatan satuan sebelum melangkah: **ppm = mg/L**. Test kit impor sering menulis ppm, dan angkanya identik. Di halaman ini KH ditulis dalam mg/L CaCO₃ sebagai satuan utama, dengan dKH dalam kurung, karena test kit tetes yang benar-benar dijual di Indonesia (Sera, API, Tetra) membaca dalam dKH atau ppm.

Konversinya: **1 dKH = 17,9 mg/L CaCO₃**.

KH bukan GH — dan di bahasa Indonesia inilah jebakannya

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.

Toko akuarium menjual “test kit kesadahan” tanpa menyebut kesadahan yang mana. Laporan air PDAM menulis “kesadahan” dan biasanya yang dimaksud GH. Artikel kolam menulis “kesadahan” dan biasanya yang dimaksud KH. Akibatnya seorang pemilik koi bisa mengukur GH 150 mg/L, menyimpulkan airnya “sadah, aman”, lalu kehilangan ikan karena KH-nya sebenarnya 25 mg/L (1,4 dKH).

Aturannya sederhana dan tidak ada pengecualian: **selalu bawa kualifikatornya**. KH (kesadahan karbonat) atau GH (kesadahan umum). Kalau label test kit Anda tidak menyebutkannya, cari kata *carbonate*, *alkalinity*, *KH* pada kemasan — itu yang Anda butuhkan. Kata *general hardness*, *GH*, *Ca/Mg* adalah parameter yang berbeda dan tidak melindungi pH sama sekali.

Jika Anda sudah terbiasa membaca laporan laboratorium air, kata jembatannya adalah **alkalinitas total**. Itu konsep yang sama, hanya nama lain, dan angkanya biasanya sudah dalam mg/L CaCO₃ sehingga langsung bisa dipakai.

Rentang kerja

KH	DKH	YANG TERJADI
< 54 mg/L	< 3	Kritis. Penyangga praktis habis. Ayunan pH harian bisa lebih dari 1 satuan; pH anjlok bisa terjadi kapan saja, biasanya dini hari.
54-89 mg/L	3-5	Tidak stabil. Kolam masih terlihat normal siang hari, tetapi tidak punya cadangan untuk menyerap kejutan (hujan deras, pakan berat, filter dibersihkan).
107-179 mg/L	6-10	Rentang kerja. pH bertahan stabil; ayunan harian tinggal sepersekian satuan. Nitrifikasi berjalan tanpa hambatan alkalinitas.
195-250 mg/L	11-14	Lebih dari yang dibutuhkan, tetapi tidak berbahaya. pH akan duduk di sisi basa dan koi tetap nyaman di rentang ini.
> 250 mg/L	> 14	Tinggi, tetapi biasanya bukan masalah. Cari tahu dari mana asalnya daripada buru-buru menurunkannya — dan ingat bahwa pH tinggi menaikkan fraksi amonia bebas (NH ₃) yang beracun.

Angka 6-10 dKH ini konvensi umum di kalangan penghobi, bukan batas mutlak. Kolam yang stabil di 5,5 dKH tidak akan runtuh besok pagi. Yang penting adalah arah dan kecepatan perubahannya: KH yang *turun* dari 8 ke 5 dalam tiga minggu jauh lebih memberi tahu daripada satu angka 5 yang berdiri sendiri.

Mengapa KH turun: biofilter Anda memakannya

Kebanyakan pemilik menduga KH hilang karena “airnya lama tidak diganti”. Penyebab terbesarnya biasanya bukan itu. Penyebab terbesarnya adalah biofilter yang bekerja dengan baik.

Nitrifikasi berlangsung dalam dua langkah. Langkah pertama, bakteri mengoksidasi amonia menjadi nitrit dan melepaskan ion hidrogen — inilah asamnya. Langkah kedua, nitrit dioksidasi menjadi nitrat, dan langkah ini **tidak mengonsumsi alkalinitas sama sekali**. Jadi seluruh beban asam berasal dari langkah pertama saja.

Angkanya: mengoksidasi **1 mg/L nitrogen amonia menghabiskan sekitar 7 mg/L alkalinitas sebagai CaCO₃, yaitu sekitar 0,4 dKH**. Terdengar kecil sampai Anda kalikan dengan beban pakan sebuah kolam koi dewasa yang diberi makan setiap hari, sepanjang tahun.

Konsekuensi yang berlawanan dengan intuisi: kolam yang padat ikannya, filternya bagus, dan pakannya banyak *membakar penyangganya lebih cepat* daripada kolam yang terlantar. Biofilter yang sehat justru adalah pemakan KH terbesar di sistem Anda. Kolam koleksi yang dirawat serius, dengan chamber filter dan bakki shower yang bekerja penuh, adalah justru kolam yang paling perlu memantau KH.

Sumber penurunan lain, urutan besarnya biasanya di bawah nitrifikasi:

- **Air hujan.** KH nol, pH sekitar 5,6 secara alami dan lebih rendah lagi di dekat kawasan industri dan kota besar. Setiap curah hujan adalah pengenceran penyangga.
- **Air isi ulang yang lunak.** Di sabuk koi dataran tinggi — Bogor, Sukabumi, Cianjur, Bandung, Malang dan Batu — air sumur dan mata air vulkanik sering membawa KH rendah. Anda mengisi kolam dengan air yang nyaris tidak mengandung penyangga.
- **CO₂ yang menumpuk.** Kolam dalam dengan sirkulasi lemah dan aerasi kurang menyimpan CO₂ semalaman; itu menekan pH tanpa menghabiskan KH, tetapi memperbesar ayunan pada KH yang sudah tipis.
- **Bahan penurun pH dan sebagian obat.** Apa pun yang bersifat asam mengambil dari cadangan yang sama.

Realita tropis: tidak ada jeda untuk pemulihan penyangga

Hampir semua panduan KH berbahasa Inggris ditulis untuk kolam beriklim sedang, dan diam-diam mengasumsikan sesuatu yang tidak berlaku di sini: musim dingin. Di sana koi berhenti makan, biofilter melambat drastis, konsumsi alkalinitas nyaris berhenti selama beberapa bulan, lalu “restart” di musim semi. Ada jeda tempat KH bisa naik kembali.

Di Indonesia jeda itu tidak ada. Suhu air kolam dataran rendah — Jakarta, Tangerang, Bekasi, Surabaya, Semarang, kota-kota pesisir — biasanya berkisar 28-32°C hampir sepanjang tahun. Sabuk dataran tinggi memang jauh lebih sejuk, sering di kisaran 20-an awal sampai pertengahan pada malam hari, tetapi tetap tidak pernah dorman. Dua kolam di negara yang sama bisa berselisih permanen 6-8°C. Angka-angka ini gambaran umum, bukan hasil pengukuran — **ukur kolam Anda sendiri**.

Yang berlaku di kedua kasus: ikan makan 365 hari, biofilter bekerja 365 hari, dan karena itu KH dikonsumsi 365 hari. Tidak ada musim yang mengembalikannya. Anda hanya punya dua sumber pengganti — air isi ulang dan tangan Anda sendiri.

Musim hujan: kejadian kimia terbesar dalam setahun

Satu jam hujan deras dapat memasukkan volume besar air ber-KH nol yang sedikit asam, ditambah limpasan bilasan pertama dari atap dan lantai keras, ditambah penurunan suhu yang cepat. Terhadap penyangga yang sudah terkuras, itu persis rangkaian pemicu pH anjlok — dan hasilnya ditemukan saat subuh.

Luapan kolam saat musim hujan juga merupakan ganti air yang tidak terkendali: mengencerkan KH dan garam tanpa anti-klorin dan tanpa penyesuaian suhu. Kolam yang tadinya berada di 0,3% garam sudah tidak lagi di 0,3% setelah semalam hujan dan meluap.

Musim kemarau: membalik keadaan

Penguapan memekatkan segala sesuatu yang tidak ikut menguap — garam, nitrat, TDS, konduktivitas naik tanpa ada yang menambahkan apa pun. Isi ulang berulang membawa kimianya sendiri setiap kali: klorin/kaporit dari air PDAM, atau air sumur ber-DO rendah, ber-CO₂ tinggi dan kadang mengandung besi/mangan yang harus diaerasi lebih dulu sebelum masuk kolam. Hari panjang yang cerah plus air hangat plus pemberian pakan terus-menerus menghasilkan pertumbuhan alga terkuat dalam setahun, ayunan pH sore terbesar, dan titik terendah oksigen menjelang subuh yang paling dalam.

Mengapa pH terlihat baik-baik saja sampai tiba-tiba tidak

Ini bagian yang paling sering membuat pemilik koi merasa dikhianati oleh alat ukurnya sendiri. Anda mengecek pH setiap minggu selama enam bulan. Selalu 7,6. Lalu satu pagi pH terbaca 5,9 dan dua ikan terbaik Anda sudah tidak tertolong.

pH tidak berbohong. pH hanya bekerja sesuai desainnya. Selama masih ada bikarbonat, penambahan asam *tidak* menggerakkan pH — itu justru fungsi penyangga. pH baru bergerak setelah perlindungannya habis. Artinya:

pH adalah indikator yang terlambat. Menurut desainnya, pH tidak bergerak sampai perlindungannya hilang. KH adalah indikator yang mendahului. Memantau pH untuk memprediksi pH anjlok sama seperti memantau lampu bensin untuk memprediksi kehabisan bensin: lampunya menyala tepat pada saat Anda sudah tidak punya pilihan.

Ada satu petunjuk lanjutan yang berguna: perhatikan *lebar ayunan pH harian*. Dengan KH memadai, selisih pH sore dan pH subuh hanya sepersekian satuan. Ketika ayunan itu mulai melebar — 0,5 satuan, lalu 0,8 — penyangga Anda sedang menipis, meskipun angka pH tengah harinya masih terlihat sempurna. Itulah alasan pengukuran pH sekali sehari pada jam yang sama justru menyembunyikan masalahnya.

Cara menaikkan KH dengan benar

Alat yang tepat untuk kolam koleksi yang sudah berisi ikan adalah **soda kue** — natrium bikarbonat, NaHCO_3 — yang dijual di setiap supermarket. Alasannya: terkendali, murah, cepat larut, tidak menaikkan GH, dan pH kesetimbangan larutannya berada di sekitar 8,3 sehingga soda kue tidak melambungkan pH sejauh *soda ash* atau soda api. Itu bukan berarti aman tanpa syarat: di kolam yang sedang mengandung amonia, kenaikan pH ke arah 8,3 saja sudah cukup melipatgandakan fraksi amonia bebas (NH_3) — lihat peringatan di bawah.

Angka yang benar

Natrium bikarbonat memasok satu ekuivalen per mol, sehingga menaikkan KH sebesar 1 dKH membutuhkan sekitar **30 mg/L**. Diterjemahkan ke takaran nyata:

VOLUME KOLAM	SODA KUE UNTUK +1 DKH (+17,9 MG/L CaCO_3)	UNTUK +2 DKH
1.000 liter	30 g	60 g
5.000 liter	150 g	300 g
10.000 liter	300 g	600 g
20.000 liter	600 g	1,2 kg
50.000 liter	1,5 kg	3 kg

Setara: 3 gram per 100 liter, atau 113 gram per 1.000 galon AS, masing-masing menaikkan KH sekitar 1 dKH.

Koreksi terhadap angka yang beredar luas. Aturan hobi yang sering diulang — “1 gram per 100 liter untuk menaikkan 1 dKH” — **salah**. Takaran itu hanya memberi sekitar 0,33 dKH, kira-kira sepertiga dari yang Anda harapkan. Kalau Anda pernah menakar sesuai aturan itu lalu heran karena KH nyaris tidak bergerak, bukan test kit Anda yang rusak. Angka yang benar adalah **3 gram per 100 liter**.

Cara memberikannya

- Hitung volume kolam Anda sejujurnya. Kesalahan estimasi volume adalah sumber kesalahan dosis terbesar, jauh melebihi kesalahan penimbangan.
- Larutkan seluruh takaran dalam seember air kolam sampai benar-benar bening. Jangan pernah menabur bubuk kering ke permukaan.
- Tuang perlahan di titik dengan aliran paling kuat — keluaran pompa atau ruang terakhir chamber filter — agar tersebar merata.
- Naikkan **tidak lebih dari sekitar 1-2 dKH per hari** (konvensi umum di kalangan penghobi, bukan batas mutlak). Kalau Anda perlu naik dari 2 dKH ke 8 dKH, itu pekerjaan tiga sampai empat hari, bukan satu sore.
- Ukur ulang 6-12 jam setelah dosis, bukan 20 menit setelahnya.

Peringatan penting bila kolam Anda sedang bermasalah amonia. Menaikkan KH akan menaikkan pH, dan pH yang naik mengubah lebih banyak amonia total (TAN) menjadi amonia bebas (NH_3) yang beracun — efek ini lebih tajam lagi pada suhu 30°C. Jika Anda mencurigai ada amonia di kolam, ukur dulu, tangani amonianya, dan naikkan KH secara bertahap. Jangan menaikkan KH dengan tergesa-gesa di atas kolam yang penuh amonia.

Jangka panjang: pasir karang atau cangkang kerang

Karang jahe, pasir karang, atau cangkang kerang giling di ruang filter — atau dibungkus kantong jaring di titik dengan aliran kuat — melarut lebih cepat saat pH turun dan lebih lambat saat pH naik. Sifat itu membuatnya mengatur diri sendiri: ia menggantikan kebiasaan mendosis, bukan kebiasaan menguji. Kerjanya bertahap, jadi ini cara menahan KH yang sudah baik, bukan cara menyelamatkan KH yang sudah jatuh.

Yang tidak boleh dipakai

Bukan “soda api”. Soda api adalah natrium hidroksida (NaOH), bahan kaustik yang membakar kulit dan insang serta melonjakkan pH secara ekstrem. Di Indonesia kata “soda” saja bersifat ambigu dan kedua produk ini ada di toko yang sama. Yang Anda cari adalah **soda kue / natrium bikarbonat / NaHCO_3** , bukan soda api, dan bukan pula *soda ash* (natrium karbonat), yang mendorong pH jauh lebih agresif dan tidak diperlukan untuk pekerjaan ini.

Jebakan register: kapur, dolomit, kapur pertanian

Cari “cara menaikkan alkalinitas kolam” dalam bahasa Indonesia dan Anda akan menemukan lautan artikel yang menyarankan pengapuran dengan kapur, dolomit atau kapur pertanian. Materi itu tidak salah — tetapi ditulis untuk konteks yang berbeda: kolam produksi ikan konsumsi yang *kosong*, dikapur sebelum diisi, dengan toleransi risiko yang sama sekali lain.

Untuk kolam koleksi yang sudah berisi ikan bernilai, bahan-bahan itu bukan alat untuk mendosis: kelarutannya lambat dan bergantung pH sehingga tidak bisa ditakar untuk koreksi terjadwal, sebagian mendorong pH lebih jauh dari yang Anda inginkan, dan semuanya juga menaikkan GH (kalsium dan magnesium) — parameter yang tidak menyangga apa pun dan tidak sedang Anda perbaiki. Soda kue adalah pilihan yang terkendali untuk koreksi. Sifat larut-lambat itu baru menjadi keuntungan bila bahan karbonat ditempatkan di ruang filter sebagai penahan jangka panjang, seperti di atas, bukan ditaburkan ke kolam sebagai dosis.

Jadwal pemeriksaan KH

KH harus diperiksa terjadwal, bukan setelah ada kejadian. Titik pemeriksaan yang masuk akal untuk kolam koi di Indonesia:

- **Rutin:** sekali seminggu untuk kolam koleksi dengan beban pakan penuh; sekali dua minggu untuk kolam yang lebih ringan. Catat angkanya. Tren jauh lebih berharga daripada nilai tunggal.
- **Sebelum dan sesudah hujan deras.** Ini bukan kehati-hatian berlebihan; ini pemicu paling umum di sini.

- **Setelah ganti air** berapa pun besarnya, terutama bila sumbernya air sumur atau mata air lunak.
- **Setelah membersihkan filter, mengganti media, atau menambah ikan baru** — beban amonia berubah, konsumsi KH ikut berubah, dan risiko lonjakan nitrit 2-5 hari berikutnya berlaku sepanjang tahun di sini, bukan hanya di satu musim.
- **Setiap kali ayunan pH harian melebar.**

“Kuras total” adalah tindakan yang tepat berlawanan. Menguras dan mengisi ulang seluruh kolam adalah praktik yang masih umum di sini, dan pada kolam ber-KH rendah itu justru membuang sisa penyangga yang masih ada sekaligus mengejutkan biofilter — dua hal yang bersama-sama menyiapkan pH anjlok. Lakukan penggantian air sebagian secara teratur, dan periksa KH air pengganti sebelum masuk.

Mengukur itu bagian yang mudah

Di Indonesia, memasang sensor bukan hal eksotis. Proyek kampus dan rig hobiis berbasis ESP32 atau ESP8266 dengan probe pH dan suhu plus aplikasi ponsel ada di mana-mana, dan banyak di antaranya bekerja dengan baik. Kami tidak akan berpura-pura pengukuran berkelanjutan itu langka atau canggih.

Yang sulit bukan mengukur. Yang sulit adalah **menafsirkan angka pukul 04.00** — membedakan ayunan CO2 malam yang normal dari penyangga yang sedang habis — dan memastikan **ada orang yang bertindak** ketika angka itu berarti sesuatu. Grafik di ponsel tidak membangunkan siapa pun. Penilaian manusia yang membangunkan.

Di situlah H2Koi bekerja. Sonde kami mengukur langsung suhu, pH, oksigen terlarut (mg/L dan % saturasi), konduktivitas, kekeruhan, amonium (NH4+), dan nitrat (NO3), dengan wiper pembersih otomatis yang menjaga permukaan sensor optik tetap bersih. ORP tersedia sebagai kanal opsional. Dari pengukuran itu sistem **menurunkan (derived)** KH, amonia bebas (NH3), nitrit, salinitas, dan TDS.

Cakupannya kami sebutkan sekali, dengan jelas: **KH dihitung (derived), bukan hasil titrasi. H2Koi tidak melaporkan GH sama sekali.** Ini peringatan dini berkelanjutan dari sensor kelas industri, dan tidak mendeteksi penyakit atau parasit.

Baca juga

- pH anjlok: mekanisme, penanganan darurat, dan pencegahan
- Mengapa koi mati mendadak tanpa tanda
- Parameter air kolam koi dan rentang kerjanya
- Ganti air: seberapa sering, seberapa banyak, dan air apa
- Cycling kolam baru dan pematangan filter

Pertanyaan umum

Test kit saya cuma tertulis "kesadahan" — itu KH atau GH?

Harus dipastikan sebelum dipakai mengambil keputusan. Lihat teks bahasa Inggris pada kemasan atau kertas petunjuknya: jika tertulis carbonate hardness, alkalinity, atau KH, itu yang Anda butuhkan untuk pH. Jika tertulis general hardness, GH, atau Ca/Mg, itu parameter lain yang tidak menyangga apa pun. Kalau tidak ada keterangan sama sekali, jangan dipakai untuk menilai risiko pH. Laporan air PDAM yang menulis "kesadahan" hampir selalu berarti GH, sedangkan yang menulis "alkalinitas" berarti KH.

Berapa gram soda kue untuk kolam 15.000 liter yang KH-nya 3 dKH?

Anda perlu naik sekitar 5 dKH untuk masuk rentang kerja. Takarannya 30 gram per 1.000 liter untuk setiap 1 dKH, jadi 15.000 liter membutuhkan 450 gram per 1 dKH, atau sekitar 2,25 kg untuk kenaikan penuh 5 dKH. Jangan diberikan sekaligus. Naikkan maksimal 1-2 dKH per hari — misalnya 450-900 gram per hari selama tiga sampai empat hari — larutkan dulu sampai bening, tuang di titik aliran terkuat, dan ukur ulang 6-12 jam setelah setiap dosis. Pastikan juga tidak ada amonia terdeteksi sebelum menaikkan pH lewat KH.

Kolam saya di Bogor pakai air sumur, KH selalu turun terus meski rutin ganti air. Kenapa?

Karena di sabuk dataran tinggi air sumur dan mata air vulkanik sering membawa KH sangat rendah, sehingga ganti air justru mengencerkan penyangga yang tersisa alih-alih mengisinya kembali. Sementara itu biofilter Anda terus mengonsumsi alkalinitas setiap hari karena di sini tidak ada periode dorman. Ukur KH air sumur Anda langsung dari kerannya. Kalau angkanya rendah, tambahkan soda kue ke air pengganti di tandon sebelum masuk kolam, sekaligus aerasi air sumur itu lebih dulu untuk membuang CO₂ dan menaikkan DO-nya.

Kalau pH kolam saya stabil 7,6 setiap minggu, apa masih perlu ukur KH?

Ya, dan justru itu intinya. pH bertahan stabil selama masih ada penyangga yang menahannya; pH baru bergerak setelah perlindungannya habis. pH yang selalu 7,6 memberi tahu Anda bahwa penyangga masih bekerja hari itu, bukan berapa banyak sisanya. KH adalah indikator yang mendahului, pH adalah indikator yang terlambat. Petunjuk tambahan yang murah: ukur pH sore dan pH subuh pada hari yang sama. Kalau selisihnya mulai melebar melewati sekitar setengah satuan, penyangga Anda sedang menipis meskipun angka siang harinya masih terlihat bagus.

Apa perlu naikkan KH setiap kali habis hujan deras?

Perlu diperiksa, belum tentu perlu ditambah. Air hujan membawa KH nol dan sedikit asam, dan luapan kolam saat hujan bekerja seperti ganti air yang tidak terkendali — KH dan garam ikut terencerkan. Ukur KH setelah hujan reda dan bandingkan dengan angka sebelum hujan. Kalau masih di dalam rentang kerja, tidak ada yang perlu dilakukan. Kalau turun mendekati atau di bawah 5 dKH, kembalikan bertahap dengan soda kue. Langkah pencegahan yang lebih berharga: alihkan limpasan atap dan lantai keras keluar dari kolam, karena bilasan pertama membawa lebih dari sekadar air.

Kenapa kolam saya yang filternya bagus malah lebih cepat kehabisan KH daripada kolam tetangga yang seadanya?

Karena biofilter yang bekerja penuh adalah pemakan alkalinitas terbesar di sistem Anda. Setiap 1 mg/L nitrogen amonia yang dioksidasi menghabiskan sekitar 7 mg/L alkalinitas sebagai CaCO_3 , kira-kira 0,4 dKH — dan seluruh beban asam itu berasal dari langkah pertama saja, amonia menjadi nitrit. Langkah nitrit menjadi nitrat tidak mengonsumsi alkalinitas sama sekali. Kolam padat, berpakan berat, dengan chamber filter dan bakki shower yang efektif memproses lebih banyak amonia per hari, jadi membakar penyangga lebih cepat. Itu bukan tanda ada yang salah dengan filter Anda; itu tanda KH harus masuk jadwal pemeriksaan rutin.



pH Anjlok: Mengapa Terjadi Semalam dan Ditemukan Saat Subuh

pH anjlok (penurunan pH mendadak) bukan kecelakaan acak. Ini peristiwa yang dapat diprediksi, dijalankan oleh siklus CO₂ siang-malam di atas penyangga yang sudah terkuras, dan hampir selalu selesai sebelum matahari terbit. Halaman ini menjelaskan mekanismenya, apa yang harus Anda lakukan dalam satu jam pertama, dan mengapa pencegahannya adalah mengelola KH — bukan mengejar angka pH.

Ringkas:

- Siang hari fotosintesis mengambil CO₂ dari air dan pH naik. Malam hari seluruh isi kolam bernapas, CO₂ menumpuk, dan pH turun. Dengan KH memadai ayunan ini hanya sepersekian satuan.
- Dengan penyangga terkuras, tidak ada yang menahannya. pH bisa jatuh lebih dari satu satuan penuh dalam satu malam.
- Titik terendahnya terjadi tepat sebelum fajar — bersamaan dengan titik terendah oksigen. Itulah sebabnya ditemukan saat subuh.
- **Jangan mengejar pH.** Menaikkan pH cepat-cepat di atas kolam yang mengandung amonia justru mengubah amonia itu menjadi bentuk beracunnya.
- Pencegahannya satu kalimat: jaga KH (kesadahan karbonat) di **107-179 mg/L CaCO₃ (6-10 dKH)** dan periksa terjadwal, terutama sebelum dan sesudah hujan deras.

Apa yang sebenarnya terjadi

Istilah yang dipakai penghobi Indonesia adalah **pH anjlok**; secara formal disebut penurunan pH mendadak, dan dalam literatur berbahasa Inggris dikenal sebagai *pH crash*. Semua merujuk hal yang sama: pH kolam jatuh drastis dalam hitungan jam, biasanya semalaman, sampai ke wilayah yang membuat koi sakit atau mati.

Untuk memahaminya Anda hanya perlu satu rangkaian sebab-akibat. CO₂ yang larut dalam air membentuk asam karbonat. Semakin banyak CO₂ di air, semakin asam airnya. Dan CO₂ di kolam Anda naik-turun setiap 24 jam:

- **Siang hari** alga dan tanaman berfotosintesis, mengambil CO₂ lebih cepat daripada produksinya. CO₂ turun, pH naik. Di kolam air hijau pada musim kemarau, pH sore bisa naik cukup tinggi.
- **Malam hari** fotosintesis berhenti total, tetapi respirasi tidak. Ikan bernapas, bakteri biofilter bernapas, dan alga yang sepanjang sore memproduksi oksigen kini ikut mengonsumsinya sambil melepaskan CO₂. CO₂ menumpuk sepanjang malam. pH turun.

Ini normal. Ini terjadi di setiap kolam, setiap malam, di seluruh dunia. Yang menentukan apakah ini peristiwa yang tidak Anda sadari atau bencana adalah **berapa banyak penyangga yang tersedia untuk menyerapnya**.

Peran KH

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.

KH — dikenal juga sebagai **alkalinitas total** pada laporan laboratorium dan hasil uji air — adalah cadangan bikarbonat yang menetralkan asam sebelum asam itu sempat menggerakkan pH. Dengan KH di rentang kerja 107-179 mg/L CaCO_3 (6-10 dKH), asam karbonat yang menumpuk semalam diserap hampir seluruhnya, dan selisih pH sore ke pH subuh tinggal sepersekian satuan. Dengan KH di bawah 3 dKH, CO_2 malam yang sama menghadapi air yang tidak punya pertahanan apa pun.

Satuan singkat: **ppm = mg/L** (test kit impor menulis ppm; angkanya sama), dan **1 dKH = 17,9 mg/L CaCO_3** . Penjelasan lengkap soal KH, penyebab penurunannya, dan cara menaikkannya ada di [panduan KH](#) — tautan langsungnya: [KH \(kesadahan karbonat\) kolam koi](#).

Mengapa selalu ditemukan saat subuh

CO_2 menumpuk sepanjang malam dan mencapai puncaknya tepat sebelum cahaya pertama, karena itulah momen terakhir sebelum fotosintesis mulai mengambilnya kembali. Jadi **pH mencapai titik terendahnya menjelang subuh**, kira-kira pukul 04.00-06.00 tergantung musim dan lokasi Anda.

Pada jam yang persis sama, oksigen terlarut juga berada di titik terendah dalam 24 jam, karena alasan yang identik: semalaman hanya ada konsumsi, tanpa produksi. Dua tekanan terburuk bertemu di satu jam yang sama. Ikan yang sudah tertekan oleh pH rendah menghadapinya dengan pasokan oksigen paling tipis dalam sehari.

Ada alasan kedua, yang manusiawi. Subuh adalah saat sebagian besar dari kita sudah bangun dan berjalan melewati kolam. Kolam tidak “memilih” jam itu untuk dilihat — jam itu memang kebetulan bertepatan dengan kondisi terburuknya. Pemilik yang baru memeriksa kolam pukul 08.00 sering menemukan air yang sudah pulih sebagian, pH sudah naik lagi, dan tidak ada penjelasan yang masuk akal untuk ikan yang mati. Peristiwanya sudah selesai dan menghapus jejaknya sendiri.

Pemicu di kolam Indonesia

Penyangga yang terkuras adalah kondisi dasarnya. Berikut hal-hal yang di sini paling sering mendorongnya melewati batas.

1. Hujan deras — pemicu nomor satu

Satu atau dua jam hujan tropis dapat memasukkan volume besar air ber-KH nol yang sedikit asam. Air hujan secara alami berada di sekitar pH 5,6, dan lebih rendah lagi di dekat kawasan industri dan kota besar. Tambahkan limpasan bilasan pertama dari atap dan lantai keras, tambahkan penurunan suhu yang cepat, dan

Anda mendapat pengenceran penyangga yang besar dalam waktu sangat singkat. Kalau hujannya turun sore atau malam, penurunan pH akan berlanjut ke dalam ayunan CO₂ malam. Hasilnya ditemukan saat subuh.

Luapan kolam saat musim hujan juga bekerja seperti ganti air yang tidak terkendali: mengencerkan KH dan garam, tanpa anti-klorin, tanpa penyesuaian suhu, dan tanpa Anda mengetahui berapa persen volume yang tergantikan.

2. “Kuras total”

Menguras dan mengisi ulang seluruh kolam masih menjadi praktik umum di sini, dan pada kolam ber-KH rendah itu adalah langkah yang tepat berlawanan. Kuras total membuang sisa penyangga sekaligus mengejutkan biofilter, sehingga Anda mendapat dua masalah pada malam yang sama: tidak ada yang menahan pH, dan berpotensi ada amonia yang tidak terproses. Lakukan penggantian air sebagian secara teratur, dan ukur KH air pengganti sebelum masuk.

3. Air isi ulang yang lunak

Di sabuk koi dataran tinggi — Bogor, Sukabumi, Cianjur, Bandung, Malang dan Batu — air sumur serta mata air vulkanik sering membawa KH rendah. Kolam Anda kehilangan penyangga dari satu sisi karena nitrifikasi, dan diisi ulang dari sisi lain dengan air yang nyaris tidak membawa penggantinya. Air sumur juga sering ber-DO rendah dan ber-CO₂ tinggi; aerasi dulu di tandon sebelum masuk kolam.

4. Beban pakan penuh sepanjang tahun

Di sini tidak ada periode dorman. Ikan makan 365 hari, biofilter bekerja 365 hari, dan konsumsi alkalinitas berjalan 365 hari tanpa musim yang mengembalikannya. Setiap 1 mg/L nitrogen amonia yang dioksidasi menghabiskan sekitar 7 mg/L alkalinitas sebagai CaCO₃ — sekitar 0,4 dKH. Kolam koleksi yang padat, berpakan berat, dengan chamber filter dan bakki shower yang bekerja penuh justru membakar penyangganya paling cepat.

5. Air hijau yang tebal

Bloom alga renik yang padat memperlebar ayunan pH ke dua arah: mendorong pH sore naik tinggi, lalu menariknya turun tajam semalaman. Di musim kemarau, dengan hari cerah panjang dan air hangat, ini adalah kombinasi paling menekan dalam setahun. Perhatikan bahwa air hijau bukan lumut — keduanya masalah berbeda.

6. Aerasi mati di jam yang salah

Listrik padam atau MCB turun pukul 02.00 mencabut aerator persis pada jam terburuk dari 24 jam. CO₂ tidak lagi terusir, oksigen tidak lagi diisi, dan kedua kurva memburuk bersamaan sampai subuh. Cadangan daya untuk pompa udara bukan kemewahan di sini.

Apa yang dilihat pemilik

Gejala pH anjlok tidak spesifik, dan itulah sebagian masalahnya. Yang khas adalah kombinasinya dan waktunya — pagi hari, tiba-tiba, beberapa ikan sekaligus.

YANG ANDA LIHAT	ARTINYA
Ikan berkumpul di dasar, tidak merespons pakan, sirip mengatup	Tekanan asam akut; ikan menekan aktivitas
Megap-megap di permukaan atau menggantung di permukaan menjelang subuh	Gabungan pH rendah dan oksigen di titik terendah; insang tidak bekerja efisien
Produksi lendir berlebih, tubuh tampak berselaput keputihan	Respons pertahanan kulit terhadap air yang mengiritasi
Mata keruh, ujung sirip memerah, ikan menggosok badan	Iritasi jaringan luar
Ikan terbesar terdampak lebih dulu atau paling parah	Kebutuhan oksigen tertinggi, cadangan paling sedikit per satuan bobot
Air tiba-tiba tampak sangat bening setelah sebelumnya hijau	Bloom alga yang mati — sering menyertai atau menyebabkan peristiwanya
Kematian mendadak semalam tanpa tanda apa pun sore sebelumnya	Lihat koi mati mendadak untuk membedakan penyebabnya

Yang harus dilakukan segera

Urutan ini penting. Langkah yang paling menggoda — mengembalikan angka pH secepat mungkin — justru yang paling berbahaya jika dilakukan lebih dulu.

Langkah 1: Ukur, jangan menebak

Ukur pH, KH, suhu, dan amonia total (TAN). Empat angka ini menentukan seluruh keputusan berikutnya. Kalau Anda hanya punya pH, Anda belum tahu apa yang sedang Anda hadapi.

Langkah 2: Naikkan aerasi maksimal

Nyalakan semua aerator, arahkan aliran keluaran agar memecah permukaan, tambah air terjun atau venturi bila ada. Ini melakukan dua hal sekaligus: menaikkan oksigen terlarut, dan *mengusir CO2* — yang secara langsung mengangkat pH kembali tanpa menambahkan bahan kimia apa pun. Ini tindakan pertama yang paling aman dan paling efektif.

Langkah 3: Hentikan pemberian pakan

Tidak ada pakan sampai kimia air stabil. Pakan berarti amonia, dan amonia adalah masalah berikutnya yang tidak Anda inginkan sekarang.

Langkah 4: Periksa amonia sebelum menyentuh pH

Ini bagian paling berbahaya dari seluruh peristiwa. Amonia total terbagi menjadi amonium (NH_4^+) yang relatif aman dan amonia bebas (NH_3) yang beracun. **pH dan suhu yang menentukan berapa banyak amonia total berubah menjadi NH_3 bebas.** Pada pH rendah, hampir seluruhnya berada dalam bentuk NH_4^+ yang aman — jadi selama pH kolam anjlok, amonia yang menumpuk mungkin tidak melukai apa pun. Menaikkan pH dengan cepat mengubah amonia itu menjadi NH_3 dalam hitungan menit. Pada suhu kolam dataran rendah $28\text{--}32^\circ\text{C}$ efeknya lebih tajam lagi dibanding tabel amonia mana pun yang ditulis untuk iklim sedang. Pemilik yang “menyelamatkan” kolamnya dengan menaikkan pH secara agresif kadang kehilangan lebih banyak ikan setelahnya daripada saat pH-nya rendah.

Jadi: kalau amonia terdeteksi, naikkan pH **perlahan**, dan tangani amoniannya secara paralel.

Langkah 5: Kembalikan penyangga, bukan angka pH

Gunakan **soda kue** (natrium bikarbonat, NaHCO_3) — dijual di setiap supermarket. Menaikkan KH sebesar 1 dKH membutuhkan sekitar 30 mg/L, yaitu **30 gram per 1.000 liter** (setara 3 gram per 100 liter, atau 113 gram per 1.000 galon AS).

Aturan hobi “1 gram per 100 liter untuk 1 dKH” yang beredar luas adalah salah — takaran itu hanya memberi sekitar 0,33 dKH. Yang benar 3 gram per 100 liter. Angka-angka ini figur husbandry yang umum dipakai, bukan resep; setiap kolam, kepadatan ikan, dan sumber air berbeda, dan Anda harus memverifikasinya terhadap pengukuran sendiri.

VOLUME KOLAM	SODA KUE UNTUK +1 DKH	UNTUK +2 DKH
1.000 liter	30 g	60 g
5.000 liter	150 g	300 g
10.000 liter	300 g	600 g
25.000 liter	750 g	1,5 kg

Larutkan seluruh takaran dalam seember air kolam sampai bening, lalu tuang perlahan di titik aliran terkuat. Jangan pernah menabur bubuk kering ke permukaan. Naikkan **tidak lebih dari sekitar 1-2 dKH per hari** — konvensi umum di kalangan penghobi, bukan batas mutlak. Kolam yang sudah tertekan tidak butuh kejutan kedua.

Bukan “soda api”. Soda api adalah natrium hidroksida (NaOH), kaustik, dan akan melonjakkan pH secara ekstrem. Bukan pula *soda ash* (natrium karbonat). Yang Anda cari adalah **soda kue / natrium bikarbonat / NaHCO_3** . Kata “soda” saja ambigu di sini dan kedua produk itu ada di toko yang sama.

Langkah 6: Ganti air kecil, dengan air yang sudah disiapkan

Kalau air pengganti Anda membawa KH lebih tinggi, penggantian sebagian yang kecil dan bertahap membantu. Kalau air pengganti Anda lunak — dan di dataran tinggi seringkali begitu — ganti air justru memperburuk keadaan. Ukur KH air pengganti lebih dulu, sesuaikan suhunya, dan gunakan anti-klorin bila sumbernya air PDAM yang berbau kaporit.

Langkah 7: Jangan berhenti mengawasi selama 48 jam

Ukur pH dan KH pagi dan sore selama dua hari. Yang Anda cari bukan sekadar “pH sudah normal”, tetapi **ayunan hariannya menyempit**. Ayunan yang menyempit berarti penyangga sudah bekerja lagi.

Pencegahan: kelola KH, bukan pH

Ini inti keseluruhan halaman ini. Mengejar pH tidak bisa mencegah pH anjlok, karena **pH adalah indikator yang terlambat**: menurut desainnya, pH tidak bergerak sampai perlingungannya hilang. KH adalah indikator yang mendahului.

Kebiasaan yang benar-benar mencegah:

- **Ukur KH terjadwal** — mingguan untuk kolam koleksi berpakan penuh — dan catat angkanya. Tren lebih berharga daripada satu nilai.
- **Pertahankan 107-179 mg/L CaCO_3 (6-10 dKH)**. Bila turun ke 5 dKH, kembalikan sebelum ada yang terjadi, bukan sesudahnya.
- **Ukur KH sebelum dan sesudah hujan deras**. Ini pemicu paling umum di sini.
- **Alihkan limpasan atap dan lantai keras keluar dari kolam**. Bilasan pertama membawa lebih dari sekadar air.
- **Ukur KH air isi ulang Anda**, baik PDAM maupun sumur. Kalau lunak, sesuaikan di tandon sebelum masuk kolam.
- **Aerasi malam berjalan 365 malam**, bukan musiman — dengan cadangan daya untuk pompa udara.
- **Bandingkan pH sore dengan pH subuh** sesekali. Ayunan yang melebar adalah peringatan dini yang gratis.
- **Setelah membersihkan filter atau menambah ikan**, awasi KH dan amonia beberapa hari berikutnya — risiko lonjakan nitrit 2-5 hari berlaku sepanjang tahun di sini.

Mengukur itu bagian yang mudah

Pemantauan berkelanjutan bukan hal baru di Indonesia. Rig ESP32 dan ESP8266 dengan probe pH dan suhu plus aplikasi ponsel ada di mana-mana, dari proyek kampus sampai kolam hobiis, dan banyak yang bekerja baik. Kami tidak akan berpura-pura ini teknologi langka.

Masalahnya bukan di sensor. Masalahnya adalah **menafsirkan angka pukul 04.00** — membedakan ayunan CO2 malam yang normal dari penyangga yang sedang habis, dan mengenali pola tiga malam sebelum malam yang menentukan — lalu memastikan **ada orang yang benar-benar bertindak**. Grafik yang cantik di ponsel tidak membangunkan siapa pun pukul 04.00.

Itulah yang kami kerjakan. Sonde H2Koi mengukur langsung suhu, pH, oksigen terlarut (mg/L dan % saturasi), konduktivitas, kekeruhan, amonium (NH₄⁺), dan nitrat (NO₃), dengan wiper pembersih otomatis pada permukaan sensor optik. ORP tersedia sebagai kanal opsional. Dari situ sistem menurunkan KH, amonia bebas (NH₃), nitrit, salinitas, dan TDS.

Cakupannya sekali saja, jelas: **KH dihitung (derived), bukan hasil titrasi. H2Koi tidak melaporkan GH sama sekali**. Ini peringatan dini berkelanjutan dari sensor kelas industri, dan tidak mendeteksi penyakit atau parasit.

Baca juga

- [KH \(kesadahan karbonat\): panduan lengkap dan dosis yang benar](#)
- [Koi mati mendadak: membedakan penyebabnya setelah kejadian](#)
- [Oksigen terlarut dan titik terendah menjelang subuh](#)
- [Amonia dan nitrit: fraksi bebas, pH, dan suhu](#)
- [Ganti air yang benar untuk kolam koleksi](#)

Pertanyaan umum

pH kolam saya normal 7,4 waktu saya cek siang, tapi pagi ada dua koi mati. Mungkinkah pH anjlok?

Sangat mungkin, dan pengecekan siang justru tidak akan menangkapnya. pH mencapai titik terendah menjelang subuh karena CO₂ menumpuk sepanjang malam, lalu naik lagi begitu fotosintesis dimulai. Pukul 09.00 peristiwanya sudah menghapus jejaknya sendiri. Cara memeriksanya sekarang: ukur KH. Kalau KH di bawah 5 dKH (89 mg/L CaCO₃), kolam Anda memang tidak punya pertahanan terhadap ayunan malam, dan itu penjelasan yang paling masuk akal. Mulai besok, ukur pH pukul 05.00 dan pukul 17.00 pada hari yang sama dan bandingkan selisihnya.

Apakah aman langsung menaikkan pH pakai soda kue begitu ketahuan pH anjlok?

Ukur amonia total dulu. Pada pH rendah hampir semua amonia berada dalam bentuk amonium (NH_4^+) yang relatif aman; menaikkan pH dengan cepat mengubahnya menjadi amonia bebas (NH_3) yang beracun dalam hitungan menit, dan pada suhu 28-32°C fraksi beracunnya jauh lebih besar daripada yang diperkirakan tabel iklim sedang. Urutan yang aman: naikan aerasi maksimal dulu (ini mengusir CO_2 dan menaikkan pH tanpa bahan kimia), hentikan pakan, ukur amonia, baru kembalikan KH secara bertahap maksimal 1-2 dKH per hari.

Setiap habis hujan lebat ikan saya selalu lesu sehari dua hari. Apa hubungannya dengan pH?

Hubungannya langsung. Air hujan membawa KH nol dan pH sekitar 5,6 — lebih rendah lagi di dekat kawasan industri dan perkotaan — jadi hujan deras adalah pengenceran penyangga dalam volume besar dan waktu sangat singkat, ditambah limpasan bilasan pertama dari atap dan penurunan suhu mendadak. Kalau KH kolam Anda sudah tipis, itu persis rangkaian pemicu pH anjlok. Ukur KH sebelum musim hujan puncak dan segera setelah hujan besar, alihkan limpasan atap keluar dari kolam, dan ingat bahwa luapan kolam juga mengencerkan garam Anda.

Kalau saya pasang sensor pH IoT sendiri, apa itu sudah cukup untuk mencegah pH anjlok?

Sensor memberi Anda datanya, dan itu bagian yang mudah — rig ESP32 dengan probe pH sudah umum di sini dan banyak yang akurat. Dua hal yang tidak diberikan oleh sensor itu sendiri: penafsiran dan tindakan. Angka pH 6,4 pukul 04.00 bisa berarti ayunan malam yang normal pada kolam ber-KH bagus, atau awal peristiwa serius pada kolam ber-KH 2 — bedanya hanya terlihat kalau Anda juga membaca KH dan tren beberapa hari terakhir. Dan notifikasi pukul 04.00 hanya berguna kalau ada orang yang bangun dan bertindak. Yang dibutuhkan adalah KH yang ikut terbaca terus-menerus, bukan pH saja, dan rencana yang jelas soal siapa berbuat apa.

Berapa lama waktu yang saya punya begitu pH mulai anjlok?

Lebih pendek dari yang diperkirakan kebanyakan orang, karena peristiwanya berjalan sepanjang malam tanpa ada yang melihat, dan puncaknya bertepatan dengan titik terendah oksigen dalam 24 jam. Ikan menghadapi dua tekanan terburuk pada jam yang sama. Bukan berarti Anda punya hitungan mundur yang pasti — kerusakan tergantung seberapa dalam pH turun, berapa lama bertahan, suhu air, dan kondisi ikan. Yang bisa dikatakan dengan pasti: begitu Anda menemukannya saat subuh, sebagian besar paparan sudah terjadi. Karena itu pencegahannya lewat KH, bukan lewat kecepatan reaksi.

KH saya 8 dKH tapi pH tetap turun agak banyak tiap malam. Kenapa?

Kalau KH benar-benar 8 dKH dan ayunan malamnya tetap lebar, curigai dua hal. Pertama, CO₂ yang tidak terusir: kolam dalam dengan sirkulasi lemah, pemecahan permukaan minim, atau aerasi yang hanya menyala sebagian malam akan menyimpan CO₂ semalaman meskipun penyangganya cukup. Naikkan pertukaran gas di permukaan dan pastikan aerasi berjalan penuh dari petang sampai matahari terbit. Kedua, bloom alga renik yang sangat padat memperlebar ayunan ke dua arah — pH sore terdorong naik tinggi, lalu tertarik turun tajam. Periksa juga apakah pembacaan KH Anda dari test kit tetes yang berlabel KH/alkalinity, bukan test kit GH.



Koi Mati Mendadak Tanpa Tanda: Penyebab yang Sebenarnya

Sore itu semua ikan makan dengan normal. Pagi berikutnya ada yang tidak selamat, dan air terlihat persis seperti kemarin. Hampir selalu ada penjelasannya, dan hampir selalu penjelasan itu terjadi antara pukul 22.00 dan subuh — di jam ketika tidak ada yang melihat. Halaman ini menyusun penyebabnya berdasarkan seberapa sering benar-benar terjadi di kolam Indonesia, dan cara membedakannya setelah semuanya berlalu.

Ringkas — empat penyebab realistis, berurutan:

- **1. Titik terendah oksigen menjelang subuh.** Air hangat menahan lebih sedikit oksigen, permintaan tidak pernah berhenti, dan padamnya listrik pukul 02.00 mencabut aerator di jam terburuk.
- **2. pH anjlok.** CO₂ malam di atas penyangga yang terkuras. Titik terendahnya bertepatan dengan titik terendah oksigen.
- **3. Lonjakan amonia atau nitrit setelah filter terganggu.** Risiko 2-5 hari yang berlaku sepanjang tahun di sini.
- **4. Syok laju perubahan.** Hujan deras, isi ulang besar yang dingin, atau air transport yang hangat.
- Penyebab pertama dan kedua sering terjadi pada malam yang sama, karena dijalankan oleh mekanisme yang sama.

Catatan singkat sebelum mulai: halaman ini membahas penyebab yang berasal dari kimia dan fisika air. Penyakit, parasit, predator, dan keracunan dari luar adalah kategori terpisah yang tidak dibahas di sini dan tidak terbaca oleh sensor air.

Satuan: **ppm = mg/L** (test kit impor menulis ppm; angkanya identik), suhu dalam °C, oksigen dalam mg/L dengan % saturasi di sampingnya.

1. Titik terendah oksigen menjelang subuh

Ini penyebab tunggal paling sering, dan yang paling sering salah didiagnosis, karena begitu Anda menemukannya pukul 06.30 kadar oksigennya sudah naik lagi. Air yang Anda uji jam 08.00 mungkin membaca 7 mg/L dan tampak sempurna.

Mengapa strukturnya memang begitu di sini

Kejenuhan oksigen turun seiring naiknya suhu air. Sebagai gambaran di permukaan laut, tabel standar memberi sekitar **9 mg/L pada 20°C, sekitar 7,5 mg/L pada 30°C, dan sekitar 7,0 mg/L pada 35°C**. Kolam dataran rendah — Jakarta, Tangerang, Bekasi, Surabaya, Semarang, kota-kota pesisir — biasanya duduk di

28-32°C hampir sepanjang tahun. Artinya batas atas kolam Anda memang rendah, permanen, tanpa musim yang meringankannya.

Ketinggian mengambil lagi sebagiannya: kejenuhan turun kira-kira **1% per 100 mdpl**. Kolam di 900 mdpl memiliki batas atas sekitar 10% di bawah angka permukaan laut. Jadi keunggulan dataran tinggi lebih kecil daripada yang terlihat — sabuk koi Bogor, Sukabumi, Cianjur, Bandung, Malang dan Batu memang lebih sejuk pada malam hari, sering di kisaran 20-an awal sampai pertengahan, tetapi sebagian keuntungannya dikembalikan oleh ketinggian itu sendiri. Angka-angka ini gambaran umum, bukan pengukuran; **ukur kolam Anda sendiri**.

Sementara itu permintaan tidak pernah berhenti. Tidak ada periode dorman di sini: ikan makan 365 hari, biofilter bernapas 365 hari, dan bloom alga yang memproduksi oksigen sepanjang sore *mengonsumsinya* sepanjang malam. Hasilnya, **titik terendah menjelang subuh adalah peristiwa harian sepanjang tahun**, bukan peristiwa musiman.

Paling buruk pada dua situasi: di musim kemarau (air paling hangat, bloom paling padat, ayunan siang-malam paling lebar), dan pada malam yang tenang, mendung dan lembap di musim hujan, ketika pengisian ulang fotosintesis sepanjang hari tidak pernah terjadi.

Bahaya lokal yang tidak disebut panduan impor: listrik padam atau MCB turun pukul 02.00 mencabut aerator persis pada jam terburuk dari 24 jam. Kurva oksigen yang sudah menurun kehilangan satu-satunya sumber pengisiannya, dan CO2 berhenti terusir pada saat bersamaan. Kolam bisa kehilangan ikan sebelum Anda tahu listriknya sempat mati — terutama kalau listriknya sudah menyala kembali sebelum Anda bangun. Cadangan daya untuk pompa udara bukan kemewahan di sini.

Tanda yang tertinggal

- Ikan **megap-megap di permukaan** atau menggantung di permukaan, terutama di dekat air terjun dan keluaran pompa.
- **Ikan terbesar mati lebih dulu**. Ini petunjuk paling kuat untuk oksigen — kebutuhan tertinggi, cadangan paling sedikit relatif terhadap bobotnya.
- Insang tampak pucat pada ikan yang tidak selamat.
- Air masih hangat menyentuh tangan pada subuh, dan tidak ada gerakan permukaan.
- Semalam mendung, tidak berangin, dan lembap; atau siang sebelumnya sangat cerah dengan air yang sangat hijau.

2. pH anjlok

Penjelasan lengkapnya ada di halaman [pH anjlok](#); berikut yang perlu diketahui untuk membedakannya.

Siang hari fotosintesis mengambil CO₂, pH naik. Malam hari semua bernapas, CO₂ menumpuk, pH turun. **Dengan KH memadai ayunan harian ini hanya sepersekian satuan. Dengan penyangga terkuras, tidak ada yang menahannya** — dan pH dapat jatuh lebih dari satu satuan penuh dalam semalam.

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.

KH — pada laporan laboratorium disebut **alkalinitas total** — punya rentang kerja **107-179 mg/L CaCO₃ (6-10 dKH)**. Di bawah 5 dKH pH mulai tidak stabil; di bawah 3 dKH kondisinya kritis. Konversinya 1 dKH = 17,9 mg/L CaCO₃.

Yang membuat ini relevan pada kolam koleksi yang dirawat serius: **biofilter Anda adalah pemakan KH terbesar**. Setiap 1 mg/L nitrogen amonia yang dioksidasi menghabiskan sekitar 7 mg/L alkalinitas sebagai CaCO₃ ($\pm 0,4$ dKH), dan seluruh beban asam itu berasal dari langkah pertama saja — amonia menjadi nitrit. Langkah nitrit menjadi nitrat tidak mengonsumsi alkalinitas sama sekali. Jadi kolam padat, berpakan berat, dengan chamber filter dan bakki shower yang bekerja penuh justru membakar penyangganya paling cepat. Dan di sini tidak ada musim dorman yang mengembalikannya.

Tanda yang tertinggal

- **KH rendah saat Anda ukur pagi itu** — ini bukti terkuat, karena KH tidak “pulih” sendiri di pagi hari seperti pH.
- pH pagi rendah, lalu naik lagi menjelang siang.
- Produksi lendir berlebih, tubuh tampak berselaput keputihan, mata keruh, sirip mengatup.
- **Hujan deras semalam**, atau kolam meluap. Air hujan membawa KH nol dan pH sekitar 5,6 — lebih rendah lagi dekat kawasan industri dan perkotaan.
- Baru saja “kuras total” beberapa hari sebelumnya.
- Air isi ulang dari sumur atau mata air lunak, yang di dataran tinggi sering ber-KH sangat rendah.

Perhatikan bahwa penyebab 1 dan 2 **sering terjadi pada malam yang sama**. Keduanya dijalankan oleh mesin yang sama: respirasi malam tanpa fotosintesis. Menemukan kedua tandanya sekaligus bukan kebetulan.

3. Lonjakan amonia atau nitrit setelah filter terganggu

Ini penyebab yang paling bisa dicegah, dan yang paling sering menyusul tindakan perawatan yang niatnya baik. Populasi bakteri nitrifikasi Anda hidup di media filter, bukan di air. Apa pun yang mengurangi jumlahnya atau menghentikan aliran melalui media akan menimbulkan celah 2-5 hari sebelum populasi pulih.

Pemicu yang khas:

- Media filter dicuci dengan air keran ber-kaporit, atau dicuci terlalu bersih.
- Pompa mati beberapa jam — media yang tidak dialiri kehilangan oksigen dan sebagian koloninya.
- Obat-obatan yang menekan bakteri nitrifikasi.
- Penambahan ikan baru dalam jumlah besar, atau kenaikan porsi pakan yang mendadak.
- Ruang pengendapan atau drum filter dibersihkan bersamaan dengan chamber biologis pada hari yang sama.

Karena di sini tidak ada musim dorman, **risiko ini berlaku sepanjang tahun**. Pembersihan filter, pengobatan, karantina, kedatangan ikan baru, dan transport untuk show berjalan terus menerus — kalender show dan league tidak berhenti — jadi tidak ada “musim aman” untuk mengganggu filter.

Dua racun, dua mekanisme

Amonia bebas (NH₃) adalah fraksi yang berbahaya. Amonia total (TAN) terbagi antara amonium (NH₄⁺) yang relatif aman dan NH₃ yang beracun, dan **pH serta suhu yang menentukan berapa banyak amonia total berubah menjadi NH₃ bebas**. Keduanya mendorong ke arah yang sama: makin panas dan makin tinggi pH, makin besar fraksi beracunnya. Pada 30°C, setiap tabel amonia yang ditulis untuk iklim sedang **meremehkan** bahaya angka TAN yang sama. Karena itu angka amonia total yang berdiri sendiri hampir tidak berarti tanpa pH dan suhu di sampingnya. Target untuk NH₃: nol.

Nitrit (NO₂⁻) bekerja dengan cara yang berbeda dan lebih menipu. Nitrit mengikat hemoglobin sehingga darah kehilangan kemampuan mengangkut oksigen. Akibatnya **ikan mati lemas di dalam air yang hasil uji oksigennya baik-baik saja**. Anda dapat mengukur DO 7 mg/L, menyimpulkan oksigen bukan masalahnya, dan tetap kehilangan ikan karena oksigennya tidak bisa sampai ke jaringan. Target nitrit: nol. Detailnya di [halaman amonia dan nitrit](#).

Tanda yang tertinggal

- **Ada gangguan filter dalam 2-5 hari terakhir** — ini pertanyaan pertama yang harus Anda tanyakan pada diri sendiri.
- Amonia atau nitrit terdeteksi saat diukur, kapan pun Anda mengukurnya (tidak seperti oksigen dan pH, angka ini tidak pulih sendiri di pagi hari).
- Ikan megap-megap padahal DO terukur normal — pola khas nitrit.
- Insang memerah gelap atau kecokelatan.
- Ikan berkumpul di aliran masuk air, gelisah, kemudian justru menjadi diam dan lemah.

4. Syok suhu dan laju perubahan

Di sini risikonya bukan dingin. Risikonya adalah metabolisme yang permanen tinggi ditambah **perubahan yang terlalu cepat**.

- **Hujan deras.** Volume besar air yang lebih dingin, ber-KH nol dan sedikit asam masuk dalam satu-dua jam, disertai limpasan bilasan pertama dari atap dan lantai keras. Ini serangan gabungan: suhu, penyangga, dan kualitas air sekaligus.
- **Isi ulang besar tanpa penyesuaian suhu.** Menambahkan air sumur yang jauh lebih dingin dalam volume besar ke kolam 30°C adalah kejutan yang dapat dihindari. Air sumur juga sering ber-DO rendah dan ber-CO₂ tinggi, kadang mengandung besi atau mangan — aerasi dulu di tandon sebelum masuk.
- **Air transport yang hangat.** Perjalanan menuju atau pulang dari show, atau ikan baru dari dealer, berada dalam volume air kecil yang menghangat. Air hangat menahan lebih sedikit oksigen *dan* membuat jumlah amonia total yang sama jauh lebih beracun. Dua kurva memburuk bersamaan di dalam kantong yang sama.

- **Luapan musim hujan.** Ini ganti air yang tidak terkendali: mengencerkan KH dan garam tanpa anti-klorin dan tanpa penyesuaian suhu. Kolam yang tadinya didosis 0,3% garam sudah tidak lagi di 0,3% setelah semalam hujan dan meluap.
- **Musim kemarau membalik keadaan.** Penguapan memekatkan segala sesuatu yang tidak ikut menguap — garam, nitrat, TDS, konduktivitas naik tanpa ada yang menambahkan apa pun, karena **garam tidak menguap**: air menguap, garamnya tetap tinggal.

Membedakannya setelah kejadian

Ukur dulu, baru berteori. Empat angka yang harus Anda ambil pagi itu juga, sebelum melakukan apa pun: **suhu, pH, KH, dan amonia total** — ditambah oksigen terlarut kalau Anda punya alatnya. Lalu bandingkan dengan tabel ini.

PETUNJUK	OKSIGEN DINI HARI	PH ANJLOK	AMONIA / NITRIT	SYOK LAJU PERUBAHAN
Ikan terbesar terdampak lebih dulu	Sangat khas	Sering	Kadang	Kadang
Megap-megap di permukaan	Ya	Ya	Ya (nitrit)	Kadang
KH rendah saat diukur pagi	Tidak khas	Bukti kuat	Bisa ikut rendah	Bisa, setelah hujan
pH pagi rendah lalu naik siang	Tidak	Bukti kuat	Tidak	Kadang
Amonia atau nitrit terdeteksi	Tidak	Tidak	Bukti kuat	Tidak
DO terukur normal tapi ikan tetap megap-megap	Tidak	Tidak	Khas nitrit	Tidak
Filter dibersihkan / pompa mati dalam 2-5 hari terakhir	Mungkin	Tidak	Bukti kuat	Tidak
Hujan deras atau kolam meluap semalam	Mungkin	Sangat sering	Tidak	Sangat sering
MCB turun / listrik sempat padam malam hari	Bukti kuat	Ikut memburuk	Mungkin	Tidak
Air sangat hijau dan siang sebelumnya cerah panjang	Sangat sering	Sangat sering	Tidak	Tidak
Baru isi ulang besar atau ikan baru datang	Mungkin	Mungkin	Mungkin	Bukti kuat

Yang tidak dapat Anda simpulkan

Air yang “terlihat normal” pukul 08.00 tidak membebaskan oksigen maupun pH sebagai tersangka. Keduanya bergerak sesuai jam dan sudah pulih sendiri sebelum Anda mengukur. Sebaliknya, KH, amonia, dan nitrit *tidak* pulih sendiri semalam — jadi ketiganya adalah tiga pengukuran yang paling bernilai sebagai bukti pada pagi setelah kejadian. Ambil ketiganya sebelum Anda mengganti air atau menambahkan apa pun, karena tindakan pertama Anda akan menghapus buktinya.

Apa yang akan memberi peringatan lebih awal

Setiap penyebab di atas punya jejak yang muncul *sebelum* ikan mati. Persoalannya bukan bahwa tandanya tidak ada — persoalannya adalah tandanya muncul di jam ketika tidak ada yang melihat.

PENYEBAB	PERINGATAN YANG MENDAHULUI	WAKTU MUNCULNYA
Oksigen dini hari	DO subuh yang makin rendah dari malam ke malam; % saturasi turun	Malam-malam sebelumnya, pukul 03.00-06.00
pH anjlok	KH menurun , dan ayunan pH harian yang melebar	Berhari-hari sampai berminggu-minggu sebelumnya
Amonia / nitrit	Amonium (NH ₄ ⁺) mulai terbaca setelah filter terganggu	1-3 hari sebelum kematian
Syok laju perubahan	Kurva suhu yang jatuh cepat; konduktivitas yang berubah mendadak	Selama peristiwanya berlangsung

Perhatikan pola pentingnya: **pH adalah indikator yang terlambat** — menurut desainnya pH tidak bergerak sampai perlindungannya hilang — sementara **KH adalah indikator yang mendahului**, dan sudah bergerak berhari-hari sebelumnya. Kebiasaan yang paling mengubah nasib kolam bukanlah alat yang lebih canggih, melainkan mengukur KH secara terjadwal dan mencatat trennya.

Kebiasaan yang sepadan dengan usahanya

- **Aerasi malam berjalan 365 malam**, dengan cadangan daya untuk pompa udara.
- **Ukur KH terjadwal** — mingguan untuk kolam koleksi berpakan penuh — dan catat angkanya. Pertahankan 107-179 mg/L CaCO₃ (6-10 dKH). Kalau perlu dinaikkan, gunakan soda kue (natrium bikarbonat, NaHCO₃): **30 gram per 1.000 liter menaikkan sekitar 1 dKH**, maksimal 1-2 dKH per hari (konvensi umum di kalangan penghobi, bukan batas mutlak). Aturan populer “1 gram per 100 liter” salah — hanya memberi sekitar 0,33 dKH. Rinciannya di [halaman KH](#).
- **Jangan bersihkan seluruh sistem filter pada hari yang sama**. Beri jarak, dan awasi amonia serta nitrit selama lima hari sesudahnya.
- **Alihkan limpasan atap dan lantai keras keluar dari kolam**, dan periksa KH sebelum serta sesudah hujan deras.
- **Aerasi air sumur di tandon** sebelum masuk kolam, dan sesuaikan suhunya.
- **Jalan pagi saat subuh** sebagai kebiasaan inspeksi tetap. Anda memang sudah lewat kolam pada jam itu — jam yang paling banyak memberi informasi dalam 24 jam.

Mengukur itu bagian yang mudah

Pemantauan berkelanjutan bukan barang eksotis di Indonesia. Rig ESP32 dan ESP8266 dengan probe pH dan suhu plus aplikasi ponsel ada di mana-mana, dari proyek kampus sampai kolam hobiis, dan banyak yang bekerja baik. Kami tidak akan menjual sensor sebagai sesuatu yang langka.

Yang sulit ada di tempat lain. Yang sulit adalah **menafsirkan angka pukul 04.00** — membedakan ayunan CO₂ malam yang normal dari penyangga yang sedang habis, mengenali kurva DO yang setiap malam berakhir sedikit lebih rendah dari malam sebelumnya, membaca NH₄⁺ yang naik tiga hari setelah chamber filter dibersihkan — dan memastikan **ada orang yang bertindak**. Notifikasi yang berbunyi di ponsel yang sedang dicas di kamar lain tidak menyelamatkan ikan.

Itulah bentuk layanan H2Koi: perhatian manusia yang proaktif. Sonde mengukur langsung suhu, pH, oksigen terlarut (mg/L dan % saturasi), konduktivitas, kekeruhan, amonium (NH₄⁺), dan nitrat (NO₃), dengan wiper pembersih otomatis yang menjaga permukaan sensor optik tetap bersih terhadap pengotoran sensor (fouling). ORP tersedia sebagai kanal opsional. Dari pengukuran itu sistem menurunkan KH, amonia bebas (NH₃), nitrit, salinitas, dan TDS.

Cakupannya sekali, dengan jelas: **KH dihitung (derived), bukan hasil titrasi. H2Koi tidak melaporkan GH sama sekali.** Ini peringatan dini berkelanjutan dari sensor kelas industri. Sistem ini tidak mencegah masalah; ia memberi tahu Anda lebih awal.

Baca juga

- [Oksigen terlarut, suhu, dan ketinggian \(mdpl\)](#)
- [pH anjlok: mekanisme dan penanganan darurat](#)
- [Amonia dan nitrit: fraksi bebas, pH, dan suhu](#)
- [Suhu air: laju perubahan, bukan angka mutlak](#)
- [Alat ukur kualitas air: strip, test kit tetes, pen, sonde](#)

Pertanyaan umum

Air saya diukur pagi hasilnya bagus semua, tapi ada koi yang mati. Berarti bukan masalah air?

Belum tentu, dan justru inilah jebakan diagnosis yang paling umum. Oksigen dan pH bergerak mengikuti jam: keduanya mencapai titik terendah menjelang subuh, lalu pulih sendiri begitu fotosintesis dimulai. Pukul 08.00 Anda sedang mengukur kondisi terbaik hari itu, bukan kondisi yang membunuh ikan pukul 04.00. Tiga parameter yang tidak pulih sendiri semalam adalah KH, amonia, dan nitrit — ukur ketiganya sebelum Anda mengganti air atau menambahkan apa pun, karena tindakan pertama Anda akan menghapus buktinya.

Yang mati justru koi terbesar dan paling bagus. Kenapa selalu yang besar duluan?

Itu petunjuk paling kuat ke arah oksigen. Ikan besar punya kebutuhan oksigen tertinggi dan cadangan paling sedikit relatif terhadap bobotnya, jadi merekalah yang pertama melewati batas ketika kadar oksigen turun ke titik terendahnya menjelang subuh. Perkuat dugaannya dengan tiga pertanyaan: apakah semalam mendung, tenang, dan lembap; apakah air kolam sangat hijau setelah beberapa hari cerah panjang; dan apakah ada kemungkinan listrik sempat padam atau MCB turun di tengah malam sehingga aerator berhenti.

Tiga hari lalu saya cuci media filter, sekarang ikan mulai megap-megap padahal aerator jalan penuh. Apa yang terjadi?

Pola ini sangat khas untuk lonjakan nitrit setelah filter terganggu. Bakteri nitrifikasi hidup di media, bukan di air, dan mencucinya terlalu bersih — apalagi dengan air keran ber-kaporit — menciptakan celah 2-5 hari sebelum populasinya pulih. Nitrit mengikat hemoglobin, sehingga ikan mati lemas di dalam air yang hasil uji oksigennya baik-baik saja; itulah sebabnya ikan tetap megap-megap meski aerasi penuh. Ukur amonia dan nitrit sekarang juga, hentikan pemberian pakan, pertahankan aerasi maksimal, dan lakukan penggantian air sebagian dengan air yang sudah disiapkan. Di sini risiko ini berlaku sepanjang tahun karena tidak ada periode dorman.

Kalau saya sudah pasang sensor pH dan suhu sendiri pakai ESP32, apa itu cukup?

Sensor memberi datanya, dan itu memang bagian yang mudah — rig semacam itu sudah umum di Indonesia dan banyak yang akurat. Tiga hal yang tidak diberikan oleh sensor itu sendiri. Pertama, cakupan: pH dan suhu saja tidak menangkap kurva oksigen dini hari maupun amonium yang naik setelah filter dibersihkan. Kedua, penafsiran: pH 6,4 pukul 04.00 bisa berarti ayunan malam yang normal pada kolam ber-KH bagus atau awal peristiwa serius pada kolam ber-KH 2, dan bedanya hanya terlihat kalau Anda membaca KH beserta tren beberapa hari terakhir. Ketiga, tindakan: notifikasi pukul 04.00 hanya berguna kalau ada orang yang bangun dan berbuat sesuatu.

Kolam saya di dataran tinggi dan airnya sejuk. Apa oksigen masih jadi masalah?

Masih, dan keunggulannya lebih kecil daripada yang terlihat. Air yang lebih sejuk memang menahan lebih banyak oksigen — sekitar 9 mg/L pada 20°C dibanding sekitar 7,5 mg/L pada 30°C di permukaan laut — tetapi ketinggian mengambil kembali sebagiannya, karena kejenuhan turun kira-kira 1% per 100 mdpl. Kolam di 900 mdpl memiliki batas atas sekitar 10% di bawah angka permukaan laut. Sementara itu permintaan tidak pernah berhenti: ikan makan sepanjang tahun, biofilter bernapas sepanjang tahun, dan bloom alga yang memproduksi oksigen sepanjang sore mengonsumsinya sepanjang malam. Titik terendah menjelang subuh tetap peristiwa harian, dan aerasi malam tetap perlengkapan 365 malam.

Semalam hujan sangat deras dan pagi ini ada yang mati. Mana yang membunuh — suhu, pH, atau oksigen?

Sering ketiganya sekaligus, karena hujan tropis adalah serangan gabungan. Volume besar air ber-KH nol dengan pH sekitar 5,6 masuk dalam satu-dua jam, membawa limpasan bilasan pertama dari atap dan lantai keras, sekaligus menurunkan suhu dengan cepat. Terhadap penyangga yang sudah tipis itu persis rangkaian pemicu pH anjlok, dan malam yang mendung berarti pengisian ulang oksigen lewat fotosintesis siang harinya juga tidak pernah terjadi. Ukur KH pagi ini dan bandingkan dengan catatan sebelum hujan — itu pembeda yang paling jelas. Perlu diingat juga bahwa kolam yang meluap semalam sudah mengencerkan garam Anda, jadi dosis 0,3% Anda kemungkinan besar sudah tidak berlaku lagi.

Oksigen terlarut di kolam koi: titik terendah menjelang subuh

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.



Amonia dan Nitrit di Kolam Koi

Amonia dan nitrit adalah dua angka yang bisa menghabiskan koi terbaik Anda dalam satu akhir pekan. Keduanya juga paling sering salah dibaca, karena hasil amonia sendirian hampir tidak berarti apa pun sebelum Anda tahu pH dan suhu air yang menyertainya. Di kolam tropis, kedua angka itu justru bekerja melawan Anda.

Ringkasnya

- Ikan mengeluarkan amonia terus-menerus. **Bakteri nitrifikasi** mengubahnya menjadi nitrit, lalu menjadi nitrat. Dua tahap pertama beracun.
- Test kit Anda membaca **amonia total (TAN)**. Hanya sebagian kecilnya berupa **amonia bebas (NH3)**, dan **pH dan suhu yang menentukan berapa banyak amonia total berubah menjadi NH3 bebas**.
- Pada 30 °C dan pH 8,5, sekitar 20% dari amonia total sudah berbentuk NH3 bebas. Tabel amonia dari panduan Eropa dan Amerika ditulis untuk air 15-20 °C dan **meremehkan bahaya di kolam Anda**.
- Nitrit harus nol. Ia mengikat hemoglobin, sehingga ikan **megap-megap di permukaan** meskipun oksigen terlarut terbaca bagus.
- Lonjakan nitrit **2-5 hari setelah filter dicuci atau setelah pengobatan** adalah risiko sepanjang tahun di sini. Tidak ada musim dorman yang melindungi Anda.
- Satuan di halaman ini mg/L. **ppm = mg/L** — test kit impor sering menulis ppm, angkanya sama.

Dari mana amonia datang, dan apa tugas biofilter



Koi mengeluarkan amonia terus-menerus, sebagian besar lewat insang, sebagai hasil langsung dari mencerna protein. Pelet yang tidak termakan dan bahan organik yang membusuk di ruang pengendapan menambah beban itu. Di kolam dengan biofilter matang, dua kelompok bakteri menanganinya secara berurutan: kelompok pertama mengoksidasi amonia menjadi nitrit, kelompok kedua mengoksidasi nitrit menjadi nitrat. Nitrat menumpuk sampai Anda mengencerkannya lewat ganti air.

Rantai itu hanya bekerja kalau bakterinya cukup banyak, menempel pada media filter yang dilalui aliran dan oksigen. Bakteri ini tumbuh lambat, dan populasinya menyesuaikan diri dengan *laju pemberian pakan hari ini*, bukan dengan yang akan Anda berikan bulan depan. Filter baru butuh berminggu-minggu untuk membangun populasi yang memadai; prosesnya dibahas terpisah di halaman [cycling kolam baru](#).

Di iklim kita rantai itu tidak pernah berhenti. Tidak ada periode dorman, tidak ada bulan-bulan ketika pakan dihentikan dan filter beristirahat. Itu sebagian kabar baik: nitrifikasi berjalan paling cepat di kisaran 28-32 °C, jauh lebih cepat daripada di kolam beriklim sedang pada 12 °C. Tetapi konsekuensi keduanya jarang ditulis di panduan impor: biofilter Anda juga **mengonsumsi penyangga (buffer) 365 hari setahun**, tanpa jeda musim untuk memulihkannya.

Angkanya sederhana dan layak dihafal. Mengoksidasi 1 mg/L nitrogen amonia menghabiskan sekitar **7 mg/L alkalinitas yang diukur sebagai CaCO_3** , kira-kira 0,4 dKH. Detail yang penting: **seluruh asam itu berasal dari tahap pertama saja**, amonia menjadi nitrit. Tahap nitrit menjadi nitrat tidak mengonsumsi alkalinitas sama sekali. Akibatnya berlawanan dengan dugaan banyak orang: **kolam yang padat, difilter dengan baik dan diberi pakan banyak membakar penyangganya lebih cepat daripada kolam yang ter bengkalai**. Kalau KH Anda turun terus tanpa sebab yang jelas, filter yang bekerja keras itulah penyebab terbesarnya.

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. KH juga yang disebut *alkalinitas total* di laporan laboratorium air dan di hampir semua artikel perikanan berbahasa Indonesia. Kalau KH terkuras, pH tidak lagi punya rem, dan masalah amonia berubah menjadi masalah pH anjlok. Kisaran kerja yang lazim: 107-179 mg/L CaCO₃ (6-10 dKH); 1 dKH = 17,9 mg/L CaCO₃.

Yang berbahaya adalah amonia bebas (NH₃), bukan amonia total

Ini gagasan paling berguna di halaman ini. Amonia dalam air berada dalam kesetimbangan antara dua bentuk: **amonium (NH₄⁺)**, yang relatif tidak berbahaya, dan **amonia bebas (NH₃)**, yang sangat beracun bagi insang. Test kit Anda melaporkan jumlah keduanya, biasanya sebagai amonia total (TAN) dalam mg/L. Pembagian di antara keduanya ditentukan oleh pH dan suhu, dan pergeserannya jauh lebih tajam daripada yang diduga sebagian besar penghobi.

pH yang lebih tinggi mendorong kesetimbangan ke arah NH₃ bebas. Suhu yang lebih tinggi melakukan hal yang sama. Keduanya bertumpuk. Tabel di bawah menunjukkan berapa persen dari hasil amonia total Anda yang sebenarnya berbentuk racun, pada suhu-suhu yang benar-benar terjadi di kolam Indonesia.

PH	24 °C	26 °C	28 °C	30 °C	32 °C
7,0	0,53%	0,60%	0,69%	0,80%	0,91%
7,5	1,6%	1,9%	2,2%	2,5%	2,8%
8,0	5,0%	5,7%	6,5%	7,4%	8,4%
8,5	14%	16%	18%	20%	23%
9,0	35%	38%	41%	44%	48%

Kerjakan satu contoh. Test kit Anda membaca 1,0 mg/L amonia total. Di kolam dataran tinggi pada pukul 06.00, pH 7,2 dan suhu 24 °C, itu setara sekitar **0,008 mg/L** amonia bebas — di bawah ambang yang dikhawatirkan siapa pun. Angka 1,0 mg/L yang sama di kolam dataran rendah pada pukul 16.00 di musim kemarau, pH 8,6 dan suhu 31 °C, setara sekitar **0,26 mg/L** amonia bebas: kira-kira **tiga puluh kali lipat**, dan jelas berada di kisaran yang merusak insang dalam hitungan jam. Tidak ada yang berubah pada amonianya. Airnya yang berubah.

Di sinilah letak jebakan harian yang sangat khas kolam kita. Kolam dengan air hijau atau pertumbuhan alga yang tebal berayun pH-nya sepanjang hari, memuncak pada sore hari karena fotosintesis menarik karbon dioksida keluar dari air. Kalau Anda menguji pada pukul 07.00 dan mendapat pH 7,6, sementara kolam berjalan ke pH 8,7 pada pukul 16.00, hasil pagi Anda meremehkan risiko sore secara serius. Musim kemarau memperlebar ayunan itu: hari cerah panjang, air paling hangat, bloom paling padat. Yang menahan ayunan itu tetap sempit adalah KH (kesadahan karbonat).

Membaca hasil test kit tanpa menipu diri sendiri

Setelah amonia total Anda konversikan menjadi amonia bebas, penafsirannya menjadi lurus.

AMONIA BEBAS NH ₃ (MG/L)	ARTINYA	TINDAKAN
Di bawah 0,02	Latar belakang. Filter sehat menahan Anda di sini.	Operasi normal. Lanjutkan jadwal pengujian biasa.
0,02-0,05	Iritasi insang dalam hitungan hari. Nafsu makan dan pertumbuhan turun sebelum terlihat apa-apa.	Hentikan pakan. Cari penyebabnya. Ganti air sebagian.
0,05-0,20	Kerusakan insang dan kulit nyata dalam hitungan jam sampai hari.	Perlakukan sebagai mendesak. Tambah aerasi, encerkan, uji ulang tiap beberapa jam.
Di atas 0,20	Akut. Perilaku abnormal dan kematian dapat terjadi.	Respons darurat. Ganti air sebagian bertahap dan berulang.

Angka-angka ambang ini konvensi umum di kalangan penghobi, bukan batas mutlak. Perlakukan sebagai rambu, bukan sebagai garis pemisah antara aman dan tidak.

Dua catatan praktis soal alat. Pertama, test kit amonia beredar dalam dua kimia berbeda, dan keduanya berperilaku lain kalau Anda sudah menuangkan cairan pengikat amonia: reagen Nessler tetap akan menunjukkan amonia yang sudah terikat, sementara kit salisilat umumnya tidak. Tidak ada yang salah; Anda hanya perlu tahu mana yang ada di tangan sebelum panik atau lega. Kedua, reagen cair punya masa pakai. Kit yang tersimpan dua tahun di gudang, di suhu dan kelembapan tropis, bukan standar rujukan. Simpan di tempat sejuk dan gelap, dan catat tanggal bukannya. Perbandingan alat ukur dibahas terpisah.

Kesalahan klasik berjalan begini: seorang pemilik melihat amonia terdeteksi, membaca bahwa pH rendah menurunkan toksisitasnya, lalu sengaja menurunkan pH. Memang benar NH₃ bebas berkurang — tetapi Anda sekaligus memperlambat bakteri nitrifikasi yang merupakan satu-satunya jalan keluar Anda, dan kalau KH sudah tipis, pH tidak akan berhenti di tempat yang Anda inginkan. **Encerkan amonianya dengan air bersih, jangan mengejar pH ke bawah.**

Nitrit: ikan tercekik di air yang penuh oksigen

Nitrit adalah tahap tengah, dan targetnya nol. Ia menyeberang lewat insang lalu mengikat hemoglobin, mengubahnya menjadi methemoglobin yang tidak mampu mengangkut oksigen. Darahnya berubah kecokelatan — dari situ nama *brown blood disease*. Ikan mengalami sesak di air yang mungkin terbaca sempurna untuk oksigen terlarut, karena masalahnya bukan pada air, melainkan pada darah.

Konsekuensi diagnostiknya penting, terutama di sini. Koi yang **megap-megap di permukaan** pada pagi hari adalah pemandangan yang biasa kita hubungkan dengan oksigen rendah menjelang subuh, dan sembilan dari sepuluh kali memang itu penyebabnya. Tetapi kalau DO terbaca 6-7 mg/L dan ikan tetap menggantung di

permukaan tanpa tanda parasit, **ujilah nitrit sebelum apa pun yang lain**. Kedua penyebab menghasilkan gejala yang sama persis, dan tindakannya berbeda.

Garam adalah tindakan perlindungan yang diakui. Ion klorida bersaing dengan nitrit pada jalur penyerapan yang sama di insang, sehingga menambahkan garam menghalangi nitrit masuk sementara filter Anda mengejar ketertinggalan. Kadar perlindungan yang lazim dipakai sekitar **1 g/L (0,1%)**, dihitung terhadap volume kolam yang benar-benar diukur, bukan diperkirakan. Larutkan dulu dalam ember berisi air kolam dan tuangkan bertahap selama beberapa jam, jangan ditabur langsung. Pakai **garam krosok** atau **garam ikan** yang tidak beryodium; **jangan memakai garam meja beryodium** atau garam dengan anti-caking. Rincian, dosis dan interaksinya ada di halaman [garam kolam koi](#).

Dua catatan jujur. Garam pada dosis lebih tinggi menekan biofilter yang sedang Anda coba bangun kembali, dan berinteraksi dengan sebagian obat serta hampir semua tanaman air. Dan karena **garam tidak menguap** — air menguap, garamnya tetap tinggal — kadar garam kolam Anda mungkin sudah lebih tinggi daripada yang Anda ingat, terutama setelah berminggu-minggu musim kemarau dengan penambahan air berulang. Sebaliknya, semalam hujan deras dengan luapan bisa mengencerkannya jauh di bawah target. Dosis berdasarkan pengukuran, bukan perkiraan.

Lonjakan nitrit 2-5 hari setelah filter dicuci atau setelah pengobatan

Ini pola yang paling sering membingungkan pemilik koi, dan mekanismenya layak dijelaskan sekali dengan benar.

Dua kelompok bakteri di biofilter Anda tidak setara. Pengoksidasi amonia tumbuh lebih cepat dan pulih lebih cepat setelah gangguan. Pengoksidasi nitrit tumbuh lebih lambat dan lebih peka terhadap guncangan — terhadap klorin, terhadap kekurangan oksigen, terhadap obat, terhadap garam dosis tinggi. Setelah media filter dicuci terlalu bersih, setelah aliran mati beberapa jam, atau setelah satu kali pengobatan dengan PK (kalium permanganat), formalin, atau antibiotik, kedua kelompok tertekan bersama-sama. Lalu kelompok pertama bangkit lebih dulu.

Hasilnya adalah jendela di mana amonia sudah kembali diproses secara normal — test kit amonia Anda bersih, dan Anda merasa krisis sudah lewat — tetapi nitrit yang dihasilkannya menumpuk lebih cepat daripada kemampuan kelompok kedua memprosesnya. Nitrit memuncak **dua sampai lima hari** setelah gangguan, sering justru pada hari ketika Anda berhenti menguji.

Di air tropis polanya lebih tajam, bukan lebih ringan. Pada 29-31 °C semua laju metabolik naik: pengoksidasi amonia dapat pulih dalam waktu sekitar dua hari, jadi puncak nitritnya datang lebih awal dan lebih tinggi daripada kurva landai yang digambarkan panduan air dingin. Dan karena di sini tidak ada musim dorman, **tidak ada jendela musiman yang aman untuk mencuci filter**. Pencucian filter, pengobatan, pengangkutan, ikan baru dan karantina berlangsung sepanjang tahun, jadi risiko ini juga berlaku sepanjang tahun.

Aturan praktisnya: setiap kali Anda mengganggu biofilter dengan cara apa pun, uji nitrit setiap hari selama tujuh hari — bukan sampai amonia bersih. Berhenti menguji saat amonia nol adalah tepat berhenti sebelum bagian yang berbahaya.

Apa yang memicu lonjakan

Amonia dan nitrit hampir tidak pernah naik karena alasan misterius. Dalam praktik penyebabnya salah satu dari daftar pendek ini, dan mengetahui yang mana memberi tahu Anda berapa lama pemulihannya.

PEMICU	YANG BIASANYA TERLIHAT	CATATAN
Filter baru atau belum matang	Amonia naik dulu, lalu turun saat nitrit naik, lalu keduanya bersih	Beberapa minggu. Beri pakan ringan, tambah ikan perlahan.
Media filter dibilas dengan air keran	Amonia dalam 1-2 hari setelah pencucian	Klorin/kaporit membunuh bakterinya. Bilas hanya dengan air kolam.
Pengobatan (PK, formalin, antibiotik) atau garam dosis tinggi	Amonia saat pengobatan, nitrit 2-5 hari kemudian	Uji harian selama pengobatan dan seminggu sesudahnya.
Pemberian pakan berlebih	Kenaikan bertahap, sering setelah ganti merek pakan atau menaikkan porsi	Populasi bakteri menyesuaikan diri dengan porsi lama, bukan porsi baru.
Bangkai ikan atau bahan organik terjebak	Kenaikan mendadak tanpa perubahan rutinitas	Periksa skimmer, bottom drain, ruang pengendapan, sela batu dan lipatan liner.
Listrik padam atau pompa mati	Kenaikan mulai beberapa jam setelah aliran berhenti	Media tanpa aliran cepat kehabisan oksigen dan bakterinya mati.
Menambahkan beberapa ikan sekaligus	Kenaikan dalam hitungan hari setelah ikan baru masuk	Populasi bakteri butuh berminggu-minggu untuk menyesuaikan beban baru.
Hujan deras dan luapan	KH turun, pH bergerak, amonia terbaca sama tetapi NH3 bebasnya berubah	Cek KH sebelum dan sesudah hujan besar. Jauhkan limpasan atap dari kolam.

Yang harus dilakukan saat hasilnya tinggi

1. **Hentikan pemberian pakan sepenuhnya.** Tidak ada amonia yang masuk selain dari pakan. Koi dewasa aman tanpa pakan selama seminggu atau lebih, bahkan di air hangat.
2. **Ukur pH dan suhu bersamaan dengan amonia,** lalu konversikan ke amonia bebas. Inilah yang memberi tahu apakah Anda punya waktu berjam-jam atau sehari-hari.
3. **Tambah aerasi, dan biarkan menyala semalaman.** Insang yang rusak bekerja lebih buruk, nitrit memperparah kekurangannya, dan titik terendah oksigen tetap datang menjelang subuh seperti biasa.
4. **Ganti air sebagian dengan air yang sudah bebas klorin dan sesuai suhunya.** Dua puluh sampai tiga puluh persen, diulang, jauh lebih aman daripada satu perubahan dramatis. Jangan sekali-kali *kuras total*.
5. **Jangan sentuh filter.** Jangan dicuci, jangan di-backwash keras, jangan ganti media. Anda sedang menumbuhkan bakteri, bukan membuangnya.
6. **Kalau nitrit terdeteksi, naikan garam ke kadar perlindungan** seperti dijelaskan di atas, dihitung terhadap volume terukur.
7. **Cek KH.** Filter yang sedang bekerja keras sedang memakan penyangga Anda pada saat yang paling buruk. Kalau KH di bawah 5 dKH, tangani itu bersamaan.

8. Uji ulang tiap beberapa jam pada awalnya, lalu harian, dan lanjutkan sampai Anda mendapat dua hasil bersih berturut-turut untuk *keduanya*, amonia dan nitrit.

Air apa pun yang Anda tambahkan harus bebas klorin. Air PDAM di banyak kota berbau kaporit dan sebagian sistem memakai kloramin, yang **tidak hilang hanya dengan diendapkan atau diaerasi** dan membutuhkan anti-klorin yang sesuai. Menambahkan air keran tanpa perlakuan di tengah kejadian amonia akan membunuh bakteri yang tersisa dan mengubah satu minggu buruk menjadi satu bulan buruk.

Nitrat: jenis angka yang berbeda

Nitrat adalah ujung rantai dan jauh lebih tidak beracun daripada kedua pendahulunya. Koi menoleransi kadar yang akan mengerikan kalau itu amonia. Nitrat tetap layak dipantau, karena kenaikannya yang perlahan adalah catatan jujur tentang beban terakumulasi: berapa banyak Anda memberi pakan, berapa banyak ikan yang Anda pelihara, dan berapa sedikit air segar yang masuk belakangan ini. Satu-satunya jalan turun yang praktis adalah ganti air. Kalau nitrat merangkak naik dan Anda belum mengganti air sebulan, kolam sedang memberi tahu sesuatu sebelum keadaan darurat mana pun muncul.

Mengukur itu bagian yang mudah

Perlu dikatakan terus terang, karena pembaca di Indonesia sudah tahu: **mengukur bukan lagi hal langka**. Rig ESP32 atau ESP8266 dengan probe pH dan suhu plus aplikasi di ponsel ada di mana-mana, dari proyek kampus sampai kolam penghobi, dan banyak di antaranya bekerja dengan baik. Sensor murah, koneksi mudah, grafik terlihat bagus.

Yang sulit bukan itu. Yang sulit adalah **menafsirkan angka pukul 04.00 dan memastikan ada orang yang bertindak**. Amonia total 0,6 mg/L pada pukul 04.00 di kolam dataran tinggi yang dingin adalah catatan kecil untuk buku harian. Amonia total 0,6 mg/L pada pukul 16.00 di kolam dataran rendah dengan pH 8,7 dan air 31 °C adalah kerusakan insang yang sedang berlangsung. Angka yang sama, dua tindakan yang berbeda sama sekali — dan grafik saja tidak akan memberi tahu Anda yang mana. Sebagian besar sistem DIY mengukur pH dan suhu, tetapi tidak amonium, sehingga justru variabel yang menentukan itu tidak pernah masuk ke grafik.

Selain itu ada masalah yang lebih membosankan dan lebih mahal: notifikasi yang berbunyi saat Anda tidur, saat Anda di jalan tol, atau saat aplikasi sedang tidak terpasang di ponsel baru. Deteksi tanpa tindakan bukan perlindungan, hanya arsip.

Apa yang dilakukan H2Koi, dan apa batasnya. Sonde diletakkan di kolam dan mengukur terus-menerus. Yang diukur langsung: suhu, pH, oksigen terlarut (mg/L dan % saturasi), konduktivitas, kekeruhan, **amonium (NH₄)**, dan nitrat (NO₃); ORP tersedia sebagai kanal opsional. Yang diturunkan dari pengukuran itu: **amonia bebas (NH₃)**, nitrit, KH, salinitas, dan TDS. Perbedaan itu penting khusus di halaman ini: NH₃ dihitung dari amonium terukur bersama pH dan suhu — persis perhitungan yang halaman ini minta Anda lakukan dengan tangan, dijalankan terus-menerus alih-alih seminggu sekali. Cakupannya kami sebutkan apa adanya: **KH dihitung (derived), bukan hasil titrasi dan H2Koi tidak melaporkan GH sama sekali.** Wiper pembersih otomatis menjaga permukaan sensor optik tetap bersih. Ini peringatan dini berkelanjutan dari sensor kelas industri; ia tidak mendeteksi penyakit atau parasit, dan tidak mencegah masalah terjadi. Kami juga membangun sistem ganti air otomatis yang dirancang khusus per kolam; sejauh ini kami belum menemukan sistem lain yang melakukannya.

Pertanyaan umum

Berapa kadar amonia dan nitrit yang aman untuk koi?

Di kolam yang sudah mapan, keduanya sebaiknya terbaca nol pada test kit biasa. Nitrit yang terdeteksi berapa pun nilainya layak ditindaklanjuti. Untuk amonia, konversikan dulu hasil amonia total (TAN) menjadi amonia bebas (NH₃) menggunakan pH dan suhu sebelum memutuskan seberapa mendesak; di bawah 0,02 mg/L NH₃ adalah kisaran yang Anda inginkan. Angka-angka ini konvensi umum di kalangan penghobi, bukan batas mutlak.

Amonia total saya 0,25 mg/L. Berbahaya atau tidak?

Sepenuhnya bergantung pada pH dan suhu Anda. Pada pH 7,0 dan 24 °C, 0,25 mg/L amonia total setara sekitar 0,0013 mg/L amonia bebas: bukan keadaan darurat, meski tetap memberi tahu bahwa filter belum mengejar. Pada pH 8,5 dan 30 °C, hasil yang sama setara sekitar 0,05 mg/L amonia bebas dan perlu ditangani hari itu juga. Karena itu pertanyaan "apakah 0,25 berbahaya" tidak bisa dijawab tanpa dua angka lainnya. Perhatikan bahwa panduan luar negeri umumnya memakai tabel 15-20 °C, sehingga meremehkan situasi kolam di dataran rendah kita.

Kenapa amonia melonjak tepat setelah saya membersihkan filter?

Hampir pasti karena media dibilas dengan air keran yang mengandung klorin/kaporit, yang membunuh bakteri nitrifikasi yang hidup di permukaannya. Media filter hanya boleh dibilas dengan air kolam, dan hanya secukupnya untuk memulihkan aliran. Hal yang sama terjadi bila Anda mengganti terlalu banyak media sekaligus, atau bila listrik padam membuat media kehabisan aliran beroksigen selama beberapa jam.

Amonia sudah nol lagi, tetapi tiga hari setelah pengobatan ikan mulai megap-megap. Apa yang terjadi?

Kemungkinan besar nitrit. Pengoksidasi amonia pulih lebih cepat daripada pengoksidasi nitrit setelah gangguan, jadi ada jendela di mana amonia diproses normal sementara nitrit menumpuk. Puncaknya biasanya 2-5 hari setelah pencucian filter atau pengobatan, dan di air 29-31 °C puncak itu datang lebih awal dan lebih tajam daripada di air dingin. Uji nitrit, jangan hanya amonia, dan lanjutkan pengujian harian selama tujuh hari penuh setelah gangguan apa pun pada biofilter.

Berapa dosis garam untuk melindungi ikan dari nitrit?

Kadar perlindungan yang lazim sekitar 1 g/L (0,1%), dihitung terhadap volume kolam yang benar-benar diukur, bukan diperkirakan. Gunakan garam krosok atau garam ikan yang tidak beryodium, larutkan dulu dalam ember berisi air kolam, dan tuangkan bertahap selama beberapa jam. Perlu diingat: garam melindungi ikan dari penyerapan nitrit, tetapi tidak menghilangkan nitrit dan tidak memperbaiki filter. Ingat juga bahwa garam tidak menguap, jadi kadar yang sudah ada di kolam mungkin lebih tinggi daripada dugaan Anda setelah musim kemarau panjang.

Apakah cairan penetral amonia benar-benar bekerja?

Produk pengikat mengubah amonia bebas menjadi bentuk yang jauh kurang beracun dan bisa menjadi jembatan yang wajar saat darurat, tetapi nitrogennya masih ada di kolam dan filter Anda tetap harus memprosesnya. Ini cara membeli waktu beberapa jam, bukan solusi. Perhatikan juga bahwa test kit tipe Nessler tetap akan membaca amonia yang sudah terikat, sedangkan kit salisilat umumnya tidak, sehingga hasil setelah dosis bisa membingungkan bila Anda tidak tahu kit mana yang Anda pakai.

Cycling Kolam Baru: Mengapa Filter Anda Belum Bisa Apa-Apa

Kolam baru selesai dibangun. Pompa berjalan, *bakki shower* mengalir, media filter penuh, airnya jernih sekali. Dan sistem itu, secara biologis, tidak bisa mengerjakan apa pun. Halaman ini menjelaskan apa yang sebenarnya sedang tumbuh di media Anda, berapa lama prosesnya di suhu tropis, mengapa ia memakan KH jauh lebih cepat daripada yang diperkirakan panduan impor, dan kesalahan-kesalahan yang mengembalikan Anda ke titik nol.

Ringkasan singkat

- Media filter baru itu steril. Yang menyaring racun bukan medianya, melainkan lapisan bakteri nitrifikasi yang harus tumbuh di permukaannya — dan itu butuh waktu berminggu-minggu, bukan sehari-hari.
- Urutannya tetap: **amonia naik lebih dulu, nitrit menyusul**. Fase nitrit adalah fase yang paling mematikan dan paling sering mengejutkan.
- Di kolam dataran rendah pada 28-32°C, cycling berjalan lebih cepat daripada di iklim sedang — sekitar 3-6 minggu. Di sabuk dataran tinggi yang malamnya sejuk, tambahkan satu hingga dua minggu.
- **Cycling menguras KH dengan agresif**. Setiap 1 mg/L amonia nitrogen yang dioksidasi mengonsumsi sekitar 7 mg/L alkalinitas sebagai CaCO_3 — kira-kira 0,4 dKH. Seluruh asamnya berasal dari langkah pertama.
- Ketika penyangga habis, nitrifikasi ikut melambat dan berhenti. Cycling yang macet dan pH anjlok adalah kejadian yang sama dilihat dari dua sisi.
- Yang me-reset cycling: kuras total, mencuci media dengan air PDAM berkaporit, mengganti seluruh media sekaligus, pengobatan di kolam utama, dan listrik padam berjam-jam.

Catatan satuan: ppm = mg/L. Test kit impor sering menulis ppm; angkanya sama.

Apa yang sebenarnya belum ada di filter Anda

Media filter — apa pun jenisnya, dari *bio ball* sampai media bergerak sampai matras di *bakki shower* — hanyalah luas permukaan. Ia tidak melakukan pekerjaan kimia apa pun. Yang mengerjakan adalah dua kelompok bakteri yang tumbuh sebagai lapisan tipis di atas permukaan itu:

1. Kelompok pertama mengoksidasi **amonia total (TAN)** menjadi **nitrit (NO₂-)**.
2. Kelompok kedua mengoksidasi **nitrit** menjadi **nitrat (NO₃-)**.

Kedua kelompok ini tumbuh lambat dibandingkan bakteri heterotrof biasa. Mereka membelah dalam hitungan jam sampai hari, bukan menit. Itulah sebabnya tidak ada cara mempercepat proses ini secara dramatis, dan itulah sebabnya kolam yang "sudah jalan tiga hari" belum aman untuk koi bernilai.

Proses keseluruhannya disebut **siklus nitrogen**; pematangan filter di kolam Anda disebut **cycling** — istilah yang memang dipakai penghobi di sini, sama halnya dengan "matangin filter". Bentuk formalnya: *pematangan filter*.

Filter yang baru dicuci bersih berada dalam kondisi yang sama dengan filter baru. Kalau Anda menyikat media sampai putih kembali, Anda tidak membersihkan filter — Anda membuangnya. Ini berlaku sepanjang tahun di sini, karena tidak ada musim dorman yang memberi jeda pada beban amonia.

Urutannya: amonia dulu, nitrit kemudian

Karena kelompok pertama tumbuh lebih dulu, amonia naik lebih dulu dan turun lebih dulu. Kelompok kedua baru punya makanan setelah kelompok pertama bekerja, sehingga nitrit memuncak beberapa minggu kemudian — sering tepat ketika pemilik kolam sudah merasa lega karena amoniannya sudah nol.

FASE	AMONIA TOTAL (TAN)	NITRIT (NO ₂ -)	NITRAT (NO ₃ -)	KH
Hari 1-3	Mulai naik	Nol	Nol	Masih utuh
Hari 3-10	Puncak	Mulai terdeteksi	Nol	Mulai turun
Minggu 2-4	Turun menuju nol	Puncak — fase paling mematikan	Mulai naik	Turun cepat
Minggu 3-6	Nol	Menuju nol	Naik terus	Sudah jauh berkurang

Angka waktu di tabel ini adalah gambaran untuk kolam dataran rendah pada suhu tinggi dengan beban yang wajar. *Angka ini konvensi umum di kalangan penghobi, bukan batas mutlak.* Volume media, seeding, dan beban pakan menggesernya ke kiri atau ke kanan.

Mengapa fase nitrit yang membunuh

Nitrit yang terserap lewat insang mengikat hemoglobin dan membuatnya tidak bisa lagi mengangkut oksigen. Ikan tercekik **di dalam air yang kadar oksigen terlarutnya terbaca normal**. Anda bisa mengukur DO 7 mg/L, melihat aerator berjalan, dan tetap kehilangan ikan.

Target untuk nitrit adalah nol. Sebagai tindakan darurat sementara Anda menunggu kelompok bakteri kedua tumbuh, ion klorida dari garam bersaing dengan nitrit di insang dan menekan penyerapannya. Itu membeli waktu; itu tidak mempercepat cycling.

Amonia total bukan amonia bebas – dan di sini perbedaannya besar



Test kit Anda melaporkan **amonia total (TAN)**, yang merupakan gabungan dari dua bentuk: **amonium (NH_4^+)** yang relatif tidak berbahaya, dan **amonia bebas (NH_3)** yang beracun. **pH dan suhu yang menentukan berapa banyak amonia total berubah menjadi NH_3 bebas.**

Keduanya bergerak ke arah yang sama di kolam tropis. pH yang lebih tinggi menaikkan fraksi NH_3 , dan suhu yang lebih tinggi juga menaikannya. Kolam dataran rendah pada 31°C dengan pH sore 8,4 karena aktivitas alga sedang memegang fraksi NH_3 bebas yang jauh lebih besar daripada kolam yang sama pada 20°C dengan pH 7,4.

Setiap tabel amonia dari panduan iklim sedang meremehkan bahaya di kolam Anda. Angka 0,5 mg/L TAN yang "bisa ditoleransi" pada 18°C dan pH 7,2 adalah situasi yang sama sekali berbeda pada 31°C dan pH 8,4. Target untuk NH_3 bebas adalah nol. Rincian perhitungannya di [amonias dan nitrit](#).

Cycling memakan KH – dan ini bagian yang paling diremehkan

Nitrifikasi adalah proses penghasil asam. Ia mengonsumsi alkalinitas, yaitu kapasitas air Anda menahan perubahan pH.

Angka pastinya: **mengoksidasi 1 mg/L amonia nitrogen mengonsumsi kira-kira 7 mg/L alkalinitas yang diukur sebagai CaCO_3 — sekitar 0,4 dKH.**

Detail yang jarang disebut, dan penting: **seluruh asam itu berasal dari langkah pertama, amonia menjadi nitrit. Langkah nitrit menjadi nitrat tidak mengonsumsi alkalinitas sama sekali.**

Konsekuensinya berlawanan dengan intuisi banyak orang: **kolam yang padat ikan, filternya bagus, dan diberi pakan banyak membakar penyangganya lebih cepat daripada kolam yang terbengkalai.** Filter yang bekerja keras adalah filter yang menghabiskan alkalinitas dengan efisien. "Sistem saya berjalan sempurna" dan "KH saya jatuh setiap minggu" adalah dua kalimat yang saling menjelaskan, bukan saling bertentangan.

Contoh perhitungan

Kolam 10.000 liter, pemberian pakan 500 gram per hari. Sebagai perkiraan kasar, 1 kg pakan menghasilkan sekitar 30 gram amonia total (sebagai N) — *angka ini perkiraan yang lazim dipakai, bukan hasil pengukuran kolam Anda.*

- 500 g pakan → sekitar 15 g TAN per hari
- 15 g dalam 10.000 L = 1,5 mg/L TAN per hari
- $1,5 \times 7 = 10,5$ mg/L CaCO_3 dikonsumsi per hari — sekitar 0,6 dKH per hari
- Selama tujuh hari: sekitar 73 mg/L CaCO_3 , atau lebih dari 4 dKH per minggu

Ini adalah gambaran, bukan neraca lengkap: pertukaran CO_2 , air isi ulang, dan sedikit denitrifikasi di zona miskin oksigen mengembalikan sebagian alkalinitas. Tetapi besaran kasarnya benar, dan pesannya jelas. **Seluruh kisaran kerja KH Anda bisa habis dalam dua minggu.** Tidak ada musim dingin di sini yang memberi penyangga Anda waktu pulih.

Keadaannya lebih ketat lagi di sebagian besar sabuk koi dataran tinggi, di mana air sumur dan mata air vulkanik sering membawa KH rendah — dan air hujan tidak membawa KH sama sekali. Kolam dikuras penyangganya dari satu sisi oleh nitrifikasi, dan diisi ulang dari sisi lain dengan air yang tidak menyangga apa pun.

KH, GH, dan cara menaikannya dengan benar

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. KH juga disebut *alkalinitas total*, dan itulah kata yang akan Anda temukan di laporan uji air dan artikel teknis lokal.

Kisaran kerja untuk koi: **107-179 mg/L CaCO_3 (6-10 dKH).** Di bawah 5 dKH pH menjadi tidak stabil; di bawah 3 dKH kondisinya kritis. Konversi: **1 dKH = 17,9 mg/L CaCO_3 .**

Soda kue, dan dua hal yang bukan soda kue

Bahan yang tepat untuk kolam berisi ikan adalah **soda kue** (natrium bikarbonat, NaHCO_3) — dijual di setiap supermarket, terkendali, dan tidak menaikkan GH.

Dua peringatan keselamatan. Yang Anda perlukan bukan **soda api** (NaOH, kaustik) — bahan itu berbahaya bagi Anda dan bagi ikan, dan tidak boleh masuk ke kolam. Dan bukan pula **soda ash**. Kata "soda" saja ambigu dalam bahasa Indonesia; pastikan kemasannya tertulis natrium bikarbonat atau *sodium bicarbonate*.

Perhatikan juga jebakan register: **kapur, dolomit, dan kapur pertanian** adalah pilihan standar dalam literatur produksi ikan konsumsi untuk mengapur kolam kosong. Itu alat produsen untuk kolam tanpa ikan, dan ia juga menaikkan GH. Untuk kolam kolektor yang berisi koi, soda kue adalah pilihan yang bisa Anda kendalikan.

Dosis yang benar — dan koreksi terhadap aturan yang salah

Natrium bikarbonat memasok satu ekuivalen per mol. Untuk menaikkan KH sebesar **1 dKH** dibutuhkan kira-kira **30 mg/L NaHCO₃**.

VOLUME	SODA KUE UNTUK MENAIKKAN KH ~1 DKH (~17,9 MG/L CaCO ₃)
100 liter	3 gram
1.000 liter	30 gram
10.000 liter	300 gram
20.000 liter	600 gram

Aturan yang beredar luas di kalangan penghobi — "1 gram per 100 liter untuk 1 dKH" — salah. Dosis itu hanya menghasilkan sekitar 0,33 dKH, kira-kira sepertiga dari yang Anda kira. Kalau Anda memakainya selama ini, itu menjelaskan mengapa KH Anda tidak pernah naik meskipun Anda rutin menambahkan soda kue. Angka yang benar adalah **3 gram per 100 liter**.

Kehati-hatian yang lazim: naikkan tidak lebih dari sekitar 1-2 dKH per hari. Larutkan dulu dalam ember berisi air kolam, tuang di titik beraliran kuat, lalu ukur ulang keesokan harinya.

Angka-angka di atas adalah **angka lazim dalam pemeliharaan koi, bukan resep**. Setiap kolam, tingkat kepadatan ikan, dan sumber air berbeda. Verifikasikan terhadap pengukuran Anda sendiri. Selengkapannya di [halaman KH](#).

Ketika penyangga habis, cycling ikut berhenti

Bakteri nitrifikasi memakai karbon anorganik — bikarbonat — sebagai sumber karbonnya. Ketika alkalinitas terkuras, dua hal terjadi bersamaan:

1. pH menjadi tidak stabil dan mulai jatuh, sering kali **semalaman**, dan ditemukan menjelang subuh.

2. Laju nitrifikasi menurun tajam. Amonia yang tadinya diproses mulai menumpuk.

Ini menghasilkan pola yang membingungkan banyak pemilik kolam baru: cycling berjalan bagus selama dua minggu, lalu tiba-tiba amonia naik lagi tanpa ada yang berubah. Yang berubah adalah KH. Cycling tidak macet karena bakterinya mati — ia macet karena bahan bakarnya habis.

Ada satu belokan yang perlu diketahui: ketika pH jatuh sangat rendah, fraksi NH₃ bebas ikut turun, sehingga amonia total yang tinggi untuk sementara terasa kurang beracun. Lalu Anda memperbaiki KH, pH naik kembali, dan seluruh amonia yang menumpuk itu berubah menjadi bentuk bebasnya dalam hitungan jam.

Perbaiki KH secara bertahap, dan turunkan amonia dengan ganti air terlebih dahulu. Lihat [pH anjlok](#).

Berapa lama sebenarnya, di kolam Anda

Ketinggian menetapkan suhu Anda, dan suhu menetapkan laju pertumbuhan bakteri. Kolam dataran rendah di Jakarta, Tangerang, Bekasi, Surabaya, atau Semarang biasanya berada di sekitar 28-32°C hampir sepanjang tahun. Sabuk dataran tinggi — Bogor, Sukabumi, Cianjur, Bandung, Malang, Batu — berjalan jauh lebih sejuk pada malam hari, sering di angka 20-an bawah hingga menengah. Dua kolam di negara yang sama bisa selalu terpaut 6-8°C. Ini angka tipikal, bukan pengukuran: ukurlah kolam Anda.

KONDISI	PERKIRAAN WAKTU SAMPAI AMONIA DAN NITRIT STABIL DI NOL
Dataran rendah, 28-32°C, dengan seeding media matang	Sekitar 2-3 minggu
Dataran rendah, 28-32°C, tanpa seeding	Sekitar 3-6 minggu
Dataran tinggi, malam di 20-an bawah	Tambahkan 1-2 minggu
Beban ditambah terlalu cepat di tengah proses	Mundur; gelombang nitrit kedua

Satu keuntungan iklim tropis yang jarang disebut: bakteri nitrifikasi justru bekerja dengan baik di kisaran suhu kolam dataran rendah Anda. Cycling di sini memang lebih cepat daripada di Eropa atau Jepang utara. Kelemahannya adalah tidak adanya jeda: beban amonia berjalan 365 hari, dan penyangga Anda tidak pernah mendapat musim untuk pulih.

Dua cara menjalankan cycling

Tanpa ikan

Anda memasok sumber amonia sendiri — larutan amonia murni tanpa pewangi dan tanpa surfaktan, atau sedikit pakan yang dibiarkan terurai. Anda menargetkan amonia terukur (banyak penghobi bekerja di sekitar 1-2 mg/L TAN), lalu memelihara pasokan itu sampai amonia dan nitrit sama-sama kembali ke nol dalam 24 jam.

Ini cara yang benar untuk kolam kolektor. Tidak ada ikan yang terpapar, dan Anda bebas memantau KH tanpa tekanan.

Dengan ikan sudah masuk

Kenyataannya, banyak kolam diisi tak lama setelah selesai dibangun. Kalau itu situasi Anda:

- Masukkan ikan yang paling sedikit dan paling tidak bernilai lebih dulu — jangan pernah tategoi Anda
- Beri pakan sangat sedikit; pakan adalah sumber amoniak
- Uji amonia dan nitrit setiap hari, bukan setiap minggu
- Siapkan air pengganti yang sudah di-de-klorinasi untuk penggantian sebagian mendadak
- Pertahankan klorida dari garam sebagai perlindungan selama fase nitrit
- Pantau KH setidaknya dua kali seminggu selama fase ini

Mempercepat dengan seeding

Cara tercepat dan paling andal adalah memindahkan media matang dari filter yang sudah berjalan — milik Anda sendiri, atau milik rekan klub. Sepertiga volume media matang memangkas waktu secara signifikan.

Seeding membawa risiko yang nyata. Media dari kolam orang lain membawa apa pun yang hidup di kolam itu — termasuk patogen dan parasit yang tidak menimbulkan gejala pada ikan yang sudah kebal di sana. Kalau Anda melakukannya, lakukan dari kolam yang Anda percayai sepenuhnya, dan pertimbangkan risikonya terhadap nilai koleksi yang akan Anda masukkan. Prinsip karantina berlaku untuk media, bukan hanya untuk ikan.

Tentang bakteri botolan: sebagian produk memang membantu mempersingkat waktu, terutama jika penanganan dan penyimpanannya baik. Tetapi tidak ada produk yang membuat filter matang dalam semalam, dan tidak ada produk yang menghapus kebutuhan menguji amonia dan nitrit. Perlakukan sebagai percepatan, bukan sebagai jalan pintas.

Kesalahan yang me-reset cycling

1. **Kuras total.** Menguras dan mengisi ulang seluruh kolam adalah praktik yang umum di sini, dan ia adalah langkah yang persis salah terhadap penyangga yang rendah. Ia membuang KH, mengubah suhu mendadak, memasukkan volume besar air yang belum tentu sesuai, dan mengganggu sistem yang sedang berjuang. Gantilah air sebagian — *penggantian air sebagian* — secara terjadwal.
2. **Mencuci media dengan air PDAM.** Kaporit membunuh lapisan bakteri yang Anda tumbuhkan selama enam minggu. Kalau media harus dibilas, bilas dengan air kolam yang dikeluarkan, di dalam ember, dengan lembut, dan sebagian saja.
3. **Mengganti seluruh media sekaligus.** Ganti maksimal sepertiga pada satu waktu, dengan jeda beberapa minggu.
4. **Menyikat media sampai bersih.** Media yang terlihat kotor adalah media yang bekerja.
5. **Mengobati di kolam utama.** Banyak obat menekan bakteri nitrifikasi. Lakukan pengobatan di bak karantina bila memungkinkan, dan siapkan diri untuk gelombang amonia bila tidak.
6. **Mematikan pompa.** Bakteri nitrifikasi bersifat aerob. Aliran yang berhenti selama beberapa jam di air 30°C dapat membunuh sebagian besar lapisan di dalam media. **Listrik padam pukul 02.00 bukan hanya masalah aerasi — ia juga masalah biofilter.** Daya cadangan untuk pompa udara, dan idealnya untuk pompa sirkulasi, adalah investasi yang masuk akal di sini.

7. **Membiarkan filter kelaparan.** Tanpa pasokan amonia, koloni menyusut. Kolam yang ikannya dipindahkan selama dua minggu akan menyambut mereka kembali dengan filter yang jauh lebih lemah.
8. **Menambah terlalu banyak ikan sekaligus.** Kapasitas filter tumbuh mengikuti beban, bukan mendahuluinya. Tambahkan bertahap.

Setelah cycling selesai, risikonya tidak berakhir

Panduan iklim sedang menempatkan lonjakan nitrit sebagai peristiwa musim semi. Di sini tidak demikian. Pembersihan filter, pengobatan, pengangkutan, ikan baru, dan karantina berlangsung sepanjang tahun — sehingga **lonjakan nitrit 2-5 hari setelah gangguan filter adalah risiko sepanjang tahun**, bukan risiko musiman.

Kalender pameran dan liga juga berjalan terus. Air pengangkutan yang hangat menahan lebih sedikit oksigen *dan* membuat amonia total yang sama jauh lebih beracun. Kalau Anda mengembalikan ikan dari pameran ke kolam karantina yang baru diisi, Anda menjalankan cycling mini dengan ikan bernilai di dalamnya.

Musim hujan menambah satu lagi: hujan deras memasukkan volume besar air ber-KH nol dengan pH sekitar 5,6 dalam satu-dua jam, ditambah limpasan pertama dari atap dan halaman, ditambah penurunan suhu yang cepat. Terhadap penyangga yang sudah terkuras oleh nitrifikasi, itu adalah persiapan yang tepat untuk pH anjlok. Periksa KH sebelum dan sesudah hujan besar, dan jauhkan limpasan atap dari kolam.

Apa yang harus diukur, dan seberapa sering

PARAMETER	SELAMA CYCLING	SETELAH MAPAN
Amonia total (TAN)	Harian	Mingguan, dan setelah setiap gangguan
Nitrit (NO ₂ -)	Harian	Mingguan, dan 2-5 hari setelah gangguan filter
KH (kesadahan karbonat)	2-3 kali seminggu	Mingguan, dan sebelum serta sesudah hujan deras
pH	Harian — catat sore dan subuh	Terus-menerus bila memungkinkan
Suhu	Harian	Terus-menerus
Oksigen terlarut (DO)	Terutama menjelang subuh	Terus-menerus

Perhatikan baris pH. pH adalah **indikator yang tertinggal**: menurut desainnya, ia tidak bergerak sampai perlindungannya hilang. KH adalah **indikator yang mendahului**. Menguji pH saja selama cycling akan memberi Anda kabar baik sampai kabar itu tiba-tiba menjadi sangat buruk.

Memantau kolam yang sedang cycling

Mengukur itu bagian yang mudah. Rig ESP32 dengan probe pH dan suhu, dan aplikasi di ponsel, sudah menjadi hal biasa di Indonesia — di proyek kampus dan di halaman belakang penghobi. Kami tidak akan menjual pengukuran berkelanjutan seolah-olah itu barang langka.

Yang sulit adalah menafsirkan angka pukul 04.00 dan ada orang yang bertindak atas angka itu. Kolam yang sedang cycling tidak mengirim satu pembacaan darurat. Ia mengirim bentuk: KH yang turun 0,5 dKH per hari selama sembilan hari, pH subuh yang setiap pagi sedikit lebih rendah dari kemarin, dan amonium yang mulai

merangkak naik lagi pada hari kesebelas. Penilaian atas pola itu — dan panggilan telepon yang mengikutinya — adalah bagian yang tidak dikerjakan oleh sensor mana pun.

Sonde H2Koi mengukur secara langsung suhu, pH, oksigen terlarut (mg/L dan % saturasi), konduktivitas, kekeruhan, **amonium (NH₄)**, dan nitrat (NO₃); ORP tersedia sebagai kanal opsional. Dari pengukuran itu ia menurunkan KH, amonia bebas (NH₃), nitrit, salinitas, dan TDS. Artinya seluruh rangkaian yang menentukan hasil cycling terlihat sebagai kurva, bukan sebagai titik-titik uji terpisah. **H2Koi tidak melaporkan GH sama sekali, dan KH dihitung (derived), bukan hasil titrasi.** Ini adalah peringatan dini yang berkelanjutan dari sensor kelas industri, dan ia tidak mendeteksi penyakit atau parasit.

Pertanyaan umum

Berapa lama cycling kolam baru di Indonesia?

Lebih cepat daripada yang ditulis panduan Eropa atau Jepang, karena bakteri nitrifikasi tumbuh baik di suhu kolam kita. Di dataran rendah pada 28-32°C, perkiraan sekitar 3-6 minggu tanpa seeding, atau 2-3 minggu bila Anda memindahkan media matang dari filter yang sudah berjalan. Di sabuk dataran tinggi seperti Bogor, Cianjur, Bandung, atau Batu yang malamnya jauh lebih sejuk, tambahkan satu sampai dua minggu. Angka ini konvensi umum, bukan jaminan: volume media, beban pakan, dan yang paling menentukan, apakah KH Anda bertahan selama prosesnya, akan menggeser hasilnya.

Amonia saya sudah nol setelah dua minggu. Berarti sudah selesai?

Belum, dan ini justru titik paling berbahaya. Amonia turun lebih dulu karena kelompok bakteri pertama tumbuh lebih dulu. Kelompok kedua, yang mengubah nitrit menjadi nitrat, baru mendapat makanan setelah kelompok pertama bekerja, sehingga nitrit biasanya memuncak di minggu kedua sampai keempat — persis ketika pemilik kolam merasa lega. Nitrit mengikat hemoglobin sehingga ikan tercekik di dalam air yang oksigennya terbaca normal. Uji nitrit setiap hari sampai ia stabil di nol selama beberapa hari berturut-turut.

Mengapa KH saya tidak naik padahal saya rutin menambahkan soda kue?

Kemungkinan besar Anda memakai aturan yang salah. Angka yang beredar luas di kalangan penghobi, satu gram per 100 liter untuk 1 dKH, keliru: dosis itu hanya menghasilkan sekitar 0,33 dKH. Angka yang benar adalah 3 gram per 100 liter, atau 30 gram per 1.000 liter, untuk menaikkan KH kira-kira 1 dKH. Alasan kedua adalah konsumsi: nitrifikasi memakan sekitar 7 mg/L alkalinitas sebagai CaCO₃ untuk setiap 1 mg/L amonia nitrogen yang dioksidasi, jadi kolam yang diberi pakan banyak bisa membakar lebih dari 4 dKH per minggu. Anda mungkin sedang menambah dengan benar tetapi lebih lambat daripada laju konsumsinya.

Apakah kuras total membantu kalau amonia saya tinggi?

Tidak, dan biasanya justru memperburuk. Menguras dan mengisi ulang seluruh kolam membuang KH sekaligus, mengubah suhu mendadak, memasukkan volume besar air yang belum tentu sesuai, dan mengganggu sistem yang sedang berjuang. Yang Anda butuhkan adalah penggantian air sebagian yang terkendali dan berulang — dengan air yang sudah di-de-klorinasi kalau dari PDAM, atau sudah diaerasi kalau dari sumur, karena air sumur biasanya rendah oksigen dan tinggi CO₂. Turunkan amonia bertahap, jaga KH, dan biarkan filter mengejar.

Kenapa kolam saya berhenti memproses amonia padahal sebelumnya sudah berjalan?

Periksa KH sebelum hal lain. Bakteri nitrifikasi memakai bikarbonat sebagai sumber karbonnya, dan proses itu sendiri menghabiskan alkalinitas terus-menerus. Ketika penyangga terkuras, laju nitrifikasi turun tajam dan amonia mulai menumpuk lagi — tanpa ada satu pun hal lain yang berubah. Cycling tidak macet karena bakterinya mati; ia macet karena bahan bakarnya habis. Perbaiki KH secara bertahap, tidak lebih dari sekitar 1-2 dKH per hari, dan turunkan amonia lewat ganti air lebih dulu, karena menaikkan pH kembali akan mengubah amonium yang menumpuk menjadi amonia bebas.

Setelah filter matang, apakah lonjakan nitrit masih bisa terjadi?

Ya, dan di sini risikonya berlaku sepanjang tahun karena tidak ada masa dorman. Pembersihan filter, pengobatan, pemindahan ikan, kedatangan ikan baru, dan karantina berlangsung terus, dan lonjakan nitrit klasik muncul 2-5 hari setelah gangguan pada biofilter — bukan pada hari itu juga. Kalender pameran dan liga juga berjalan sepanjang tahun, dan air pengangkutan yang hangat menahan lebih sedikit oksigen sekaligus membuat amonia total yang sama jauh lebih beracun. Kebiasaan yang benar adalah menguji nitrit beberapa hari setelah setiap gangguan, bukan hanya pada saat gangguannya.

Parameter air kolam koi: tabel acuan untuk kolam tropis

Hampir semua tabel parameter yang beredar menyalin angka dari kolam beriklim sedang, lalu berhenti di situ. Halaman ini menambahkan kolom yang justru paling menentukan di kolam Indonesia: **seberapa cepat tiap parameter bisa berubah**. Parameter yang bergerak dalam hitungan jam butuh perlakuan yang sama sekali berbeda dari parameter yang bergerak dalam hitungan minggu.

Ringkasnya:

- Tidak ada satu angka nasional untuk apa pun yang bergantung suhu. Dataran rendah berjalan di 28–32 °C hampir sepanjang tahun; sabuk dataran tinggi bisa di kisaran 20-an bawah pada malam hari. Ukur kolam Anda sendiri.
- KH (kesadahan karbonat) adalah indikator awal. pH adalah indikator yang tertinggal — menurut desainnya, pH tidak bergerak sampai perlindungannya habis.
- Rentang kerja KH untuk koi: 107–179 mg/L CaCO₃ (6–10 dKH). Di bawah 5 dKH pH menjadi tidak stabil; di bawah 3 dKH kritis.
- Nitrifikasi berjalan 365 hari di sini, jadi penyangga (buffer) Anda dimakan 365 hari tanpa jeda musim dingin untuk pulih.
- Angka amonia total tanpa pH dan suhu nyaris tidak berarti. Pada 30 °C fraksi NH₃ bebas jauh lebih tinggi daripada tabel buku Eropa.
- ppm = mg/L. Kit impor menulis ppm; halaman ini memakai mg/L.

Tabel acuan lengkap

Rentang di bawah ini adalah rentang kerja yang mapan di kalangan pemilik koi, bukan resep dan bukan batas mutlak. Kolam, kepadatan ikan, dan sumber air Anda berbeda dari kolam mana pun yang menjadi dasar angka-angka ini.

Parameter air kolam koi — rentang kerja, arti, dan kecepatan perubahan			
PARAMETER	RENTANG KERJA	APA ARTINYA	SEBERAPA CEPAT BISA BERUBAH
Suhu	Dataran rendah 28–32 °C; dataran tinggi sering 21–26 °C. Yang penting bukan angkanya, tetapi kestabilannya.	Mengatur laju metabolisme ikan, laju nitrifikasi, plafon oksigen, dan fraksi amonia bebas. Ia adalah pengali untuk hampir semua baris lain di tabel ini.	Cepat. Hujan deras bisa menurunkan 2–4 °C dalam satu jam di kolam dangkal. Pengisian ulang bervolume besar bisa lebih cepat lagi.

PARAMETER	RENTANG KERJA	APA ARTINYA	SEBERAPA CEPAT BISA BERUBAH
Oksigen terlarut (DO)	8-10 mg/L nyaman; 7 mg/L adalah lantai praktis, bukan angka nyaman. Di dataran rendah yang panas, 8-10 mg/L sering di luar jangkauan karena plafon kejenuhannya sendiri rendah — itu alasan untuk menambah aerasi malam, bukan alasan menurunkan targetnya.	Cadangan yang menopang ikan, biofilter, dan pengurai dasar. Di bawah 6 mg/L sudah stres terukur; di bawah 4 mg/L berbahaya akut. Plafonnya turun saat air menghangat: sekitar 9,1 mg/L pada 20 °C, 7,5 mg/L pada 30 °C, 7,0 mg/L pada 35 °C di permukaan laut.	Menit ke jam. Parameter yang paling cepat bergerak di tabel ini. Puncak sore, minimum pukul 04.00-06.00. Bisa jatuh beberapa mg/L dalam satu malam.
Kejenuhan oksigen	80-100% pada dini hari. Di atas 110% siang hari menandakan bloom yang tebal.	Menempatkan angka mg/L dalam konteks suhu dan ketinggian. Kejenuhan turun kira-kira 1% per 100 mdpl.	Sama dengan DO — menit ke jam.
pH	7,0-8,5, dengan <i>kestabilan</i> lebih penting daripada nilai absolutnya.	Indikator yang tertinggal . Selama KH masih cukup, pH tidak akan banyak bergerak — itu memang tugasnya penyangga. Ketika pH mulai berayun lebar, perlindungannya sudah hilang.	Jam demi jam jika KH rendah; hampir diam jika KH cukup. Ayunan harian yang sehat kurang dari 0,3 unit.
KH (kesadahan karbonat) / alkalinitas total	107-179 mg/L CaCO ₃ (6-10 dKH). Di bawah 89 mg/L (5 dKH) pH mulai tidak stabil; di bawah 54 mg/L (3 dKH) kritis.	Kapasitas penyangga (buffer) kolam — satu-satunya hal yang menahan pH. Indikator awal : ia turun jauh sebelum pH bereaksi.	Hari ke minggu dari nitrifikasi — tetapi bisa jatuh dalam satu jam saat hujan deras dan luapan mengencerkannya.
GH (kesadahan umum)	Kalsium dan magnesium; nilai sedang umumnya memadai untuk koi.	Tidak menyangga apa pun. Relevan untuk osmoregulasi, bukan untuk stabilitas pH.	Lambat — minggu ke bulan.
Amonia total (TAN)	Serendah mungkin. Angka ini sendirian tidak cukup untuk menilai bahaya.	Jumlah NH ₃ bebas ditambah NH ₄ ⁺ . pH dan suhu yang menentukan berapa banyak amonia total berubah menjadi NH ₃ bebas.	Hari. Naik setelah pemberian pakan berlebih, kematian ikan yang tidak terlihat, atau gangguan filter.
Amonia bebas (NH₃)	Target nol.	Fraksi yang beracun. Merusak insang dan menurunkan kemampuan ikan mengambil oksigen.	Menit ke jam — karena ia bergerak bersama pH. TAN yang tetap sama menjadi jauh lebih beracun saat pH naik di sore hari.
Nitrit (NO₂⁻)	Target nol.	Beracun akut: mengikat hemoglobin, sehingga ikan mati lemas di air yang kadar oksigennya terukur normal.	2-5 hari setelah gangguan filter, obat, atau ikan baru — risiko sepanjang tahun di sini, bukan risiko musiman.
Nitrat (NO₃⁻)	Produk akhir; dikendalikan lewat <u>ganti air</u> . Jauh lebih tidak beracun daripada dua di atasnya.	Menunjukkan seberapa besar beban yang sudah diproses filter dan seberapa jarang air diganti. Pendorong utama bloom alga.	Minggu. Naik lebih cepat di kemarau karena penguapan memekatkannya.

PARAMETER	RENTANG KERJA	APA ARTINYA	SEBERAPA CEPAT BISA BERUBAH
Konduktivitas / DHL	Tidak ada angka baku; yang penting adalah garis dasar kolam Anda sendiri dan penyimpangannya.	Total ion terlarut. Berguna sebagai detektor perubahan serba guna: pengenceran hujan, pemekatan penguapan, dosis garam.	Jam saat hujan atau pengisian ulang; minggu saat merangkak naik karena penguapan.
TDS	Diturunkan dari konduktivitas; sama fungsinya.	Cara lain menyatakan hal yang sama; angkanya bergantung pada faktor konversi alat.	Sama dengan konduktivitas.
Salinitas	Kolam tanpa perlakuan mendekati nol. Dosis terapeutik umum 3 g/L (0,3%) — berdasarkan pengukuran, bukan perkiraan.	Garam tidak menguap. Air menguap, garamnya tetap tinggal.	Minggu naik karena penguapan di kemarau; satu malam turun karena luapan hujan.
ORP (potensial redoks) — opsional	Umumnya 250–400 mV di kolam yang bersih; bacalah sebagai tren.	Keseimbangan oksidasi-reduksi air secara keseluruhan. Sensitif terhadap beban organik, ozon, dan UV.	Menit ke jam. Merespons cepat terhadap beban organik, UV, dan ozon.
Kekeruhan (NTU)	NTU satu digit di kolam yang jernih; tren kolam Anda sendiri lebih berguna daripada angka mutlak.	Partikel tersuspensi: alga renik, lumpur setelah hujan, ikan mengaduk dasar, filter yang jebol.	Menit. Salah satu indikator tercepat bahwa ada yang berubah secara mekanis; satu hujan lebat dengan limpasan juga bisa mengubahnya dalam waktu singkat.
Sianobakteri (BGA) — opsional	Tidak ada rentang kerja; baris ini hanya tren.	Dibaca lewat fikosianin, pigmen yang khas untuk sianobakteri. Menunjukkan tren, bukan hitungan sel, dan tidak mengukur racun.	Hari ke minggu. Paling cepat menumpuk pada hari-hari kemarau yang panjang dan cerah.

Mengapa kolom "seberapa cepat" adalah kolom terpenting

Kalau Anda mengukur seminggu sekali, Anda hanya bisa melihat parameter yang bergerak lebih lambat dari seminggu. Nitrat dan GH masuk kategori itu. Suhu, oksigen, pH, amonia bebas, dan ORP tidak — semuanya bisa datang dan pergi di antara dua pengukuran Anda tanpa meninggalkan jejak.

Ini alasan struktural mengapa kolam bisa "selalu terukur baik" dan tetap kehilangan ikan pada subuh. Angka yang Anda ambil pukul 16.00 adalah angka terbaik hari itu untuk oksigen dan angka tertinggi hari itu untuk pH. Yang membunuh terjadi sekitar dua belas jam kemudian. Lihat [halaman oksigen](#) untuk kurva 24 jam lengkapnya.

Suhu: pengali untuk segalanya

Di Indonesia, suhu bukan variabel musiman — ia variabel *ketinggian*. Kolam di Jakarta, Tangerang, Bekasi, Surabaya, Semarang, dan kota pesisir lain biasanya duduk di 28–32 °C hampir sepanjang tahun. Sabuk koi dataran tinggi — Bogor, Sukabumi, Cianjur, Bandung, Malang dan Batu — berjalan jauh lebih sejuk pada malam hari, sering di kisaran 20-an bawah. Dua kolam di negara yang sama bisa berbeda permanen 6–8 °C.

Karena itu tidak masuk akal memberi satu angka nasional untuk apa pun yang bergantung suhu. Yang berlaku universal adalah arah pengaruhnya:

- Air lebih hangat → plafon oksigen lebih rendah.
- Air lebih hangat → metabolisme ikan lebih tinggi, jadi permintaan oksigen dan produksi amonia lebih tinggi.
- Air lebih hangat → fraksi NH_3 bebas dari amonia total yang sama lebih besar.
- Air lebih hangat → nitrifikasi lebih cepat, jadi KH dimakan lebih cepat.

Keempatnya bergerak ke arah yang sama sekaligus. Itulah sebabnya kolam dataran rendah punya margin kesalahan yang lebih tipis daripada yang disadari kebanyakan pemilik. Rincian lengkap di [halaman suhu](#).

KH dan pH: indikator awal dan indikator yang tertinggal

Ini pasangan yang paling sering disalahpahami, dan bahasa Indonesia memperburuknya. **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.** Kalau Anda pernah membaca laporan air PDAM atau artikel yang menyebut "alkalinitas" atau "alkalinitas total", itu adalah KH dengan nama lain.

Konversi satuannya: **1 dKH = 17,9 mg/L CaCO_3** . Kit tetes yang dijual di sini (Sera, API, Tetra) biasanya membaca dalam dKH atau ppm, jadi Anda akan sering bolak-balik antara kedua satuan.

Mengapa KH turun terus di kolam tropis

Konsumen penyangga terbesar biasanya bukan hujan, melainkan filter Anda sendiri. Mengoksidasi 1 mg/L nitrogen amonia menghabiskan sekitar 7 mg/L alkalinitas yang diukur sebagai CaCO_3 — sekitar 0,4 dKH.

Rincian yang jarang disebut: seluruh asam itu berasal dari tahap *pertama*, amonia menjadi nitrit. Tahap nitrit menjadi nitrat tidak mengonsumsi alkalinitas sama sekali.

Konsekuensinya berlawanan dengan intuisi: **kolam yang ikannya banyak, pakannya berat, dan filternya bagus membakar penyangganya lebih cepat daripada kolam yang terbengkalai.** Filter yang bekerja baik justru adalah pemakan KH yang paling rakus.

Di iklim tropis tidak ada jeda. Ikan makan sepanjang tahun, jadi nitrifikasi berjalan sepanjang tahun, jadi KH dimakan sepanjang tahun — tanpa musim dingin ketika beban berhenti dan penyangga sempat pulih. Tidak ada "restart biofilter musim semi" di sini karena filternya tidak pernah berhenti.

Lebih buruk lagi di sebagian besar sabuk dataran tinggi: air sumur dan mata air vulkanik sering lunak dan membawa sedikit KH, sementara air hujan tidak membawa KH sama sekali. Kolam Anda dikuras penyangganya dari satu sisi dan diisi ulang dengan air tanpa penyangga dari sisi lain. Karena itu KH harus diperiksa terjadwal, bukan setelah ada kejadian yang menakutkan. Rincian lengkap ada di [halaman KH](#).

Dosis menaikkan KH — angka yang benar

Natrium bikarbonat (NaHCO_3) — **soda kue**, yang dijual di setiap supermarket — adalah pilihan yang paling terkendali untuk kolam berisi ikan. Angka yang benar:

- **30 gram per 1.000 liter** menaikkan KH kira-kira 1 dKH (sekitar 17,9 mg/L CaCO_3). Setara 3 gram per 100 liter.
- Naikkan tidak lebih dari sekitar 1-2 dKH per hari. Ini kehati-hatian konvensional di kalangan penghobi, bukan batas mutlak.

Aturan "1 gram per 100 liter untuk 1 dKH" yang beredar luas itu salah. Dosis itu hanya menghasilkan sekitar 0,33 dKH — sepertiga dari yang Anda kira. Kalau Anda mengikutinya dan menyimpulkan bahwa soda kue "tidak berpengaruh" di kolam Anda, penyebabnya adalah aritmetikanya, bukan bahannya.

Dua peringatan keselamatan karena kata "soda" ambigu dalam bahasa Indonesia: yang dimaksud **bukan soda api** (NaOH , kaustik — jangan pernah dipakai untuk kolam berisi ikan) dan **bukan soda ash**. Yang benar adalah soda kue, natrium bikarbonat, NaHCO_3 .

Perhatikan juga jebakan register: kapur, dolomit, dan kapur pertanian adalah alat standar untuk mengapur kolam produksi yang kosong, dan keduanya juga menaikkan GH. Untuk kolam koleksi yang berisi ikan bernilai, soda kue adalah pilihan yang bisa dikendalikan.

Nitrogen: mengapa satu angka amonia hampir tidak berarti

Test kit Anda melaporkan amonia total (TAN). Yang meracuni ikan adalah amonia bebas (NH_3), dan proporsinya ditentukan oleh pH dan suhu. Tabel berikut menunjukkan berapa persen dari amonia total yang berbentuk NH_3 bebas:

Persentase amonia total yang berbentuk NH_3 bebas (angka pendekatan)			
PH	25 °C	30 °C	32 °C
7,0	0,6%	0,8%	0,9%
7,5	1,8%	2,5%	2,9%
8,0	5,3%	7,5%	8,6%
8,5	15,1%	20,4%	22,9%
9,0	36,0%	44,8%	48,3%

Baca tabel itu dua kali. Amonia total 1,0 mg/L pada pH 7,5 dan 25 °C memberi sekitar 0,018 mg/L NH₃ bebas. Amonia total yang sama persis pada pH 8,5 dan 32 °C memberi sekitar 0,23 mg/L — lebih dari dua belas kali lipat, tanpa satu miligram amonia pun ditambahkan.

Karena kolam Anda naik pH sepanjang sore akibat fotosintesis dan berjalan di suhu tinggi sepanjang tahun, **setiap tabel amonia yang ditulis untuk kolam beriklim sedang meremehkan bahaya di sini**. Bacaan amonia yang sama, diambil pukul 09.00 dan pukul 16.00, mewakili dua tingkat risiko yang berbeda. Rincian di [halaman amonia dan nitrit](#).

Nitrit layak mendapat kalimat tersendiri karena ia menipu: ia mengikat hemoglobin, sehingga ikan mati lemas di air yang kadar oksigennya terukur normal. Anda bisa melihat DO 7,2 mg/L di meter dan tetap punya ikan yang megap-megap di permukaan. Lonjakan nitrit 2-5 hari setelah gangguan filter adalah risiko sepanjang tahun di sini, bukan peristiwa musim semi — karena di sini tidak ada musim semi dan filter dibersihkan sepanjang tahun. Lihat juga [cycling kolam baru](#).

Garam, konduktivitas, dan penguapan

Salinitas adalah parameter yang paling sering salah diperkirakan, karena dua musim menggerakkannya ke arah berlawanan.

- **Musim kemarau menaikkannya.** Air menguap; garam tidak. Kolam yang Anda dosis ke 3 g/L (0,3%) bulan lalu bisa lebih pekat sekarang meski Anda tidak menambah apa pun. Bersamanya ikut naik nitrat, TDS, dan konduktivitas.
- **Musim hujan menurunkannya.** Satu malam hujan dengan luapan adalah ganti air yang tidak terkendali — tanpa anti-klorin, tanpa penyamaan suhu, dan tanpa pilihan. Kolam yang tadinya 0,3% tidak lagi 0,3% pada pagi harinya.

Karena itu dosis garam harus berdasarkan pengukuran, bukan perkiraan, dan diperiksa ulang setelah hujan besar maupun setelah beberapa minggu kemarau. Belilah garam krosok atau garam ikan — jangan garam meja beryodium, dan hindari yang mengandung zat antigumpal. Rincian di [halaman garam](#).

Kekeruhan dan alga

Dua hal yang sering dicampuradukkan dalam percakapan sehari-hari. **Air hijau** adalah alga renik yang melayang di air — plankton — dan membuat seluruh kolom air berwarna. **Lumut benang** (juga disebut lumut rambut) adalah alga berhelai yang menempel di dinding dan dasar. Keduanya masalah yang berbeda dengan penanganan yang berbeda; kata "lumut" dipakai longgar untuk apa saja yang hijau, tetapi di sini yang dimaksud adalah alga benang.

Kekeruhan (NTU) mengukur partikel tersuspensi apa pun — bloom, lumpur limpasan setelah hujan, atau media filter yang lolos. Sebagai bacaan kontinu ia berguna justru karena perubahannya cepat: lonjakan NTU setelah hujan deras memberi tahu Anda bahwa limpasan atap atau halaman masuk ke kolam, yang berarti KH dan pH juga perlu diperiksa. Rincian di [halaman air hijau dan lumut](#).

Baris opsional: sianobakteri

Kanal sianobakteri (alga biru-hijau / BGA) adalah tambahan **opsional** pada sonde, dibaca sebagai fikosianin — pigmen yang khas untuk sianobakteri dan tidak dimiliki alga hijau biasa. Perlakukan ia sebagai baris tren, bukan baris angka target: ia menunjukkan tren, bukan hitungan sel, dan tidak mengukur racun. Nilainya terletak pada kemampuan memperlihatkan populasi yang sedang naik selama beberapa minggu — sesuatu yang tidak bisa dinilai mata dari tepi kolam, dan tidak bisa dibaca oleh strip, test kit tetes, atau fotometer mana pun.

Kalau Anda hanya sempat memantau tiga hal: KH (kesadahan karbonat), oksigen terlarut pada dini hari, dan suhu. Ketiganya adalah indikator awal. pH, amonia bebas, dan nitrit sebagian besar adalah *akibat* dari ketiganya bergerak salah arah. Perbandingan alat ukurnya ada di [halaman alat ukur](#).

Peristiwa yang menggerakkan banyak baris sekaligus

Kejadian umum di kolam Indonesia dan parameter yang ikut bergerak		
KEJADIAN	YANG BERGERAK	PERIKSA DALAM
Hujan deras dan luapan	KH turun, pH turun, suhu turun, salinitas turun, kekeruhan naik	Malam itu juga dan pagi berikutnya
Kemarau panjang, sering isi ulang	Salinitas, nitrat, TDS, konduktivitas naik; klorin/kaporit masuk dari air PDAM	Mingguan
Filter dibersihkan	Amonia naik, lalu nitrit naik	Tiap hari selama 5 hari
Ikan baru dari karantina, atau pulang dari show	Amonia, nitrit, dan permintaan oksigen naik	Tiap hari selama 5 hari
Listrik padam pukul 02.00	DO jatuh; pH ikut turun karena CO ₂ menumpuk	Sesegera mungkin — ini soal jam, bukan hari
"Kuras total" (dikuras dan diisi ulang penuh)	KH bisa jatuh ke nilai air sumber, biofilter terganggu, suhu berubah drastis	Hindari — ini justru langkah yang salah terhadap penyangga yang rendah

Pertanyaan umum

Berapa rentang KH yang benar untuk kolam koi, dan dalam satuan apa?

Rentang kerja yang mapan adalah 107–179 mg/L CaCO₃, yaitu 6–10 dKH. Di bawah 89 mg/L (5 dKH) pH mulai tidak stabil; di bawah 54 mg/L (3 dKH) situasinya kritis. Konversinya: 1 dKH = 17,9 mg/L CaCO₃, dan ppm = mg/L. Kit tetes yang dijual di sini biasanya membaca dalam dKH atau ppm, jadi Anda akan sering bolak-balik antara kedua satuan. Angka-angka ini adalah rentang kerja yang mapan di kalangan penghobi, bukan batas mutlak.

Berapa soda kue yang dibutuhkan untuk menaikkan KH?

Sekitar 30 gram natrium bikarbonat (NaHCO_3) per 1.000 liter menaikkan KH kira-kira 1 dKH — setara 3 gram per 100 liter. Aturan yang beredar luas, "1 gram per 100 liter untuk 1 dKH", salah: dosis itu hanya menghasilkan sekitar 0,33 dKH, sepertiga dari yang Anda kira. Naikkan tidak lebih dari sekitar 1-2 dKH per hari sebagai kehati-hatian konvensional. Dua peringatan keselamatan: yang dimaksud bukan soda api (NaOH , kaustik) dan bukan soda ash — yang benar adalah soda kue di supermarket.

Mengapa KH kolam saya terus turun padahal saya tidak melakukan apa-apa?

Karena filter Anda memakannya. Mengoksidasi 1 mg/L nitrogen amonia menghabiskan sekitar 7 mg/L alkalinitas sebagai CaCO_3 , kira-kira 0,4 dKH — dan seluruh asam itu berasal dari tahap pertama, amonia menjadi nitrit; tahap nitrit menjadi nitrat tidak mengonsumsi alkalinitas sama sekali. Konsekuensinya berlawanan dengan intuisi: kolam yang ikannya banyak, pakannya berat, dan filternya bagus membakar penyangganya lebih cepat daripada kolam yang terbengkalai. Di iklim tropis ini berjalan 365 hari tanpa jeda musim dingin, dan air hujan maupun banyak air sumur dataran tinggi tidak membawa KH untuk menggantinya.

Amonia total saya 0,5 mg/L. Apakah itu berbahaya?

Tidak bisa dijawab tanpa pH dan suhu. Yang meracuni adalah amonia bebas (NH_3), dan pH dan suhu yang menentukan berapa banyak amonia total berubah menjadi NH_3 bebas. Pada pH 7,5 dan 25 °C, sekitar 1,8% dari total berbentuk NH_3 — sekitar 0,009 mg/L. Pada pH 8,5 dan 32 °C, sekitar 22,9% — sekitar 0,11 mg/L, lebih dari dua belas kali lipat dari angka amonia total yang persis sama. Karena kolam tropis berjalan hangat dan pH-nya naik sepanjang sore akibat fotosintesis, setiap tabel amonia yang ditulis untuk kolam beriklim sedang meremehkan bahaya di sini.

Mengapa pH saya terlihat stabil tetapi Anda menyuruh saya khawatir?

Karena pH adalah indikator yang tertinggal, dan itu memang desainnya. Selama KH (kesadahan karbonat) masih cukup, pH tidak akan banyak bergerak — itulah tugas penyangga (buffer). Ketika pH akhirnya mulai berayun lebar, perindungannya sudah habis lebih dulu. KH adalah indikator awal: ia turun berminggu-minggu sebelum pH bereaksi. Kolam dengan pH sempurna dan KH 45 mg/L (2,5 dKH) adalah kolam yang sedang menunggu hujan deras berikutnya.

Kadar garam kolam saya tidak pernah saya ubah. Kenapa hasil ukurnya bergerak?

Karena dua musim menggerakkannya ke arah berlawanan. Garam tidak menguap — air menguap, garamnya tetap tinggal — sehingga selama kemarau salinitas, nitrat, TDS, dan konduktivitas semuanya merangkak naik tanpa Anda menambah apa pun. Sebaliknya, satu malam hujan deras dengan luapan adalah ganti air yang tidak terkendali: kolam yang tadinya 3 g/L (0,3%) tidak lagi 0,3% pada pagi harinya. Karena itu dosis garam harus berdasarkan pengukuran, bukan perkiraan, dan diperiksa ulang setelah hujan besar maupun setelah beberapa minggu kemarau.

Alat ukur kualitas air kolam koi: apa yang benar-benar bisa dibaca tiap metode

Strip celup, test kit tetes, pH pen, fotometer, sonde terendam — masing-masing membaca hal yang berbeda, dengan ketelitian yang berbeda, dan gagal dengan cara yang berbeda. Halaman ini menyusun perbandingannya secara jujur, termasuk bagian yang jarang ditulis vendor: kalibrasi, perawatan, dan pengotoran sensor (fouling).

Ringkasnya:

- Strip celup berguna untuk satu hal: memberi tahu Anda bahwa sesuatu berubah. Jangan pakai untuk keputusan dosis.
- Di antara metode rumah tangga, test kit tetes adalah pilihan paling masuk akal untuk KH (kesadahan karbonat), amonia total, dan nitrit.
- pH pen genggam bagus — sepanjang dikalibrasi. Pen yang tidak pernah dikalibrasi memberi angka yang salah dengan percaya diri.
- Sonde terendam memberi yang tidak bisa diberikan alat genggam: angka pukul 04.00, setiap malam, tanpa Anda berdiri di tepi kolam.
- Elektrode genggam dan rig rakitan sendiri butuh kalibrasi dan pembersihan rutin. Alat yang tidak dirawat lebih berbahaya daripada tidak punya alat, karena menghasilkan ketenangan palsu.
- Sianobakteri (alga biru-hijau / BGA) adalah satu-satunya parameter yang tidak bisa dibaca metode hobi mana pun.
- ppm = mg/L. Kit impor menulis ppm; halaman ini memakai mg/L.

Sebelum memilih alat: apa yang sebenarnya Anda coba ketahui

Ada tiga pertanyaan berbeda, dan alat yang tepat berbeda untuk masing-masing.

1. **"Berapa nilainya sekarang?"** — pertanyaan pengukuran titik. Test kit tetes dan alat genggam menjawab ini dengan baik.
2. **"Ke mana arahnya?"** — pertanyaan tren. Satu bacaan tidak menjawabnya; Anda butuh deret waktu. Ini yang membuat KH turun perlahan selama enam minggu bisa lolos dari pemilik yang rajin mengukur.
3. **"Apakah sesuatu sedang terjadi sekarang, pada pukul 04.00?"** — pertanyaan peringatan dini. Tidak ada alat genggam yang menjawab ini, karena tidak ada manusia yang berdiri di tepi kolam setiap malam sepanjang tahun.

Kebanyakan kolektor punya jawaban bagus untuk pertanyaan pertama dan tidak punya jawaban sama sekali untuk yang ketiga. Padahal kerugian terbesar — pH anjlok semalam setelah hujan deras, oksigen yang jatuh menjelang subuh karena listrik padam — terjadi persis di celah itu.

Lima kelas alat

1. Strip celup

Kertas ber-reagen yang dicelup lalu dibandingkan dengan kartu warna. Murah, cepat, dan tersedia di mana-mana.

Kelebihannya nyata: sepuluh detik, tidak perlu keahlian, dan cukup baik untuk mendeteksi perubahan besar. Kalau strip KH Anda hari ini jelas lebih pucat daripada minggu lalu, itu informasi yang berguna.

Kelemahannya juga nyata. Resolusinya kasar — petak warna KH sering melompat dari 40 ke 80 ke 120 mg/L, padahal keputusan Anda ada di antara angka-angka itu. Pembacaannya bergantung pada cahaya dan mata Anda; di bawah lampu neon garasi, hasilnya berbeda dari di bawah matahari. Strip juga rusak oleh kelembapan, dan kelembapan adalah kondisi baku di Indonesia: satu tabung yang tutupnya tidak rapat selama musim hujan bisa membuat seluruh isinya tidak berguna sambil tetap tampak normal.

Pakai untuk: penyaringan cepat, deteksi perubahan besar. **Jangan pakai untuk:** menghitung dosis soda kue, memutuskan apakah kolam sudah selesai cycling, atau menyimpulkan bahwa amonia "no".

2. Test kit tetes

Reagen cair yang ditetaskan ke sampel air, dibaca lewat perubahan warna (kolorimetri) atau lewat jumlah tetes sampai warna berbalik (titrasi). Merek yang umum beredar di sini — Sera, API, Tetra, JBL — semuanya bekerja dengan prinsip ini.

Untuk KH, kit titrasi tetes adalah metode rumah tangga yang paling bisa diandalkan: Anda menghitung tetes sampai warna berubah, dan angkanya tidak bergantung pada penilaian warna yang halus. Untuk amonia total dan nitrit, kit kolorimetri cukup baik, dengan catatan bahwa membedakan dua petak hijau yang berdekatan pada kartu warna adalah hal yang subjektif.

Kelemahan yang paling sering merugikan pemilik koi di sini adalah **umur reagen**. Reagen punya tanggal kedaluwarsa, dan panas serta lembap mempercepat degradasinya. Botol yang disimpan di rak dekat kolam selama dua tahun di Jakarta bisa memberi hasil yang salah secara sistematis. Beli ukuran kecil, simpan di dalam ruangan yang sejuk, dan ganti secara berkala meski masih ada isinya.

Pakai untuk: KH, amonia total, nitrit, dan nitrat. **Ingat:** kit "test kit kesadahan" yang dijual di toko sering tidak menyebutkan yang mana yang diukur. 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. Pastikan kotaknya menyebut KH, alkalinitas, atau alkalinitas total.

3. pH pen dan alat ukur digital genggam

Elektrode dalam bentuk pena atau meter genggam, untuk pH, konduktivitas/TDS, suhu, kadang ORP dan DO.

Sangat berguna, sangat sering disalahgunakan. Elektrode pH pada pen genggam menyimpang perlahan — pergeseran pada titik nol dan kemiringan responsnya — dan penyimpangan itu tidak terlihat dari angkanya. Pen yang menunjukkan 7,4 dengan tiga digit di belakang koma terasa lebih meyakinkan daripada kartu warna, padahal bisa saja meleset 0,4 unit. Untuk kolam koi yang bergantung pada selisih pH antara sore dan subuh, meleset 0,4 unit berarti kesimpulan yang salah.

Aturan praktis yang jujur: **pen pH tanpa larutan kalibrasi bukan alat ukur, melainkan penunjuk arah.** Kalibrasi dua titik (pH 7,00 dan pH 4,01 atau 10,01) setiap 2–4 minggu adalah kebiasaan minimum, lebih sering kalau pen dipakai harian. Ujung elektrode harus tetap basah dalam larutan penyimpanan — disimpan kering, elektrode kaca akan rusak permanen, dan air suling *bukan* larutan penyimpanan yang benar.

Meter DO genggam mahal untuk kualitas yang baik, dan justru pada parameter inilah pengukuran titik paling tidak berguna — karena momen yang penting adalah pukul 05.00, bukan saat Anda kebetulan berada di kolam.

4. Fotometer

Alat yang mengukur penyerapan cahaya oleh sampel yang sudah direaksikan dengan reagen. Ini pada dasarnya test kit tetes yang penilaian warnanya dilakukan mesin, bukan mata Anda.

Untungnya besar pada parameter yang pembacaan warnanya sulit: nitrit rendah, amonia rendah, fosfat. Angkanya berulang (repeatable), sehingga tren mingguan menjadi bermakna. Kerugiannya: tetap butuh reagen yang punya umur simpan, tetap butuh Anda melakukan prosedurnya, dan tetap merupakan pengukuran titik. Kuvet yang tergores atau berjejak jari menghasilkan galat yang tidak Anda sadari.

Pakai untuk: kolektor yang ingin data seri waktu berkualitas dan bersedia melakukan ritual mingguan. **Tidak menjawab:** apa yang terjadi pada dini hari.

5. Sonde terendam (pengukuran kontinu)

Sensor multiparameter yang tinggal di dalam air dan membaca terus-menerus. Ini kelas alat yang berbeda secara jenis, bukan sekadar lebih mahal: ia menjawab pertanyaan ketiga di atas — apa yang terjadi ketika tidak ada orang yang melihat.

Yang bisa dibaca sensor terendam secara langsung: suhu, pH, oksigen terlarut (mg/L dan % saturasi), konduktivitas, kekeruhan, amonium (NH_4^+), dan nitrat (NO_3^-). ORP tersedia sebagai kanal opsional. Dari kombinasi itu bisa diturunkan (derived) beberapa nilai lain: KH, amonia bebas (NH_3), nitrit, salinitas, dan TDS.

Yang perlu dinyatakan jelas: nilai turunan adalah *perhitungan*, bukan titrasi atau reaksi reagen. KH yang dihitung (derived) sangat berguna sebagai sinyal tren — ia menunjukkan penyangga (buffer) Anda terkuras sebelum pH bergerak. Dan GH tidak dilaporkan sama sekali.

Apa yang bisa dibaca tiap metode					
PARAMETER	STRIP CELUP	TEST KIT TETES	PEN / METER GENGAM	FOTOMETER	SONDE KONTINU
Suhu	—	—	Baik	—	Langsung, kontinu
pH	Kasar	Cukup	Baik bila dikalibrasi	Baik	Langsung, kontinu

PARAMETER	STRIP CELUP	TEST KIT TETES	PEN / METER GENGGRAM	FOTOMETER	SONDE KONTINU
Oksigen terlarut (DO)	—	Rumit, jarang dipakai	Baik, alatnya mahal	—	Langsung, kontinu (mg/L + % saturasi)
KH (kesadahan karbonat) / alkalinitas total	Kasar	Titration langsung	—	Baik	Dihitung (derived), untuk tren
GH (kesadahan umum)	Kasar	Baik	—	Baik	Tidak dilaporkan
Amonia total (TAN)	Kasar, sering menyesatkan	Baik	—	Baik	Via NH_4^+ langsung
Amonia bebas (NH_3)	—	Hitung manual dari pH & suhu	—	Hitung manual	Dihitung otomatis, kontinu
Nitrit (NO_2^-)	Kasar	Baik	—	Baik	Dihitung (derived)
Nitrat (NO_3^-)	Kasar	Cukup	—	Baik	Langsung, kontinu
Konduktivitas / DHL, TDS	—	—	Baik	—	Langsung, kontinu
Salinitas	—	—	Baik (dari konduktivitas)	—	Dihitung (derived)
ORP (potensial redoks)	—	—	Baik bila dikalibrasi	—	Opsional — langsung, kontinu
Kekeruhan (NTU)	—	—	Alat khusus	Sebagian	Langsung, kontinu
Sianobakteri (BGA)	—	—	—	—	Opsional, via fikosianin — tren saja

Tiga hal yang menentukan apakah alat Anda tetap tepat

Bagian ini jarang muncul di materi penjualan, padahal inilah yang menentukan apakah alat Anda berguna setelah bulan keenam.

Penyimpangan elektrode

Elektrode genggram yang tidak pernah dikalibrasi lambat-laun menyimpang dari nilai sebenarnya. Membran kaca pada elektrode pH menua dan kehilangan kemiringan responsnya; permukaan platina pada elektrode ORP terkontaminasi. Penyimpangan itu tidak mengumumkan dirinya — angkanya tetap keluar rapi, hanya sudah tidak benar.

Kalibrasi

Satu-satunya obat untuk penyimpangan itu. Frekuensi wajar sebagai patokan kerja — ini konvensi umum di kalangan pengguna alat, bukan aturan mutlak:

Kalibrasi: apa yang dibutuhkan tiap sensor

SENSOR	STANDAR KALIBRASI	FREKUENSI TIPIKAL
pH	Buffer pH 7,00 + 4,01 (dan/atau 10,01)	Tiap 2-4 minggu
Oksigen terlarut (optik)	Udara jenuh uap air (100%) + nol (opsional)	Tiap 1-3 bulan; tutup optik diganti berkala
Konduktivitas / DHL	Larutan standar (mis. 1.413 $\mu\text{S}/\text{cm}$)	Tiap 2-3 bulan
ORP	Larutan Zobell atau quinhydrone	Tiap 1-2 bulan
Kekeruhan	Standar formazin / AMCO	Tiap 3-6 bulan
Amonium (ISE)	Dua larutan standar NH_4^+	Paling sering dari semuanya

Pengotoran sensor (fouling)

Ini masalah terbesar di kolam tropis dan sering diremehkan. Air yang permanen hangat menumbuhkan biofilm dengan cepat. Lapisan tipis lendir dan alga di permukaan sensor optik — DO dan kekeruhan keduanya optik — menghasilkan bacaan yang bergeser secara halus dan konsisten. Dalam dua minggu di kolam yang produktif, sensor optik yang tidak dibersihkan bisa mulai berbohong. Karena itu wiper pembersih otomatis bukan kemewahan pada instrumen kontinu di iklim ini; ia syarat agar datanya tetap berarti.

Alat yang tidak dirawat lebih berbahaya daripada tidak punya alat. Tidak punya alat membuat Anda waspada. Pen yang tidak pernah dikalibrasi membuat Anda tenang secara keliru — dan ketenangan keliru itulah yang membuat KH turun selama sebulan tanpa ada yang bertindak, sampai hujan deras pertama menyelesaikannya dalam satu malam.

Satu parameter yang tidak bisa dibaca metode hobi mana pun: sianobakteri

Strip tidak membacanya. Test kit tetes tidak membacanya. Fotometer akuarium tidak membacanya. pH pen jelas tidak. Satu-satunya cara hobi yang tersedia adalah mengambil sampel dan melihatnya di bawah mikroskop — dan tidak ada yang melakukan itu pada pukul 04.00, setiap hari.

Pada sonde kontinu, ada kanal **opsional** untuk sianobakteri (alga biru-hijau / BGA), dibaca sebagai **fikosianin** — pigmen yang khas untuk sianobakteri dan tidak dimiliki alga hijau biasa. Karena pigmennya spesifik, kanal ini bisa membedakan populasi sianobakteri yang meningkat dari air hijau biasa, sesuatu yang tidak bisa dilakukan mata Anda dari tepi kolam.

Batasnya harus dinyatakan jelas: kanal ini menunjukkan tren, bukan hitungan sel, dan tidak mengukur racun. Ia memberi tahu Anda bahwa sesuatu sedang bergerak, bukan seberapa berbahaya. Itu tetap berguna — di kolam tropis dengan pakan penuh sepanjang tahun dan hari kemarau yang panjang, mengetahui bahwa populasi sianobakteri sedang naik selama dua minggu terakhir adalah informasi yang tidak akan Anda peroleh dengan cara lain.

Rig DIY: mengukur itu bagian yang mudah

Indonesia punya budaya monitoring DIY yang kuat. Proyek kampus, rig hobiis dengan ESP32 atau ESP8266, probe pH dan suhu, aplikasi di ponsel, dashboard buatan sendiri — semua itu sudah biasa di sini, dan sebagian dikerjakan dengan sangat rapi. Kami tidak akan berpura-pura pengukuran kontinu adalah sesuatu yang eksotis atau sulit didapat.

Justru sebaliknya: **mengukur itu bagian yang mudah**. Sensor sudah murah, mikrokontroler sudah murah, dan mengirim angka ke ponsel sudah menjadi soal beberapa baris kode.

Bagian yang sulit ada tiga, dan tidak satu pun diselesaikan dengan menambah sensor:

- **Perawatan yang membosankan.** Kalibrasi terjadwal, larutan buffer yang belum kedaluwarsa, permukaan sensor yang bersih. Rig yang dibangun dengan antusias pada bulan pertama dan tidak dikalibrasi sejak itu memberi grafik yang mulus dan salah.
- **Penafsiran.** pH turun 0,3 unit semalam bisa benar-benar normal atau bisa menjadi awal pH anjlok, tergantung KH, tergantung apakah hujan turun, tergantung berapa nilai yang sama semalam sebelumnya. Angka mentah tidak memberi tahu Anda yang mana.
- **Ada orang yang bertindak.** Ini yang paling sering hilang. Notifikasi pukul 04.12 ke ponsel yang sedang dalam mode senyap secara efektif tidak pernah terjadi.

Jadwal pengukuran yang masuk akal

Apa diukur kapan — untuk kolam koleksi yang mapan		
KAPAN	YANG DIUKUR	ALASAN
Harian (subuh, saat lewat kolam)	Suhu, perilaku ikan, aerator jalan atau tidak	Titik terendah harian ada di sini
Mingguan	KH (kesadahan karbonat), pH sore dan pagi	KH adalah indikator awal; pH indikator yang tertinggal
Mingguan (kolam padat / banyak pakan)	Amonia total, nitrit	Nitrifikasi berjalan 365 hari tanpa jeda
Setelah hujan deras	KH, pH, suhu, salinitas/konduktivitas	Air hujan ber-KH nol; luapan mengencerkan garam
2-5 hari setelah gangguan filter, obat, atau ikan baru	Amonia total, nitrit — tiap hari	Lonjakan nitrit adalah risiko sepanjang tahun di sini
Bulanan (kemarau)	Konduktivitas / salinitas, nitrat	Penguapan memekatkan semua yang tidak menguap

Yang bekerja baik untuk kolam koleksi: pengukuran kontinu sebagai dasarnya — sensor kelas industri yang membaca sepanjang waktu pada akurasi ilmiah, termasuk hal-hal yang bergerak jauh lebih cepat daripada jadwal Anda: oksigen, suhu, dan pH malam hari. Rentang kerja tiap parameter ada di [tabel parameter](#).

Pertanyaan umum

Test kit tetes atau pH pen — mana yang lebih akurat untuk kolam koi?

Tergantung apakah pen Anda dikalibrasi. pH pen yang dikalibrasi dua titik setiap 2-4 minggu lebih teliti dan lebih cepat daripada kit tetes. pH pen yang tidak pernah dikalibrasi bisa meleset 0,3-0,5 unit sambil menampilkan tiga digit di belakang koma, dan itu lebih buruk daripada kartu warna karena terasa meyakinkan. Untuk KH (kesadahan karbonat), kit titrasi tetes adalah metode rumah tangga yang paling bisa diandalkan karena Anda menghitung tetes, bukan menilai gradasi warna.

Toko menjual "test kit kesadahan". Apakah itu yang saya butuhkan?

Belum tentu, dan ini jebakan paling mahal dalam bahasa Indonesia. KH (kesadahan karbonat) adalah yang menyangga pH. GH (kesadahan umum: kalsium dan magnesium) tidak menyangga apa pun. Keduanya sama-sama disebut "kesadahan", dan inilah sumber kesalahan paling umum dalam saran air kolam. Yang menentukan risiko pH anjlok adalah KH, jadi kotak yang tidak menyebut KH, alkalinitas, atau alkalinitas total mengukur parameter yang lain. Kalau kotaknya hanya menulis "kesadahan" tanpa keterangan, tanyakan sebelum membeli.

Seberapa sering probe harus dikalibrasi di iklim Indonesia?

Lebih sering daripada yang tertulis di manual yang ditulis untuk iklim sedang, karena dua alasan. Pertama, air yang permanen hangat menumbuhkan biofilm dengan cepat, sehingga pengotoran sensor (fouling) muncul dalam hitungan minggu, bukan bulan — terutama pada sensor optik seperti DO dan kekeruhan. Kedua, panas dan lembap memperpendek umur larutan buffer dan reagen Anda. Sebagai patokan kerja: pH tiap 2-4 minggu, konduktivitas tiap 2-3 bulan, ORP tiap 1-2 bulan, dan sensor amonium ISE paling sering dari semuanya. Angka-angka ini konvensi umum, bukan aturan mutlak.

Saya sudah membangun rig sensor sendiri dengan ESP32. Apa nilai tambah sistem komersial?

Bukan pada kemampuan mengukurnya — mengukur itu bagian yang mudah, dan komunitas DIY di Indonesia sudah sangat mampu. Nilai tambahnya ada pada tiga hal yang tidak selesai dengan menambah sensor: perawatan yang membosankan (kalibrasi terjadwal, wiper otomatis yang menjaga permukaan sensor tetap bersih), penafsiran (apakah pH turun 0,3 unit semalam itu normal atau awal masalah, yang jawabannya tergantung KH dan tergantung apakah semalam hujan), dan yang terpenting: ada orang yang benar-benar bertindak pada pukul 04.00. Notifikasi ke ponsel yang sedang senyap secara praktis tidak pernah terjadi.

Apakah KH yang dihitung oleh sonde bisa menggantikan test kit tetes?

Ya. KH dihitung (derived), bukan hasil titrasi — dan justru di situlah kekuatannya: kesinambungan. Ia memperlihatkan penyangga (buffer) Anda terkuras selama beberapa minggu, sesuatu yang mudah lolos dari pengukuran mingguan, dan ia bergerak sebelum pH bergerak karena pH adalah indikator yang tertinggal. Pengujian dengan reagen digantikan oleh pembacaan yang berjalan terus dari sensor kelas industri pada akurasi ilmiah, sehingga trennya terlihat jauh sebelum satu pengukuran mingguan menunjukkannya.

Mengapa sianobakteri tidak bisa diukur dengan alat hobi biasa?

Karena tidak ada reagen sederhana yang membedakan sianobakteri dari alga hijau lain di dalam sampel air. Strip, kit tetes, dan fotometer akuarium semuanya tidak membacanya; satu-satunya cara hobi adalah mengamati sampel di bawah mikroskop, dan itu tidak praktis dilakukan rutin. Pada sonde kontinu ada kanal opsional yang membacanya lewat fikosianin — pigmen yang khas untuk sianobakteri. Kanal ini menunjukkan tren, bukan hitungan sel, dan tidak mengukur racun; ia memberi tahu Anda bahwa populasinya sedang naik, bukan seberapa berbahaya.

Ganti Air Kolam Koi

Ganti air adalah satu-satunya tindakan perawatan yang hampir selalu membantu dan hampir tidak pernah salah — sampai dilakukan terlalu besar, terlalu cepat, atau dengan air yang salah. Di kolam tropis, dengan penguapan sepanjang musim kemarau dan luapan sepanjang musim hujan, air kolam Anda sebenarnya sudah berganti sendiri setiap tahun. Pertanyaannya adalah apakah pergantian itu Anda yang mengendalikan atau cuaca.

Ringkasnya

- Ganti air **mengencerkan**: nitrat, TDS, hormon dan bahan terlarut yang tidak difilter apa pun. Ganti air **tidak** memperbaiki filter, tidak menghilangkan sumber amonia, dan tidak menaikkan KH kecuali air sumbernya memang membawa KH.
- **Kecil dan sering jauh lebih baik daripada besar dan jarang**. Sekitar 10-20% per minggu adalah konvensi umum di kalangan penghobi, bukan angka mutlak.
- **Kuras total adalah kesalahan**. Ia mengosongkan penyangga, mengguncang suhu dan kimia sekaligus, dan mengeringkan biofilter — semuanya pada hari yang sama.
- Samakan **suhu** dan periksa **KH** air masuk. Air lunak dalam jumlah besar ke kolam ber-KH rendah adalah resep pH anjlok.
- Air PDAM perlu **anti-klorin**. Air sumur perlu **diaerasi dulu**. Air hujan **KH-nya nol**.
- Menaikkan KH sebesar 1 dKH butuh sekitar **30 g soda kue per 1.000 liter** — bukan 1 g per 100 liter seperti yang sering beredar. Penjelasannya di bawah.
- Satuan mg/L. **ppm = mg/L**.

Apa yang benar-benar dicapai ganti air, dan apa yang tidak

Filter kolam Anda — chamber filter, bakki shower, drum filter, apa pun kombinasinya — bekerja pada dua hal: menahan padatan, dan mengubah amonia menjadi nitrat lewat bakteri nitrifikasi. Itu saja. Segala sesuatu yang larut dan tidak dimakan bakteri akan menumpuk, tanpa batas, sampai Anda mengeluarkannya bersama air.

Yang menumpuk itu bukan hanya nitrat, meski nitrat adalah penanda yang paling mudah diukur. Ada juga fosfat, senyawa organik terlarut yang menguningkan air, produk sampingan metabolik, sisa obat dari pengobatan bulan lalu, dan mineral yang terkonsentrasi karena penguapan. Konduktivitas dan TDS naik pelan-pelan selama berbulan-bulan; kalau Anda mencatatnya, kurvanya adalah catatan paling jujur tentang seberapa lama kolam Anda tidak diganti airnya.

Sekarang daftar yang lebih penting: apa yang **tidak** dilakukan ganti air.

- **Tidak memperbaiki filter yang belum matang.** Kalau amonia terdeteksi karena bakterinya belum cukup, mengganti air hanya menurunkan konsentrasinya sementara. Sumbernya tetap ada, dan pakan berikutnya mengisinya lagi.
- **Tidak menghilangkan penyebab amonia.** Bangkai ikan di balik skimmer atau pemberian pakan berlebih tetap harus ditemukan.
- **Tidak otomatis menaikkan KH.** Kalau air keran atau air sumur Anda lunak — dan di sabuk koi dataran tinggi sangat sering demikian — mengganti 20% air hanya memindahkan kolam Anda lebih dekat ke KH air sumber itu, yang bisa saja lebih rendah daripada kolam.
- **Tidak menyembuhkan air hijau.** Alga renik berkembang biak lebih cepat daripada Anda mengencerkannya, dan air segar sering justru membawa nutrisi baru.
- **Tidak menggantikan aerasi.** Titik terendah oksigen menjelang subuh tidak peduli kapan terakhir Anda mengganti air.

Kuras total: kebiasaan lokal yang justru paling berbahaya

Menguras kolam sampai habis lalu mengisinya kembali adalah praktik yang sangat lazim di sini, dan biasanya dilakukan dengan niat terbaik: air terlihat kotor, jadi diganti semuanya. Untuk kolam berisi ikan bernilai, ini justru langkah yang paling merugikan yang bisa Anda ambil dalam satu sore.

Empat hal terjadi bersamaan, dan itulah masalahnya:

1. **Penyangga (buffer) hilang seluruhnya.** KH kolam Anda diganti dengan KH air sumber. Kalau air sumber lunak, kolam Anda kini tidak punya rem pH sama sekali, tepat ketika biofilter mulai bekerja lagi dan memproduksi asam.
2. **Suhu berubah drastis.** Air sumur bisa 6-8 °C lebih dingin daripada kolam dataran rendah yang bersuhu 30 °C. Mengisi ulang penuh dengan air itu adalah guncangan suhu yang tidak akan pernah Anda lakukan dengan sengaja pada ikan yang baru datang.
3. **Biofilter terganggu.** Media yang dibiarkan mengering, atau dibilas "sekalian karena kolamnya kosong", kehilangan sebagian besar populasi bakterinya. Lonjakan nitrit 2-5 hari kemudian sudah dapat diprediksi sejak sekarang — lihat halaman [amonia dan nitrit](#).
4. **Ikan ditangkap, ditampung, dan dikembalikan.** Stres penanganan ditambah air yang secara kimia asing adalah kombinasi yang sering muncul dalam cerita [koi mati mendadak](#) beberapa hari kemudian.

Kalau kolam benar-benar harus dikosongkan — perbaikan liner, kebocoran, renovasi — perlakukan sebagai proyek, bukan sebagai perawatan rutin: simpan air lama sebanyak mungkin, jaga media filter tetap terendam air kolam lama, isi ulang perlahan, dan periksa KH serta suhu sebelum ikan dikembalikan.

Menyamakan suhu dan kimia air yang masuk

Aturan yang lazim dipakai penghobi: selisih suhu antara air masuk dan kolam dijaga di bawah sekitar **2 °C**, dan laju perubahan suhu kolam dijaga di bawah sekitar **1 °C per jam**. Ini konvensi umum, bukan batas mutlak, tetapi arahnya benar dan mudah dipatuhi.

Cara termudah memenuhinya bukan dengan alat, melainkan dengan laju. Air yang masuk perlahan selama dua sampai tiga jam akan bercampur dan menyetarakan suhu jauh sebelum sempat mengguncang apa pun. Yang berbahaya adalah selang berdiameter besar yang dibuka penuh selama dua puluh menit, terutama kalau ujungnya diarahkan ke area tempat ikan berkumpul. Arahkan aliran masuk ke ruang filter atau ke sisi kolam yang jauh dari ikan, bukan langsung ke atas mereka.

Selain suhu, tiga hal pada air masuk perlu Anda ketahui, dan cukup diukur sekali lalu diulang beberapa bulan sekali: **KH**, **pH**, dan apakah ada klorin. Air sumber di Indonesia sangat bervariasi antar kota, bahkan antar kelurahan, dan sumur bor tetangga bisa sama sekali berbeda dari sumur Anda.

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. Kalau Anda membeli "test kit kesadahan" di toko, periksa dulu yang mana yang diukur; label lokal sering tidak menyebutkannya. KH juga disebut *alkalinitas total* di laporan uji air dan artikel perikanan. Kisaran kerja yang lazim untuk koi: **107-179 mg/L CaCO₃ (6-10 dKH)**. Di bawah 5 dKH pH menjadi tidak stabil; di bawah 3 dKH kritis. Konversinya: 1 dKH = 17,9 mg/L CaCO₃.

Sumber air: PDAM, sumur, dan hujan

SUMBER	YANG PERLU DIWASPADAI	PERLAKUAN SEBELUM MASUK KOLAM
Air PDAM	Klorin/kaporit, dan di sebagian sistem kloramin. KH sangat bervariasi antar kota. Bau kaporit adalah petunjuk, bukan ukuran.	Anti-klorin sesuai dosis untuk seluruh volume air yang masuk. Kloramin tidak hilang dengan diendapkan atau diaerasi — pastikan produk yang Anda pakai menyebut kloramin.
Air sumur (gali atau bor)	Oksigen terlarut sangat rendah, CO ₂ tinggi (sehingga pH terbaca rendah saat baru keluar lalu naik sendiri setelah beberapa jam), kadang besi atau mangan yang menguningkan air setelah kena udara. KH bisa tinggi atau nyaris nol tergantung geologi setempat.	Tampung di bak dan aerasi kuat 30-60 menit sebelum dipakai. Ukur pH <i>setelah</i> diaerasi, bukan sebelumnya — hasil sebelum aerasi menyesatkan.
Air hujan	KH nol dan sedikit asam, sekitar pH 5,6, dan bisa lebih rendah di dekat kawasan industri atau perkotaan padat. Limpasan atap membawa debu, jelaga, lumut dan sisa apa pun yang menempel di genteng.	Jangan dijadikan sumber utama. Kalau tetap dipakai, campurkan dan koreksi KH sebelum masuk kolam. Jauhkan talang dan limpasan halaman dari kolam.
Mata air / air pegunungan	Di sabuk koi dataran tinggi sering sangat lunak. Jernih dan sejuk bukan berarti berpenyangga.	Ukur KH sekali dan percayai hasilnya, bukan penampilannya.

Soal air sumur, satu poin praktis yang sering luput: air yang baru keluar dari kedalaman membawa CO₂ berlebih dan hampir tanpa oksigen. Kalau Anda mengukur pH-nya langsung di ujung pipa, Anda akan mendapat angka rendah yang menakutkan, lalu ternyata setelah satu jam diaerasi pH-nya naik setengah satuan atau lebih karena CO₂ lepas. Menambahkan air itu langsung ke kolam berarti Anda menambahkan air miskin oksigen ke kolam yang sudah tipis oksigennya — lihat halaman [oksigen terlarut](#).

Risiko perubahan besar terhadap penyangga yang rendah

Ini adalah bagian yang paling sering hilang dari artikel ganti air berbahasa Indonesia, dan justru bagian yang paling bisa membunuh ikan.

Kolam yang aktif diberi pakan menghabiskan alkalinitasnya terus-menerus. Mengoksidasi 1 mg/L nitrogen amonia menghabiskan sekitar 7 mg/L alkalinitas sebagai CaCO_3 , kira-kira 0,4 dKH — dan di iklim kita proses itu berjalan setiap hari sepanjang tahun tanpa jeda musim untuk pemulihan. Sementara itu air tambahan Anda sering lunak, dan air hujan sama sekali tanpa KH. Kolam dikuras penyangganya dari satu sisi dan diisi air tanpa penyangga dari sisi lain. Halaman [KH \(kesadahan karbonat\)](#) membahas ini secara penuh.

Sekarang bayangkan Anda mengganti 50% air kolam yang KH-nya sudah turun ke 40 mg/L CaCO_3 (sekitar 2,2 dKH) dengan air lunak. Tiga hal bisa terjadi dalam satu malam:

- **pH bergerak ke mana pun ia mau.** Tanpa penyangga, CO_2 dari respirasi malam hari menekan pH turun tanpa perlawanan. **pH jatuh semalaman**, dan Anda menemukannya saat berjalan ke kolam menjelang subuh.
- **pH justru melonjak naik.** Kalau kolam Anda sebelumnya jenuh CO_2 dan air baru yang masuk sudah teraerasi, CO_2 terlepas dan pH naik cepat. Pada suhu 30 °C, kenaikan pH langsung menaikkan proporsi amonia bebas — lihat tabelnya di halaman [amonia dan nitrit](#).
- **Kadar garam anjlok.** Kolam yang Anda dosis ke 0,3% tidak lagi 0,3% setelah pergantian besar, dan sama sekali tidak lagi 0,3% setelah semalam hujan deras dengan luapan.

Urutannya karena itu penting: **periksa KH sebelum ganti air besar, bukan sesudahnya**. Kalau KH di bawah 5 dKH, perbaiki penyangganya dulu, baru ganti airnya, dan gantinya lebih kecil.

Menaikkan KH: soda kue, dan angka yang salah beredar luas

Nama sehari-hari natrium bikarbonat (NaHCO_3) adalah **soda kue**, dijual di setiap supermarket, dan untuk kolam berisi ikan inilah pilihan yang paling terkendali. Dua hal harus dibedakan dengan tegas karena kata "soda" ambigu dalam bahasa Indonesia dan keliru memilih bisa fatal:

- **Bukan soda api (NaOH).** Itu kaustik, dipakai untuk membersihkan saluran, dan akan melukai ikan dan Anda. Jangan pernah dekat kolam.
- **Bukan soda ash** (natrium karbonat). Ia menaikkan pH jauh lebih agresif dan jauh lebih sulit dikendalikan.

Ada juga jebakan register yang perlu disebut. **Kapur, dolomit dan kapur pertanian** adalah pilihan baku dalam literatur perikanan untuk mengapur kolam. Itu alat untuk kolam produksi yang sedang kosong, bekerjanya lambat, sulit didosis pada kolam berisi ikan, dan sekaligus menaikkan GH (kesadahan umum) yang bukan tujuan Anda. Untuk kolam koleksi yang berisi ikan bernilai, soda kue adalah pilihan yang bisa Anda kendalikan per gram.

Dosisnya, dan kenapa angka yang populer itu salah

Aturan yang beredar luas di forum dan grup — *1 gram per 100 liter menaikkan 1 dKH* — **salah, dan meleset sekitar tiga kali lipat**. Dosis itu sebenarnya hanya menaikkan sekitar 0,33 dKH. Orang yang memakainya akan mengira KH-nya sudah naik ke kisaran aman padahal belum, lalu heran ketika pH tetap anjlok setelah hujan.

Aritmatikanya terbuka supaya Anda bisa memeriksanya sendiri. 1 dKH setara 17,848 mg/L CaCO_3 . Natrium bikarbonat menyumbang satu ekuivalen alkalinitas per molekul, sehingga untuk menaikkan KH sebesar 1 dKH dibutuhkan sekitar **29,96 mg/L NaHCO_3** , dibulatkan menjadi **30 mg/L**. Jadi:

VOLUME KOLAM	SODA KUE UNTUK MENAIKKAN ~1 DKH	SETARA
100 liter	3 g	~17,9 mg/L CaCO_3
1.000 liter	30 g	~17,9 mg/L CaCO_3
10.000 liter	300 g	~17,9 mg/L CaCO_3
25.000 liter	750 g	~17,9 mg/L CaCO_3

Kehati-hatian yang lazim: **naikkan tidak lebih dari sekitar 1-2 dKH per hari**, larutkan dulu dalam ember berisi air kolam, dan tuangkan di titik yang beraliran kuat sehingga tercampur cepat. Ini angka-angka yang lazim dipakai dalam pemeliharaan koi, bukan resep: setiap kolam, setiap kepadatan ikan dan setiap air sumber berbeda, dan Anda harus memverifikasinya terhadap pengukuran Anda sendiri. Ukur, dosis, tunggu, ukur lagi.

Musim hujan: luapan adalah ganti air yang tidak Anda kendalikan

Hujan tropis adalah peristiwa kimia terbesar dalam setahun untuk kolam Anda. Dalam satu sampai dua jam, kolam menerima volume besar air ber-KH nol yang sedikit asam, ditambah limpasan pertama dari atap dan halaman, ditambah penurunan suhu yang cepat. Kalau kolam meluap, Anda baru saja mengalami ganti air besar *tanpa* penyesuaian suhu, *tanpa* anti-klorin, dan *tanpa* perhitungan apa pun.

Daftar periksa setelah hujan deras, dikerjakan pagi berikutnya saat Anda lewat kolam:

- **KH** — ini yang pertama, bukan pH. KH adalah indikator yang memimpin; pH adalah indikator yang tertinggal dan menurut desainnya tidak bergerak sampai perlingkungannya habis.
- **pH**, dan bandingkan dengan catatan hari-hari sebelumnya, bukan dengan angka "ideal" dari tabel.
- **Suhu**, dan seberapa cepat turunnya kalau Anda punya catatannya.
- **Kadar garam**, kalau kolam sedang didosis garam. Setelah luapan, kadarnya turun.
- **Ketinggian air dan jalur limpasan** — apakah air halaman masuk ke kolam? Kalau ya, itu pekerjaan sipil yang perlu diselesaikan sebelum musim hujan berikutnya.

Musim kemarau: penguapan bukan ganti air

Kebalikannya berlaku sepanjang kemarau, dan ini kekeliruan yang sangat umum. Menambahkan air untuk mengganti yang menguap **bukan** ganti air. Air yang menguap tidak membawa apa pun bersamanya. Semua yang terlarut tetap tinggal dan makin pekat: nitrat, TDS, konduktivitas, mineral, dan garam.

Garam tidak menguap. Kolam yang bulan lalu didosis 3 g/L (0,3%) dan sejak itu hanya ditambah air bisa berada di atas target tanpa Anda menambahkan sebutir pun. Itulah sebabnya dosis garam harus **berdasarkan pengukuran, bukan perkiraan** — konduktivitas atau salinitas terukur, bukan catatan berapa karung yang pernah dituang. Lihat halaman [garam kolam koi](#).

Setiap penambahan air juga mengimpor kimianya sendiri: kaporit dari PDAM, atau air sumur dingin dan miskin oksigen. Karena penambahan di kemarau berlangsung sering, perlakuannya harus rutin, bukan insidental — bak penampung dengan aerator dan dosis anti-klorin yang sudah dihitung jauh lebih aman daripada selang langsung ke kolam.

Jadwal yang praktis

Angka-angka berikut konvensi umum di kalangan penghobi, bukan batas mutlak. Sesuaikan dengan kepadatan ikan, jumlah pakan, dan hasil pengukuran Anda sendiri.

SITUASI	YANG LAZIM DILAKUKAN	CATATAN
Rutin, kolam mapan	10-20% per minggu, atau 3-5% harian bila otomatis	Harian dan kecil adalah yang paling stabil; ayunan kimia hampir tidak terasa oleh ikan.
Pembuangan ruang pengendapan	Beberapa kali seminggu, dihitung sebagai bagian dari total	Membuang padatan sekaligus air; ini ganti air kecil yang berkelanjutan.
Amonia atau nitrit terdeteksi	10-20% berulang, bukan satu kali besar	Jangan sentuh filter. Lihat amonias dan nitrit .
Setelah pengobatan selesai	Beberapa kali 20% selama beberapa hari	Mengeluarkan sisa obat. Uji nitrit harian selama seminggu.
KH di bawah 5 dKH	Perbaiki KH dulu, lalu ganti air kecil	Ganti air besar terhadap penyangga rendah adalah pemicu klasik pH anjlok.
Setelah hujan deras dan luapan	Jangan tambah ganti air. Ukur dulu.	Kolam sudah menerima pergantian besar tadi malam.
Kolam baru / sedang cycling	Sekecil mungkin, hanya untuk menekan puncak	Ganti air berlebihan memperlambat pematangan filter .

Mengukur itu bagian yang mudah

Pembaca di Indonesia tidak perlu diyakinkan bahwa pemantauan berkelanjutan itu mungkin. Rig ESP32 dengan probe pH dan suhu, aplikasi ponsel, grafik yang rapi — semuanya sudah biasa, dan banyak yang dibuat sendiri dengan sangat baik. **Mengukur itu bagian yang mudah.**

Yang sulit adalah dua hal yang tidak diselesaikan sensor. Pertama, **penafsiran**: KH 45 mg/L CaCO₃ bukan angka yang menakutkan sampai Anda tahu bahwa hujan besar diperkirakan malam ini dan kolam terakhir kali didosis tiga minggu lalu. Kedua, **ada orang yang bertindak**: peringatan pukul 04.00 hanya berguna kalau ada yang membacanya dan tahu apakah jawabannya menambah aerasi, menambah soda kue, atau tidak melakukan apa-apa. Perhatian manusia, bukan sensornya, yang menjadi pembeda.

Apa yang dilakukan H2Koi, dan apa batasnya. Sonde di kolam mengukur terus-menerus: suhu, pH, oksigen terlarut (mg/L dan % saturasi), konduktivitas, kekeruhan, amonium (NH₄), dan nitrat (NO₃); ORP tersedia sebagai kanal opsional. Dari pengukuran itu diturunkan amonia bebas (NH₃), nitrit, **KH**, salinitas, dan TDS. Untuk halaman ini dua hal relevan: konduktivitas dan salinitas menunjukkan pemekatan akibat penguapan maupun pengenceran akibat luapan hujan, dan KH memberi peringatan sebelum ganti air besar berubah menjadi masalah. Cakupannya kami sebut apa adanya: **KH dihitung (derived), bukan hasil titrasi dan H2Koi tidak melaporkan GH sama sekali.** Wiper pembersih otomatis menjaga sensor optik tetap bersih. Ini peringatan dini berkelanjutan dari sensor kelas industri, dan tidak mendeteksi penyakit atau parasit. Kami juga membangun sistem ganti air otomatis yang dirancang khusus untuk masing-masing kolam — mengganti persentase kecil setiap hari, dengan air yang sudah diperlakukan dan disesuaikan, sehingga kolam tidak pernah mengalami ayunan besar. Sejauh ini kami belum menemukan sistem lain yang melakukannya.

Pertanyaan umum

Berapa persen dan seberapa sering sebaiknya ganti air kolam koi?

Konvensi umum di kalangan penghobi adalah sekitar 10-20% per minggu, atau 3-5% setiap hari bila sistemnya otomatis. Yang lebih penting daripada angkanya adalah polanya: kecil dan sering menghasilkan kimia yang jauh lebih stabil daripada besar dan jarang. Pembuangan ruang pengendapan beberapa kali seminggu sudah termasuk hitungan itu. Sesuaikan dengan kepadatan ikan, jumlah pakan, dan tren nitrat serta konduktivitas Anda sendiri.

Apakah kuras total boleh dilakukan?

Untuk perawatan rutin, sebaiknya tidak. Kuras total menghilangkan seluruh penyangga (buffer) kolam, mengubah suhu drastis, mengganggu biofilter, dan menambah stres penanganan ikan — semuanya dalam satu hari. Kalau kolam benar-benar harus dikosongkan karena perbaikan, perlakukan sebagai proyek: simpan sebagian air lama, jaga media filter tetap terendam air kolam lama, isi ulang perlahan, dan periksa KH serta suhu sebelum ikan dikembalikan.

Berapa lama air PDAM harus diendapkan agar kaporitnya hilang?

Klorin bebas memang berkurang bila air diendapkan dan diaerasi, tetapi lamanya tidak bisa diprediksi dan bergantung pada suhu, luas permukaan dan kadar awal. Yang lebih penting: sebagian sistem memakai kloramin, dan kloramin tidak hilang dengan diendapkan atau diaerasi berapa lama pun. Cara yang dapat diandalkan adalah anti-klorin dengan dosis yang dihitung terhadap volume air yang masuk, dan pastikan produknya memang menyebut kloramin.

Bolehkah memakai air sumur langsung untuk kolam?

Sebaiknya tidak langsung. Air yang baru keluar dari sumur membawa CO₂ berlebih dan hampir tanpa oksigen terlarut, dan kadang mengandung besi atau mangan yang menguningkan air begitu terkena udara. Tampung di bak dan aerasi kuat 30-60 menit lebih dulu. Ukur pH-nya setelah diaerasi, bukan sebelumnya — pH sebelum aerasi menyedatkan karena CO₂ belum lepas. Ukur juga KH-nya sekali, karena air sumur bisa sangat lunak atau justru cukup keras tergantung geologi setempat.

Semalam hujan deras dan kolam meluap. Apa yang harus saya periksa pagi ini?

Periksa KH lebih dulu, bukan pH. KH adalah indikator yang memimpin; pH menurut desainnya tidak bergerak sampai penyangganya habis. Setelah itu periksa pH dan bandingkan dengan catatan hari sebelumnya, periksa suhu, dan periksa kadar garam bila kolam sedang didosis garam — luapan mengencerkannya. Terakhir, telusuri jalur limpasan: bila air halaman atau talang atap masuk ke kolam, itu pekerjaan yang perlu diselesaikan sebelum musim hujan berikutnya.

Berapa soda kue yang dibutuhkan untuk menaikkan KH setelah ganti air besar?

Sekitar 30 gram soda kue (natrium bikarbonat, NaHCO₃) per 1.000 liter menaikkan KH kira-kira 1 dKH, setara 3 gram per 100 liter. Aturan yang banyak beredar — 1 gram per 100 liter untuk 1 dKH — salah dan hanya menghasilkan sekitar 0,33 dKH. Naikkan tidak lebih dari sekitar 1-2 dKH per hari, larutkan dulu dalam ember berisi air kolam, dan ukur ulang setelahnya. Gunakan soda kue, bukan soda api (NaOH, kaustik) dan bukan soda ash. Ini angka yang lazim dipakai dalam pemeliharaan koi, bukan resep — verifikasi terhadap pengukuran kolam Anda.

Suhu Air Kolam Koi

Hampir semua panduan suhu kolam koi ditulis untuk tempat yang punya musim dingin. Panduan itu berbicara tentang dormansi, penghentian pakan, pakan wheatgerm, dan pemanas kolam. Tidak satu pun berlaku di sini. Di Indonesia yang menentukan suhu kolam Anda bukan musim, melainkan **ketinggian tempat** — dan risiko suhu di sini bukan dingin, melainkan metabolisme yang tidak pernah berhenti dan perubahan yang datang terlalu cepat.

Ringkasnya

- **Ketinggian (mdpl) menentukan suhu, musim hampir tidak.** Dua kolam di negara yang sama bisa berselisih 6-8 °C secara permanen. Jangan pernah memakai satu angka nasional.
- Tidak ada dormansi. Ikan makan, biofilter bekerja, dan **KH terkuras 365 hari setahun.**
- Air hangat menahan **lebih sedikit oksigen** — sekitar 7,5 mg/L pada 30 °C dibanding 9 mg/L pada 20 °C di permukaan laut — sementara kebutuhan ikan justru naik. Ketinggian mengurangi lagi sekitar **1% per 100 mdpl.**
- Suhu tinggi **menaikkan fraksi amonia bebas (NH₃)** dari jumlah amonia total yang sama. Tabel amonia impor meremehkan bahaya di kolam 30 °C.
- Yang paling berbahaya bukan angkanya, melainkan **laju perubahannya**: hujan deras, penambahan air sumur dalam jumlah besar, atau pemindahan ikan.
- Satuan °C dan mg/L. **ppm = mg/L.**

Ketinggian menentukan suhu, musim hampir tidak

Di sini tidak ada "tahun koi" dalam pengertian negara empat musim. Yang ada adalah musim hujan, musim kemarau, dan pancaroba di antaranya — dan pengaruh ketiganya terhadap suhu air jauh lebih kecil daripada pengaruh ketinggian tempat kolam Anda berada.

LOKASI KOLAM	SUHU AIR YANG KHAS	APA YANG MENDOMINASI
Dataran rendah (Jakarta, Tangerang, Bekasi, Surabaya, Semarang, kota-kota pesisir)	Sekitar 28-32 °C hampir sepanjang tahun; ayunan siang-malam kecil	Margin oksigen tipis terus-menerus; fraksi amonia bebas tinggi; nafsu makan besar
Sabuk koi dataran tinggi (Bogor, Sukabumi, Cianjur, Bandung, Malang/Batu, kantong sejuk Jawa Timur)	Sering di kisaran 22-26 °C, malam bisa turun ke pertengahan 20-an atau lebih rendah	Ayunan harian lebih lebar; air sumber sering sangat lunak; risiko perubahan cepat saat hujan

Angka-angka di atas adalah gambaran umum, bukan hasil pengukuran, dan kolam Anda bisa saja berbeda karena kedalaman, naungan, volume, dan berapa lama air terpapar matahari di jalur filter. Kesimpulan praktisnya sederhana dan tidak bisa ditawar: **ukur kolam Anda sendiri, dan jangan memakai angka tunggal untuk seluruh Indonesia**. Sepanjang halaman ini, setiap kali ada angka yang bergantung suhu, akan disebut dua kasusnya.

Ada satu koreksi arah yang sering keliru. Banyak orang mengira kolam dataran tinggi otomatis "lebih aman soal oksigen" karena airnya lebih sejuk. Sebagian benar, tetapi keuntungannya lebih kecil daripada yang terlihat, karena tekanan udara yang lebih rendah mengurangi kejenuhan oksigen sekitar 1% setiap 100 mdpl. Kolam di 900 mdpl memiliki batas atas oksigen sekitar 10% di bawah angka permukaan laut pada suhu yang sama. Sejuk membantu; ketinggian mengambil sebagian kembali.

Metabolisme, pakan, dan tahun yang tidak pernah berhenti

Koi adalah hewan berdarah dingin: laju metabolismenya mengikuti suhu air. Di kolam beriklim sedang itu berarti ikan berhenti makan di musim dingin dan biofilter praktis tidur. Di sini tidak ada tombol jeda itu. Pada 28-31 °C metabolisme berjalan mendekati puncaknya sepanjang tahun, pencernaan cepat, pertumbuhan cepat, dan **ikan Anda lapar setiap hari selama dua belas bulan**.

Itu keuntungan nyata untuk pembesaran tosa dan untuk mengejar bentuk sebelum musim pameran. Konsekuensinya juga nyata:

- **Beban amonia tidak pernah berhenti.** Setiap gram pakan menjadi amonia dalam hitungan jam. Filter Anda bekerja pada beban penuh setiap hari.
- **KH dimakan setiap hari.** Mengoksidasi 1 mg/L nitrogen amonia menghabiskan sekitar 7 mg/L alkalinitas sebagai CaCO₃, kira-kira 0,4 dKH — dan seluruh asamnya berasal dari tahap pertama saja. Tidak ada musim dingin di mana penyangga sempat pulih. Lihat halaman [KH \(kesadahan karbonat\)](#).
- **Permintaan oksigen naik justru saat pasokannya turun.** Ikan yang baru diberi pakan mengonsumsi lebih banyak oksigen selama beberapa jam sesudahnya.

Dari poin terakhir muncul satu saran praktis yang jarang ditulis dan sangat berguna di kolam dataran rendah: **geser porsi terbesar ke pagi hari, dan ringankan pemberian pakan sore**. Pakan berat pada pukul 16.00-17.00 menempatkan lonjakan konsumsi oksigen tepat sebelum malam, ketika fotosintesis berhenti dan seluruh isi kolam — ikan, bakteri, alga — mulai bersaing memperebutkan oksigen yang sama sampai **titik terendah menjelang subuh**.

Dan jangan menerapkan aturan "berhenti memberi pakan di bawah X derajat" dari panduan luar negeri. Aturan itu ditulis untuk air 8-12 °C. Kolam dataran tinggi Anda pada 21 °C di malam musim hujan berada jauh di atas kisaran itu dan tidak memerlukan penghentian pakan; yang wajar hanyalah menyesuaikan porsi terhadap nafsu makan yang sedikit menurun.

Suhu dan oksigen: masalah struktural, bukan masalah musiman

Kelarutan oksigen dalam air turun seiring naiknya suhu. Ini fisika, bukan pilihan peralatan.

SUHU AIR	KEJENUHAN 100% DI PERMUKAAN LAUT	PERKIRAAN PADA 900 MDPL (~9% LEBIH RENDAH)
20 °C	~9,1 mg/L	~8,3 mg/L
24 °C	~8,4 mg/L	~7,6 mg/L
26 °C	~8,1 mg/L	~7,4 mg/L
28 °C	~7,8 mg/L	~7,1 mg/L
30 °C	~7,5 mg/L	~6,9 mg/L
32 °C	~7,3 mg/L	~6,6 mg/L

Perhatikan bahwa angka-angka itu adalah **batas atas**, yaitu kejenuhan 100%. Kolam nyata jarang berada di sana pada malam hari. Kolam dataran rendah pada 31 °C yang turun ke 60% saturasi menjelang subuh berada di sekitar 4,4 mg/L — dan di situlah koi besar mulai **menggantung di permukaan** atau **megap-megap di permukaan**. Ikan besar menderita lebih dulu daripada ikan kecil, karena rasio permukaan insang terhadap massa tubuhnya lebih kecil. Ikan yang paling berharga di kolam Anda biasanya juga yang paling besar.

Karena itu **aerasi malam di sini bukan peralatan musiman**. Ia berjalan 365 malam. Kondisi terburuknya ada di dua tempat yang berbeda: di puncak kemarau (air paling hangat, bloom alga paling padat, ayunan siang-malam paling lebar) dan pada malam-malam mendung, lembap dan tanpa angin di musim hujan, ketika pengisian oksigen dari fotosintesis siang hari tidak pernah terjadi.

Satu bahaya lokal yang tidak pernah disebut panduan impor: **listrik padam atau MCB turun pada pukul 02.00 menghilangkan aerator tepat pada jam terburuk dalam 24 jam**. Pemilik kolam yang serius memperlakukan daya cadangan untuk pompa udara sebagai bagian dari sistem, bukan sebagai kemewahan. Pembahasan lengkapnya ada di halaman [oksigen terlarut](#) dan [koi mati mendadak](#).

Suhu menaikkan racun dari amonia yang sama

Ini konsekuensi suhu yang paling sering hilang dari artikel berbahasa Indonesia, dan paling relevan untuk kolam dataran rendah.

Test kit Anda membaca amonia total (TAN), tetapi yang merusak insang adalah **amonia bebas (NH3)**, dan **pH dan suhu yang menentukan berapa banyak amonia total berubah menjadi NH3 bebas**. Suhu yang lebih tinggi mendorong kesetimbangan ke arah bentuk beracun, dan pH melakukannya dengan lebih kuat lagi. Keduanya bertumpuk.

Contoh langsung: amonia total 0,5 mg/L pada pH 8,0. Di kolam dataran tinggi pada 24 °C, itu sekitar 0,025 mg/L NH3 bebas — sudah layak ditindak, tetapi belum darurat. Di kolam dataran rendah pada 32 °C dengan pH yang sama, angkanya sekitar 0,042 mg/L, hampir dua kali lipat. Dan karena pH sore hari di kolam ber-alga bisa naik ke 8,5-8,7, kombinasi sore hari di kemarau bisa melipatgandakannya lagi beberapa kali. Tabelnya lengkap di halaman [amonia dan nitrit](#).

Konsekuensi editorialnya perlu dinyatakan tegas: **tabel toksisitas amonia dari panduan Eropa, Inggris dan Amerika umumnya berhenti di 25-28 °C dan karena itu meremehkan situasi kolam dataran rendah Indonesia**. Jangan memakainya tanpa penyesuaian.

Kekebalan tubuh: yang benar-benar berlaku di sini

Panduan iklim sedang menghabiskan banyak ruang untuk satu fakta: respons kekebalan koi melambat drastis di air dingin, sehingga akhir musim dingin dan awal musim semi menjadi musim luka dan infeksi. Fakta itu benar — dan hampir tidak pernah relevan di sini, karena air kolam Anda praktis tidak pernah mendekati suhu tersebut. Hapus asumsi itu, jangan diperhalus.

Yang berlaku di sini adalah versi lain dari hubungan yang sama, dan konsekuensinya berbeda:

- **Sistem kekebalan ikan Anda praktis selalu aktif.** Luka sembuh cepat, dan respons terhadap infeksi berjalan penuh. Ini keuntungan nyata dibanding kolam beriklim sedang.
- **Tetapi patogen dan parasit juga berjalan pada kecepatan penuh.** Siklus hidup *Ichthyophthirius* (white spot) yang di air dingin memakan waktu berminggu-minggu, pada 28-30 °C dapat selesai dalam sekitar tiga sampai empat hari. Artinya wabah meledak jauh lebih cepat, dan **jarak antar pengobatan harus lebih rapat**, mengikuti siklus parasit, bukan mengikuti jadwal dari buku terjemahan. Bakteri seperti *Aeromonas* juga berkembang lebih cepat di air hangat.
- **Margin cadangannya lebih tipis.** Ikan yang metabolismenya berjalan tinggi terus-menerus punya sedikit sekali ruang cadangan ketika oksigen turun, amonia naik, atau suhu berubah mendadak. Di air dingin ikan yang stres bisa "menunggu"; di air 31 °C ia tidak bisa.
- **Penekanan kekebalan di sini datang dari guncangan, bukan dari dingin.** Penurunan suhu yang cepat, penanganan, pengangkutan, dan air yang secara kimia asing — itulah pemicu yang membuka pintu bagi infeksi di kolam tropis.

Karena tidak ada musim dorman, **tidak ada jendela musiman yang aman** untuk pekerjaan berisiko. Pencucian filter, pengobatan, karantina ikan baru, dan pengangkutan berlangsung sepanjang tahun, jadi lonjakan nitrit 2-5 hari setelah gangguan biofilter juga merupakan risiko sepanjang tahun.

Laju perubahan: risiko suhu yang sebenarnya

Koi menoleransi kisaran suhu yang lebar. Yang tidak ditoleransinya adalah perpindahan cepat di dalam kisaran itu. Ikan yang hidup nyaman pada 30 °C dan ikan yang hidup nyaman pada 23 °C sama-sama baik-baik saja; ikan yang berpindah dari 30 ke 25 °C dalam satu jam tidak.

Angka yang lazim dipakai penghobi — konvensi umum, bukan batas mutlak:

SITUASI	BATAS YANG LAZIM DIPAKAI	CARA MEMENUHINYA
Laju perubahan suhu kolam	Di bawah ~1 °C per jam	Isi air perlahan selama 2-3 jam, bukan 20 menit dengan selang besar
Selisih air masuk vs kolam	Di bawah ~2 °C	Tampung dulu di bak; suhu bak akan mendekati suhu udara sendiri
Aklimatisasi ikan baru	Di bawah ~2 °C selisih saat dilepas	Apungkan kantong, lalu campurkan air kolam bertahap

SITUASI	BATAS YANG LAZIM DIPAKAI	CARA MEMENUHINYA
Pengangkutan / pameran	Sedekat mungkin dengan suhu asal	Puasakan sebelum berangkat; beri aerasi selama perjalanan

Tiga sumber perubahan cepat yang khas di kolam Indonesia:

1. Hujan deras. Satu jam hujan tropis dapat menurunkan suhu kolam dangkal di dataran rendah beberapa derajat, sekaligus mengirimkan volume besar air ber-KH nol yang sedikit asam dan limpasan pertama dari atap. Guncangan suhu dan guncangan kimia datang bersamaan, dan keduanya ditemukan pemiliknya pada pagi berikutnya. Kalau penyangga sudah tipis, inilah pemicu klasik pH anjlok. Periksa KH sebelum dan sesudah hujan besar, dan jauhkan limpasan atap serta halaman dari kolam.

2. Penambahan air dalam jumlah besar. Air sumur bisa jauh lebih dingin daripada kolam dataran rendah yang bersuhu 30 °C, dan sekaligus miskin oksigen serta jenuh CO₂. Menambahkannya dengan cepat berarti tiga guncangan sekaligus. Tampung dan aerasi dulu; rinciannya di halaman ganti air.

3. Kolam yang terlalu dangkal. Massa air adalah peredam suhu. Kolam sedalam 60 cm akan mengikuti suhu udara dan bergerak cepat; kolam sedalam 1,5 m nyaris tidak bergerak dalam satu sore. Kedalaman minimal sekitar 1,2-1,5 m adalah konvensi umum di kalangan penghobi, dan di iklim kita nilainya bukan untuk perlindungan musim dingin melainkan untuk stabilitas dan untuk memberi ikan lapisan yang lebih sejuk dan lebih teduh di siang hari.

Naungan berperan lebih besar daripada yang disadari banyak orang. Kolam dataran rendah tanpa peneduh menerima radiasi matahari langsung sepanjang hari sepanjang tahun. Paranet, tanaman peneduh, atau kanopi parsial menurunkan suhu puncak siang hari, mempersempit ayunan harian, sekaligus menekan pertumbuhan alga yang mendorong ayunan pH sore hari. Ini salah satu perbaikan paling murah yang bisa dilakukan pada kolam yang terlalu panas.

Di mana dan bagaimana mengukur suhu

Satu termometer yang tergantung di permukaan tidak menceritakan seluruh cerita. Kolam yang dalam dengan aliran lemah dapat mengalami stratifikasi ringan pada siang hari, sehingga lapisan permukaan beberapa derajat lebih hangat daripada dasar. Ikan yang berada di dasar mengalami suhu yang berbeda dari yang Anda catat.

- Ukur pada kedalaman tempat ikan menghabiskan waktunya, bukan hanya di permukaan.
- Catat dua kali sehari kalau Anda mengukur manual: **pukul 05.00-06.00** untuk titik terendah, dan **pukul 15.00-16.00** untuk titik tertinggi. Selisihnya lebih informatif daripada nilai rata-ratanya.
- Ukur suhu bersamaan dengan pH. Keduanya sama-sama menentukan berapa banyak amonia total yang berubah menjadi NH₃ bebas, jadi satu tanpa yang lain hampir tidak berguna.
- Jangan meletakkan sensor di jalur langsung air kembali dari filter atau di titik yang terkena matahari langsung; keduanya memberi angka yang tidak mewakili kolam.

Perlu disebut sekali di halaman ini karena selalu berkaitan: **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.** KH juga dikenal sebagai *alkalinitas total*. Di iklim tanpa dormansi ini, KH terkuras sepanjang tahun karena nitrifikasi tidak pernah berhenti — jadi KH harus diperiksa terjadwal, bukan setelah ada masalah.

Mengukur itu bagian yang mudah

Suhu adalah parameter yang paling mudah dipantau terus-menerus, dan pembaca di Indonesia sudah tahu itu. Probe DS18B20 pada ESP32, tampilan di ponsel, grafik dua puluh empat jam: itu proyek akhir pekan, dan banyak penghobi di sini sudah menjalankannya dengan baik. Kami tidak akan berpura-pura pengukuran berkelanjutan adalah sesuatu yang eksotis. **Mengukur itu bagian yang mudah.**

Yang sulit adalah **menafsirkan angka pukul 04.00 dan memastikan ada orang yang bertindak.** Grafik yang menunjukkan suhu turun dari 30 ke 27 °C dalam dua jam saat hujan bukan informasi yang lengkap. Yang menentukan tindakan adalah pertanyaan-pertanyaan berikutnya: apakah KH kolam ini sudah tipis sebelum hujan? Apakah aerasi masih menyala, atau MCB turun bersamaan dengan hujan? Apakah pH sedang bergerak? Apakah ikan besar sudah menggantung di permukaan? Sensor tidak menjawab satu pun dari itu. **Penafsiran, penilaian, dan perhatian manusia** yang menjawabnya.

Apa yang dilakukan H2Koi, dan apa batasnya. Sonde di kolam mengukur terus-menerus: suhu, pH, oksigen terlarut (mg/L dan % saturasi), konduktivitas, kekeruhan, amonium (NH₄), dan nitrat (NO₃); ORP tersedia sebagai kanal opsional. Dari pengukuran itu diturunkan amonia bebas (NH₃), nitrit, KH, salinitas, dan TDS. Untuk halaman ini yang paling berarti adalah kombinasinya: suhu tidak pernah dibaca sendirian, melainkan bersama pH dan amonium, sehingga NH₃ bebas dihitung dari kondisi kolam Anda saat itu juga — bukan dibaca dari tabel yang ditulis untuk air 20 °C. Oksigen dilaporkan dalam mg/L sekaligus % saturasi, sehingga penurunan menjelang subuh terlihat sebagai tren, bukan sebagai kejutan pagi. Cakupannya kami sebut apa adanya: **KH dihitung (derived), bukan hasil titrasi dan H2Koi tidak melaporkan GH sama sekali.** Wiper pembersih otomatis menjaga permukaan sensor optik tetap bersih. Ini peringatan dini berkelanjutan dari sensor kelas industri; ia tidak mendeteksi penyakit atau parasit, dan tidak mencegah masalah terjadi. Kami juga membangun sistem ganti air otomatis yang dirancang khusus per kolam; sejauh ini kami belum menemukan sistem lain yang melakukannya.

Pertanyaan umum

Berapa suhu ideal kolam koi di Indonesia?

Tidak ada satu angka nasional yang berguna, karena ketinggian tempat menentukan suhu jauh lebih kuat daripada musim. Kolam dataran rendah umumnya berada di sekitar 28-32 °C hampir sepanjang tahun, sedangkan kolam di sabuk koi dataran tinggi sering di kisaran 22-26 °C. Koi berkembang baik di kedua kondisi tersebut. Yang lebih penting daripada nilai absolutnya adalah stabilitasnya, kecukupan oksigen, dan kesadaran bahwa pada suhu lebih tinggi jumlah amonia total yang sama menghasilkan amonia bebas yang lebih banyak. Angka-angka ini gambaran umum, bukan pengukuran — ukur kolam Anda sendiri.

Apakah 31-32 °C berbahaya untuk koi?

Koi menoleransi suhu tersebut, dan banyak kolam dataran rendah berjalan di sana sepanjang tahun tanpa masalah. Yang menyempit adalah margin keamanannya. Pada 32 °C kejenuhan oksigen di permukaan laut hanya sekitar 7,3 mg/L dibanding sekitar 9,1 mg/L pada 20 °C, sementara kebutuhan ikan justru lebih tinggi; dan fraksi amonia bebas dari amonia total yang sama naik. Jawabannya bukan mendinginkan air, melainkan memperkuat aerasi malam, menyediakan naungan, menjaga KH pada kisaran kerja, dan tidak membiarkan amonia terdeteksi berapa pun kecilnya.

Apakah pemberian pakan perlu dikurangi saat suhu tinggi?

Tidak perlu dihentikan — di iklim ini tidak ada dormansi dan ikan makan sepanjang tahun. Yang berguna adalah mengatur waktunya: geser porsi terbesar ke pagi hari dan ringankan pakan sore, karena ikan yang baru diberi pakan mengonsumsi lebih banyak oksigen selama beberapa jam sesudahnya, dan pakan berat pada pukul 16.00-17.00 menempatkan lonjakan itu tepat sebelum malam. Abaikan aturan "berhenti memberi pakan di bawah X derajat" dari panduan luar negeri; aturan itu ditulis untuk air 8-12 °C dan tidak relevan di sini.

Seberapa cepat perubahan suhu masih aman?

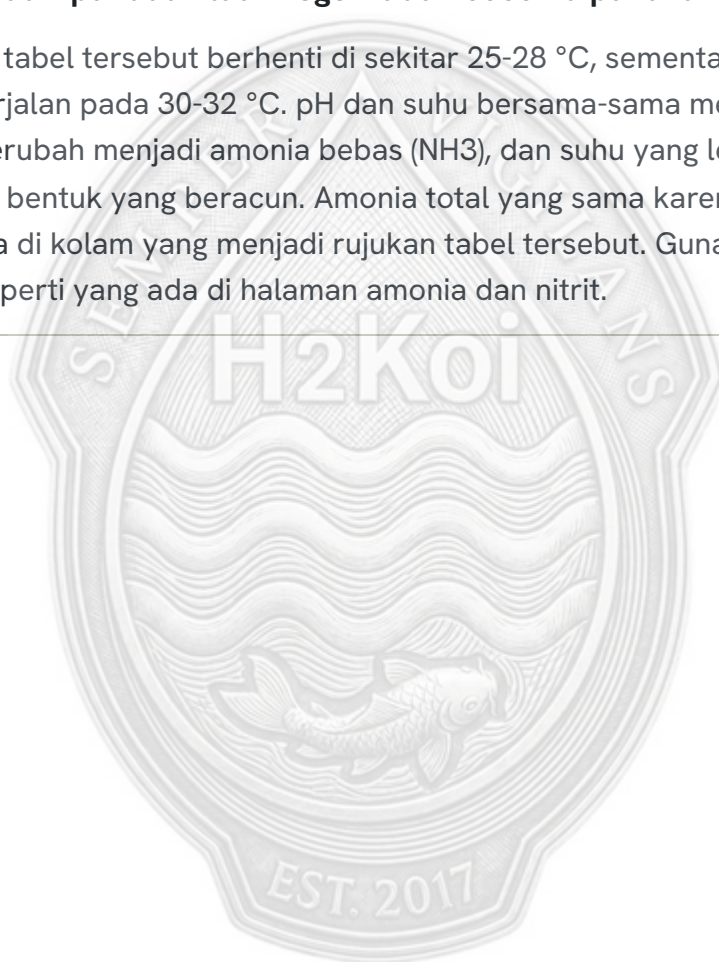
Konvensi umum di kalangan penghobi adalah menjaga laju perubahan suhu kolam di bawah sekitar 1 °C per jam, dan selisih antara air masuk dengan kolam di bawah sekitar 2 °C. Ini bukan batas mutlak, tetapi mudah dipatuhi: mengisi air perlahan selama dua sampai tiga jam hampir selalu memenuhinya, sedangkan selang besar yang dibuka penuh selama dua puluh menit hampir selalu melanggarnya. Untuk ikan baru, jaga selisih di bawah sekitar 2 °C saat dilepas.

Kolam saya di dataran tinggi turun ke 19-20 °C pada malam musim hujan. Apakah perlu pemanas?

Umumnya tidak. Suhu tersebut masih jauh di atas kisaran yang membuat sistem kekebalan koi melambat berarti, dan koi sehat menanganinya tanpa kesulitan. Yang perlu diperhatikan bukan nilainya melainkan lajunya: penurunan beberapa derajat dalam satu jam karena hujan deras adalah guncangan, terutama bila datang bersama air ber-KH nol. Prioritasnya adalah kedalaman kolam yang memadai untuk stabilitas, menjauhkan limpasan atap dari kolam, dan memeriksa KH sebelum serta sesudah hujan besar.

Kenapa tabel amonia dari panduan luar negeri tidak cocok dipakai di sini?

Karena sebagian besar tabel tersebut berhenti di sekitar 25-28 °C, sementara kolam dataran rendah di Indonesia berjalan pada 30-32 °C. pH dan suhu bersama-sama menentukan berapa banyak amonia total berubah menjadi amonia bebas (NH₃), dan suhu yang lebih tinggi menggeser kesetimbangan ke arah bentuk yang beracun. Amonia total yang sama karena itu lebih berbahaya di kolam Anda daripada di kolam yang menjadi rujukan tabel tersebut. Gunakan tabel yang mencakup 24-32 °C, seperti yang ada di halaman amonia dan nitrit.



Garam di Kolam Koi: Apa yang Benar-Benar Dilakukannya, dan Apa yang Tidak

Garam adalah alat yang murah, mudah didapat, dan paling sering dipakai secara membabi buta. Halaman ini ditulis untuk pemilik koi yang ikannya bernilai satu per satu — bukan resep umum. Apa yang bisa dikerjakan garam, apa yang tidak, mengapa dosisnya harus dihitung terhadap pengukuran, dan mengapa garam yang Anda masukkan bulan lalu hampir pasti masih ada di kolam Anda hari ini.

Ringkasan singkat

- Garam membantu tiga hal secara nyata: meringankan beban osmoregulasi ikan yang sakit atau stres, memberi perlindungan terhadap keracunan nitrit, dan menekan sebagian parasit protozoa. Di luar itu, klaimnya melemah dengan cepat.
- **Garam tidak menguap.** Air menguap, garamnya tetap tinggal. Satu-satunya cara menurunkan kadar garam adalah mengeluarkan air — ganti air atau luapan hujan.
- Dosis harus berdasarkan pengukuran, bukan perkiraan. "Tambah satu karung lagi" adalah cara paling umum kolam merangkak ke salinitas yang tidak pernah dimaksudkan siapa pun.
- Satuan: g/L dengan % di sampingnya. $3 \text{ g/L} = 0,3\%$. Volume dalam liter, dan volume kolam Anda hampir pasti bukan angka yang tertulis di gambar tukang.
- Musim kemarau menaikkan kadar garam Anda tanpa Anda menambah apa pun. Semalam hujan deras dan kolam meluap menurunkannya tanpa Anda mengurangi apa pun.
- Garam bukan penyangga. Garam tidak menaikkan KH, tidak menstabilkan pH, dan tidak menggantikan filter yang matang.

Catatan satuan: ppm = mg/L. Test kit impor sering menulis ppm; angkanya sama.

Apa yang benar-benar dilakukan garam

Koi adalah ikan air tawar. Cairan tubuhnya lebih pekat daripada air di sekelilingnya, sehingga air terus-menerus merembes masuk lewat insang dan kulit, dan ginjalnya bekerja sepanjang waktu untuk memompanya keluar. Menambahkan garam ke kolam mempersempit selisih itu. Ikan yang lukanya terbuka, yang sisiknya berdiri, atau yang baru saja menempuh perjalanan panjang ke pameran, mengeluarkan energi lebih sedikit hanya untuk menahan keseimbangan cairannya.

Itu manfaat pertama, dan itu manfaat yang paling jujur: garam tidak menyembuhkan apa pun, tetapi ia mengurangi beban kerja ikan yang sedang berjuang.

Manfaat kedua lebih spesifik dan lebih penting daripada yang disadari kebanyakan orang. Ion klorida dari garam bersaing dengan ion nitrit di insang. Nitrit yang masuk ke darah mengikat hemoglobin dan membuatnya tidak bisa lagi mengangkut oksigen — ikan tercekik di dalam air yang kadar oksigen terlarutnya (DO) terbaca normal. Dengan klorida hadir dalam air, penyerapan nitrit itu ditekan. Inilah sebabnya garam masuk akal sebagai tindakan darurat ketika Anda menemukan lonjakan nitrit setelah filter terganggu. Lihat halaman [amonias dan nitrit](#) untuk mekanisme lengkapnya.

Gunakan garam sebagai penyangga waktu, bukan sebagai jawaban. Klorida melindungi ikan dari nitrit sementara Anda memperbaiki penyebabnya: filter yang belum matang, media yang baru dicuci, atau beban pakan yang melampaui kapasitas biofilter. Garam membeli waktu; garam tidak menumbuhkan bakteri nitrifikasi.

Manfaat ketiga adalah terhadap sebagian parasit bersel satu. Beberapa protozoa kulit cukup sensitif terhadap garam pada kadar yang lazim dipakai penghobi. Tetapi di sinilah klaim mulai melebar tanpa dasar, dan kita perlu berhenti dengan tegas.

Apa yang tidak dilakukan garam

- **Garam bukan obat cacing.** Cacing insang dan cacing kulit tidak diberantas secara andal pada 3 g/L. Anda hanya menyeleksi populasi yang toleran sambil merasa sudah menangani masalah.
- **Garam bukan antibiotik.** Infeksi bakteri sistemik tidak selesai dengan garam. Garam mendukung ikan; garam tidak mengobati borok.
- **Garam tidak menaikkan KH dan tidak menstabilkan pH.** Natrium klorida tidak punya kapasitas penyangga (buffer) sama sekali. Kolam dengan 3 g/L garam dan KH 30 mg/L CaCO_3 tetap kolam yang siap pH anjlok pada hujan deras berikutnya.
- **Garam tidak membunuh air hijau.** Ia justru merusak tanaman air Anda jauh sebelum mengganggu alga renik. Eceng gondok, teratai, dan tanaman filter lain menderita pada 3 g/L.
- **Garam tidak mensterilkan kolam.** Biofilter Anda bertahan pada kadar penghobi, tetapi lonjakan mendadak tetap bisa menekan kinerjanya untuk beberapa hari.

KH, GH, dan kekeliruan bahasa yang membuat orang salah dosis

Karena garam sering dibahas berbarengan dengan "kesadahan", satu klarifikasi harus dipasang di sini. **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.** KH juga dikenal sebagai *alkalinitas total* — istilah yang dipakai laboratorium dan laporan air lokal, dan yang mungkin sudah Anda kenal dari sana.

Garam tidak masuk ke salah satu dari keduanya. Garam menaikkan salinitas, konduktivitas (DHL), dan TDS — dan tidak lebih. Kalau Anda memantau kolam dengan alat yang membaca konduktivitas, penambahan garam akan terlihat jelas di sana, dan itu justru berguna. Detailnya di bagian pemantauan di bawah, dan di halaman [KH \(kesadahan karbonat\)](#).

Satuan, produk, dan cara menghitung

Yang Anda beli adalah **garam krosok** (kasar, tanpa yodium) atau **garam ikan** yang dijual toko koi. Yang harus Anda hindari:

Jangan pakai garam meja beryodium. Dan periksa kemasan untuk bahan anti-caking (kalium/natrium ferrosianida, kalsium silikat, magnesium karbonat). Untuk memasak, itu tidak masalah. Untuk kolam berisi ikan yang Anda kembangkan bertahun-tahun, memasukkan senyawa yang tidak Anda kenal dalam jumlah puluhan kilogram adalah risiko yang tidak perlu Anda ambil. Garam krosok polos lebih murah dan lebih bersih.

Konversi yang dipakai di seluruh halaman ini: **1 g/L = 0,1%**. Jadi 3 g/L = 0,3%, dan 5 g/L = 0,5%.

VOLUME KOLAM	UNTUK 1 G/L (0,1%)	UNTUK 3 G/L (0,3%)	UNTUK 5 G/L (0,5%)
5.000 liter	5 kg	15 kg	25 kg
10.000 liter	10 kg	30 kg	50 kg
20.000 liter	20 kg	60 kg	100 kg
50.000 liter	50 kg	150 kg	250 kg

Angka-angka ini mengasumsikan kolam Anda saat ini benar-benar 0 g/L. Hampir tidak pernah demikian, dan itulah inti halaman ini.

Kadar yang lazim dipakai: banyak penghobi bekerja di kisaran 1-3 g/L (0,1-0,3%) untuk dukungan jangka pendek, dan 5 g/L (0,5%) untuk periode singkat di bawah pengawasan ketat. *Angka ini konvensi umum di kalangan penghobi, bukan batas mutlak*, dan bukan resep. Kolam, kepadatan ikan, suhu, dan kondisi ikan Anda berbeda dari milik orang lain.

Volume kolam Anda bukan angka di gambar

Kesalahan dosis terbesar hampir selalu bermula dari volume. Kolam yang "kira-kira 15 ton" seringkali 11 ton setelah dikurangi volume ruang pengendapan yang tidak ikut bersirkulasi, kemiringan dasar, dan tinggi air yang sebenarnya 15 cm di bawah bibir. Salah 25% pada volume berarti salah 25% pada setiap dosis garam dan setiap dosis obat yang pernah Anda berikan.

Ukur sekali, dengan benar, dan tulis angkanya di dinding ruang filter: panjang × lebar × kedalaman air rata-rata (dalam meter) × 1.000 = liter. Kurangi bagian yang tidak terisi air.

Dosis berdasarkan pengukuran, bukan perkiraan

Ini kaidah tunggal yang paling penting di halaman ini. Sebelum menambahkan garam, ukur berapa yang sudah ada. Alatnya sederhana: refraktometer salinitas, atau alat ukur digital genggam yang membaca salinitas dari konduktivitas. TDS pen murah bisa memberi indikasi, tetapi ia mengalikan konduktivitas dengan faktor konversi yang belum tentu cocok untuk air kolam Anda — pakai sebagai tren, bukan sebagai angka mutlak.

Lalu hitung selisihnya. Kalau kolam 10.000 liter Anda sudah berada di 1,8 g/L dan Anda menuju 3 g/L, yang Anda butuhkan adalah $1,2 \text{ g/L} \times 10.000 \text{ L} = 12 \text{ kg}$ — bukan 30 kg. Menambahkan 30 kg akan membawa kolam ke 4,8 g/L, dan Anda tidak akan tahu sampai ada yang salah.

Larutkan garam dalam ember berisi air kolam lebih dulu, lalu tuang perlahan di titik dengan aliran kuat. Jangan menaburkan kristal ke dasar kolam: koi akan mendatangnya dan berbaring di atas kantong garam pekat. Untuk kenaikan besar, bagi dosis ke dalam 24-48 jam.

Garam tidak menguap — dan inilah akibatnya

Air menguap; garamnya tetap tinggal. Dalam iklim tropis, penguapan berlangsung sepanjang tahun, dan di musim kemarau di dataran rendah ia berlangsung cepat. Kolam yang kehilangan beberapa sentimeter air per minggu sedang memekatkan segala sesuatu yang tidak ikut menguap: garam, nitrat, TDS, konduktivitas.

Ada nuansa penting yang sering disalahpahami. Ketika Anda menambah air untuk mengganti yang menguap, Anda *mengembalikan* kadar garam ke nilai sebelum penguapan — Anda tidak menurunkannya di bawah itu. Volume kembali, massa garam tidak berubah. Jadi rutinitas isi-ulang harian bukan pengenceran. Ia hanya menjaga angka tetap di tempatnya.

Yang benar-benar mengeluarkan garam hanyalah air yang keluar dari kolam:

SETELAH GANTI AIR	KADAR GARAM SISA (DARI 3 G/L AWAL)
Ganti 10%	2,7 g/L (0,27%)
Ganti 20%	2,4 g/L (0,24%)
2 × ganti 20%	1,92 g/L (0,19%)
4 × ganti 20%	1,23 g/L (0,12%)
6 × ganti 20%	0,79 g/L (0,08%)

Perhatikan bahwa menurunkan garam itu lambat. Menaikannya cepat dan tidak dapat dibatalkan tanpa membuang air. Ini alasan kuat untuk berhenti pada dosis terendah yang masuk akal, bukan yang tertinggi.

Musim hujan dan musim kemarau mengubah dosis Anda tanpa izin

Di sini kita meninggalkan panduan impor sepenuhnya. Kolam Anda tidak punya musim dingin dan tidak punya masa dorman. Yang ada adalah dua musim, dan keduanya mengganggu kadar garam dari arah berlawanan.

Musim kemarau. Penguapan tinggi, hari panjang, suhu air di dataran rendah biasanya bertahan di sekitar 28-32°C sepanjang hari. Garam terkonsentrasi. Kolam yang Anda dosis ke 0,3% dua bulan lalu, dan hanya Anda isi ulang sebagian dari kehilangan penguapan, bisa berada di atas angka itu sekarang. Ukur, jangan asumsikan.

Musim hujan. Satu malam hujan deras memasukkan volume besar air tanpa garam sama sekali dan mendorong volume yang sama keluar lewat pipa luapan. Itu adalah ganti air yang tidak Anda kendalikan. **Kolam yang didosis ke 0,3% tidak lagi berada di 0,3% setelah semalam hujan dan luapan.** Kalau Anda sedang mengandalkan klorida untuk melindungi ikan dari nitrit, perlindungan itu berkurang persis pada malam ketika Anda paling tidak memperhatikannya.

Setelah hujan deras, dua hal harus dicek, bukan satu. Kadar garam turun karena luapan — dan KH (kesadahan karbonat) juga ikut terencerkan oleh air hujan yang KH-nya nol dan pH-nya sekitar 5,6 (lebih rendah di kawasan perkotaan dan industri). Yang kedua jauh lebih berbahaya daripada yang pertama. Baca [pH anjlok](#).

Garam, oksigen, dan suhu tropis

Kelarutan oksigen turun ketika air menghangat, dan turun sedikit lagi ketika salinitas naik. Efek garam pada kadar penghobi kecil dibandingkan efek suhu, tetapi ia bekerja ke arah yang sama dan ditumpuk di atas kondisi yang sudah ketat.

SUHU AIR	KEJENUHAN OKSIGEN DI PERMUKAAN LAUT (PERKIRAAN)
20°C	sekitar 9 mg/L
30°C	sekitar 7,5 mg/L
35°C	sekitar 7,0 mg/L

Ketinggian mengurangi lagi: kira-kira 1% per 100 mdpl. Kolam di sabuk koi dataran tinggi pada 900 mdpl mencapai batas atas sekitar 10% di bawah angka permukaan laut — sehingga keunggulan udara sejuk di Bogor, Cianjur, atau Batu lebih kecil daripada yang terlihat.

Konsekuensi praktis: kalau Anda mendosis garam pada ikan yang sedang sakit di kolam dataran rendah pada 31°C, tambahkan aerasi, jangan mengandalkan hitungan di atas kertas. Titik terendah oksigen tetap datang menjelang subuh, setiap malam, sepanjang tahun. Lihat [oksigen terlarut](#).

Interaksi dengan pengobatan dan bahan lain

Ini bagian yang paling sering dilewati, dan yang paling sering mencelakakan ikan.

- **Formalin dan campuran formalin.** Formalin mengikat oksigen di air. Air hangat sudah miskin oksigen. Garam menurunkannya sedikit lagi. Menumpuk ketiganya di kolam dataran rendah pada 30°C tanpa aerasi tambahan yang serius adalah salah satu cara tercepat kehilangan seluruh koleksi dalam satu malam. Kalau Anda memakai formalin, aerasi maksimal itu wajib, bukan pilihan.
- **Kalium permanganat (PK).** Bukan konflik kimia langsung dengan garam, tetapi ini adalah penumpukan stres pada ikan yang sama di air yang sama. Satu perlakuan pada satu waktu, dengan jeda, dan dengan alasan yang jelas untuk masing-masing.
- **Anti-klorin (natrium tiosulfat).** Tidak terpengaruh garam. Tetap wajib untuk air PDAM — bau kaporit adalah peringatan, tetapi ketiadaan bau bukan jaminan.
- **Tanaman air.** Pada 3 g/L, sebagian besar tanaman filter Anda menderita atau mati. Kalau ekspor nutrisi Anda bergantung pada filter tanaman, dosis garam jangka panjang akan merusaknya — dan alga akan mengambil alih nutrisi yang ditinggalkan. Kaitannya dibahas di [air hijau dan lumut](#).

- **Biofilter.** Bakteri nitrifikasi bertahan pada kadar penghobi, tetapi lonjakan mendadak dari 0 ke 5 g/L dalam satu jam dapat menekan kinerjanya beberapa hari. Naikkan bertahap.
- **Karantina.** Di bak karantina, volume kecil membuat kesalahan dosis berlipat. Hitung volume bak, bukan volume kolam utama.

Kesalahan yang berulang

1. **Mendosis "untuk berjaga-jaga" secara permanen.** Garam yang selalu ada menyembunyikan masalah nitrit yang seharusnya Anda lihat, dan menghapus salah satu alat darurat Anda karena kolam sudah berada di kadar itu.
2. **Menambah tanpa mengukur.** Setelah tiga atau empat kali "tambah sedikit", tidak ada yang tahu lagi kolam ada di angka berapa.
3. **Menghitung dari volume yang salah.** Lihat di atas.
4. **Melakukan kuras total untuk "membuang garamnya".** Mengganti seluruh air sekaligus membuang KH, membuang koloni bakteri di kolom air, mengubah suhu mendadak, dan memasukkan air baru yang belum tentu sesuai. Turunkan garam bertahap lewat beberapa kali ganti air sebagian.
5. **Menganggap garam sebagai pengganti KH.** Tidak ada hubungannya. Kolam bergaram dengan penyangga terkuras tetap kolam yang rapuh.

Memantau garam secara terus-menerus

Mengukur itu bagian yang mudah. Di Indonesia, rig pemantauan buatan sendiri berbasis ESP32 dengan probe pH dan suhu ada di mana-mana — proyek kampus, forum penghobi, aplikasi di ponsel. Sensor bukan barang eksotis, dan kami tidak akan berpura-pura sebaliknya.

Yang sulit adalah menafsirkan angka pukul 04.00 dan ada orang yang bertindak atas angka itu. Grafik salinitas yang naik pelan selama enam minggu kemarau tidak akan memicu alarm mana pun, karena tidak ada satu pun titik yang "salah". Yang melihatnya adalah orang yang membaca trennya dan tahu bahwa kolam itu didosis ke 0,3% pada bulan Mei.

Sonde H2Koi mengukur secara langsung suhu, pH, oksigen terlarut (mg/L dan % saturasi), konduktivitas, kekeruhan, amonium (NH₄), dan nitrat (NO₃); ORP tersedia sebagai kanal opsional. Dari pengukuran itu ia menurunkan **salinitas** dan TDS — jadi setiap penambahan garam, setiap minggu penguapan, dan setiap malam luapan hujan terlihat sebagai perubahan pada kurva, bukan sebagai kejutan pada pengukuran berikutnya yang kebetulan Anda lakukan. Ia juga menurunkan KH, amonia bebas (NH₃), dan nitrit. **H2Koi tidak melaporkan GH sama sekali, dan KH dihitung (derived), bukan hasil titrasi.** Ini sistem peringatan dini yang berkelanjutan dari sensor kelas industri, dan ia tidak mendeteksi penyakit atau parasit.

Pertanyaan umum

Berapa lama garam bertahan di kolam saya?

Sampai Anda mengeluarkan air. Garam tidak menguap, tidak terurai, dan tidak dikonsumsi biofilter. Kalau Anda mendosis ke 3 g/L pada bulan Maret dan hanya mengisi ulang air yang menguap, garam itu masih ada. Yang menurunkannya hanya penggantian air sebagian, luapan saat musim hujan, atau kebocoran. Sebaliknya, penguapan di musim kemarau justru menaikkan kadarnya karena massanya tetap sementara volumenya berkurang. Karena itu ukurlah sebelum mendosis ulang, bukan sesudahnya.

Apakah aman menahan kolam saya di 0,3% garam sepanjang tahun?

Bisa dilakukan, tetapi kami tidak menyarankannya sebagai kebiasaan. Tiga alasan. Pertama, garam permanen menutupi masalah nitrit yang seharusnya Anda lihat sebagai gejala. Kedua, ketika suatu hari Anda benar-benar butuh perlindungan klorida, kolam Anda sudah berada di kadar itu sehingga tidak ada lagi ruang untuk merespons. Ketiga, garam pada kadar itu merusak tanaman air dan mempersempit pilihan ekspor nutrisi Anda. Anggap garam sebagai perlakuan dengan tanggal mulai dan tanggal selesai yang Anda tulis.

Kolam saya meluap semalaman karena hujan deras. Apa yang harus saya cek pagi ini?

Cek KH (kesadahan karbonat) lebih dulu, bukan garam. Air hujan membawa KH nol dan pH sekitar 5,6, dan luapan mengeluarkan air kolam yang menyangga. Kalau penyangga (buffer) Anda sudah tipis sebelum hujan, inilah kondisi klasik untuk pH anjlok yang ditemukan menjelang subuh. Setelah itu baru cek salinitas: kadar garam Anda pasti turun, dan kalau Anda sedang mengandalkan klorida untuk menahan nitrit, perlindungan itu sekarang lebih rendah daripada yang Anda kira. Cek juga suhu — penurunan cepat setelah hujan adalah kejutan tersendiri bagi ikan.

Bolehkah saya memakai garam krosok biasa dari pasar?

Ya, itu justru pilihan yang tepat: garam krosok kasar tanpa yodium. Yang harus dihindari adalah garam meja beryodium dan garam apa pun yang mencantumkan bahan anti-caking seperti kalium atau natrium ferrosianida dan kalsium silikat. Untuk memasak, aditif itu tidak masalah; untuk memasukkan puluhan kilogram ke kolam berisi koi yang Anda besarkan bertahun-tahun, tidak ada alasan mengambil risiko bahan yang tidak Anda kenal. Baca kemasannya, dan larutkan garam dalam ember berisi air kolam sebelum menuangkannya di titik beraliran kuat.

Apakah garam bisa membantu kalau pH kolam saya tidak stabil?

Tidak sama sekali. Natrium klorida tidak punya kapasitas penyangga. Yang menstabilkan pH adalah KH (kesadahan karbonat), juga disebut alkalinitas total. Kalau pH kolam Anda bergerak liar antara sore dan subuh, penyebabnya hampir selalu KH yang terkuras, dan solusinya adalah menaikkan KH secara terkendali — bukan garam. Perhatikan juga jebakan bahasa: GH (kesadahan umum, yaitu kalsium dan magnesium) juga disebut kesadahan dalam bahasa Indonesia dan tidak menyangga apa pun. Test kit yang bertuliskan hanya kesadahan belum tentu mengukur yang Anda butuhkan.

Bagaimana cara menurunkan garam tanpa mengejutkan ikan?

Lewat beberapa kali ganti air sebagian, bukan kuras total. Setiap penggantian 20% membuang 20% garam yang ada: dari 3 g/L menjadi 2,4 lalu 1,92 lalu 1,54 dan seterusnya. Prosesnya memang lambat, dan itu justru argumen untuk tidak mendosis berlebihan sejak awal. Kuras total membuang KH, mengganggu populasi bakteri, dan mengubah suhu mendadak — persis rangkaian kejadian yang ingin Anda hindari. Selalu de-klorinasi air PDAM, dan aerasikan air sumur sebelum masuk karena DO-nya rendah dan CO₂-nya tinggi.



Air Hijau dan Lumut: Mengapa Warna Bukan Masalahnya

Kolam Anda hijau dan Anda tidak bisa melihat ikan. Reaksi yang wajar adalah mencari cara membunuh alganya. Reaksi yang benar adalah bertanya mengapa alganya bisa tumbuh sebanyak itu — dan menyadari bahwa yang membunuh koi bukan warna airnya, melainkan ayunan oksigen dan pH yang didorong oleh alga itu setiap 24 jam, dengan titik terburuk menjelang subuh.

Ringkasan singkat

- **Air hijau bukan lumut.** Air hijau adalah alga renik yang melayang di kolom air (plankton). Lumut benang menempel pada dinding dan dasar. Keduanya masalah berbeda dengan penyebab dan solusi berbeda.
- Blooming adalah gejala: kelebihan nutrisi dari pakan, cahaya berlimpah, dan biofilter atau ekspor nutrisi yang tidak seimbang dengan beban.
- Bahaya sesungguhnya: alga memproduksi oksigen sepanjang sore dan *mengonsumsinya* sepanjang malam, sekaligus menggerakkan pH naik-turun setiap hari. Dengan KH yang terkuras, ayunan itu tidak ada yang menahan.
- Kekeruhan (NTU) saja tidak bisa memisahkan alga melayang dari lumpur. Setelah hujan, keduanya bergerak sekaligus dan bisa saling menutupi.
- Kanal sianobakteri (alga biru-hijau / BGA) yang dibaca sebagai fikosianin bersifat **opsional**, menunjukkan tren, bukan hitungan sel, dan tidak mengukur racun.
- Membunuh blooming secara mendadak lebih berbahaya daripada membiarkannya satu minggu lagi.

Catatan satuan: ppm = mg/L. Test kit impor sering menulis ppm; angkanya sama.

Dua hal berbeda yang sama-sama disebut hijau

Dalam percakapan sehari-hari penghobi Indonesia, kata **lumut** dipakai longgar untuk apa saja yang berwarna hijau di kolam. Untuk halaman ini, kita pisahkan dengan tegas:

	AIR HIJAU	LUMUT BENANG
Apa itu	Alga renik bersel satu, melayang bebas di kolom air (plankton)	Alga berfilamen yang menempel di dinding, dasar, dan media (juga disebut lumut rambut)
Yang Anda lihat	Air keruh hijau; ikan hilang dari pandangan pada kedalaman 20-30 cm	Air jernih; helai hijau panjang seperti rambut yang melambai di aliran

	AIR HIJAU	LUMUT BENANG
Risiko utama	Ayunan oksigen dan pH harian; kematian massal sel bila blooming runtuh	Ikan terjat di gumpalan tebal; konsumsi oksigen lokal pada malam hari; menyumbat saringan
Air jernih membantu?	—	Ya — lumut benang justru berkembang di air jernih dengan cahaya penuh

Perhatikan baris terakhir. Kedua masalah ini bersaing memperebutkan nutrisi yang sama. Kolam yang baru dijernihkan dari air hijau sering kali menumbuhkan lumut benang beberapa minggu kemudian, karena cahaya yang tadinya diserap alga relik sekarang mencapai dinding. Kalau Anda tidak mengubah pasokan nutrisinya, Anda hanya memindahkan alga dari satu bentuk ke bentuk lain.

Blooming adalah gejala, bukan penyakitnya

Alga tumbuh ketika tersedia tiga hal sekaligus: nutrisi, cahaya, dan tidak adanya pesaing yang lebih efisien. Di kolam koi, nutrisi hampir selalu berasal dari satu sumber — pakan.

Setiap kilogram pakan yang masuk keluar lagi sebagai nitrogen dan fosfor. Biofilter Anda mengubah amonia menjadi nitrat, tetapi **nitrat tidak hilang**: ia menumpuk sampai Anda mengeluarkannya lewat ganti air atau tanaman. Fosfor bahkan tidak diproses sama sekali oleh nitrifikasi. Jadi kolam yang "filternya bagus" tetap bisa hijau pekat: filter biologis menangani racun, bukan kesuburan.

Di iklim tropis, tidak ada jeda. Tidak ada musim dingin yang menghentikan pemberian pakan, tidak ada masa dorman yang memutus pasokan nutrisi, dan panjang hari praktis tetap sekitar 12 jam sepanjang tahun. Kolam Anda memberi makan alga 365 hari.

Karena itu daftar penyebab yang benar bukan "ada alga" melainkan:

- Pemberian pakan melebihi kemampuan sistem membuang produk akhirnya
- Ganti air terlalu jarang sehingga nitrat dan fosfat naik terus
- Ruang pengendapan yang tidak pernah dibilas, sehingga kotoran organik terurai di dalam kolam
- Cahaya matahari langsung sepanjang hari tanpa peneduh
- Tidak ada ekspor nutrisi lain: tanpa filter tanaman, tanpa panen lumut, tanpa pembuangan lumpur
- UV mati, undersized, atau lampunya sudah lewat umur pakai meski masih menyala

Bahayanya bukan warnanya — melainkan ayunan 24 jam

Ini bagian yang paling jarang ditulis dengan benar, dan bagian yang paling penting.

Sepanjang siang, alga berfotosintesis: menyerap CO₂, melepaskan oksigen. Sore hari di kolam yang blooming padat, oksigen terlarut bisa jauh melewati kejenuhan — 130% saturasi atau lebih. Kolam terlihat sehat. Ikan berenang tenang.

Sepanjang malam, fotosintesis berhenti sementara respirasi berlanjut. Alga bernapas. Ikan bernapas. Bakteri di media filter bernapas. Bahan organik yang membusuk mengonsumsi oksigen. Tidak ada satu pun yang memproduksinya. Kurvanya turun sepanjang malam dan menyentuh **titik terendah menjelang subuh**, biasanya

sekitar pukul 04.00-06.00.

Di kolam dengan blooming berat pada 30°C, batas atas kejenuhan hanya sekitar 7,5 mg/L di permukaan laut. Kalau kolam itu mulai malam pada 8 mg/L dan konsumsi malam menariknya turun 5 mg/L, ikan Anda menghabiskan jam-jam sebelum subuh di sekitar 3 mg/L. Anda tidak melihatnya, karena pada pukul 09.00 saat Anda memberi pakan, angkanya sudah kembali normal.

Inilah momen penemuan yang khas di sini. Banyak pemilik koi sudah bangun saat subuh dan melewati kolam dalam perjalanan. Kalau Anda melihat koi megap-megap di permukaan atau menggantung di permukaan pada jam itu, Anda sedang melihat titik terendah kurva oksigen — bukan awal masalah, melainkan puncaknya. Baca [oksigen terlarut](#) dan [koi mati mendadak](#).

Ayunan pH berjalan pada jam yang sama

CO₂ yang larut dalam air membentuk asam karbonat. Ketika alga menyerap CO₂ sepanjang siang, pH naik. Ketika seluruh isi kolam melepaskan CO₂ sepanjang malam, pH turun. Amplitudonya ditentukan sepenuhnya oleh kapasitas penyangga (buffer) air Anda.

KH (KESADAHAN KARBONAT)	AYUNAN PH HARIAN PADA BLOOMING PADAT (GAMBARAN)
107-179 mg/L CaCO ₃ (6-10 dKH)	Sebagian kecil satu unit — sering kurang dari 0,3
Sekitar 90 mg/L CaCO ₃ (5 dKH)	Mulai tidak stabil dan terlihat di grafik
Di bawah 54 mg/L CaCO ₃ (3 dKH)	Kritis: pH sore bisa mendekati 9 sementara pH subuh jatuh jauh di bawah 7

Di sinilah dua masalah bertemu. Blooming yang sama yang menghabiskan oksigen semalaman juga menggerakkan pH, dan yang menentukan apakah gerakan itu tidak terasa atau mematikan adalah KH.

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. KH juga disebut *alkalinitas total* pada laporan laboratorium dan artikel teknis lokal. Kalau Anda pernah membaca angka alkalinitas air sumur Anda, itulah parameter yang sama. Selengkapnya di [halaman KH](#).

Perlu juga diketahui: pH adalah indikator yang tertinggal. Menurut desainnya, pH tidak bergerak sampai perlindungannya habis. KH adalah indikator yang mendahului. Kolam hijau dengan KH 40 mg/L CaCO₃ dan pH yang masih terlihat "normal" pukul 10.00 adalah kolam yang menunggu [pH anjlok](#).

Mengapa membunuh blooming secara mendadak berbahaya

Bayangkan miliaran sel alga yang selama ini menyimpan nitrogen di dalam tubuhnya. Anda menyalakan UV besar, atau menuang algasida, dan dalam 48 jam semuanya mati sekaligus.

Tiga hal terjadi bersamaan:

1. **Oksigen anjlok.** Penguraian biomassa mati mengonsumsi oksigen dalam jumlah besar, dan produsen oksigen siang hari sudah tidak ada.
2. **Amonia melonjak.** Nitrogen yang tersimpan di dalam sel dilepaskan ke air lebih cepat daripada kemampuan biofilter menyerapnya.
3. **Fraksi NH₃ bebas naik.** pH dan suhu yang menentukan berapa banyak amonia total berubah menjadi NH₃ bebas — dan pada 30°C, angka amonia total yang sama jauh lebih beracun daripada yang tertulis di tabel panduan iklim sedang. Lihat [amonia dan nitrit](#).

Kalau Anda memutuskan menjernihkan kolam, lakukan bertahap dan dengan aerasi penuh. Nyalakan UV pada aliran yang wajar, jangan sekaligus pada seluruh volume; pantau amonia dan oksigen setiap hari selama satu minggu; jangan menambah pakan selama fase itu. Kolam yang hijau selama tiga bulan tidak akan menjadi lebih berbahaya karena Anda menjernihkannya dalam dua minggu, bukan dua hari.

Kekeruhan (NTU) tidak bisa memisahkan alga dari lumpur

Kekeruhan mengukur seberapa banyak cahaya dihamburkan oleh partikel tersuspensi. Ia tidak tahu partikel itu apa. Alga renik menaikkan NTU. Lumpur menaikkan NTU. Sisa pakan, koloid tanah liat, dan biofilm yang lepas dari media juga menaikkan NTU.

Ini penting secara praktis, terutama di musim hujan:

SITUASI	YANG DILAKUKAN NTU	YANG SEBENARNYA TERJADI
Blooming menebal di musim kemarau	Naik perlahan selama berminggu-minggu	Alga bertambah; ayunan DO dan pH melebar
Hujan deras semalam	Melonjak dalam hitungan jam	Limpasan pertama membawa lumpur dan kotoran dari atap serta halaman
UV baru dinyalakan penuh	Turun cepat	Sel alga mati — waspadai amonia dan oksigen, bukan warna
Blooming menipis <i>dan</i> lumpur masuk bersamaan	Nyaris datar	Dua perubahan besar yang saling menutupi di satu angka

Baris terakhir adalah alasan mengapa kekeruhan tidak boleh dibaca sendirian. Cara memisahkannya bukan dengan sensor yang lebih mahal, melainkan dengan membaca beberapa kanal bersama-sama: **amplitudo ayunan DO harian** dan **amplitudo ayunan pH harian** memberi tahu Anda seberapa besar aktivitas fotosintesis yang sedang berlangsung. Lumpur tidak berfotosintesis. Kolam yang keruh tanpa ayunan DO adalah kolam berlumpur; kolam yang keruh dengan ayunan DO lebar adalah kolam beralga.

Kanal sianobakteri (opsional)

Ada satu kanal tambahan yang bisa dipasang bila diperlukan: **sianobakteri (alga biru-hijau / BGA)**, dibaca sebagai fluoresensi **fikosianin** — pigmen yang khas dimiliki sianobakteri dan tidak dimiliki alga hijau. Kanal ini **opsional**. Ia **menunjukkan tren, bukan hitungan sel, dan tidak mengukur racun**.

Nilainya terletak pada pemisahan yang tidak bisa dilakukan kekeruhan: bila NTU naik sementara sinyal fikosianin ikut naik, komunitas Anda sedang bergeser ke arah sianobakteri, bukan sekadar bertambah keruh. Bagi pemilik koi, pergeseran itu layak diketahui lebih awal, karena sianobakteri cenderung membentuk lapisan permukaan yang menghalangi pertukaran gas dan berperilaku berbeda dari alga hijau di malam hari. Untuk apa pun yang berkaitan dengan racun, satu-satunya jawaban jujur adalah pengujian laboratorium — bukan sensor.

Musim kemarau, musim hujan, dan ketinggian

Panduan impor akan menyuruh Anda menunggu "akhir musim panas". Di sini tidak ada musim panas — yang ada adalah dua musim dan sebuah pita ketinggian, dan pita ketinggian lebih menentukan daripada keduanya.

Musim kemarau adalah puncak blooming tahunan. Hari cerah panjang, air paling hangat, pemberian pakan berjalan penuh, dan penguapan memekatkan nutrisi yang tersisa. Inilah periode dengan ayunan pH sore terlebar dan titik terendah oksigen subuh terdalam. Aerasi malam bukan peralatan musiman di sini; ia berjalan 365 malam.

Musim hujan mengencerkan blooming dengan volume air baru, tetapi memasukkan limpasan pertama dari atap dan halaman yang membawa nutrisi dan lumpur. Ia juga menghapus pengisian ulang fotosintesis pada hari-hari mendung — dan malam yang tenang, lembap, serta mendung setelah hari tanpa matahari bisa menghasilkan titik terendah oksigen yang justru lebih buruk, meskipun airnya terlihat lebih jernih.

Ketinggian menetapkan suhu Anda, dan suhu menetapkan batas atas oksigen. Kolam dataran rendah di Jakarta, Tangerang, Bekasi, Surabaya, atau Semarang biasanya berada di sekitar 28-32°C hampir sepanjang tahun. Kolam di sabuk dataran tinggi — Bogor, Sukabumi, Cianjur, Bandung, Malang dan Batu — berjalan jauh lebih sejuk pada malam hari, sering di angka 20-an bawah hingga menengah. Dua kolam di negara yang sama bisa selalu terpaut 6-8°C. Ini angka tipikal, bukan hasil pengukuran: ukurlah kolam Anda sendiri.

SUHU AIR	KEJENUHAN OKSIGEN DI PERMUKAAN LAUT (PERKIRAAN)
20°C	sekitar 9 mg/L
30°C	sekitar 7,5 mg/L
35°C	sekitar 7,0 mg/L

Ketinggian mengurangi lagi sekitar 1% per 100 mdpl, sehingga kolam di 900 mdpl mencapai batas atas kira-kira 10% di bawah angka permukaan laut. Keunggulan dataran tinggi karena itu lebih kecil daripada yang terlihat: udara memang lebih sejuk, tetapi langit-langit oksigennya juga lebih rendah.

Bahaya lokal yang tidak pernah disebut panduan impor: listrik padam atau MCB turun pukul 02.00 mencabut aerator Anda tepat pada jam terburuk dari 24 jam. Di kolam dengan blooming padat, itu bukan ketidaknyamanan — itu adalah selisih antara 3 mg/L dan nol. Pompa udara adalah kandidat pertama untuk daya cadangan.

Lumut benang: masalah yang berbeda

Lumut benang tumbuh di air jernih, di permukaan yang terkena cahaya, dengan nutrisi yang sama. Ia sebagian besar bersifat kosmetik dan bahkan berguna sebagai penyerap nitrat — sampai ia tidak lagi demikian.

Kapan ia menjadi masalah:

- Gumpalan tebal dapat menjerat koi, terutama ikan kecil dan tosai
- Massa padat mengonsumsi oksigen secara lokal pada malam hari, dan bagian dalamnya membusuk
- Ia menyumbat saringan, sikat, dan bibir *bakki shower*
- Ia tumbuh di dalam media filter dan mengurangi aliran

Yang berhasil: panen manual secara rutin (memutar helai dengan sikat atau tongkat kayu), memberi peneduh sebagian, mengurangi pakan, dan yang paling menentukan — mengeksport nutrisi lewat penggantian air sebagian yang teratur dan lewat tanaman di ruang terpisah.

Yang tidak berhasil, atau berbahaya: menuang alga ke seluruh kolam untuk membunuh massa besar sekaligus. Lumut yang mati dalam jumlah besar melakukan hal yang sama dengan blooming yang runtuh — mengonsumsi oksigen dan melepaskan amonia. Kalau Anda memakai perlakuan kimia apa pun, keluarkan dulu sebanyak mungkin secara manual.

Satu catatan yang berkaitan dengan halaman lain: kalau Anda sedang menjalankan kolam pada 3 g/L garam, tanaman filter Anda kemungkinan besar sedang menderita atau mati — dan nutrisi yang tadinya mereka serap sekarang tersedia bagi alga. Lihat [garam di kolam koi](#).

Apa yang sebenarnya menyelesaikan air hijau

1. **Kurangi masukan.** Pemberian pakan adalah sumber nutrisinya. Bukan berarti kelaparan — berarti jujur tentang berapa yang benar-benar masuk setiap hari.
2. **Eksport keluaran.** Ganti air sebagian secara terjadwal membuang nitrat dan fosfat. Ini satu-satunya jalur pembuangan yang benar-benar Anda kendalikan.
3. **Buang lumpur.** Bilas ruang pengendapan secara rutin. Bahan organik yang mengendap di kolam akan terurai di kolam.
4. **Kelola cahaya.** Peneduh parsial mengurangi energi yang tersedia bagi alga tanpa membunuh apa pun.
5. **UV dengan ukuran dan umur yang tepat.** Lampu UV kehilangan keluaran jauh sebelum mati. Kalau Anda tidak pernah menggantinya, Anda mungkin sedang menjalankan lampu pijar yang mahal.
6. **Jaga KH terlebih dahulu.** Ini yang paling sering terlewat. Menstabilkan penyangga tidak menjernihkan air, tetapi ia membuat blooming yang tersisa jauh lebih tidak berbahaya, karena ayunan pH-nya diredam.

Urutan yang benar: amankan penyangga dan oksigen malam hari lebih dulu, baru kerjakan kejernihannya. Kolam hijau dengan KH 143 mg/L CaCO₃ (8 dKH) dan aerasi malam yang berjalan adalah kolam yang aman meskipun jelek. Kolam jernih dengan KH 36 mg/L CaCO₃ (2 dKH) adalah kolam yang cantik dan rapuh.

Memantau kolam yang blooming

Mengukur itu bagian yang mudah. Di Indonesia, rig pemantauan buatan sendiri dengan ESP32 atau ESP8266, probe pH dan suhu, serta aplikasi di ponsel sudah menjadi hal biasa — ada di proyek kampus dan di halaman belakang penghobi. Kami tidak akan berpura-pura bahwa pengukuran berkelanjutan itu barang langka.

Yang sulit adalah menafsirkan angka pukul 04.00 dan ada orang yang bertindak atas angka itu. Kolam yang blooming tidak menghasilkan satu pembacaan yang "salah". Ia menghasilkan bentuk kurva: puncak DO sore yang makin tinggi, palung subuh yang makin dalam, dan selisih pH harian yang melebar dari 0,2 menjadi 0,9 selama enam minggu. Tidak ada satu pun titik yang memicu alarm ambang batas. Yang melihatnya adalah penafsiran manusia terhadap trennya.

Sonde H2Koi mengukur secara langsung suhu, pH, oksigen terlarut (mg/L dan % saturasi), konduktivitas, kekeruhan (NTU), amonium (NH₄), dan nitrat (NO₃). Dua kanal bersifat **opsional**: ORP, dan **sianobakteri (fikosianin)** — tren, bukan hitungan sel, dan tidak mengukur racun. Dari pengukuran itu ia menurunkan KH, amonia bebas (NH₃), nitrit, salinitas, dan TDS. **H2Koi tidak melaporkan GH sama sekali, dan KH dihitung (derived), bukan hasil titrasi.** Sebuah wiper pembersih otomatis menjaga muka sensor optik tetap bersih, yang di kolam beralga bukan kemewahan melainkan syarat agar pembacaan kekeruhan tetap berarti. Ini peringatan dini yang berkelanjutan dari sensor kelas industri, dan ia tidak mendeteksi penyakit atau parasit.

Pertanyaan umum

Kolam saya hijau pekat tetapi ikannya terlihat sehat. Perlukah saya khawatir?

Ikan yang terlihat sehat pukul 09.00 tidak memberi tahu Anda apa yang terjadi pukul 04.00. Blooming padat memproduksi oksigen sepanjang sore dan mengonsumsinya sepanjang malam, sehingga titik terendah harian jatuh menjelang subuh — jam ketika hampir tidak ada yang mengamati kolam. Yang perlu Anda ketahui bukan warna airnya, melainkan dua angka: seberapa dalam oksigen turun sebelum fajar, dan seberapa lebar pH bergerak antara sore dan subuh. Kalau KH Anda berada di kisaran 107-179 mg/L CaCO₃ (6-10 dKH) dan aerasi berjalan sepanjang malam, kolam hijau itu jelek dipandang tetapi relatif aman.

Apakah UV akan menyelesaikan masalahnya?

UV menjernihkan air; ia tidak menghapus penyebabnya. Nutrisi dari pakan tetap ada, dan setelah air jernih, cahaya mencapai dinding sehingga lumut benang sering mengambil alih beberapa minggu kemudian. Lebih penting lagi, menyalakan UV besar pada blooming padat sekaligus membunuh miliaran sel dalam waktu singkat — penguraiannya menghabiskan oksigen dan melepaskan amonia lebih cepat daripada kemampuan biofilter menyerapnya. Kalau Anda memakai UV, naikkan bertahap, aerasi penuh, pantau amonia harian selama seminggu, dan tahan pemberian pakan.

Kekeruhan kolam saya naik setelah hujan. Apakah itu alga?

Belum tentu, dan kekeruhan sendiri tidak bisa menjawabnya. NTU mengukur hamburan cahaya oleh partikel apa pun — alga renik, lumpur, koloid tanah liat, sisa pakan. Setelah hujan deras, limpasan pertama dari atap dan halaman membawa lumpur, sehingga NTU melonjak tanpa satu sel alga pun bertambah. Cara memisahnya adalah membaca kanal lain: lumpur tidak berfotosintesis, jadi kolam berlumpur tidak menunjukkan ayunan oksigen dan pH harian yang lebar. Kalau NTU naik sementara ayunan DO harian tetap datar, itu sedimen, bukan blooming.

Apa bedanya air hijau dan lumut, dan mana yang lebih berbahaya?

Air hijau adalah alga renik yang melayang bebas di kolom air; lumut benang (juga disebut lumut rambut) menempel di dinding, dasar, dan media. Keduanya memakan nutrisi yang sama tetapi merupakan masalah yang berbeda. Air hijau lebih berbahaya secara sistemik karena menggerakkan seluruh volume air lewat ayunan oksigen dan pH setiap 24 jam. Lumut benang sebagian besar kosmetik, sampai gumpalannya cukup tebal untuk menjerat ikan, menyumbat saringan, atau membusuk di bagian dalam. Perhatikan juga bahwa menjernihkan air hijau sering memicu lumut benang, karena cahaya yang tadinya diserap alga renik kini mencapai permukaan.

Apa kanal sianobakteri itu, dan apakah saya membutuhkannya?

Itu kanal opsional yang membaca fikosianin, yaitu pigmen yang khas dimiliki sianobakteri (alga biru-hijau atau BGA) dan tidak dimiliki alga hijau. Gunanya adalah memisahkan pergeseran komunitas yang tidak bisa dilihat oleh kekeruhan: NTU yang naik bersama sinyal fikosianin berarti kolam Anda bergeser ke arah sianobakteri, bukan sekadar bertambah keruh. Perlu ditegaskan bahwa kanal ini menunjukkan tren, bukan hitungan sel, dan tidak mengukur racun sama sekali. Untuk pertanyaan tentang racun, jawaban jujurnya adalah pengujian laboratorium, bukan sensor.

Apakah masalah air hijau lebih buruk di musim kemarau atau musim hujan?

Blooming paling padat di musim kemarau: hari cerah panjang, air paling hangat, pemberian pakan penuh, dan penguapan yang memekatkan nutrisi. Di situlah ayunan pH sore terlebar dan palung oksigen subuh terdalam. Tetapi musim hujan punya bahayanya sendiri. Malam yang tenang, lembap, dan mendung setelah hari tanpa matahari berarti pengisian ulang fotosintesis siang hari tidak pernah terjadi, sehingga oksigen bisa turun lebih dalam meski airnya terlihat lebih jernih. Ditambah lagi, air hujan mengencerkan KH dan limpasan pertama membawa nutrisi baru. Kesimpulannya: aerasi malam bukan peralatan musiman di sini, ia berjalan 365 malam.

