

PROSPEK «KANAL PERIFITON EKSTERIOR» SEBAGAI MEDIA PEMANTAU DAMPAK ANTROPOGENIK DAN PERUBAHAN IKLIM PADA EKOSISTEM PERAIRAN LENTIK

Nofdianto

Pusat Penelitian Limnologi-LIPI

Email: nofdianto@lipi.go.id

ABSTRAK

Dampak perubahan iklim global saat ini menjadi isu utama berkaitan dengan berbagai kasus katastrofik yang melanda hampir seluruh belahan dunia. Berbagai studi telah banyak dilakukan sehubungan dengan fenomena ini, namun fluktuasi sesaat dan berlangsung untuk periode tertentu sehingga muncul indikator perubahan yang spesifik masih sangat sulit dilakukan terutama untuk perairan tropis seperti Indonesia. Sebuah model berupa kanal berbelok, memiliki volume sekitar 600 liter dan terhubung langsung melalui sebuah pompa otomatis dengan perairan tergenang Cibuntu dekat Pusat Penelitian Limnologi-LIPI, Cibinong dijadikan sebagai sarana pada percobaan ini. Hasil percobaan mengindikasikan bahwa bioakumulasi termasuk pigmen dan jenis komunitas perifiton pada saluran kanal yang ditempatkan secara eksterior menunjukkan keterkaitan yang kuat dengan kondisi perairan danau. Sementara fluktuasi yang terjadi pada ekosistem lentik yang relatif sulit dideteksi disinyalir terkondisi sesuai dengan dampak antropogenik dan perubahan iklim. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa beberapa parameter yang cukup sensitive dan bisa digunakan sebagai indikator adalah fluktuasi oksigen harian yang berkisar antara 6.46 hingga 14.38 mg/l, P-PO₄ antara 0.0000 hingga 0.00155 mg/l, pH harian antara 7.48 hingga 10.18, dan konduktivitas antara 0.120 hingga 0.187 mS/cm. Interaksi akumulasi eksterior yang terkait dengan perubahan kondisi perairan lentik inilah yang mengilhami sebuah metoda pemantauan perubahan iklim terhadap ekosistem perairan lentik. Prospektif ini selain unggul dari segi waktu dan tempat juga yang lebih penting adalah memfokuskan sebuah badan perairan lentik dan biasanya memiliki rentang yang cukup panjang menjadi sebuah ekosistem mini yang responsive dan relatif stabil, sehingga lebih mudah dan murah dalam pemantauan.

Kata kunci: eksterior kanal, akumulasi perifiton, ekosistem lentik, iklim global, indikator sensitif

ABSTRACT

Prospects "exterior canals periphytic" as media monitoring the impact of anthropogenic and climate change on lake ecosystems. The impact of global climate change has become a major issue associated with such catastrophic cases that hit almost all parts of the world. Various studies have been done in connection with this phenomenon, but the fluctuations in instantaneous and lasts for a certain period so that it appears that changes in specific indicators are still very difficult to do especially for the tropical waters such as Indonesia. A model of the twisting channel which has a volume of about 600 liters and is connected directly via an automatic pump with stagnant waters Cibuntu near Research Center for Limnology-Indonesian Institute of Sciences, Cibinong. The experimental results indicate that the bioaccumulation including pigments and the type of periphytic communities on the canal shows a strong linkage with the condition of the lake. The results showed that some parameter is quite sensitive and can be used as an indicator is the daily oxygen fluctuations ranging from 6.46 to 14.38 mg/L, P-PO₄ 0.0000 to 0.00155 mg/L, pH 7.48 to 10.18 daily, and conductivity 0.120 to 0.187 mS/cm. Interaction exterior accumulation associated with changes in the condition of the lake waters is what inspires a method for monitoring climate change on aquatic ecosystems. This prospective enhanced in terms of place and time, the most important is focusing a lake water body that normally has a range long enough to be a miniature ecosystem that is more responsive and stable, making it easier and cheaper.

Keywords: exterior canals, the accumulation of periphytic, tapering ecosystems, global climate, sensitive indicators

PENDAHULUAN

Danau merupakan salah satu sumber daya alam yang sangat penting, sehingga perlu mendapatkan perhatian yang serius terutama dalam hal perlindungan, pelestarian, dan pemanfaatannya. Terlebih lagi perairan ini sangat riskan terancam oleh perubahan iklim dan berbagai aktivitas antropogenik.

Secara terminologi, danau adalah badan air yang dikelilingi daratan dan dikelompokkan sebagai salah satu jenis lahan basah. Danau atau situ digolongkan ke dalam lahan basah alami termasuk hutan mangrove, rawa gambut, rawa air tawar, dan padang lamun. Perairan danau merupakan genangan yang relative diam, sehingga disebut juga sebagai perairan lentik. Perairan ini sangat ditentukan oleh empat struktur utama yaitu fisik, kimia, biologi, dan *watershed* atau daerah tangkapan. Struktur fisik meliputi dinamika air, sebaran temperatur, zona atau cekungan danau, penetrasi cahaya (zona fotik atau eufotik hingga afotik) yangmana zona ini akan menentukan struktur dan komposisi biota perairan lentik ini. Struktur kimiawi terutama nutrient, umumnya terdistribusi pada masing-masing zona dan biasanya cenderung menumpuk pada hipolimnion atau zona afotik. Pada zona eufotik atau epilimnion kandungan kimia cenderung terdistribusi pada komponen biotik atau diserap oleh komunitas flora dan fauna. Stratifikasi kandungan kimia di perairan danau juga dipengaruhi oleh perubahan temperature dan kerapatan pada masing-masing kedalaman. Struktur biologis biasanya dikelompokkan berdasarkan habitat atau tempat hidup, seperti plankton yang hidupnya melayang, nekton (berenang), neuston (hidup di permukaan), pleuston (mengapung), makrofit (tumbuhan akuatik tingkat tinggi), perifiton (kumpulan mikroorganisme yang menempel pada permukaan substrat), benthos (di dasar perairan). Sedangkan struktur *Watershed* atau daerah tangkapan meliputi ukuran kemiringan, komposisi geologis dan vegetasi serta bentuk cekungan dan *drainage* ikut menentukan ketiga struktur utama di atas pada suatu perairan danau. Daerah tangkapan ini terutama sangat berkaitan dengan sumber alokton danau, dinamika air, eutrofikasi, pencemaran, dan sedimentasi atau pendangkalan danau.

Perairan danau atau situ sangat rentan terhadap perubahan iklim dan dampak pencemaran. Hampir semua perairan lentik terutama disekitar perkotaan di Indonesia saat ini sudah mengalami degradasi yang sangat serius. Katastrofik

ekosistem ini secara kasat mata ditandai dengan berubahnya warna air menjadi biru kehijauan, blooming mikro dan makro vegetasi, dan menghilangnya populasi ikan serta pendangkalan. Dengan tingginya pengelontoran partikel-partikel inorganik ke dalam perairan situ/danau dapat menimbulkan tingkat kecerahan air menurun, hal ini akan mempengaruhi akumulasi mikroorganisme fototrofik seperti mikro alga yang dikenal sebagai produsen primer di perairan. Sebaliknya perairan yang mengalami eutrofikasi akibat tingginya pengelontoran senyawa organik atau nutrisi akan memacu populasi fitoplankton yang juga berakibat menurunnya kecerahan air danau.

Perifiton atau disebut juga dengan istilah "aufwuch" atau perifiton merupakan kumpulan mikroorganisme yang terdiri dari mikroalga, bakteri, jamur, mikrofauna, detritus biotik maupun abiotik. Keberadaan perifiton ini sering menempel pada benda keras sebagai substratnya beberapa sentimeter di bawah permukaan perairan. Komunitas ini akan berkembang dengan baik apabila didukung oleh faktor lingkungan yang memadai seperti tersedianya nutrisi yang cukup, arus air, dan cahaya.

Kehadiran komunitas perifiton di suatu badan air merupakan faktor yang sangat penting. Dalam hal ini perifiton merupakan rantai trofik dasar sebagai produktivitas primer, dan juga sangat berperan dalam proses resirkulasi kimia dan biokimia di perairan seperti pada proses fotosintesis dalam mengikat karbon inorganik, mengasimilasi nutrisi terlarut di perairan, mineralisasi komponen organik dan lain-lain. Menurut beberapa literatur asing seperti Patrick (1949); Vanlandingham (1976); Lange-Bertalot (1979); Van Dam (1982); Schoeman & Haworth (1986); Slàdece (1986); Steinberg & Schiefele (1988); Round (1991); Cox (1991); Prygiel & Coste (1993) perifiton sudah lama digunakan sebagai bioindikator untuk menentukan kualitas air, baik sebagai indikator pada perairan yang kaya akan elemen nutrisi, maupun karena tingkat sensitifitasnya terhadap ion-ion logam atau senyawa-senyawa toksik di perairan. Bahkan perifiton juga berfungsi sebagai host dan sumber nutrisi bagi beberapa jenis mikro konsumen seperti meio fauna dan invertebrata herbivor di perairan.

Terjadinya pergeseran keseimbangan ekosistem danau baik oleh perubahan iklim global ataupun oleh aktivitas antropogenik akan menimbulkan

penurunan keanekaragaman hayati termasuk komunitas perifiton dan degradasi habitat. Dalam kondisi seperti ini pemantauan perairan danau dengan menggunakan mikroorganisme fototrofik sebagai indikator sudah semakin sulit dilakukan. Selain itu fluktuasi kualitas air akibat perubahan loading senyawa organik dan inorganik umumnya tidak menunjukkan respon yang spontan terhadap dinamika biota danau. Dalam hal ini diperlukan sebuah pendekatan baru terutama untuk mengetahui respon sesaat mikroorganisme terhadap perubahan baik yang disebabkan oleh aktivitas antropogenik maupun iklim global pada perairan danau atau situ. Model ini secara prinsip adalah meremediasi mikrobentik yang terkait langsung dengan perairan danau/situ melalui sebuah rekayasa mikro habitat berupa eksterior kanal yang terkondisi untuk pertumbuhan suatu mikroorganisme. Akumulasi, komposisi, dan interaksi proses mikroorganisme pada kanal mengekspresikan kondisi dan perubahan yang berlangsung pada perairan danau atau situ. Istilah *eksterior kanal perifiton* digunakan karena mesokosmos ini berupa saluran berbelok dan berada di bagian luar badan danau namun terkoneksi secara langsung dengan perairan danau melalui sebuah pompa submersible. Wacana dan konsep ini bertujuan untuk mempermudah pemantauan sebuah badan air khususnya danau atau situ dalam mempelajari respon mikrobiotanya terutama mikrobentik terhadap perubahan iklim dan aktivitas antropogenik.

BAHAN DAN METODE

Ujicoba ini dilakukan di situ Cibuntu dekat dengan Pusat Penelitian Limnologi-LIPI, Cibinong. Situ Cibuntu memiliki luas lebih kurang 0.7 ha dengan kedalaman rata-rata 1,3 meter merupakan salah satu perairan lentik memiliki satu inlet dan outlet. Sumber air yang berasal dari salah satu saluran tertier dari sungai Ciliung sebagai saluran irigasi dan melewati beberapa kawasan pemukiman dan industri. Selain sampah plastik, loading material organik dan inorganik menjadi faktor utama mempengaruhi kondisi situ Cibuntu selain faktor perubahan iklim.

Morfologi situ cibuntu saat ini tidak lagi berbentuk alami, semenjak dilakukan pengerukan dan pembuatan pematang pada tahun 2009, beberapa mikrohabitat seperti substrat tempat tumbuh mikroba perifitik sudah tidak tersedia lagi. Atasdasar itulah percobaan dengan merekayasa sebuah mikrohabitat baru

dibagian luar situ berupa kanal perifiton diharapkan menjadi salah satu alternatif dalam pemantauan perairan ini terutama akibat pengaruh antropogenik dan perubahan iklim.

Desain kanal perifiton menyerupai saluran berbelok dengan konstruksi beton. Kanal ini memiliki panjang keseluruhan sekitar 28 meter, lebar bagian dasar kanal 0,35 meter, tinggi total bagian dalam kanal 0,35 meter, dan volume total sekitar 600 liter. Untuk memudahkan pengaturan laju aliran air dalam kanal di kedua ujung kanal dibuat dua buah bak dengan dasar lebih rendah dari pada dasar kanal, dengan ini air yang dipompakan melalui pompa submersibel 1500 liter/jam dari bak satu ke bak dua yang dapat menimbulkan aliran seperti layaknya di perairan kanal. Kanal beton ini ditutup atap excel putih sekitar 1 meter dari bawah sekaligus berfungsi sebagai filter dari sinar matahari secara langsung. Sebagai substrat perifiton digunakan batu kali dengan diameter rata-rata 6 cm, dan ditempatkan secara merata di dasar kanal. Sumber air yang digunakan untuk mengalir di kanal berasal dari situ Cibuntu, dengan cara memompakan air situ ke tank penampungan dengan menggunakan pompa sanyo otomatis. Dari tank reservoir air dikururkan ke kanal melalui sebuah kran pengontrol, dan kedalaman air di kanal dipertahankan sekitar 7 cm dengan menggunakan bola pelampung otomatis.

Perifiton dikoleksi langsung dari perairan situ Cibuntu sesuai dengan metoda standar dan menggunakan sebuah kontainer yang dilengkapi pengontrol suhu untuk segera dibawa ke laboratorium. Untuk tahap awal penumbuhan perifiton dilakukan dengan menggunakan media air yang diperkaya dengan $0.115 \text{ NH}_4\text{Cl mg.l}^{-1}$, $0.022 \text{ mg KH}_2\text{PO}_4 \text{ mg.l}^{-1}$, $0.018 \text{ mg O}_3\text{Na}_2\text{Si, 5H}_2\text{O mg.l}^{-1}$) dengan pH akhir sekitar 7. Dalam masa aklimatisasi sekitar 5 hari biasanya perifiton sudah menunjukkan gejala pertumbuhan yang ditandai dengan permukaan substrat bewarna kehijauan dan alga filamen mulai memanjang. Selanjutnya untuk memantau kondisi perairan situ dengan eksterior kanal perifiton dilakukan monitoring terhadap beberapa parameter kimia dan kualitas air. Parameter kimia adalah N-NO_3 , TN, P-PO_4 , dan TP, sementara kualitas air diukur dengan menggunakan water quality cheker yaitu suhu, pH, DO, dan konduktivitas. Pengamatan tahap awal dilakukan setiap hari selama dua minggu. Hasil analisa

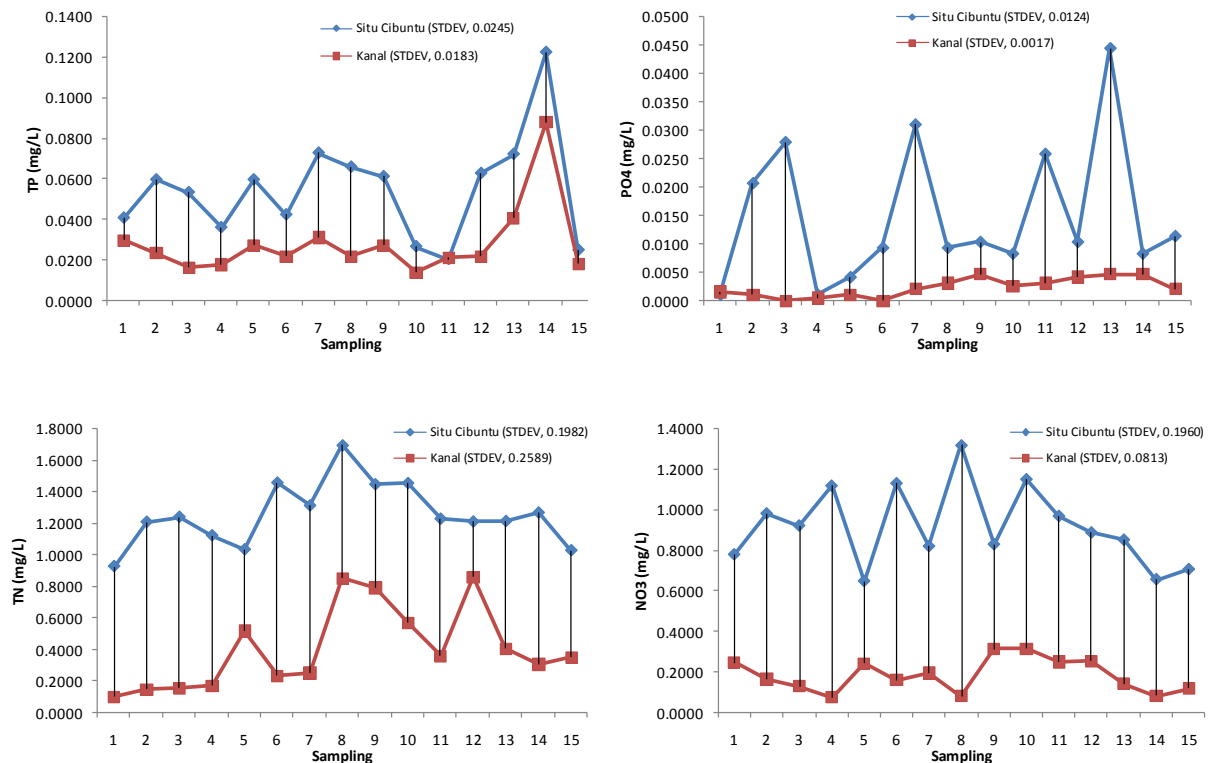
parameter kimia ditampilkan dalam bentuk *trend over time grafic* dengan *high-low line* untuk mempermudah melihat simpangan yang terjadi antara data di perairan situ dengan di kanal perifiton. Untuk parameter kualitas air ditampilkan korelasi antara data situ dan kanal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

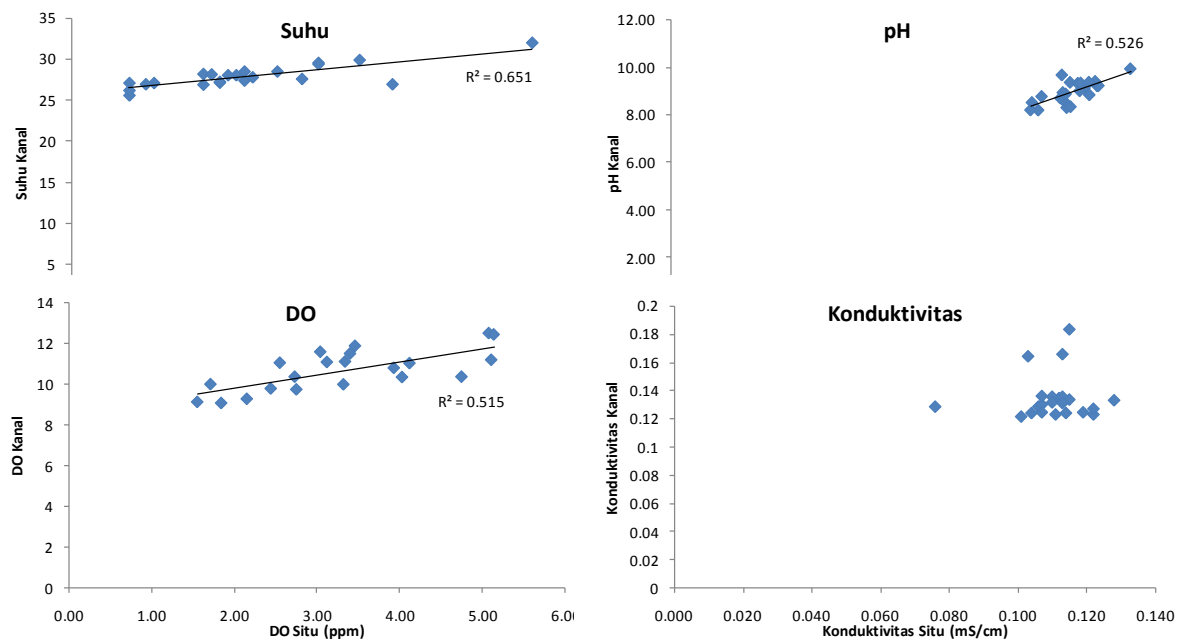
Berdasarkan hasil pengukuran beberapa parameter kimia air situ Cibuntu dan kanal perifiton menunjukkan bahwa konsentrasi N dan P rata-rata lebih tinggi sekitar 49 hingga 84 persen pada air situ dibanding kanal perifiton. Namun demikian tren line parameter kimia N dan P di kedua habitat menunjukkan kecenderungan yang sama. Berturut-turut total pospat dan pospat perairan situ Cibuntu berkisar 0,0204 – 0,1226 mg/L dan 0,0010 – 0,0445 mg/L, sementara pada kanal perifiton berkisar 0,0142 – 0,0881 mg/L dan 0,000 – 0,0047 mg/L (Gambar 1). Total nitrogen dan nitrat perairan situ berkisar 0,9278 – 1,6976 mg/L dan 0,6486 – 1,3206 mg/L, pada kanal berkisar 0,1033 – 0,8606 mg/L dan 0,0772 – 0,3150 mg/L (Gambar 2).

Meskipun terdapat perbedaan data yang cukup signifikan antara perairan situ dan kanal terutama N dan P, prospek penggunaan eksterior kanal ini masih mempunyai keunggulan seperti standar deviasi data pada kanal rata-rata lebih kecil daripada situ. Ini berarti bahwa interpretasi data lebih mudah dilakukan pada kanal dibanding situ. Selain itu pengamatan data proses dan akumulasi mikrobiota yang berkaitan dengan aktivitas antropogenik/perubahan iklim pada kanal merupakan sesuatu yang cukup sulit dilakukan secara langsung di perairan situ atau danau yang telah terganggu.

Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat sebetulnya lokasi penempatan kanal eksterior juga sangat menentukan. Mungkin posisi pada daerah inlet dimana terjadinya loading akan memberikan efek yang cukup jelas dibanding pada daerah outlet. Selain itu parameter yang diukur juga mungkin menentukan sensitifitas dan dampak yang terjadi pada perairan. Pemilihan mikrofitobentik yang ditumbuhkan pada kanal juga salah satu tujuannya untuk memungkinkan dilakukan pemantauan perubahan kondisi perairan berkaitan dengan proses biokimia dan interaksinya dengan iklim dan pencemaran serta akumulasi/transfer logam berat.



Hal lain yang cukup meyakinkan metode ini diaplikasikan di masa yang akan datang adalah hasil pengukuran kualitas air pada Gambar 3. Terutama parameter suhu, pH, dan oksigen terlarut menunjukkan adanya korelasi antara perairan situ dan eksterior kanal. Keterkaitan ini merupakan hal yang sangat penting, karena secara prinsip pengukuran dan analisa yang dilakukan pada eksterior kanal perifiton adalah secara tidak langsung memantau perubahan yang terjadi pada perairan danau/situ. Dari hasil ini masih ditemukan beberapa kelemahan seperti konduktivitas dan turbiditas yang tidak menunjukkan korelasi yg jelas, tetapi untuk turbiditas atau tingkat kekeruhan sebetulnya masih bisa diukur secara eksterior melalui metode sedimentasi. Kelemahan lain yang mungkin perlu dianalisa lebih lanjut adalah dampak-dampak antropogenik dan perubahan iklim yang berkaitan dengan proses pada zona sedimen dan anoksigenik, karena umumnya proses pada eksterior kanal umumnya berlangsung secara aerob hingga semi aerob.



KESIMPULAN

Berdasarkan hasil ujicoba penggunaan eksterior kanal perifiton sebagai media pemantau perairan lentik (danau/situ) dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut.

- Metode eksterior kanal perifiton sebagai pemantau aktivitas antropogenik dan perubahan iklim terhadap mikrobentik danau merupakan sebuah pendekatan baru yang perlu dilakukan studi lebih lanjut terutama dalam implementasinya dilapangan.
- Umumnya data fisikakimia danau atau situ menunjukkan tren yang sama dan memiliki korelasi dengan eksterior kanal sebagai stasiun mini.
- Modifikasi habitat baru sebagai tempat akumulasi mikrobiota yang terancam punah pada danau atau situ untuk melihat responnya terhadap perubahan lingkungan merupakan keunggulan dari metode ini dibanding pemantauan langsung.
- Pemantauan yang berkaitan dengan proses anaerobik dan sedimentasi merupakan salah satu kelemahan dalam pemakaian metode ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Cox, E.J. 1991. What is the basis for using diatoms as monitors of river quality. In Whitton B.A., Rott E. & Friedrich G. (eds.), *Use of algae for monitoring rivers*, Düsseldorf, E. Rott, Innsbruck; 33-40.
- Lange-Bertalot, H. 1979. Pollution tolerance of diatoms as a criterion for water quality estimation. *Nova. Hedw. Bieh.* 64:285-304.
- Lange-Bertalot, H. 1993. 85 Neue Taxa und über 100 weitere neu definierte Taxa ergänzend zur Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 2/1-4. *Bibliotheca Diatomologica* 27 : 453 pp.
- Patrick, R. (1949). A proposed biological measure of stream ; conditions based on a survey of the Conestoga basin, Lancaster country, Pennsylvania. *Proc. Acad. nat. Sci. Philad.* 101 : 277-341.
- Prygiel, J. and M. Coste. 1993. Utilisation des indices diatomiques pour la mesure de la qualité des eaux du bassin Artois-Picardie: bilan et perspectives. *Annls Limnol.* 29 (3-4) : 255-267.
- Round, F.E. 1991. Diatoms in river water-monitoring studies. *J. Appt. Phyrot.* 3 : 129-145.
- Schoeman, F .R. and Haworth, E. Y. 1986. Diatoms as indicators of pollution. Report on a workshop. In M. Ricard (00.), Proc. of the 8th. Internat. Diatom Symp. Paris Aug. 84, O. Kœltz Publ., Kœnigstein. : 757-759.
- Van Dam, H. 1982. On the use of measures of structure and diversity in applied diatom ecology. *Nova Hedwigia* 73 : 97-115.
- Vanlandingham, S.L. 1976. Comparative evaluation of water quality of the St. Joseph river y(Michigan and Indiana, USA) by three methods of algal analysis. *Hydrobiologia* 48 (2):145-173.

DISKUSI

- Penanya : Livia Tanjung (Puslit Limnologi LIPI)
- Pertanyaan : Apakah tidak sebaiknya istilah eksterior kanal perifiton diubah menjadi kanal perifiton eksterior?
- Jawaban : Secara bahasa istilah kanal perifiton eksterior memang lebih sesuai, istilah eksterior kanal perifiton digunakan agar lebih menarik untuk tujuan pengenalan ide baru yang ingin di sampaikan.