

PENGGUNAAN *INDEX of BIOTIC INTEGRITY (IBI)* UNTUK MENILAI KUALITAS LINGKUNGAN PERAIRAN

Sutrisno Sukimin

Dosen di Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan-IPB

Abstract

Historically, the health of aquatic systems was monitored primarily through chemical means. However, chemical monitoring provides only a "snapshot" of conditions at the time of sampling and may fail to detect acute pollution events (e.g. runoff from heavy rain, spills), non-chemical pollution (e.g. habitat alteration) and non-point source pollution. In order to address the shortcomings of chemical monitoring, the biological monitoring could be used and more accurately reflect the health of ecosystem. Biological monitoring is based on the premise that biological communities are shaped by the long-term conditions of their environment and more accurately reflect the health of an ecosystem.

Key words : *monitoring, aquatic, pollution, and health ecosystem*

1. PENDAHULUAN

Sumberdaya perairan seperti sungai, danau, waduk dan rawa mempunyai potensi strategis dan manfaatnya bersifat serbaguna baik secara ekologis maupun ekonomis. Secara ekologis antara lain, ekosistem perairan mempunyai fungsi sebagai tempat konsentrasi nilai-nilai keanekaragaman hayati yang penting, baik global, regional dan lokal (spesies endemik dan spesies hampir punah) dan sebagai pengatur keseimbangan alam. Secara ekonomis, fungsi sumberdaya perairan dapat berguna untuk pem-bangkit listrik tenaga air (PLTA), irigasi, industri, pertanian ,transportasi, rumah tangga, perikanan dan pariwisata.

Saat ini kelestarian fungsi perairan terganggu oleh masalah-masalah pencemaran, eutrofikasi maupun perubahan fungsi akibat pemanfaatan yang berlebihan sehingga menimbulkan tekanan terhadap sumberdayanya. Penurunan sumberdaya air berasal dari berbagai sumber pencemar termasuk bahan-bahan kimia yang berasal dari industri, perkotaan/pemukiman (*point sources*), pertanian (pestisida), nutrient dan sedimentasi, perubahan fungsi hidrologi dan perubahan fungsi tata guna lahan. Pengkajian kualitas air untuk menilai kualitas lingkungan sudah banyak dilakukan dan umumnya hanya berdasarkan pengkajian analisis fisika-kimia

(pH, oksigen terlarut, kesadahan dan konsentrasi logam, bahan-bahan kimia yang terlarut, nutrient dan bahan organik), sementara aspek biologi (keanekaragaman hayati dan kualitas habitat) masih sangat kurang. Hasil monitoring parameter kimia cenderung memberikan "*potret*" pada saat pengamatan dan tidak mampu melihat perubahan/kejadian yang tajam terhadap pencemaran seperti *non-chemical pollution* (perubahan habitat) dan *non-point source pollution*. Dalam upaya untuk menghasilkan kajian kualitas lingkungan yang komprehensif akibat tekanan terhadap sumberdaya air, penggabungan data aspek biologi sangat penting, karena pengkajian parameter kimia tidak mengkaji pengaruh pencemar dalam jangka panjang.

Index of Biotic Integrity (IBI) adalah suatu alat (*index*) yang dapat digunakan untuk menentukan kesehatan suatu lingkungan perairan dari suatu komunitas biotik di perairan tertentu. IBI mempunyai beberapa karakteristik yang dapat memberikan suatu kajian yang bersifat komprehensif (dengan mengetahui kelimpahan, diversitas dan interaksi trophik /*food chain*) dan dapat merupakan kajian yang bersifat *rapid bioassessment* serta dapat diaplikasikan pada wilayah yang cukup luas.

Konsep ekosistem perairan berkelanjutan menggeser perdebatan konsep sumberdaya air dari sekedar pengertian struktur (jenis-jenis sumberdaya air) ke penekanan pada berbagai nilai yang membuat suatu ekosistem perairan menjadi penting (fungsional). Dengan mengidentifikasi nilai-nilai kunci ini dan menjamin bahwa nilai-nilai tersebut dipertahankan atau bahkan ditingkatkan, sangat dimungkinkan kemudian untuk membuat keputusan pengelolaan yang rasional dan konsisten dengan pemeliharaan nilai-nilai lingkungan dan sosial yang penting.

2. PERAN AIR TERHADAP LINGKUNGAN dan KESEHATAN

Proses pembangunan pada hakekatnya adalah proses perubahan yang membawa dampak terhadap mutu lingkungan hidup. PP. No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air, menyatakan antara lain bahwa pengelolaan kualitas air adalah upaya pemeliharaan air sehingga tercapai kualitas air yang diinginkan sesuai dengan peruntukannya untuk menjamin agar kualitas air tetap dalam kondisi alamiahnya, maka perlunya dikembangkannya perangkat preventif dan proaktif serta IPTEK ramah lingkungan.

Air sebagai komponen lingkungan hidup akan mempengaruhi dan dipengaruhi oleh komponen lainnya. Air yang kualitasnya buruk akan mengakibatkan kondisi lingkungan hidup menjadi buruk sehingga akan mempengaruhi kondisi kesehatan dan keselamatan manusia serta kehidupan makhluk hidup lainnya. Penurunan kualitas air akan menurunkan dayaguna, hasil guna, produktivitas, daya dukung dan daya tampung dari sumber daya air yang pada akhirnya akan menurunkan kekayaan sumber daya alam (*natural resources depletion*). Beberapa ancaman terhadap kualitas air, antara lain adalah⁽¹⁾:

1. Ekstraksi atau pengalihan air secara berlebih. Ekstraksi air atau pengalihan aliran dalam jumlah yang berlebih dapat menurunkan permukaan dan volume air (contoh di ekosistem danau) sampai pada tingkat dimana kualitas air dan kehidupan biota yang didukungnya menjadi sangat terancam dan karakteristik pantainya terganggu.
2. Masalah kualitas air.

Kandungan hara yang berlebih (eutrofikasi) dapat mendorong pertumbuhan species ganggang biru hijau (*blooming*). Peningkatan intensitas bahan organik baik eksternal maupun internal menyebabkan terjadinya proses eutrofikasi di perairan, sehingga menimbulkan dampak perubahan struktur biofisika-kimiawi perairan.

Meningkatnya erosi dan sedimentasi dapat terjadi akibat penggundulan hutan serta gangguan lain pada lahan dan tanah seperti penebangan dan konversi lahan ke pertanian dan pemukiman yang mendorong terbentuknya sedimen dalam jumlah besar yang akhirnya masuk ke perairan, menurunkan kualitas air dan merusak habitat/ekosistem perairan. Sedimentasi dapat dengan cepat mendangkalan perairan dan secara mencolok menurunkan kapasitas cadangan air dan potensinya sebagai tempat rekreasi, mengganggu mekanisme pengaturan aliran dan menurunkan kemampuannya sebagai pengendali banjir.

Hilangnya habitat dan keanekaragaman hayati akuatik. Ekosistem perairan merupakan habitat bagi sejumlah besar organisme akuatik (ikan, moluska, burung, serangga, tanaman air dan sebagainya) dan mendukung keanekaragaman hayati pada wilayah daratan dan sekelilingnya, termasuk sejumlah burung migrasi. Sumberdaya perairan ini banyak menopang kehidupan nelayan dan kegiatan ekonomi lainnya. Namun demikian, saat ini terdapat ribuan species akuatik yang semakin kritis dan terancam punah dalam beberapa dekade ini. Berkurangnya struktur komunitas dan komposisi jenis-jenis ikan dan hilangnya beberapa jenis ikan yang bersifat endemik dan ekonomis penting

Resiko atas kesehatan manusia. Tidak seimbangya ekosistem perairan dapat menjadi pendorong kehidupan bagi organisme penyebab penyakit yang memiliki fase akuatik dalam siklus hidupnya (misalnya nyamuk).

Hilangnya nilai estetika. Konsekuensi dari tertumpuknya sampah (akumulasi limbah padat dan cair) menyebabkan gangguan fisik dan merusak keindahan alam suatu perairan, disamping dampak yang tidak mudah terlihat,

yakni terlarutnya bahan kimia dari sampah yang menumpuk.

3. PARAMETER-PARAMETER PENENTU KUALITAS PERAIRAN

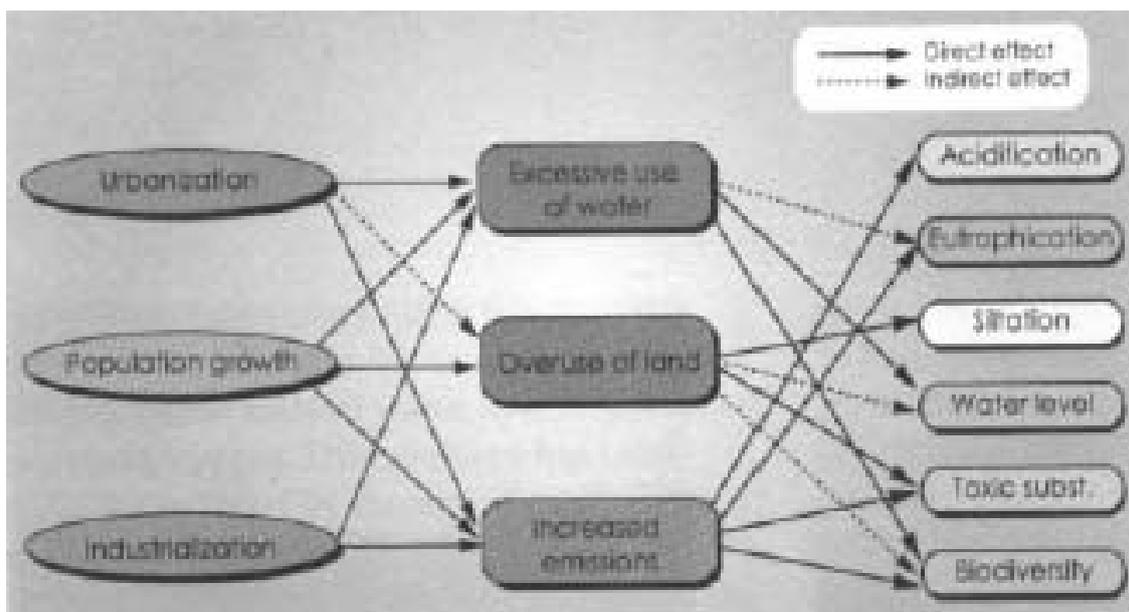
Secara alamiah, pencemaran lingkungan perairan telah berlangsung bersamaan dengan keberadaan perairan itu sendiri. Pada awalnya, hal tersebut belum menjadi persoalan yang serius karena kebutuhan air bersih masih belum begitu mendesak. Sejalan dengan pertumbuhan jumlah penduduk tingkat kualitas air telah mengalami banyak perubahan. Degradasi lingkungan, terutama yang berkaitan dengan pencemaran perairan oleh industri, pertanian yang tidak mengindahkan kaidah-kaidah konservasi, telah memberikan sumbangan yang signifikan untuk terjadinya penurunan kualitas air.

Salah satu parameter penentu kualitas air adalah kandungan oksigen terlarut yang mempunyai peran menentukan untuk kelangsungan hidup organisme akuatik dan untuk berlangsungnya proses reaksi kimia yang terjadi di dalam badan perairan. Dari perspektif biologi, kandungan kandungan oksigen terlarut di dalam air merupakan salah satu unsur penentu karakteristik kualitas air yang terpenting dalam lingkungan kehidupan akuatik. Dengan kata lain, besar atau kecilnya kandungan oksigen di dalam air dapat

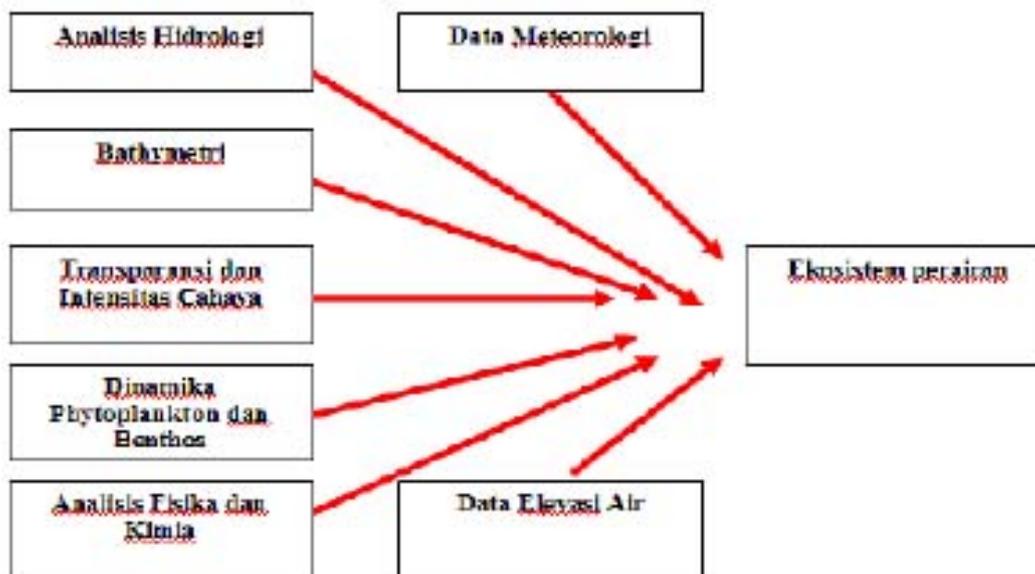
dijadikan indikator ada atau tidaknya pencemaran organik di suatu perairan. Maka, pengukuran besarnya *biochemical oxygen demand* (BOD) dan *chemical oxygen demand* (COD) perlu dilakukan untuk menentukan status kandungan oksigen terlarut di dalam air. Proses penyuburan perairan mengakibatkan terjadinya penguraian bahan organik menjadi bahan anorganik, misalnya NO_x dan NH_3 , yang bersifat toksik. Proses ini, bila berlangsung dalam konsentrasi yang cukup besar, akan menurunkan kandungan oksigen terlarut yang sangat diperlukan oleh biota akuatik, seperti ikan. Selain itu faktor penentu kualitas perairan adalah pertambahan penduduk dan industri (Gambar-1).

4. DINAMIKA dan FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KUALITAS AIR

Pengkajian kualitas air sangat erat hubungannya dengan pola hidrodinamika perairan dan dengan mempelajari proses hidrodinamika ekosistem perairan dapat mengetahui dampak dari tekanan baik parameter-parameter yang berasal dari faktor eksternal maupun faktor internal. Sebagai contoh bahwa faktor hidrologi dan perubahan iklim secara global akan menentukan siklus hidrologi disuatu ekosistem perairan yang selanjutnya faktor hidrologi akan mempengaruhi ekosistem perairan baik faktor fisik, kimia maupun proses biologi di perairan (Gambar- 2).



Gambar 1. Faktor-Faktor Utama Yang Mempengaruhi Kualitas Air Di Danau Dan Reservoir⁽²⁾



Gambar 2. Hubungan Antara Parameter Lingkungan (Fisika, Kimia Dan Biologi) Dan Hidrologi Di Ekosistem Perairan

Pengkajian kesehatan lingkungan perairan diperlukan pendekatan yang bersifat holistik, yang meliputi antara lain parameter-parameter:

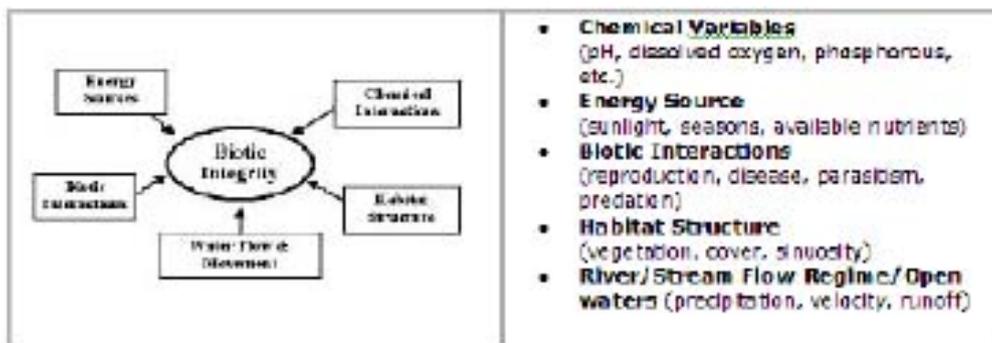
- Kualitas air (kandungan nutrisi dan bahan pencemar)
- Habitat fisik (tipe ekosistem perairan: tergenang, mengalir, rawa banjir)
- Vegetasi di habitat riparian
- Faktor fisik, seperti sedimentasi
- Biologi perairan (jenis-jenis organisme dan kelimpahannya: ikan, phytoplankton, benthos)
- Kuantitas air
- Estetika

5. PARAMETER dan INTERAKSI ANTAR PARAMETER TERHADAP KUALITAS PERAIRAN

Penurunan kualitas air berasal dari beberapa sumber termasuk pencemar kimiawi yang berasal dari pemukiman dan limbah industri, pertanian, nutrisi dan sedimentasi, peralihan fungsi hidrologi dan habitat. Untuk lebih menjamin integritas ekosistem perairan kita harus memahami hubungan antara aktivitas manusia terhadap dampak dari ekosistem perairan. Salah satu tujuan dari pengelolaan sumber daya air adalah untuk memulihkan atau mempertahankan integritas ekologi (*ecological integrity*) di ekosistem akuatik. *Ecological integrity* terdiri dari

komponen-komponen parameter fisik, kimia dan biologi, walaupun untuk pengkajian kualitas perairan pada dewasa ini lebih difokuskan pada beberapa parameter kimiawi. Untuk pengkajian dengan pendekatan yang lebih komprehensif terhadap kualitas air baru-baru ini dikembangkan Index of Biotic Integrity (IBI). Suatu ekosistem perairan dinyatakan layak apabila memenuhi standar-standar lingkungan seperti kualitas fisik, kimia dan biologinya. Untuk menyatakan bahwa suatu ekosistem perairan sehat perlu adanya suatu alat untuk mengukur kualitas ekosistem perairan tersebut. Penyusunan Indeks Kualitas Lingkungan dengan pendekatan prinsip fungsional dipakai sebagai pemantauan lingkungan dan perencanaan indeks kualitas yang berwawasan lingkungan.

Index of Biotic Integrity (IBI) merupakan suatu indeks yang bersifat *multi-metric* dan pertama-tama dikembangkan di perairan mengalir terhadap komunitas ikan. Beberapa variabel yang digunakan dalam menggunakan IBI adalah keanekaragaman jenis dan komposisi jenis, kelimpahan dari beberapa spesies indikator (tingkat toleransi atau sensitivitas jenis-jenis biota), tingkat trofik (*trophic level*) dan fungsinya (kebiasaan makan: *herbivorous*, *omnivorous* dan *carnivorous*), fungsi reproduksi (persen individu hybrid), kelimpahan dan kondisi organisme (kelimpahan dan hasil tangkapan, kesehatan ikan/biota, frekuensi per jenis) (Gambar -3).



Gambar 3. Hubungan Antara Beberapa Variable Terhadap Integritas Biologi

6. URUTAN PRIORITAS PARAMETER YANG DAPAT MENJADI INDICATOR KUALITAS PERAIRAN

Pengkajian kualitas air untuk menilai kualitas lingkungan sudah banyak dilakukan dan umumnya hanya berdasarkan pengkajian analisis fisika-kimia (pH, oksigen terlarut, kesadahan dan konsentrasi logam, bahan-bahan kimia yang terlarut, nutrient dan bahan organik), sementara aspek biologi (keanekaragaman hayati dan kualitas habitat) masih sangat kurang. Hasil monitoring parameter kimia cenderung memberikan "potret" pada saat pengamatan dan tidak mampu melihat perubahan/kejadian yang tajam terhadap pencemaran seperti *non-chemical pollution* (perubahan habitat) dan *non-point source pollution*.

Dalam upaya untuk menghasilkan kajian kualitas lingkungan yang komprehensif akibat tekanan terhadap sumberdaya air, penggabungan data aspek biologi sangat penting, karena pengkajian parameter kimia tidak mengkaji pengaruh pencemar dalam jangka panjang.

Beberapa indeks untuk menentukan kualitas perairan antara lain adalah indeks yang berkaitan dengan senyawa pencemar yang bermakna untuk suatu peruntukan. Indeks ini dinyatakan sebagai Indeks Pencemaran (*Pollution Index*) yang digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran terhadap parameter kualitas air yang diizinkan. Indeks ini memiliki konsep yang berlainan dengan Indeks Kualitas Air (*WaterQuality Index*).

Indeks Pencemaran (IP) ditentukan untuk suatu peruntukan, kemudian dapat dikembangkan untuk beberapa peruntukan

bagi seluruh bagian badan air atau sebagian dari suatu sungai. Pengelolaan kualitas air atas dasar Indeks Pencemaran dapat memberi masukan pada pengambil keputusan agar dapat menilai kualitas badan air untuk suatu peruntukan serta melakukan tindakan untuk memperbaiki kualitas jika terjadi penurunan kualitas akibat kehadiran senyawa pencemar. IP mencakup berbagai kelompok parameter kualitas yang independent dan bermakna.

Dewasa ini penentuan Indeks Kualitas Lingkungan masih terbatas dalam menggunakan variable-variabel pengukurannya. Oleh karena itu, untuk menentukan Indeks Kualitas Lingkungan diperlukan tambahan variabel lain, agar Indeks Kualitas Lingkungan bisa lebih lengkap dimanfaatkan sebagai pedoman pemantauan lingkungan.

Selain itu dari penelitian yang sudah dilakukan lebih kepada ekosistem perairan secara umum, sehingga variabel tersebut belum bisa digunakan untuk kawasan yang lebih detail. Untuk dapat mengetahui kualitas suatu lingkungan perairan, maka perlu diketahui variabel-variabel yang berpengaruh terhadap lingkungan perairan tersebut secara detail. Dengan demikian pada kegiatan ini akan dirumuskan variabel dan hubungan antar variabel. Variabel dan hubungan antar variabel yang didapat akan digunakan sebagai dasar untuk menentukan indeks kualitas lingkungan perairan.

Konsep ekosistem perairan berkelanjutan menggeser perdebatan konsep sumberdaya air dari sekedar pengertian struktur (jenis-jenis sumberdaya air) ke penekanan pada berbagai nilai yang membuat suatu ekosistem perairan menjadi

penting (fungsional). Dengan mengidentifikasi nilai-nilai kunci ini dan menjamin bahwa nilai-nilai tersebut dipertahankan atau bahkan ditingkatkan, sangat dimungkinkan kemudian untuk membuat keputusan pengelolaan yang rasional dan konsisten dengan pemeliharaan nilai-nilai lingkungan dan sosial yang penting.

Indeks Kualitas Lingkungan (IKL) adalah suatu angka yang dapat digunakan sebagai alat untuk memantau dan melaporkan keadaan dan kecenderungan suatu lingkungan secara kuantitatif berdasarkan suatu standar lingkungan yang telah ditetapkan dan disepakati. Tujuan dari IKL adalah untuk menyajikan secara sederhana dari sejumlah informasi yang penting dengan mengurangi sejumlah variabel pengukuran menjadi satu nilai yang bermakna. Sistem *saprobic* adalah salah satu sistem yang digunakan untuk mengevaluasi dan menilai kualitas air. Klasifikasi pencemaran secara luas dibagi dalam 4 zona dengan menggunakan bahan kimia (misal mengandung oksigen) dan bahan biologik (organisme *saprobic*) dengan parameter:

1. *Polysaprobity*. Suatu zona dari polusi yang kotor dengan bahan organik, sangat sedikit mengandung oksigen dan bahkan oksigen tidak terlarut.
2. *Alpha-mesosaprobity*. Suatu zona di mana sudah terdapat oksigen.
3. *Beta-mesosaprobity*. Suatu zona di mana hasil pembusukan mengalami proses mineralisasi.
4. *Oligosaprobity*. Proses mineralisasi pada bahan organik menjadi lengkap dan air menjadi jenuh dengan oksigen.

Index of Biotic Integrity (IBI) adalah suatu alat (*index*) yang dapat digunakan untuk menentukan kesehatan suatu lingkungan perairan dari suatu komunitas biotik di perairan tertentu. IBI mempunyai beberapa

karakteristik yang dapat memberikan suatu kajian yang bersifat komprehensif (dengan mengetahui kelimpahan, diversitas dan interaksi trophik /*food chain*) dan dapat merupakan kajian yang bersifat *rapid bioassessment* serta dapat diaplikasikan pada wilayah yang cukup luas. IBI seperti didefinisikan adalah kemampuan suatu ekosistem untuk mendukung dan mempertahankan biota dibandingkan dengan kondisi alamiahnya.

Indeks Kualitas Lingkungan perairan lainnya yang sudah dikembangkan dengan melihat hubungan fungsional di ekosistem antara lain adalah B-IBI (Benthic-Indeks of Biotic Integrity, SIGNAL 2⁽³⁾) yang digunakan untuk melihat kualitas lingkungan berdasarkan bentik organisme dan Indeks TRIX⁽⁴⁾ yang dapat menilai tingkat eutrofikasi di suatu perairan.

DAFTAR PUSTAKA

1. ILEC-UNEP. 2003. World Lakes Vision.
2. UNEP-IETC-ILEC. 2001. Lakes and Reservoirs. Water Quality: The impact of Eutrophication. Vol.3, ISBN4-906356-31-1.
3. Chessman B, 2003, SIGNAL 2 A Scoring System for Macro-invertebrate ('Water Bugs') in Australian Rivers, Monitoring River Health Initiative Technical Report no 31, Commonwealth of Australia, Canberra. ISBN: 0 642 54897 8 - ISSN: 1447-1280
4. European Environmental Agency (EEA). 2001. Eutrophication in Europe's Coastal Waters. Topic report. 7/2001.115 p.Karr, J. R., K. D. Fausch, P. L. Angermeier, P. R. Yant and I. J. Schlosser. 1986. Assessment of Biological Integrity in Running Waters: A Method and its Rationale. Illinois Natural History Survey Special Publication 5, Champaign, Illinois.