

80463

80463.pdf

122/95

95/00463

**PENGAJARAN EKOLOGI
DENGAN MIKROKOSMOS**

Oleh:
Amalia Sapriati
NIP. 131 569 964

Universitas Terbuka

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS TERBUKA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
JAKARTA 1995**

PENGAJARAN EKOLOGI DENGAN MIKROKOSMOS

Pengantar

Makalah ini merupakan terjemahan dari makalah yang berjudul *Teaching Ecology with Microcosms* yang dimuat pada *Journal The American Biology Teacher*, volume 50, nomor 4, diterbitkan pada bulan April 1988.

Alasan utama melakukan terjemahan karena: topik makalah ini menarik dan dirasakan bahwa masih terbatasnya makalah-makalah yang telah ada yang berkaitan dengan topik yang dimaksud.

Adapun tujuan melakukan penerjemahan dan penyusunan makalah ini adalah:

1. Menyumbangkan bahan bacaan untuk para guru biologi (IPA)/ mahasiswa Jurusan Pendidikan Biologi).
2. Isi makalah ini menarik untuk dikaji (dijadikan bahan diskusi) dan jika memungkinkan diadaptasi di sekolah-sekolah pada saat menjelaskan topik ekologi dalam mata pelajaran Biologi.
3. Makalah ini dapat merangsang para guru Biologi/ mahasiswa Pendidikan Biologi untuk mengembangkan/ memodifikasi model-model yang dibahas baik untuk menjelaskan topik ekologi maupun topik-topik lainnya dalam lingkup Biologi.

Pendahuluan

Salah satu masalah yang sering timbul dari pengajaran topik ekologi adalah persiapan kegiatan lapangan. Waktu perjalanan ke dan dari lokasi tempat kerja

sering menyebabkan waktu kerjanya sendiri menjadi tidak produktif. Masalah lain mungkin saja cuaca tidak mendukung untuk kegiatan lapangan atau sarana transportasi yang memadai tidak tersedia.

Mengingat kemungkinan terhambat penyelenggaraan kegiatan lapangan, Cruzan mengembangkan laboratorium percobaan untuk topik-topik pada bidang ekologi yang didasarkan pada mikrokosmos. Dengan laboratorium ini siswa tidak memerlukan kerja lapangan yang berpindah-pindah dan laboratorium tersebut dapat disesuaikan untuk pengujian hipotesis-hipotesis. Berikut ini akan dibahas bentuk-bentuk kegiatan dalam laboratorium yang dikembangkan Cruzan (1988). Dalam kegiatan-kegiatan laboratorium tersebut terkandung konsep-konsep dan/ atau teknik-teknik yang dibahas dalam topik-topik penting mata pelajaran ekologi.

Bentuk-bentuk Kegiatan yang Dapat Terselenggara di Laboratorium Mikrokosmos

1. Struktur Komunitas Heterotropik Tanah

Para siswa mengekstrasi tanah sampel dengan menggunakan corong Berlese untuk mempelajari pengidentifikasian artropoda-artropoda tanah (terutama golongan mikroarthropora) untuk diurutkan. Cruzan mengatakan bahwa di laboratorium tersebut terdapat koleksi yang menjadi acuan yang harus siswa pertama-tama kerjakan. Posisi tropik dari setiap taksa didiskusikan.

Untuk membuat kegiatan lebih bersifat eksperimen, Cruzan mengatur agar siswa membandingkan dua sampel tanah dengan beberapa perbedaan yang nyata. Dalam suatu kegiatan yang telah dilakukan, para siswa juga melihat pengaruh rizosfer dengan membandingkan sampel tanah beserta atau tanpa tanaman. Pekerjaan lain yang juga dilakukan adalah memeriksa apakah keping-keping dari kulit kenari hitam mempunyai pengaruh terhadap struktur komunitas.

2. Struktur Komunitas Air

Tujuan utama dari kegiatan laboratorium ini adalah untuk memperkenalkan organisme-organisme mikroskopis, seperti protozoa, alga yang terdapat pada kolam, kepada para siswa. Organisme-organisme itu umumnya dapat diidentifikasi sampai dengan tingkat genus. Kegiatan yang disampaikan Cruzan menggunakan baik organisme (mikrokomunitas) autotrof (dari mikrokosmos kolam) maupun heterotrofik (infusi jerami).

Pada kegiatan yang dilakukan, diperkenalkan pula beberapa variabel, seperti polutan, sehingga para siswa dapat membuat studi perbandingan. Cruzan juga membimbing para siswanya memperkirakan populasi bakteri dengan menggunakan pengenceran berseri dan teknik-teknik filtrasi membran. Kadang-kadang para siswa menyusun piramida-piramida nomor dan, dengan menggunakan dimensi perkiraan, piramida biomassa.

3. Penentuan Kepadatan Populasi

a. Menggunakan Kuadrat Random

Cara ini telah diperkenalkan pada percobaan kedua, di mana para siswa harus menghitung jumlah organisme per mililiter.

b. Metode Penangkapan Kembali yang Bertanda

Dalam melakukan metode ini, digunakan variasi kultur laboratorium untuk latihannya, tetapi telah ditemukan bahwa penggunaan kutu (serangga) yang hidup pada tepung-tepungan merupakan cara yang paling memuaskan. Para siswa menandai serangga tersebut dengan menggunakan cat kuku.

c. Penangkapan per Usaha per Unit

Pada siswa memindahkan secara berturut-turut sampel-sampel yang berukuran sama (0,4 ml) dari 20 ml kultur belut dalam cuka. Sesudah semua sampel dipindahkan, volume cuka dalam ukuran yang setara dimasukkan ke dalam kultur. Kultur belut dalam cuka ini dipanaskan

dalam cawan, selanjutnya dilakukan penghitungan. Untuk memperoleh garis regresi yang berarti, biasanya dilakukan penghitungan pada enam sampai dengan delapan sampel.

4. Tabel untuk Organisme yang Hidup dan Kurve Kebertahanan Hidup

Sekali lagi, belut dalam cuka dianggap sebagai organisme yang paling memuaskan untuk digunakan. Para siswa memanaskan kultur belut dalam cuka tersebut kemudian melakukan pengukuran dengan menggunakan mikrometer okuler, sekitar 200 pengambilan secara random dari kultur yang stabil (sekitar umur 2 bulan). Belut-belut tersebut dikelompokkan berdasarkan kategori kelas panjangnya (daripada berdasarkan umur), datanya yang kemudian menjadi kolom n_x dari tabel untuk organisme yang hidup. Oleh karena itu, prediksi harapan hidup l_x dalam unit panjangnya bukan dari unit waktu. Kolom n_x dapat digunakan untuk membuat kurve kebertahanan hidup.

5. Pertumbuhan Populasi

Pada percobaan ini, para siswa ditugaskan untuk membandingkan kurva pertumbuhan dari bakteri *Paramecium multimicronukleatun* dan *Paramecium aurelia* (pada kurve pertumbuhan sigmoid). Mereka diingatkan bahwa percobaan ini bukanlah merupakan replikasi dari percobaan Gause karena kita tidak memperbaharui medium atau tidak menyediakan sumber makanan yang konstan. Kultur ditumbuhkan pada 10 mililiter medium dalam tabung reaksi. Medium berasal dari Pellet Protozoa dari Carolina. Dalam percobaan tersebut, diusahakan untuk menginokulasi dengan sekitar 10 *Paramecium* per mililiter medium. Kegiatan berlangsung sampai kultur benar-benar menurun (sekitar 4 minggu).

6. Kompetisi Interspesifik

Kegiatan ini dilakukan secara simultan dengan kegiatan pertumbuhan populasi. Bakteri *P multimicronukleatun* dan *P aurelia* dikulturkan secara bersamaan dalam 10 mililiter medium dan pertumbuhan populasi dibuat grafiknya. Hasil yang diperoleh dibandingkan dengan hasil kegiatan pertumbuhan populasi untuk mencari pertumbuhan yang terhambatnya yang disebabkan oleh adanya kompetisi.

7. Interaksi Spesies

Pada kegiatan ini, para siswa diajak untuk melihat variasi predator, interaksi kompetitif dan interaksi komensalisme. Pada percobaan interaksi spesies digunakan mikrokosmos tanah dengan dan tanpa makropredator (contohnya salamander, sebangsa lipan-lipanan), dengan dan tanpa kelompok cacing tanah, dan sebagainya. Dalam sistem akuatik, telah digunakan daphnia atau golongan copepoda sebagai predator.

8. Dekomposisi

Cruzan menuliskan bahwa ia menempatkan sebanyak 6 gram daun kering dalam setiap kotak dari tiga kotak sampah. Kotak-kotak dapat dibuat dengan memotong bagian atas dan bawah dari tempat margarin kecil dan memasang kawat berlubang sebagai pengganti bagian yang dipotong tersebut. Sebagai kawat berlubang Cruzan menggunakan kain kasa berukuran seperempat inci, kain gordeng, saringan plankton.

Daun direndam di dalam air semalam, kemudian kotak-kotak dikubur dalam kotak tanah laboratorium dan selanjutnya ditutup dengan sampah daun. Kotak tanah adalah suatu peti dari styrofoam yang berisi tanah hutan dan sampah daun. Setiap kotak sampah juga diselipi dengan slide gelas (yang disimpan di antara dedaunan).

Sesudah dua bulan, slide gelas diambil, dipanaskan/ difiksasi dan diwarnai dengan metilen biru atau kristal ungu. Sejumlah filamen fungi (per centimeter) dihitung dari beberapa sampel. Golongan mikroarthropoda diekstaksi dengan corong Berlese. Dedaunan tersebut, kemudian, dikeringkan dengan oven dan ditimbang untuk menghitung kehilangan berat. Data tentang jumlah aktivitas fungi, jumlah dan macam mikroanthropoda, dan kehilangan berat pada daun kering digunakan untuk menentukan peranan hubungan dan detritivore dan dikomposer primer dalam dekomposisi daun.

9. Suksesi

Infusi jerami digunakan mempelajari suksesi dalam mikrokosmos akuatik. Sekitar 0,6 gram jerami timothy digodok di dalam 200 mililiter air dan diinokulasi dengan air kolam dan detritus kolam. Campuran tersebut dibuat sampelnya dua atau tiga kali seminggu untuk mendokumentasi perubahan komunitas pH, warna, bau, turbiditas dari campuran tersebut juga dimonitor. Cruzan menyatakan bahwa beliau beserta siswanya tidak pernah membuat sampling bakteri, tetapi mungkin dapat menyediakan lebih banyak data. Sebagai tambahan terhadap hasil grafik, para siswa juga ditugaskan untuk membandingkan hasil yang mereka peroleh dengan kecenderungan Odum dalam suksesi yang memungkinkan. Penekanan khusus ditempatkan pada perubahan diversitas spesies. Kegiatan ini memakan waktu paling sedikit enam minggu.

10. Biogeografi Pulau

Cruzan dan para siswanya memeriksa pengaruh ukuran pulau terhadap diversitas spesies dengan menggunakan infusi dari ukuran yang berbeda (20, 200, 800, 2000 ml) dengan jumlah yang setara terhadap inokulum. Infusi jerami ini disiapkan sekitar empat sampai lima minggu sebelumnya.

Berdasarkan random sampling, para siswa menentukan kekayaan spesies dan index diversitas Shannon - Weiner untuk setiap komunitas. Kita mungkin dapat juga menggunakan data tersebut untuk menggambarkan distribusilog-normal. Percobaan lain yang menggunakan kultur yang setara dapat menguji pengaruh dari rata-rata yang berbeda dari imigrasi diversitas spesies.

11. Produksi Primer

Produksi kotor dan bersih ditentukan untuk akuarium laboratorium pada kisi-kisi jendela dengan menggunakan metode botol terang dan gelap. Oksigen terlarut diukur dengan menggunakan Hach Dissolved Oxygen Kit (instruksi besaran rendah) (Hach Co, Loveland, Co). Cruzan senang untuk mengulang pengukuran-pengukuran pada beberapa hari-hari berikutnya secara kontinu untuk menguji pengaruh kondisi cahaya yang berubah-ubah.

12. Respirasi Komunitas

Respirasi bersih dari komunitas tanah ditentukan dengan menempatkan 100 mililiter tanah segar dalam 250 mililiter flask dengan CO₂ absorbent (sirat soda). Kemudian, campuran ini ditempelkan pada manometer Zollinoffer (Carolina Biological Supply Co) dan konsumsi oksigen ditentukan untuk selama periode satu kali duapuluh empat jam. Sampel dari berbagai tingkat tanah atau tempat yang berbeda dapat dibandingkan dengan menggunakan teknik ini.

13. Siklus Nutrisi dan Rantai Makanan

Perpindahan P-32 digunakan untuk menentukan aliran energi dari nutrisi dalam mikrokomunitas tanah. Setengah mikrokosmos mempunyai tumbuhan yang ditandai oleh P-32. Setengahnya yang lain diberi label detritus. Makroarthropoda yaitu binatang-binatang kecil misalkan pillbugs,

milipedes, dan sebangsa lipan ditambahkan secara sengaja. Organisme-organisme dibiarkan pada tempatnya selama lima hari dan filmnya, kemudian, dibuat. Dengan membandingkan organisme berlabel dari kedua kelompok organisme yang digunakan dan urutan di mana mereka mengambil P-32, maka jaring-jaring makanan, yang umum, untuk komunitas dapat dibuat.

14. Tingkatan Nutrisi, Struktur Komunitas dan Dekomposisi

Tumbuhan polong-polongan tumbuh dengan menggunakan hidroponik dalam media yang komplit serta defisiensi nitrogen dan fosfor. Kemudian, dilakukan panen dan hasilnya dikeringkan. Timbang dengan berat yang sama, kemudian ditempatkan pada kotak sampah yang diberi kasa jendela pada bagian atas dan bawahnya, selanjutnya dikubur dalam suatu tempat (disebut depression) di dalam kotak tanah. Sesudah beberapa minggu, komunitas yang telah dibuat dikumpulkan dengan ekstraksi Berlese dan dedaunan dikeringkan untuk menentukan kehilangan berat. Jadi, kandungan nutrisi dapat dikorelasikan dengan diversitas species dan dengan rata-rata dikomposisi.

15. Projek Siswa

Pendekatan mikrokosmos dapat digunakan untuk mentes sejumlah hipotesis-hipotesis ekologis, khususnya untuk topik-topik yang berkaitan dengan populasi dan ekologi komunitas. Banyak projek-projek siswa (untuk ekologi) lebih terkontrol dengan baik dan menghasilkan data yang lebih berguna bila dikerjakan dengan mikroskosmos daripada bila dilakukan di lapangan.

Kesimpulan

Laboratorium ekologi yang berdasarkan mikrokosmos mempunyai keuntungan berupa lebih banyaknya subjek sebagai kontrol dan manipulasi percobaan. Mikrokosmos juga mengurangi pertentangan dalam perjalanan lapangan (untuk studi lapangan). Kegiatan berdasarkan pendekatan akan membuat waktu kita menjadi lebih efisien dan merupakan suatu pendekatan yang menyajikan ekologi lebih baik sebagai percobaan-percobaan ilmiah.

Meskipun pendekatan ini ada keuntungan tetapi bukan berarti tidak mempunyai kelemahan. Cruzan mengungkapkan kerugian-kerugian sebagai berikut. Mikrokosmos tidak selalu berlaku seperti komunitas di lapangan. Oleh karena itu, sebaiknya para siswa perlu diingatkan tentang kemungkinan ketidaksi-man karakteristik mikrokosmos dari komunitas (sebenarnya) di lapangan. Selain itu, dalam kelas yang kecil dengan keterbatasan waktu, tidaklah selalu memungkinkan untuk mengumpulkan data yang cukup bagi analisis statistik yang memadai.

Cruzan menyatakan bahwa beliau sekarang telah menggunakan pendekatan mikrokosmos, dengan beberapa dari kegiatan yang telah disebut di atas untuk para mahasiswa program biologi (untuk mayor biologi). Tidaklah mustahil bahwa pendekatan ini juga dapat digunakan di Sekolah Menengah Atas untuk mata pelajaran biologi, topik ekologi.

Pembahasan dan Diskusi

Cruzan telah mengemukakan berbagai kegiatan ekologis, yang biasanya dilaksanakan di lapangan, dilakukan dengan melalui pendekatan mikrokosmos. Pelaksanaan kegiatan lapangan sangat tergantung pada kondisi cuaca. Keadaan cuaca yang tidak mendukung, seperti hujan, akan mengganggu terhadap kelangsungan pelaksanaan kegiatan. Demikian pula, sarana transportasi akan

merupakan salah satu faktor yang turut mempengaruhi kelancaran pelaksanaan kegiatan. Apabila sarana transportasi tidak tersedia maka kegiatan akan terhambat pelaksanaannya.

Dipilihnya laboratorium pendukung berupa mikrokosmos dapat mendukung berbagai kegiatan percobaan topik-topik bidang ekologi agar terlaksana secara tidak berpindah-pindah. Di samping itu, mikrokosmos dapat digunakan dengan penyesuaian keperluan hipotesis-hipotesis yang diuji.

Alat dan bahan untuk pengujian hipotesis-hipotesis dalam mikrokosmos telah dijelaskan Cruzan secara panjang lebar. Ada beberapa alat dan bahan yang mungkin terasa baru dikenal atau dianggap sulit didapat. Hal-hal yang demikian tidaklah mustahil muncul karena sebagaimana kita ketahui Cruzan mengembangkan model/pendekatan ini dalam satuan dan kondisi pendekatan di USA. Melalui makalah ini diharapkan pembaca yang merasa berkepentingan dengan pengajaran ekologi dan pemakaian mikrokosmos dapat mengembangkan dan mengadaptasi alat, bahan, dan model yang diajukan, yang disesuaikan dengan kondisi, situasi dan keperluan pendidikan di Indonesia. Jadi diharapkan, makalah ini menjadi inspirasi untuk mengembangkan mikrokosmos untuk keperluan sekolah-sekolah kita.

Walaupun mikrokosmos dapat dianggap sebagai suatu pendekatan yang menguntungkan, tetapi tidak terlepas dari adanya kelemahan-kelemahan. Sebagaimana kita sadari bahwa model ini tidak selalu seperti komunitas yang sebenarnya di lapangan. Oleh sebab itu, perlulah selalu mengingatkan siswa tentang adanya ketidaksamaan karakteristik mikrokosmos dari komunitas di lapangan. Di samping itu perlu pula disadari bahwa dalam ukuran kelas yang kecil dan adanya keterbatasan waktu, pengumpulan data yang cukup dan memadai untuk analisis statistik tidak selalu mungkin dicapai.

Buku-buku Referansi Yang Dikemukakan

Ada sejumlah buku dalam mengidentifikasi organisme kolam, sebagai tambahan bagi penuntun spesifik untuk protozoa dan alga air tawar. Referensi-referensi yang cocok untuk hewan-hewan tanah lebih sulit untuk didapatkan. Tetapi, indentifikasi untuk suborder-suborder biasanya dapat dibuat dengan entomologi standar dan referensi-referensi akarologi. Selanjutnya, buku-buku yang ada baiknya dipelajari yang dikemukakan Cruzan akan dimuat pada bagian Daftar Pustaka, yaitu bagian akhir dari makalah ini.

Universitas Terbuka

DAFTAR PUSTAKA

- Borror, D.J., et.al (1981). *An Introduction the Study of Insects* (5 th.ed.) Philadelphia: Saunders.
- Cruzan, J. (1988). Teaching Ecology with Microcosms. *The American Biology Teacher*, Volume 50 (4), 226 - 228.
- Davies, J., et.al. (1973). *A Guide to The Study of Soil Ecology*. Englewood cliffs. NJ: Prentice - Hall.
- John, T.L., et.al. (1978). *How to Know the Protozoa*. (2 nd. ed). Dubuque: Wn.C. Browa.
- McDaniel, B. (1979). *How to know the ticks and mites*. Dubuque: Wn. C. Brwon.
- Pennak, R.W. (1978). *Freshwater Invertebrates of the Limited States*. (2nd . ed.) New York: Wiley.
- Prescott. G.W. (1978). *How to know the freshwater algae*. (3rd. ed). Dubuque: Wn. C. Brown.
- Schaller. F. (1968). *Soil Animals*. Ann Arbor : University of Michigan Press.