

## **PENDEKATAN EKOLOGIS DALAM PEMAHAMAN MASALAH BIOLOGI**

Oleh  
**IGP Suryadarma**

### **Abstrak**

Banyak kendala yang dihadapi dalam memahami masalah Biologi sesuai dengan normatif pendekatannya. Di sisi lain, Indonesia memiliki kekayaan laboratorium alamiah yang dapat memberi informasi ekologis yang beragam. Pendekatan ekologis diharapkan dapat mengatasi hambatan sarana, memaksimalkan pemanfaatan lingkungan dan memberi pengalaman pemahaman masalah biologi yang bersifat retikuler dan komprehensif.

Pendekatan ini dapat dilakukan melalui; (1) pemahaman objek-persoalan tingkat organisasi kehidupan. (2) memahami konsep dasar kajian ekosistem. (3) memahami dan merumuskan persoalan biologi sesuai dengan konsepsi ekologis, dan (4) membuat model kajian untuk berbagai persoalan biologi. Persoalan ekologis paling esensial adalah adanya kesatuan komponen struktur pendukung, interaksi fungsional antarkomponen struktur dan adanya sistem pengatur.

Kajian ini diharapkan dapat memberi alternatif dalam mengatasi hambatan sarana, memaksimalkan pemanfaatan lingkungan Indonesia yang bersifat khas, memberikan pengalaman dalam memecahkan persoalan biologi secara lebih komprehensif. Diperlukan tindak lanjut pengkajian secara molekuler ataupun seluler, untuk menghindari pemahaman yang cenderung bersifat makro dan superfisial.

### **Latar Belakang**

Banyak kendala yang dihadapi dalam usaha memahami persoalan biologi sesuai dengan normatif pendekatannya. Secara faktual terdapat keterbatasan sarana untuk mengungkapkan persoalan sesuai dengan karakteristiknya. Untuk membahas aspek mikroskopik misalnya sangat dibatasi oleh keterbatasan alat optik dan analisis khemis.

Pada sisi lain, Indonesia memiliki kekayaan alam sebagai laboratorium biosistem tingkat makro karena termasuk daerah hutan tropik basah dengan tingkat keanekaragam-

an spesies yang sangat tinggi. Keadaan ini sangat mendukung untuk melakukan kajian-kajian biosistem pada tingkat populasi dan komunitas.

Hidup ditandai oleh eksistensi vital yang berupa aktivitas metabolisme, respirasi, pertumbuhan-perkembangan, iritabilitas, reproduksi, serta akan berakhir bila terjadi kematian. Aktivitas ini tidak dapat dipisahkan dengan keadaan lingkungannya yang membentuk satu biosistem. Sesuai dengan spektrum tingkatan struktur organisasi kehidupan, maka biosistem itu dapat dipelajari pada tingkatan sistem gen, sistem sel, sistem organ, sistem individu, sistem populasi dan sistem komunitas (Odum, 1971:5). Pesoalan-persoalan yang dapat dibahas secara substansi keilmuan meliputi tujuh tema, pada objek tumbuhan, hewan dan protista (BSCS, dalam Djohar, 1972:6).

Atas dasar pertimbangan kondisi tersebut maka akan dicoba diketengahkan satu kajian "Pendekatan Ekologis dalam Memahami Masalah Biologi".

### **Rumusan Masalah**

Dapatkan optimasi pemanfaatan keanekaragaman laboratorium ekologis alamiah ekosistem dan makhluk hidup di Indonesia sebagai sumber belajar menumbuhkan kemampuan memandang masalah biologis sebagai biosistem? Apakah keterbatasan sarana optik maupun khemis untuk memahami persoalan biologi sesuai dengan karakteristik dan normatif pendekatannya dapat dikompensir?

### **Tujuan**

1. Mengatasi keterbatasan hambatan sarana dalam memahami masalah biologi sesuai dengan karakteristik pendekatannya dengan menggunakan keunggulan komparatif keanekaragaman ekosistem di Indonesia.
2. Memaksimalkan pemanfaatan karakteristik lingkungan Indonesia sebagai sumber belajar biologi.
3. Meningkatkan kemampuan memahami gejala dan persoalan biologi secara retikuler, bukan linier dari lingkungan terdekat.

## **Pendekatan Masalah**

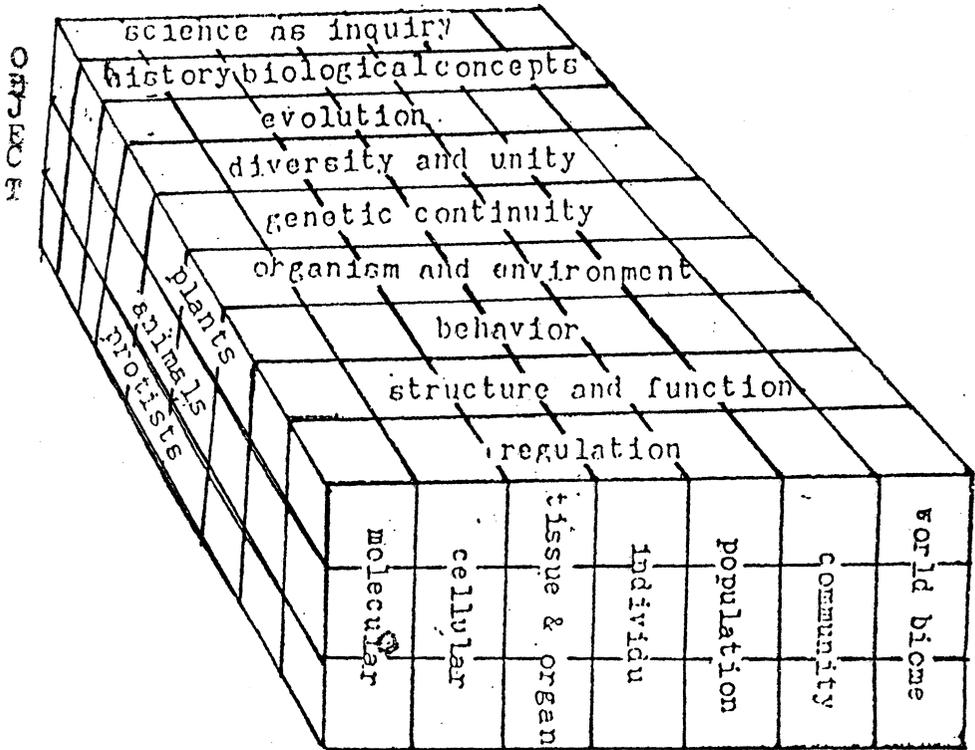
Ada beberapa langkah untuk memahami masalah tersebut secara bulat, yaitu: (1) Memahami objek, persoalan, dan tingkatan struktur organisasi kehidupan seperti yang dirumuskan dalam BSCS. (2) Memahami konsepsi dasar ekologis untuk mempelajari ekosistem sebagai satu biosistem. (3) Memahami persoalan-persoalan biologis sesuai dengan rumusan BSCS, yang melihat masalah biologi dari tinjauan sistem ekologis. (4) Merumuskan pendekatan untuk setiap persoalan biologis secara biosistem.

## **Objek-Persoalan-Tingkatan Struktur Organisasi Kehidupan**

BSCS (1964) merumuskan biologi sebagai bagaian sains merupakan kebulatan dimensi (Djohar, 1971:16) antara:

1. Objek
  - a. Tumbuhan
  - b. Hewan
  - c. Protista.
2. Tingkatan Struktur Organisasi Kehidupan
  - a. Molekuler
  - b. Seluler
  - c. Jaringan-Organ
  - d. Individu
  - e. Populasi
  - f. Komunitas
  - g. Bioma.
3. Fenomena Kejadiannya
  - a. Sains sebagai inkuiri
  - b. Sejarah konsep biologi
  - c. Keanekaragaman dan keragaman
  - d. Organisme dan lingkungan
  - e. Struktur dan fungsi
  - f. Pewarisan sifat dan kelangsungan hidup
  - g. Kelakuan
  - h. Regulasi
  - i. Evolusi.

Model tiga dimensi tersebut Sutton dan Hayson secara diagramatik melukiskan sebagai berikut.



Level of Organization  
Tingkatan Organisasi Kehidupan

**Gambar 1**  
**Struktur Tiga Dimensi antara Objek Persoalan-Tingkatan**  
**Organisasi Kehidupan**  
(Sutton, 1974:120)

Salah satu di antara fenomena kejadiannya yaitu menyangkut *Organisme dan Lingkungan*, secara umum dikenal dengan *ekologi*. Pemahaman biologi melalui pendekatan ini diharapkan dapat berperan sebagai alat yang lebih baik untuk menghasilkan manusia berpikir sistematis, serta dapat melihat alternatif dalam keterbatasan kondisi, waktu, lingkungan tertentu (Soemarwoto, 1991:2).

## Hidup - Lingkungan - Kehidupan

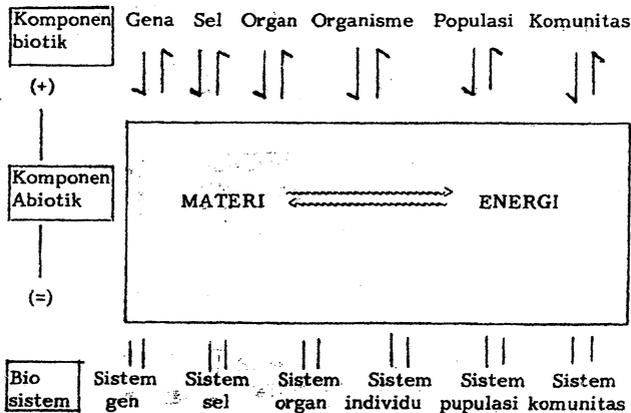
Peursen (terjemahan Hartoko, 1988:170) mengungkapkan adanya kesulitan dalam mengungkapkan tentang hidup, ia lebih mementingkan deskripsi yang menonjol dari ciri-ciri makhluk hidup. Hal yang dipandang paling utama adalah struktur morfologi tertentu dan fungsi-fungsinya, yang terlebur menjadi satu. Lebih lanjut ditegaskan dengan menyitir pendapat Bertalanfly, bahwa bentuk dan fungsi pada hakikatnya merupakan dua aspek dari segala kehidupan yang sama. Organisme hidup bercirikan suatu isolemen terhadap lingkungan sekitarnya. Organisme itu membulatkan diri secara anatomis dan menyendiri. Gejala ini sudah mulai tampak pada organisme bersel satu dan makin melonjak pada tingkat yang lebih kompleks susunannya. Perkembangan morfologis berkaitan langsung dengan gejala fisiologis. Bila secara anatomis makin berdikari, secara biokimia tampak sifatnya semakin khas, proses metabolisme semakin lancar. Sistem kimia fisiknya menampilkan semacam "surplus" dibanding dengan lingkungannya. Dapat memanfaatkan energi yang tercecer menjadi bernilai lebih dalam sistem pertukaran zat dan energi dengan lingkungannya, dalam satu perisai tertentu.

Secara umum hidup ditandai oleh eksistensi vital, semenjak bermulanya proses metabolisme, pertumbuhan, perkembangan, reproduksi dan adaptasi internal, sampai berakhirnya segenap proses itu bagi suatu "individu". Hal ini menjadi semakin kabur pada virus dan mikrosfer. Jadi, perbedaan hidup dan mati itu bersifat gradual (Soerjani, 1988:4). Selanjutnya, dengan mengutip pendapat Ribes (1978), hidup berada dalam proses yang ditransmisikan dari makhluk hidup pada keturunannya secara bersambung (aspek genetik).

Kehidupan adalah fenomena adanya hidup yang didukung tidak saja oleh makhluk hidup (pengada insani), tetapi juga benda mati (pengada ragawi) dan berlangsung dalam dinamika seluruh komponen kehidupan itu. Merupakan penggabungan unsur hidup (chita) dan ragawi (Panca Mahabhuta). Kalau perwujudan kehidupan itu dilihat dari hasil interaksi unsur materi, energi, ruang, waktu dan keanekaan, maka batas antara hidup dan mati menjadi semakin kabur (aspek komplementer organisme dengan lingkungan) (Soerjani, 1988:4). Batas wilayah kehidupan menjadi semakin sukar, akibat

pengaruh penelitian mikrosfisis, bahwa kejadian itu tidak dapat dipastikan secara eksak (aspek berbagai dimensi pendekatan) (Peursen, terjemahan Hartoko, 1988:169). Ciri hidup dapat dikontraskan dengan kematian. Ciri khas kematian adalah perbatasan antara organisme dengan lingkungannya menjadi kabur, organisme kehilangan independensi relatifnya dan kembali kepada sistem kimia-fisis yang membawahi lingkungannya. Contoh yang paling mendekati adalah karakteristik virus. Oleh karena itu, membicarakan makhluk hidup tidak dapat dipisahkan dari satuan habitatnya karena kehidupan itu merupakan satu biosistem.

Oleh karena itu, karakteristik ekosistem sebagai biosistem sesuai dengan pendapat Peursen adalah adanya struktur dan fungsi yang terlebur menjadi satu, atau pada hakikatnya struktur dan fungsi merupakan dua aspek dari gejala kehidupan yang sama. Biosistem tidak dapat dipisahkan dari hukum termodinamika, yaitu adanya masukan energi secara konstan untuk mensintesis molekul yang diperlukan dan mengambil substansi yang ada di sekitarnya yang didukung oleh fisikokimia struktur tertentu. Secara skematik Odum (1971:5) menggambarkan hubungan komponen biotik dan abiotik melalui masukan materi dan energi dalam tingkatan struktur organisasi kehidupan seperti berikut.



**Gambar 2**  
**Spektrum tingkatan struktur organisasi kehidupan**  
**Interaksi dengan materi dan energi pada setiap tingkat**  
**menghasilkan sistem-sistem fungsional yang khas**  
 (Odum, 1971:5)

## Struktur Fungsi Ekosistem

Miller (1982:Xi), Turk & Turk (1984:Xi), Odum (1971:Xi) secara ringkas merumuskan seperti berikut:

1. Komponen Struktur terdiri atas:
  - a. Komponen Abiotik
    - Berbagai faktor fisik
    - Sumber energi dari luar
    - Faktor khemis esensial bagi kehidupan.
  - b. Komponen Biotik
    - Tumbuhan hijau (produsen, autotroph).
    - Hewan (konsumen, heterotroph).
    - Jamur (umumnya dekomposer), dan
    - Protista.
2. Komponen fungsi, antara lain:
  - a. Transfer dan transformasi energi
  - b. Rantai makan dan jaring-jaring makanan
  - c. Aliran energi dan siklus materi
  - d. Pola keanekaragaman dan pola perubahan
  - e. Siklus biogeokhemis
  - f. Produktivitas
  - g. Nisia ekologis (ecological niches)
  - h. Regulasi dan sibermetik.

Ekosistem merupakan hasil interaksi antarkomponen yang menghasilkan satuan fungsional. Berarti harus tersedia sumber energi di mana sistem energi yang tercecer dapat ditingkatkan dalam satu organisasi kehidupan. Dalam hal ini terdiri atas; (a) struktur biotik yang memiliki karakteristik klorophil yang dapat berfungsi sebagai transfer dan transformasi energi matahari (fisis). Terdapat susunan khemis dan komponen struktur yang dapat mengubah senyawa primer menjadi senyawa sekunder dan seterusnya dengan konsentrasi energi yang lebih besar. (b) Struktur biotik yang memiliki karakter ini adalah organisme heterotroph, konsumen khususnya hewan, sehingga dapat mendukung fungsi rantai makanan, jaring-jaring makanan dan aliran maupun transformasi energi. Jika hal ini bersifat efisien akan dapat mendukung fungsi produktivitas. (c) Struktur biotik akan dapat melepas mineral-mineral yang tersimpan dalam batuan, bahan-bahan organik, dimiliki oleh Jamur dan Bakteri umumnya sehingga dapat mendukung fungsi siklus materi dan biogeokimia. (d) Hadirnya

berbagai komponen struktur dengan karakteristiknya masing-masing dalam dimensi waktu terjadi perubahan lingkungan yang dapat mendukung fungsi keanekaragaman dan pola perubahan. (e) Hal ini mengakibatkan tiap organisme memiliki nisia masing-masing. (f) Untuk mempertahankan dan mengembangkan sistem tersebut diperlukan fungsi regulasi sesuai dengan asas sibermetik.

Terjadinya fenomena keteraturan dari ketidakteraturan, Chardin dalam teori evolusinya (Koop, 1983:29) mengungkapkan bahwa dunia kehidupan terdiri atas "kesadaran" memiliki tujuan. Alam kehidupan diterangkan secara finalitis, yaitu tujuan yang menentukan, bukan awalnya. Berbeda dengan alam yang tidak hidup harus diterangkan secara kausal mekanistik.

Melihat tingkatan biosistem yang diajukan oleh Odum, model tiga dimensi hakikat biologi dan konsep ekologi, maka hal ini dapat dipadukan untuk pendekatan secara ekologis. Pada umumnya hal ini meliputi fenomena seperti berikut. (1) Struktur dan fungsi, (2) keanekaragaman dan keragaman, (3) pewarisan sifat dan kelangsungan hidup, (4) kelakuan, (5) regulasi, (6) evolusi, pada berbagai tingkatan biosistem untuk berbagai objek.

Berikut ini akan dibahas polimorphisme struktur fungsi populasi rayap, yang memiliki keanekaragaman bentuk individu dalam populasinya.

**Persoalan Struktur-Fungsi Populasi Polimorfisme pada Rayap**

Anggota	Ciri struktur	Fungsi	Lingkungannya
Ratu	Abdomen (perut) membesar	-bertelur -berkembang -menjadi koloni	Dalam tempat terlindung berupa tanah bulatan, berongga, terdapat lubang-lubang untuk keluar masuk pekerja dan tentara.
Tentara	-Mandibula (rahang, membesar menebal kuat. -Lebih besar dari rakyat/pekerja	Menjagaratu, melindungi seluruh koloni	-Di antara pekerja, anakan dan di sekitar ratu -Di sekitar liang waktu masa kawin (dispersi)
Pekerja	Rayap yang umum dikenal bentuk tubuh lebih kecil dibanding tentara	-menjaga rumah, telur, anakan -mencari makanan -memberi makan	Dalam rumah yang berbentuk seperti bunga karang, berada di antara rongga-rongga
Laron	Warna coklat, ukuran 2x rakyat bersayap	Reproduksi, menghasilkan pasangan atau ratu baru	Membentuk lingkungan baru sehingga terbentuk koloni /kelompok baru.

Materi berupa makanan dimasukkan ke dalam sistem populasi oleh pekerja, transformasi materi terjadi dalam tubuh rayap oleh flagellata (organisme satu sel) yang dapat menghasilkan enzim untuk memecah selulose. Rayap memanfaatkan hasil metabolisme hasil pemecahannya. Terdapat perilaku aneh dari anak rayap, yaitu menjilat dubur rayap dewasa sehingga ke dalam saluran pencernaannya kemasukan flagellata.

Terbentuknya kelompok sosial yang terdiri atas berbagai macam bentuk (polimorfis), dipengaruhi oleh faktor genetik,

kombinasi faktor proses reproduksi, macam dan jumlah makanan dalam perkembangan tahap awal. Terdapat struktur individu tertentu yang mendukung fungsi sesuai dengan karakteristiknya. Khususnya struktur rayap pekerja sebagai penyedia sumber energi ke dalam sistem tersebut. di dalam tubuh rayap terbentuk asosiasi spesifik dengan flagellata sehingga terjadi pemecahan selulose sebagai sumber nutrient.

Terjadinya mekanisme regulasi di dalam metabolisme yang berlangsung secara gradual yang memberi peluang munculnya polimorfisme dalam koloni yang baru. Misalnya, waktu fase dispersi, di mana rayap reproduktif (laron) sayapnya terlepas setelah terjadi kontak dengan pasangannya. Bergerak beriring, sebagai pasangan baru dan bila mampu menemukan tempat yang sesuai akan berkembang menjadi calon koloni baru. Rayap reproduktif akan menghasilkan telur yang tumbuh menjadi pekerja dan tentara, sebagai awal dari perkembangan kelompok sosial tersebut (Herbert, 1978:235).

Terdapat sistem regulasi reproduksi di mana di dalam koloni tersebut secara genetik terdiri atas kelompok seperti berikut. (1) Jantan bersifat diploid, bukan pekerja dan bukan tentara. (2) Betina haploid, tanpa fertilisasi. (3) Ratu penghasil telur. (4) Pekerja dan tentara, mungkin jantan atau betina dan tidak bersifat reproduksi (Simpson & Back, 1965:679).

Secara ekologis dalam sistem sosial tersebut terdapat mekanisme transfer dan transformasi materi dan energi, mekanisme regulasi reproduksi, sehingga produktivitas koloni tersebut terus berkembang, terjadi pertumbuhan populasi. Terbentuk nisia ekologis kehidupan koloni baik dalam memperoleh, mengolah materi sehingga diperoleh energi. Terjadi siklus biogeokhemi melalui mekanisme pembentukan sarang rayap, pemanfaatan oleh pertumbuhan jamur dan mekanisme rantai makanan lainnya.

## **Kesimpulan**

Pendekatan ekologis ini dapat memberikan pemahaman secara komprehensif sehingga mampu melihat gejala-gejala biologis sebagai gejala yang memiliki persoalan. Persoalan yang menyebabkan munculnya gejala ataupun persoalan yang muncul akibat adanya gejala. Kemungkinannya memberikan

hasil lebih baik karena kejadiannya ada di lapangan, atau minimal sudah dimiliki sebagai pengalaman. Hal ini menjadi lebih bermakna mengingat adanya keterbatasan sarana prasarana dalam pendekatan biologi sesuai dengan karakteristiknya.

Tampaknya lebih sesuai jika dihubungkan dengan cara belajar menurut teori gestalt, yaitu pengenalan umum ke arah khusus. Dapat digunakan memperluas wawasan, sebelum menganalisis masalahnya lebih terinci. Memiliki kelemahan jika tidak dilanjutkan dengan analisis ke arah mikro, misalnya pendekatan molekuler maupun seluler.

### Daftar Pustaka

- Djohar. 1971. *Ilmu Pengetahuan Alam dan Prinsip-prinsip Pengajarannya*. Forum Pendidikan Biologi, FKIA IKIP YOGYAKARTA.
- Hartoko, Dick. 1988. *Orientasi di Alam Filsafat*. (terjemahan dari Peursen). Jakarta: Gramedia.
- Herbert, H.R. 1978. *Textbook of Entomology*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Kopp, Joseph. 1983. *Teori Evaluasi*. (terjemahan dari Teilhard de Chardin). Yogyakarta: Yayasan Kanisius.
- Miller, G.T. 1982. *Living in The Environment*. Third Edition. California: Wadsworth Publishing Company.
- Odum, Eugene P. 1971. *Fundamentals of Ecology*. Third Ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company.
- Simpson, George, G & Beck, William, S. 1965. *Life. An Introduction to Biology*. Second edition. New York: Harcourt Brace & World Inc.
- Soemarwoto, Otto. 1983. *Ekologi Lingkungan Hidup dan Pembangunan*. Jakarta: Djambatan.
- \_\_\_\_\_. 1991. *Ekologi Lingkungan dalam Pembangunan Berwawasan Lingkungan*. Panitia Penghormatan Purnabakti Prof Otto Soemarwoto. Bandung.

- Sutton, C.R. and Hayson (edit). 1974. *The Art of the Science Teacher*. England: McGraw Hill Book Company.
- Turk, Jonathan & Turk, Amos. 1984. *Environmental Science*. Third Ed. Philadelphia: Saunders Collage Publishing.