



KUMPULAN MAKALAH YANG TIDAK DIPUBLIKASIKAN
DARI TAHUN 2000 sampai dengan 2005.

OLEH :

MAJARIANA KRISANTI, S.Pi., M.Si

- **Sistem Saprobitik Modern sebagai Pendekatan dalam Evaluasi Kualitas Perairan Sungai.**

Makalah tahun 2000.

- **Keberadaan Jenis Copepoda dan Cladocera di Situ Cilala, Jawa Barat.**

Makalah tahun 2000.

- **Keutamaan Penggunaan Metode Pencucian Frustule sebagai Penunjang Indentifikasi Diatom.**

Makalah tahun 2005. (*Materi Seminar Nasional "Biologi dan Akuakultur Berkelanjutan"*, Fakultas Biologi UNSOED, Purwokerto, 10 September 2005.

- **Struktur Komunitas Perifiton di Tambak Bersubstrat Pasir.**

Makalah tahun 2005. (*Materi Seminar Nasional "Biologi dan Akuakultur Berkelanjutan"*, Fakultas Biologi UNSOED, Purwokerto, 10 September 2005.

BAGIAN PRODUKTIVITAS DAN LINGKUNGAN PERAIRAN

DEPARTEMEN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN

FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

2006

**SISTEM SAPROBIK MODERN SEBAGAI PENDEKATAN
DALAM EVALUASI KUALITAS PERAIRAN SUNGAI
(MODERN SAPROBIC SYSTEM AS TOOLS
FOR EVALUATING RIVER WATER QUALITY)**

Oleh

Majariana Krisanti

Niken T. M. Pratiwi

**BAGIAN PRODUKTIVITAS DAN LINGKUNGAN PERAIRAN
DEPARTEMEN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2000**

SISTEM SAPROBIK MODERN SEBAGAI PENDEKATAN DALAM EVALUASI KUALITAS PERAIRAN SUNGAI

(MODERN SAPROBIC SYSTEM AS TOOLS FOR EVALUATING RIVER WATER QUALITY)

Majariana Krisanti¹
Niken T.M. Pratiwi²

ABSTRAK

Indikator biologis berkembang dari dasar pemikiran bahwa perubahan lingkungan akan mengubah keberadaan organisme, baik secara individu, populasi, atau pun komunitas. Oleh karena itu, keberadaan suatu organisme dapat dijadikan sebagai indikator biologis dari lingkungan yang mengalami perubahan (Warren *in* Ravera, 1978). Konsep indikator biologis yang didasarkan pada sistem saprobik mula-mula diterapkan di Sungai Trent, Inggris, sehingga disebut sebagai Indeks Biologis Trent. Konsep ini terus berkembang, dan hingga saat ini setidaknya terdapat 90 metode berbeda yang didasarkan pada klasifikasi komunitas biota perairan mengalir (Loeb dan Spacie, 1994).

Metode sederhana telah diperkenalkan di Inggris, Australia, Thailand, dan Indonesia. Demikian sederhananya sehingga dapat mengundang partisipasi masyarakat yang cukup besar untuk dapat mengenali dan mengetahui kualitas air sungai di sekitarnya. Dalam metode ini digunakan alat bantu berupa sampul bergambar sebagai panduan penilaian kualitas sungai. Melalui panduan tersebut, kemunculan biota tertentu langsung dapat dijadikan sebagai kunci dalam penentuan kualitas perairan sungai.

Panduan ini diperkenalkan dalam Pelatihan Pengujian Kualitas Air dengan Menggunakan Bioindikator, untuk para Guru Biologi SMU se-Kodya dan Kabupaten Bogor di Gedung Widya Satwa Loka, Puslit Biologi-LIPI pada tanggal 30 September 2004. Panduan ini telah diterapkan di beberapa sungai di sekitar Bogor.

Kata kunci : sistem saprobik, indikator biologis, kualitas perairan sungai, panduan sederhana

¹ Bagian Produktivitas & Lingkungan Perairan, Departemen MSP, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB. BOGOR 16680. Telp./fax : 0251-621495; 08129531659;
my_chryasant@yahoo.com

² Bagian Produktivitas & Lingkungan Perairan, Departemen MSP, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB. BOGOR 16680. Telp./fax : 0251-621495; 08129053354;
niken_tmpratiwi@yahoo.com

Pengantar

Organisme, populasi, biocoenoses, serta seluruh ekosistem, secara alami dipengaruhi oleh berbagai faktor/tekanan biotik atau pun abiotik, seperti iklim, variasi radiasi, ketersediaan makanan, hubungan pemangsaan (predator-prey), parasit, penyakit, serta persaingan antar- dan interspesies. Kemampuan bereaksi terhadap tekanan merupakan hal yang penting bagi seluruh sistem kehidupan biota. Sebaliknya, tidak akan terjadi adanya perkembangan spesies dan ekosistem tanpa adanya tekanan tersebut.

Pada awalnya, kajian mengenai tekanan ekologis banyak dilakukan melalui pengujian secara kimia, terutama untuk mempelajari dampak dari adanya pencemaran logam berat. Selanjutnya banyak kajian terhadap biota hewani dan nabati terkait dengan adanya bahan pencemar tersebut menggunakan metode bioassay. Metode bioassay sangat berkembang dan memberikan hasil yang memuaskan untuk pengujian respon satu jenis biota spesifik terhadap satu jenis bahan pencemar, namun belum dapat menjelaskan efek atau pun respon yang terjadi pada berbagai level bahan pencemar dan berbagai tingkat kompleksitas organisme (populasi, biocoenoses, ekosistem).

Pada dasarnya bioindikasi merupakan salah satu perangkat yang juga bisa digunakan. Taksa indikator digunakan untuk menjelaskan akibat dari terjadinya perubahan lingkungan seperti perubahan habitat, fragmentasi, serta perubahan iklim secara parsial dan temporal. Spesies indikator dapat digunakan sebagai perwakilan dari suatu kelompok organisme atau untuk komunitas yang lebih luas.

Biomonitoring untuk menduga kualitas perairan

Ekosistem akuatik yang mengalami tekanan akan mengalami perubahan, baik pada struktur maupun fungsinya. Perubahan struktur ditunjukkan oleh terjadinya modifikasi komposisi dari berbagai biocoenoses serta karakter fisika-kimia terkait yang ada dalam badan air; perubahan fungsi tampak dari adanya perbedaan produksi bahan organik dalam sistem serta perbedaan laju pemanfaatan serta lepasan gas dan nutrien.

Suatu komunitas biologis, tergantung pada kondisi dan keberadaan sumberdaya (populasi penyusunnya) di suatu lokasi, akan mengalami perubahan bila keduanya berubah. Selanjutnya, adanya perubahan dalam suatu lingkungan akan mengubah keberadaan

organisme, baik secara individu, populasi, atau pun komunitas. Oleh karena itu, karena lingkungan pada suatu kawasan dapat menentukan organisme apa saja yang dapat menempati suatu lokasi, maka keberadaan suatu organisme dapat dijadikan sebagai indikator biologis dari lingkungan yang mengalami perubahan (Warren *in* Ravera, 1978).

Organisme yang hidup dalam ekosistem perairan dapat digunakan sebagai petunjuk kualitas kimiawi perairan. Tidak seperti dalam analisis kimia, survei biologis tidak serta merta menggambarkan kondisi perairan pada saat sampling dilakukan. Hal ini terjadi karena biota memberikan respon terhadap seluruh kondisi lingkungan secara bertahap selama hidupnya berlangsung.

Perubahan kehadiran, ketiadaan, atau kelimpahan relatif dapat menjadi petunjuk bagi adanya perubahan kondisi lingkungan. Organisme dengan tingkat toleransi yang sempit dan spesifik terhadap lingkungan sehingga dapat memberikan respon terhadap adanya sedikit saja perubahan kualitas lingkungan, maka organisme tersebut dapat digolongkan sebagai organisme indikator. Namun ada pula organisme indikator yang kehadiran dan kelimpahannya memberikan beberapa indikasi, baik secara kualitatif, kuantitatif, atau keduanya, dari kondisi suatu lingkungan.

Beberapa reaksi yang mengindikasikan adanya tekanan dalam ekosistem perairan, di antaranya adalah:

1. Peningkatan respirasi komunitas
2. Terjadinya ketidakseimbangan rasio produktivitas/respirasi
3. Rasio produktivitas/biomas meningkat karena energi berubah dari pertumbuhan dan reproduksi menjadi aklimasi dan kompensasi
4. Kebutuhan akan energi penunjang meningkat; perlu sumbangan dari luar
5. Ekspor produktivitas primer meningkat
6. Laju pengembalian/*turnover* dan kehilangan/*losses* nutrien meningkat
7. Transport satu arah meningkat, sementara siklus internal menurun
8. Lama hidup/*lifespan* menurun, *turnover* organisme meningkat
9. *Trophic-dynamic* berganti, rantai makanan memendek, diversitas fungsional menurun
10. Efisiensi pemanfaatan sumberdaya berkurang
11. Terjadi penurunan kondisi

Telah diuraikan sebelumnya bahwa bioindikator didefinisikan sebagai organisme, sel, dan senyawa subseluler yang dapat digunakan untuk menduga kualitas lingkungan dan ekosistem, juga dampak tekanan lingkungan terhadap komposisi dan fungsi ekosistem. Bioindikator dapat digunakan sebagai indikator lingkungan, tetapi indikator lingkungan memiliki pengertian yang lebih luas daripada sekedar aspek organisme. Konsep indikator lingkungan disusun dengan pengertian yang lebih luas, yaitu dapat diartikan sebagai parameter atau nilai yang ditarik dari parameter dengan tujuan atau untuk memberikan informasi tentang atau untuk menggambarkan keadaan suatu fenomena/lingkungan/area dengan suatu pandangan yang nyata melebihi apa yang digambarkan secara langsung dari parameter terkait. Sekalipun memiliki pengertian yang luas, indikator lingkungan harus dapat dihubungkan dan memberikan jawaban atas pertanyaan yang spesifik, yang terutama diarahkan oleh isu politis.

Aspek penting yang lain adalah bahwa indikator lingkungan harus mudah diinterpretasikan supaya mudah disampaikan kepada masyarakat. Oleh karena itu indikator harus memiliki efek peringatan (sinyal), peningkatan perhatian, serta memberikan hasil dan pendugaan ilmiah. Demi masa depan dari bioindikator dan penggunaannya dalam penentuan kebijakan, maka metode yang bersifat *cost-effective* dan pengambilan contoh yang layak secara statistik harus segera ditentukan, terutama terhadap kelompok-kelompok spesies yang menjadi acuan.

Kelimpahan dan pola distribusi organisme akuatik dapat dipengaruhi oleh adanya masukan bahan pencemar ke dalam perairan. Respon yang mungkin terjadi adalah: 1) terjadi perubahan biomassa dengan struktur komunitas yang tetap, 2) spesies sama, struktur komunitas berubah, biomassa yang mungkin berubah, 3) spesies dan struktur komunitas berubah dengan biomassa yang bisa saja berubah.

Uraian tersebut merupakan rangkuman dari sebagian intisari yang termuat dalam acuan yang disusun oleh Markert dan Breure (2003), Mason (1993), Abel (1989), serta James dan Evison (1979).

Makrozoobentos sebagai indikator biologis

Dalam mengkaji kondisi perairan, selain ikan, pemanfaatan struktur kelompok avertebrata untuk menggambarkan kondisi ekosistem akuatik yang terintegrasi juga sangat

berkembang. Perannya di dalam jaring makanan akuatik sebagai konsumen primer bagi produser primer (misal: perifiton) dan dekomposer (bakteri dan jamur heterotrof), dan mangsa bagi konsumen sekunder dan tersier (ikan) membuat makroinvertebrata penting bagi integritas total komunitas.

Pada dasarnya jika limbah organik dibuang ke dalam badan sungai, maka akan timbul serangkaian peristiwa yang seiring dengan waktu dan jarak yang ditempuh aliran sungai. Hal ini menciptakan kondisi lingkungan yang berbeda dan menghasilkan komunitas akuatik yang berubah secara suksesif di sungai tersebut. Ekosistem yang wajar dicirikan oleh keanekaragaman komunitas yang tinggi, tidak ada dominansi spesies serta jumlah individu per spesies terbagi dengan merata. Komunitas pada lingkungan tercemar dicirikan oleh keanekaragaman yang rendah dan adanya perubahan struktur komunitas dari yang mantap menjadi rapuh (Stirn, 1981).

Konsep indikator biologis dari polusi yang lebih dikenal sebagai sistem saprobik dicetuskan oleh Kolkwitz dan Marson (Persoone dan De Pauw *in* Ravera, 1978). Sistem ini didasarkan pada perbedaan zona perairan yang mengalami peningkatan kandungan bahan organik yang masing-masing dicirikan oleh kemunculan tumbuhan atau hewan yang spesifik. Indikator biologis dapat mencakup berbagai kelompok organisme mikro (bakteri, jamur, mikroalgae, protozoa) atau pun organisme makro (makrofit, serangga, moluska, cacing, ikan).

Meskipun banyak biota dari berbagai taksa dapat digunakan sebagai bioindikator, pada umumnya satu sistem pendugaan kualitas air hanya menggunakan satu kelompok komunitas, misalnya komunitas plankton, perifiton, mikrobentos (mikrozoobentos), makrobentos (makrozoobentos), atau ikan (Loeb dan Spacie, 1994). Bentos makroinvertebrata, lebih banyak digunakan/dipilih karena alasan-alasan berikut:

- a. prosedur sampling relatif sudah berkembang, dan dapat dilakukan oleh satu orang
- b. sudah tersedia kunci identifikasi untuk sebagian besar kelompok biota
- c. hidup menetap dan hidup cukup lama sehingga dapat digunakan untuk menduga kualitas air pada suatu lokasi dalam jangka waktu yang cukup lama
- d. heterogen, sehingga dalam satu kali pengambilan contoh bisa diperoleh beragam spesies dari berbagai filum

- e. setidaknya beberapa spesies atau kelompok akan memberikan respon terhadap adanya sedikit perubahan lingkungan
- f. pada umumnya makroinvertebrata memiliki kelimpahan yang cukup tinggi

Perubahan-perubahan kualitas air sangat mempengaruhi kehidupan makrozoobentos, baik komposisi maupun ukuran populasinya. Di samping itu kemampuan mobilitasnya yang rendah serta adanya beberapa jenis organisme makrozoobentos yang mempunyai daya tahan yang tinggi terhadap kondisi kualitas air yang buruk menjadikan makrozoobentos sebagai salah satu indikator biologi yang baik (Hawkes, 1979).

Kepekaan spesies makrozoobentos terhadap limbah bahan organik dikelompokkan menjadi tiga, yaitu kelompok intoleran atau sensitif, fakultatif atau moderat, dan toleran. Keberadaan kelompok biota tersebut dapat digunakan untuk menunjukkan keadaan suatu aliran sungai (Mackenthum *in* Ravera, 1978). Hal ini didasarkan pada kenyataan bahwa keberadaan populasi komunitas ini ada yang memperlihatkan sifat sensitif, moderat, toleran terhadap kondisi lingkungan tempat hidupnya. Seiring dengan makin tingginya polusi organik, maka kelompok organisme sensitif akan mulai menghilang, diikuti oleh kelompok moderat, dan kelompok toleran. Sebagai contoh, bila dalam suatu sungai terjadi pencemaran bahan organik, maka yang segera menghilang, secara berurutan, adalah lalat batu/*stoneflies* (Plecoptera), diikuti oleh lalat sehari/*mayflies* (Ephemeroptera), ulat air/*caddisflies* (Trichoptera), udang air tawar (Decapoda, Amphipoda, dan Isopoda), mrutu/*midges* (Diptera), serta cacing (Oligochaeta). Kondisi perairan dalam kualitas sangat buruk bila tidak lagi dijumpai adanya organisme hidup.

Banyak ilmuwan melengkapi sistem saprobik dengan versi modern melalui pengamatan terhadap keberadaan avertebrata berukuran makro yang tinggal di dasar perairan (makrozoobentos). Bentos adalah organisme yang mendiami dasar perairan dan tinggal di dalam atau pada permukaan sedimen dasar perairan. Bentos meliputi organisme nabati/fitobentos dan organisme hewani/zoobentos (Odum, 1971). Makrozoobentos adalah zoobentos yang berukuran lebih besar dari 1 mm (Barnes dan Mann, 1980).

Konsep indikator biologis ini mula-mula diterapkan di Sungai Trent, Inggris, sehingga disebut sebagai Indeks Biologis Trent. Konsep ini terus berkembang, dan setidaknya terdapat 90 metode berbeda yang didasarkan pada klasifikasi komunitas biota

perairan mengalir (Loeb dan Spacie, 1994). Salah satu metode yang cukup praktis adalah dengan memperhitungkan keberadaan organisme yang berukuran lebih besar dari 0,5 cm serta dengan mengelompokkan organisme hingga tingkat spesies atau cukup sampai famili (Persoone dan De Pauw *in* Ravera, 1978).

Metode sederhana telah diperkenalkan di Inggris, Australia, Thailand, dan Indonesia. Demikian sederhananya sehingga dapat mengundang partisipasi masyarakat yang cukup besar untuk dapat mengenali dan mengetahui kualitas air sungai di sekitarnya. Seluruh metode yang telah diterapkan tersebut memiliki prinsip yang sama, yakni dengan mengamati kemunculan dari biota-biota penciri kualitas air tanpa memperhatikan kelimpahannya. Secara umum metode tersebut dibedakan dalam dua kelompok, yaitu metode tanpa skor dan metode dengan skor.

Pada metode tanpa skor, kemunculan biota-biota tertentu langsung dapat dijadikan sebagai kunci dalam penentuan kualitas perairan. Pada metode dengan skor, biota yang merupakan indikator biologis memiliki skor (1-10) sesuai dengan tingkat toleransinya terhadap bahan pencemar (Mason, 1981). Biota yang sensitif memiliki skor yang tinggi, sedangkan biota yang toleran memiliki skor yang rendah. Melalui penghitungan sederhana, yaitu membagi skor total dengan jumlah jenis (kelompok toleransi) akan didapatkan suatu nilai yang dapat dicocokkan dengan kriteria kualitas perairan yang telah ditetapkan.

Penutup

Metode sederhana dalam penentuan kualitas air sungai dapat melibatkan peran serta masyarakat untuk turut memperhatikan lingkungan perairan sungai. Metode ini akan memudahkan dilakukannya pemantauan kualitas air sungai secara periodik dengan jangkauan yang lebih luas. Salah satu tujuan utama penggunaan bioindikator adalah untuk mendapatkan gambaran kondisi ekosistem. Tetapi pendugaan kuantitatif dari fungsi ekosistem yang didasarkan pada bioindikator bisa menjadi rumit bila tidak dilengkapi dengan acuan yang jelas. Oleh karena itu di samping bioindikator, penting pula dilakukan monitoring terhadap indikator abiotik. Kombinasi ini akan meningkatkan pemahaman tentang hubungan sebab akibat dan keefektifan rehabilitasi yang diukur. Penilaian terhadap kondisi perairan akan lebih mantap bila disertai dengan pengukuran beberapa parameter kualitas air, seperti arus, suhu, daya hantar listrik, kesadahan, DO, dan BOD.