

## PERANAN ILMU HAYAT DALAM PEMBANGUNAN BERWAWASAN LINGKUNGAN

Oleh :

Mohamad Soerjani

*Pusat Penelitian Sumberdaya Manusia dan Lingkungan  
Universitas Indonesia*

Secara hayati manusia adalah jenis makhluk hidup dengan strategi hidup "K". Tetapi ilmu pengetahuan dan teknologi yang dikuasainya menyebabkan pertumbuhan populasi dan kenaikan kebutuhannya senantiasa meningkat, yang dicapai melalui kenaikan daya dukung (K) yang terus-menerus. Sementara itu daya dukung mempunyai batas maksimum yang terutama ditentukan oleh faktor berada dalam keadaan minimum. Berbagai kasus menunjukkan bahwa pengelolaan lingkungan sebaiknya dibatasi antara sepertiga sampai dua pertiga daya dukung maksimum itu. Kestinambungan "sustainability" dari lingkungan hidup untuk mendukung perikehidupan harus didukung oleh berlangsungnya proses-proses hayati yang menjaga dan menjamin perikehidupan dan kesejahteraan manusia; karena manusia adalah bagian dari sistem hayati itu sendiri. Untuk itu pemahaman tentang prinsip, fenomena, dan hukum ekologi mutlak diperlukan, karena semua komponen dalam sistem kehidupan ini mempunyai saling hubungan. Saling ketergantungan, dan saling keterbatasan. Sementara itu bioteknologi yang masih mempunyai peluang besar untuk dikembangkan adalah di bidang mikrobiologi, rekayasa genetik, fisiologi (antara lain kultur jaringan), biokimia, dan sebagainya. Berbagai permasalahan masih perlu diteliti dan dikembangkan guna meningkatkan dukungan berbagai segi disiplin ilmu hayati dalam menunjang pembangunan yang berwawasan lingkungan.

### 1. PENDAHULUAN

Manusia adalah salah satu jenis makhluk hidup dari kelompok besar makhluk hewani yang secara hayati termasuk dalam jaring-jaring kehidupan

"*food web*" atau dalam daur materi serta aliran energi melalui rantai makanan. Dalam rantai makanan atau piramida makanan, manusia bersifat omnivor, jadi tidak mampu berperan sebagai produsen primer yang menjadi wilayah kehidupan tumbuhan berhijau daun. Di samping itu manusia juga tidak akan mampu berperan sebagai kelompok perombak (*decomposer*) yang menjadi wilayah kehidupan kelompok saprofit (bakteri, ragi dan lain-lain) serta cacing, serangga, dan sebagainya. Peranan kelompok saprofit ini menurut hipotesis Gala (Odum, 1983) adalah kelompok terpenting yang berperan sangat menentukan bagi kelangsungan daur materi khususnya, dan jaring-jaring kehidupan pada umumnya.

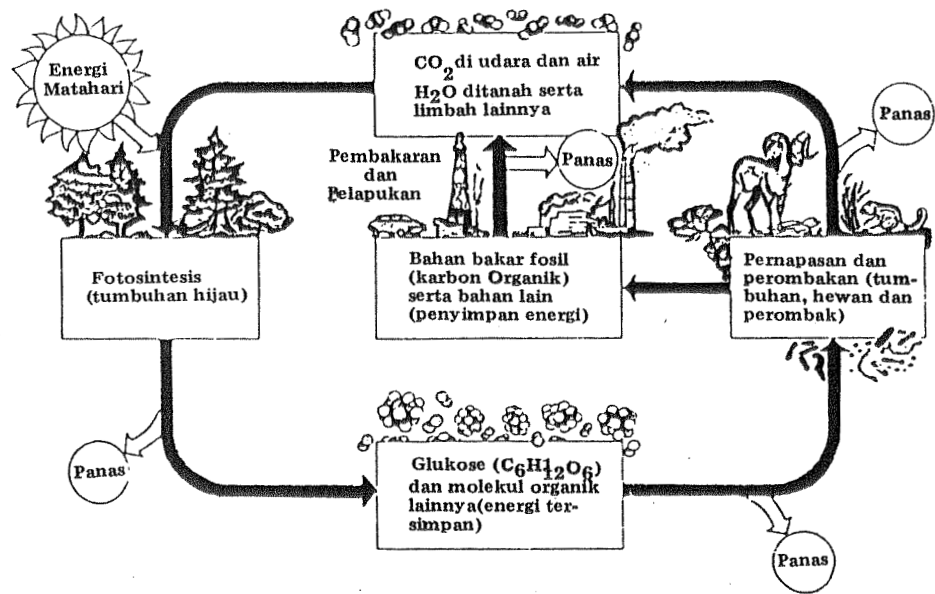
Jelas bahwa secara hayati produsen primer dan kelompok perombak dapat melangsungkan kehidupan tanpa manusia, tetapi sebaliknya manusia tidak mungkin melangsungkan kehidupan tanpa mereka. Di samping itu perlu kita sadari bahwa sampai saat ini, dan menurut perkiraan juga selama abad ke 21 mendatang, teknologi yang kita kembangkan adalah teknologi yang pada dasarnya menambah berbagai komponen (seperti CO<sub>2</sub>, dan sebagainya) yang hanya mungkin mengalami keseimbangan kembali oleh proses kehidupan, khususnya biosintesis oleh tumbuhan seperti terlihat pada Gambar 1.

Jadi jelas kiranya bahwa dalam melanjutkan perkembangan teknologi dalam abad ke-21 yang akan datang, mutlak perlunya dipertimbangkan kaitan erat dampak teknologi itu dalam suatu keseimbangan yang serasi dengan sistem kehidupan. Di samping itu perlu pula dikembangkan teknologi yang berdasarkan atas sistem kehidupan itu sendiri (bioteknologi).

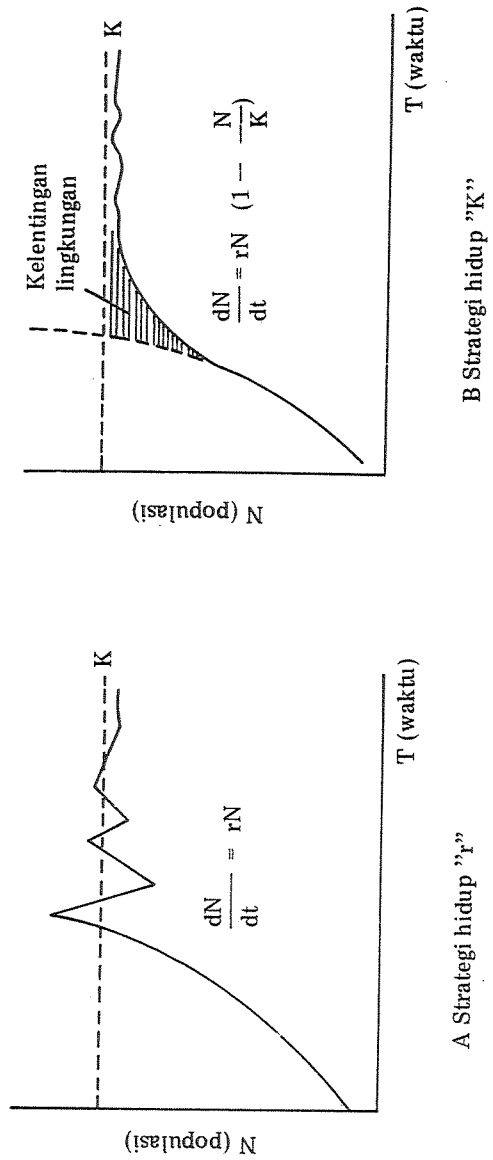
## 2. STRATEGI HIDUP MANUSIA

Dalam ilmu hayat dikenal adanya dua macam strategi hidup yang ekstrim, yakni strategi hidup "r" dan strategi hidup "K". Jenis makhluk hidup dengan strategi hidup "r" adalah yang mengalami pertumbuhan populasi yang cepat dengan mengabaikan terlampauinya daya dukung lingkungan (Gambar 2A). Manusia dengan hakekatnya adalah jenis makhluk hidup yang berstrategi hidup "K" yakni yang memperhatikan lingkungan (*Environmental resistance* atau *environmental resillience*) (Gambar 2B).

Strategi hidup "K" manusia itu ditandai dengan lahirnya anak yang hanya satu sekali melahirkan, bayinya yang lahir dalam keadaan lemah, harus dilindungi, diasuh, dan dipelihara sebelum mampu menopang hidup sendiri. Jadi secara hayati manusia seharusnya tidak mempunyai masalah dengan lingkungan hidupnya, tidak ada krisis, tidak ada pencemaran, serta selalu ada keserasian dengan lingkungannya.



Gambar 1. Bagan yang sangat disederhanakan sebagai gambaran hubungan antara teknologi manusia dengan proses hayati (dimodifikasi dari Miller Jr. 1979).



Gambar 2. Pertumbuhan populasi jenis makhluk hidup dengan strategi hidup "r" (A) dan strategi hidup "K" (B). K = daya dukung lingkungan; r = kecepatan pertumbuhan populasi.

### 3. KUALITAS HIDUP MANUSIA

Dalam perkembangan kebudayaan manusia terlihat bahwa kebutuhan manusia tidak sekedar kebutuhan hidup secara hayati. Atau dengan istilah yang lebih lazim kita pakai, manusia tidak sekedar hidup untuk memenuhi kebutuhan pokok untuk hidup, seperti minum, makan, dan memelihara kesehatan, melainkan juga kebutuhan sekunder, yakni kebutuhan akan pakaian, rumah, pendidikan, dan sebagainya. Bahkan juga untuk memenuhi kebutuhan tersier, yakni kebebasannya untuk melakukan pilihan. Dengan kebutuhannya yang terakhir ini, maka ia akan merubah seluruh polanya. Dia tidak sekedar makan untuk keperluan hidup secara hayati, melainkan dengan suatu pilihan menurut selera kebudayaannya. Sementara itu, dengan keterbatasan sumberdaya yang tersedia, dan dengan populasi manusia yang selalu bertambah, serta pola kebutuhannya yang senantiasa berubah dan meningkat, maka kualitas hidup manusia sebenarnya makin menurun pula. Hal ini terlihat dari rumus berikut :

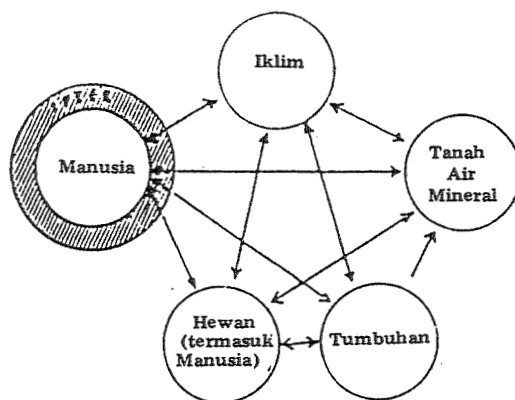
$$Q = \frac{R}{N \cdot (C_p + c_s + C_t)}$$

- Q = kualitas hidup  
R = sumberdaya yang tersedia (secara terbatas)
- N = populasi manusia (yang senantiasa naik)  
C<sub>p</sub> = kebutuhan atau konsumsi primer  
C<sub>s</sub> = kebutuhan sekunder  
C<sub>t</sub> = kebutuhan tersier.

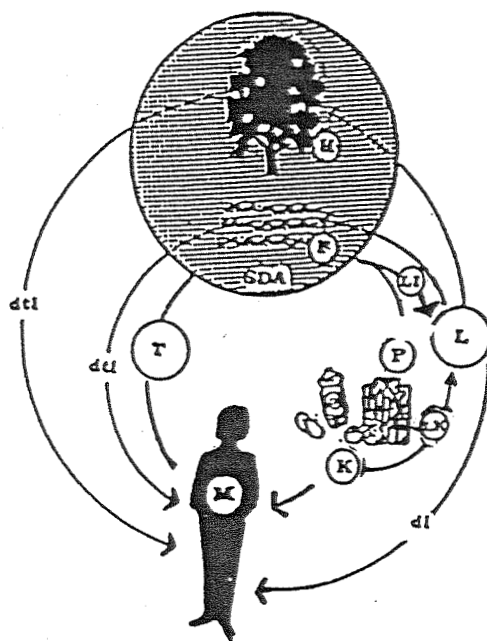
### 4. TEKNOLOGI, DAYA DUKUNG, DAN PENGELOLAAN LINGKUNGAN

Guna meningkatkan kualitas hidup diusahakan untuk menaikkan nilai sumberdaya dengan teknologi atau rekayasa, sehingga diperoleh nilai tambah dari sumberdaya itu. Secara hayati penggunaan teknologi oleh manusia itu menyebabkan kedudukan dan fungsinya dalam ekosistem berubah menjadi transendental terhadap kelompoknya sebagai makhluk hidup hewani (Gambar 3).

Dengan demikian ekosistem atau lingkungan hidup alami berubah menjadi lingkungan hidup buatan (man-made environment). Seperti yang juga terlihat pada Gambar 4 yang melukiskan "satu"nya ekosistem dan lingkungan hidup serta timbulnya limbah dalam lingkungan hidup buatan, karena kecepatan perombakan oleh kelompok perombak atau proses daur



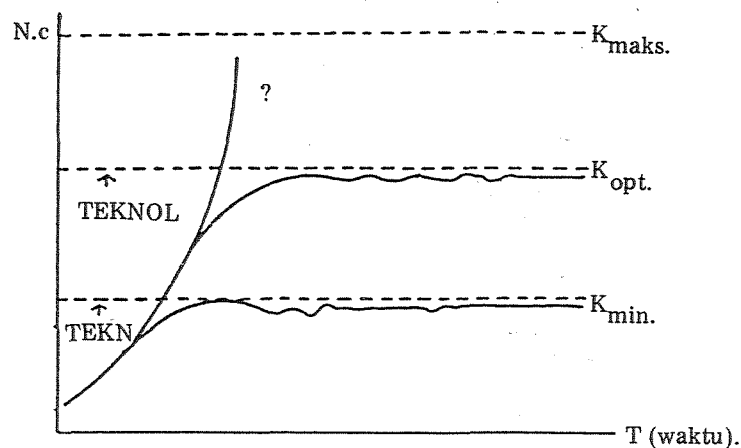
Gambar 3. Kedudukan manusia dengan teknologinya yang transendental terhadap kelompoknya sendiri (hewan) (Lohani 1984; Soerjani 1985).



Gambar 4. Timbulnya limbah dalam kegiatan manusia yang menimbulkan dampak bagi kehidupan manusia itu sendiri (Soerjani 1985).

ulang lainnya yang berlangsung tidak secepat terbentuknya limbah itu sendiri.

Menumpuknya limbah ini juga karena limbah itu dieksternalisasikan (dikeluarkan) dari sistem yang menghasilkannya sehingga menimbulkan "tragedi" milik umum, yakni air sungai yang dikotori, udara yang tercemar, timbunan limbah di pinggir jalan, dan sebagainya. Seharusnya sistem itu diusahakan untuk menyerap limbah itu sebagai sumberdaya, baik langsung maupun melalui teknologi yang memanfaatkan jasad renik perombak, misalnya. Hal ini mungkin dapat dijalankan apabila manusia bersedia melihat suatu masalah sebagai suatu kesempatan "*problems as opportunities*" seperti misalnya yang kita lakukan dalam mengelola masalah gulma, yakni dengan memanfaatkan gulma itu untuk berbagai keperluan manusia (Soerjani, 1985 a). Sementara itu daya dukung lingkungan memang naik, walaupun dengan teknologi yang canggih seperti apapun, dapat dimengerti bahwa daya dukung itu pada suatu tingkat akan mencapai maksimum (Gambar 5).

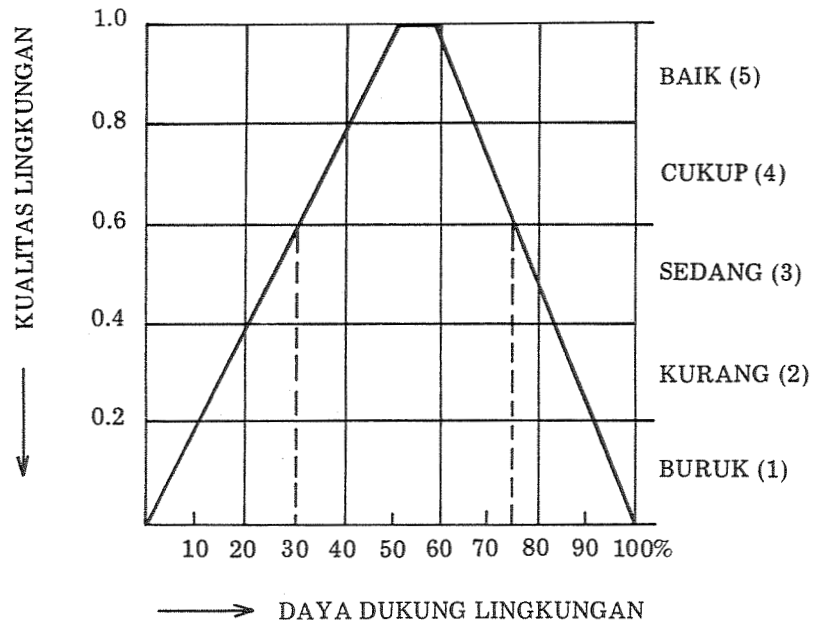


Gambar 5. Daya dukung yang naik karena penggunaan teknologi yang pada akhirnya mencapai daya dukung maksimum ( $K_{maks}$ ). Pengelolaan oleh manusia sebaiknya dibatasi antara  $K_{min}$  dan  $K_{opt}$ .

Berbagai kasus menunjukkan bahwa kualitas lingkungan masih akan terpelihara baik, apabila manusia mengelola daya dukung pada batas di antara minimum ( $K_{min}$ ) dan optimum ( $K_{opt}$ ). Salah satu kasus adalah hasil padi yang maksimum dapat mencapai 16 ton/ha, tetapi dengan hasil yang sekarang sudah kita capai yakni sebesar 5 ton/ha ( $1/3 K_{maks}$ ) sudah timbul berbagai masalah lingkungan seperti pencemaran air minum oleh pupuk,

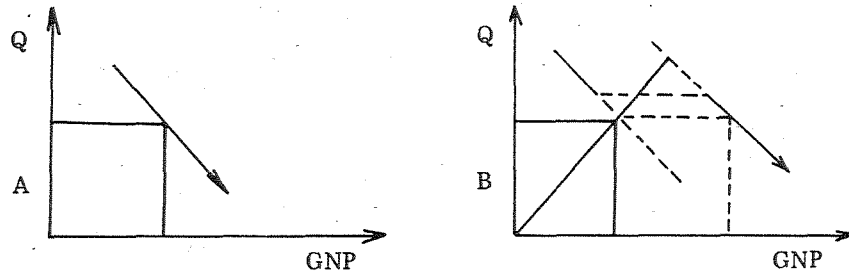
kontaminasi hasil oleh pestisida, dan sebagainya. Demikian pula arsitektur bangunan yang harus memperhitungkan "arsitektur alam" dalam tata ruang, antara 1/3—2/3 dari seluruh tata ruang yang dikelola atau dirubah oleh teknologi manusia. Gambar 6 menunjukkan bahwa penggunaan daya dukung padang penggembalaan yang optimum dengan kualitas lingkungan yang terbaik adalah antara 30—70% dari daya dukung 100%.

Beale (1980) mengatakan bahwa kenaikan GNP akan selalu mengakibatkan menurunnya kualitas lingkungan yang hanya mungkin dicegah apabila dilakukan pengelolaan lingkungan dengan baik (Gambar 7). Jadi makin tinggi tingkat kegiatan manusia untuk mencapai kenaikan GNP, makin berat pula upaya yang harus dilakukan untuk mengelola lingkungan agar kualitas hidup tidak mengalami kemerosotan.



Gambar 6. Daya dukung lingkungan yang dikelola di antara 30—70% memberikan kualitas lingkungan yang cukup baik. Angka-angka dalam kurung menunjukkan skala (indek) kualitas lingkungan (Soerjani 1985 b).





Gambar 7. Menurunnya kualitas hidup (Q) karena kenaikan GNP yang harus diimbangi dengan pengelolaan lingkungan (M) (Beale 1980).

## 5 . HUKUM MINIMUM DAN KONTEKTUALISASI PROGRESIF

Lingkungan hidup dengan segala permasalahannya harus kita lihat secara utuh (holistik). Tetapi kalau hal ini dilakukan, maka segala sesuatunya akan nampak kompleks dan ruwet, umumnya hal ini dapat diatasi dengan mengingat antara lain hukum minimum dan prinsip kontekstualisasi progresif.

Hukum minimum mengatakan bahwa nilai (hasil, kualitas, dan sebagainya) dari suatu sistem ditentukan oleh faktor pendukungnya yang berada dalam keadaan minimum. Misalnya daya dukung pulau Batam yang luasnya 85% dari Singapore hanya akan menampung penduduk  $\pm$  700.000 atau 15—20% penduduk Singapore, karena faktor air yang akan berada dalam keadaan minimum. Jadi kalau rendahnya daya dukung pulau Batam dipermasalahkan, maka pengadaan air harus dinomorsatukan dalam pengelolaan lingkungan.

Kontekstualisasi progresif (Vayda, 1982) adalah prinsip bahwa suatu permasalahan harus dilihat konteknya secara progresif, karena tidak semua kontek itu bersifat penting atau sama pentingnya.

Kedua pokok pemikiran tersebut melandasi pikiran kita di dalam menjawab peranan apa dari ilmu hayat khususnya dalam abad ke-21 mendatang, yang harus dikembangkan guna menunjang pembangunan berwawasan lingkungan. Masalah yang dinyatakan penting atau yang mempunyai prioritas tinggi harus dilihat sebagai peluang terbesar yang memungkinkan lingkungan hidup dikelola dengan sebaik-baiknya.

## 6. PERANAN ILMU HAYAT

Peranan ilmu hayat dapat dilihat secara makro dan mikro. Secara makro ditinjau dari eksistensi berbagai komponen dalam sistem yang dipelajari oleh ekologi sedang secara mikro ditinjau dari peranan cabang disiplin seperti genetika, fisiologi, biokimia, dan sebagainya.

### 6.1. Peranan Makro

Sebagai suatu sistem dalam kehidupan semua komponen akan saling berinteraksi satu dengan lainnya, dengan demikian semuanya akan saling tergantung dan menghadapi keterbatasan-keterbatasan. Dalam pengkajian ekologi ini perlu digunakan sebagai variabel pokok; daur materi, transformasi energi, tataruang, waktu, dan keanekaan. Berbagai fenomena yang perlu memperoleh perhatian untuk digunakan sebagai tolok ukur atau bahan pengkajian adalah terutama a. rantai makanan, tingkat trofik, sistim produk dan sebagainya. b. hukum termodinamika dan hukum entropi, c. homeostasis dan kelentingan (resilience), d. keanekaan (indek keanekaan), e. pertumbuhan dan daya dukung, f. interaksi, kompetisi, dan toleransi, g. adaptasi saksesi, dan evolusi, h. hukum minimum, dan sebagainya.

### 6.2. Peranan Mikro

Dalam pembangunan berwawasan lingkungan, secara mikro ilmu hayat diperankan oleh berbagai cabang disiplin. Peranan di bidang ilmu hayat bagi perkembangan teknologi ini secara umum dapat disebut bioteknologi. Hal ini sangat didambakan, karena dengan mengetengahkan peranan ilmu hayat ini berbagai limbah dan dampak dapat diserap dan didaurulang secara hayati, sehingga teknologi yang dihasilkannya adalah yang bersih lingkungan. Hal ini memerlukan dukungan berbagai cabang disiplin antara lain fisiologi, misalnya studi tentang respons terhadap dosis mikro "dose-response studies", tentang kepekaan "susceptibility" dan resistensi "resistence"; tentang alelopati, tentang interaksi kimia, serta tentang kultur jaringan. Cabang disiplin lain adalah biokimia, enzimologi, dan sebagainya. Cabang lain yang penting adalah genetika; khususnya rekombinasi DNA yang selalu dihubungkan dengan penelitian dasar, penelitian terapan "applied" dan keberuntungan yang tak terduga. Sementara ini yang banyak diteliti adalah virus-virus kecil seperti adenovirus atau *Eschericia coli* yang mempunyai pasangan DNA yang kecil. Sementara ini telah diketemukan tanaman *Arabidopsis thaliana* yang mempunyai sejumlah kecil genom dan sejumlah kecil DNA yang repetitif sehingga memudahkan penggunaannya untuk percobaan diferensiasi pada umumnya (Koshland Jr. 1985). Seperti kita ketahui rekombinasi DNA adalah untuk menghasilkan berbagai mutagen yang memiliki sifat baru seperti menghasilkan molekul *antibody*

baru, serta sebagai karier dari vaksin tambahan. Di bidang industri makanan, telah dapat diisolasi dari sel-sel berbagai ragi enzim chynosin (atau rennin) guna mengaktifkan protein yang tak larut menjadi protein yang sepenuhnya "aktif." Dalam hubungan ini menurut Dibner (dalam Koshland Jr. 1985). Jepang adalah negara yang paling berhasil dalam industri bioteknologi. Dari setiap dollar yang dibelanjakan untuk penelitian dan pengembangan, telah berhasil memasarkan enam kali lebih banyak obat-obatan dibandingkan dengan keberhasilan Amerika Serikat.

Demikianlah gambaran singkat tentang peluang di berbagai cabang disiplin ilmu hayat untuk mengembangkan teknologi yang menunjang pembangunan berwawasan lingkungan.

## 7. PRIORITAS PENELITIAN ILMU HAYAT

Untuk menentukan penelitian apa yang harus diprioritaskan di bidang ilmu hayat guna menunjang pembangunan berwawasan lingkungan diperlukan suatu upaya khusus. Salah satu prosedur yang lazim ditempuh adalah inventarisasi permasalahan praktis yang kita hadapi dalam berbagai sektor, oleh berbagai ahlinya, kemudian disusun kembali menurut urutan prioritasnya. Oleh para ahli ilmu hayat permasalahan itu dilihat dari sudut disiplin ilmu hayat dan cabang-cabangnya guna menentukan pengertian dan pemahaman mana yang masih harus diteliti. Jadi segi apa yang masih perlu diteliti oleh disiplin ilmu hayat, dengan mana diharapkan dapat dikembangkan cara untuk mengelola masalah itu. Salah satu metoda yang pernah ditempuh oleh Kantor Menristek (Profesor Soemitro) adalah dengan metode Delphi, di mana urutan prioritas penelitian ditentukan bersama menurut score yang diberikan oleh para ahli di bidangnya.

Sebagai sumbangan fikiran tentang masalah yang perlu diperhatikan dalam penyusunan program penelitian disampaikan beberapa catatan berikut :

- (1) Toksikologi dari berbagai zat pencemar terhadap manusia dan biota budidaya.
- (2) Pemanfaatan dan pendaurulangan limbah.
- (3) Inventarisasi jenis biota yang peka terhadap zat pencemar sebagai indikator hayati pencemaran serta inventarisasi jenis biota resisten terhadap zat pencemar sebagai agen pendaurulang limbah.
- (4) Inventarisasi dan peranan jasad renik dalam berbagai teknologi pangan, kesehatan dan daur ulang limbah.
- (5) Pemahaman tentang tempat dan peranan biota hama dalam ekosistem.
- (6) Kultur jaringan dari berbagai jenis tumbuhan budidaya penting.

- (7) Radiobiologi untuk memperoleh mutagen serta untuk penelitian fisiologi, biokimia, biofisika, dan lain-lain.
- (8) Diferensiasi DNA dan kemungkinan rekombinasi untuk berbagai keperluan tertentu, khususnya di bidang pangan dan kesehatan.
- (9) Inventarisasi dan studi tentang "properties" biota liar yang mempunyai potensi sebagai sumberdaya baru dalam kehidupan.
- (10) Studi tentang berbagai fenomena alam yang dapat digunakan untuk memperkaya wawasan lingkungan serta untuk mengembangkan dan meningkatkan moral atau etika lingkungan kita.

Dalam mengelola kegiatan penelitian disarankan untuk diperhatikan beberapa hal berikut :

- (1) Perlunya suatu jaringan informasi yang baik sebagai sarana koordinasi penelitian, agar tercapai efisiensi sumberdaya yang terbatas serta optimasi hasil penelitian.
- (2) Perlunya masih ditingkatkan gairah, keinginan tahu, dan disiplin penelitian di samping keterampilan penelitian di kalangan calon peneliti dan peneliti muda yang masih perlu dibina.
- (3) Perlunya pemanfaatan yang rasionil dan efektif dari kesempatan kerjasama penelitian dengan pihak luar negeri.
- (4) Perlunya penyederhanaan prosedur administrasi dan birokrasi dalam mengembangkan kerjasama penelitian antar lembaga, khususnya antar perguruan tinggi.
- (5) Perlunya pemberian penilaian terhadap pengabdian penelitian yang wajar dan setaraf dengan pengabdian di bidang pendidikan dan pengabdian pada masyarakat di lingkungan perguruan tinggi.
- (6) Penelitian dasar perlu mendapatkan perhatian yang lebih besar di waktu yang akan datang dalam mengembangkan program penelitian di perguruan tinggi khususnya, dan di Indonesia pada umumnya.
- (7) Perlunya suatu prosedur evaluasi keberhasilan penelitian yang dapat digunakan secara umum di Indonesia, termasuk membandingkannya dengan kemajuan yang dicapai di bidang disiplin yang sama di luar negeri, khususnya di lingkungan negara-negara Asean.

## 8. ALAM SEBAGAI SUMBER MORAL

Ilmu pengetahuan termasuk di dalamnya ilmu hayat, telah membawa berbagai kemajuan, tetapi sekaligus juga melahirkan resiko-resiko dalam kehidupan yang seringkali berakibat jauh dan panjang. Bahkan yang lebih buruk lagi resiko itu baru kita ketahui setelah menimpa kembali sebagai bumerang. Tetapi seperti yang dikatakan George & McKinley (1974), karena kerawanan lingkungan ditimbulkan oleh manusia diharapkan penyelesaiannya

juga masih mungkin diusahakan oleh manusia "man cured-solution". Sebagaimana dikatakan oleh Partridge (1984) dalam tulisannya "Nature as a moral resource", manusia mempunyai kebutuhan dan ketergantungan genetik dari ekosistem dan lingkungan kehidupan yang alamiah. Tetapi sementara itu perlindungan terhadap kehidupan liar, ekosistem, dan bentang alam adalah merupakan kelayakan dan keharusan moral, lebih dari sekedar melihatnya dari sudut yang langsung memberi keuntungan kepada manusia.

Dalam tata kehidupan yang makin ruwet, kompleks, dan berat, perlu sekali ditengok nilai-nilai ekosistem yang merosot, kita coba mengelola kehidupan kita dengan lebih baik agar kita kembali menikmati integritas ekosistem yang pada akhirnya akan memberikan integritas kepada kehidupan kita sebagai manusia. Kita harus sanggup untuk mengurangi dan melepaskan secara berangsur-angsur tuntutan "demands" dan tekanan kita terhadap lingkungan hidup. Dengan etika lingkungan kita yang makin kuat, mungkin kita akan terpaksa hidup dengan sedikit kekurangan, tetapi Insya Allah, dalam lingkungan hidup yang lebih baik, lebih sehat, dan lebih berbahagia.

#### DAFTAR ACUAN

- Beale, J.G. 1980. The manager and the environment. General theory and practice in environmental management. Pergamon Press. Oxford, UK.
- George, C.J. & D. McKinley. 1974. Urban ecology. A search of an asphalt rose. McGraw Hill Book Coy. N.Y.: 181 pp.
- Koshland Jr. D.E. 1985. Excursion in biotechnology. Science 229: 1191.
- Lohani, B.N. 1984. Environmental quality management. South Asian Publisher, New Delhi, India: 448 pp.
- Miller Jr., G.T. 1979. Living in the environment, Wadsworth Publ. Coy. Calif. USA: 470 pp.
- Odum, E.P. 1983. Basic Ecology. Sounders Coll. Publ., Phil. USA: 613 pp.
- Partridge, E. 1984. Nature as a moral resource, Environmental ethics 6: 101-130.
- Soerjani, M. 1985. Peranan aparatur pemerintah dalam pengelolaan lingkungan hidup. Hasil Lokakarya Neraca Lingkungan Hidup. Dep. Dalam Negeri di Padang, 22-24 Agustus 1984: 23-63.
- Soerjani, M. 1985a. Environmental consideration in the noval approaches of aquatic vegetation management. Tenth Asian Pac. Weed Science Society Conf. Chieng Mai, Thailand, 26-30 November 1985.
- Soerjani, M. 1985b. Analisis dan pengelolaan kualitas lingkungan. Konpe-rensensi Pusat Studi Lingkungan seluruh Indonesia ke VI di Jakarta, 15-17 Oktober 1985: 31-360.
- Vayda, A.P. 1982. Progressive contextualization: A method for integrated social and biological research in the man and biosphere (MAB) pro-

gram. Proc. Workshop on Ecological Bases for Rational Resource Utilization in the Humid Tropics, Jan. 18–22, 1982. Fac. of Forestry, UPM, Serdang, Malaysia.

## DISKUSI

### RANGKUMAN SIDANG III

- \* Dengan kemampuan IPTEK nya manusia melaksanakan pembangunan, yang mestinya ditujukan untuk peningkatan kualitas hidup manusia.
- \* Secara teknis pembangunan harus mampu mengatur rasio (perimbangan) antara sumberdaya yang tersedia, populasi manusia (yang selalu naik), kebutuhan primer, kebutuhan sekunder dan kebutuhan tersier.
- \* Ilmu Hayat diharapkan berfungsi secara makro dan mikro. Untuk itu pemahaman tentang prinsip, fenomena dan hukum ekologi mutlak diperlukan.
- \* Bidang-bidang bioteknologi yang berpeluang besar untuk dikembangkan antara lain mikrobiologi, rekayasa genetik fisiologi, biokimia dan sebagainya.

#### D. Soedarmo :

Dalam makalah yang disampaikan yang terutama dibahas adalah tanaman, hewan dan lingkungan/medium hidupnya. Dalam kehidupan manusia dalam lingkungannya maka agens utama penyebab perubahan lingkungan adalah manusia. Segala sesuatu tergantung dari manusia. Mestinya prioritas penelitian biologi perlu diberikan untuk meneliti *biologi manusia moderen*, yang dampaknya malah sangat merusak alam dalam skala besar. Manusia mempunyai kehendak/karsa, sedang tanaman, hewan dan lingkungan tergantung dari perilaku manusia.

#### M. Soerjani :

Sesungguhnya dalam perkembangannya studi lingkungan telah menjadi ilmu lingkungan yang memasukkan ekologi manusia dalam sistem tersebut. Ilmu lingkungan adalah ilmu yang mempelajari bagaimana manusia menempatkan diri dalam sistem.

#### S.S. Sadjad :

Masalah filsafat utuh — apakah benar-benar bisa? Adakalanya (seringnya) manusia mengabaikan itu, karena kepentingan prioritas. Contoh dalam memilih jalan untuk berkecukupan pangan barangkali kalau orang terkait-pada falsafah utuh, orang akan ragu-ragu untuk memupuk, menggunakan pestisida, bahkan menggunakan "dwart varieties" pun akan ragu-ragu, karena sifat exploitatif dari varietas itu terhadap humus dalam tanah.

#### M. Soerjani :

Yang dimaksud falsafah "utuh" adalah melihat permasalahan dengan utuh, dalam arti masih menerima adanya "dampak sisa" ("residual effect")

dalam batas-batas yang masih ditolerir. Jadi dalam segala permasalahan falsafah ini dapat diterapkan dengan syarat telah mempertimbangkan akibat/dampaknya.