

EVOLUSI EKOSYSTEM MANUSIA¹⁾ ✓

Oleh: T. Jacob

Seksi Anthropologi Ragawi Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Evolusi adalah perubahan berangsur-angsur dari masa ke masa, dari angkatan ke angkatan. Evolusi biologis adalah perubahan frekuensi [gena] yang terjadi dari generasi ke generasi. Evolusi dapat berlangsung lambat atau cepat. Evolusi yang berjalan sangat lambat disebut evolusi tertegun (*arrested evolution*) dan yang sangat cepat evolusi kuantum. Di antaranya terdapat evolusi fyletis, yang terbagi lagi atas kecenderungan dan perubahan episodis (Simpson, 1953).

Ekosystem atau system ekologis terdiri atas komunitas makhluk hidup dan lingkungan fisikokimiawinya. Ekosystem manusia ialah ekosystem yang telah diubah oleh manusia dan disesuaikan dengan ciri-cirinya dan kebutuhannya.

Manusia adalah hewan bersikap tegak dengan otak yang relatif besar, yang mempunyai kebudayaan. Ia membuat alat-alat untuk mengeksploatasi lingkungan dan mempunyai bahasa untuk komunikasi. Ia juga mempunyai organisasi sosial sebagai alat untuk menghadapi lingkungan. Jika hewan-hewan lain mengeksploatasi dan beradaptasi terhadap lingkungan dengan biologinya, dengan raganya, maka manusia melakukannya terutama dengan budaya, jadi dengan cara-cara extrabiologis atau supraorganis.

Manusia mulai ada di bumi sejak 3 juta tahun yang lalu. Sejak itu ia sebagai makhluk hidup ikut dalam system penunjang hayat di sini. Seperti hewan-hewan lain ia turut juga mengubah lingkungan dalam usaha mempertahankan hidupnya. Perbedaannya terletak pada cara-cara mengubahnya seperti tersebut di atas dan dalam kecepatannya.

Sebagian besar dari sejarahnya manusia hidup sebagai peramu (mengumpulkan tumbuh-tumbuhan dan hewan-hewan kecil) dan perburu (mengejar dan menangkap hewan), bahkan sekarangpun masih ada kelompok-kelompok terpencil yang hidup demikian. Baik *Australopithecus* maupun *Pithecanthropus* hidup sebagai pemangsa (*predator*) dalam jaringan makanan dalam ekosystem alamiah. Oleh karena jumlahnya yang sedikit dan tingkat kebudayaannya yang rendah, akibat kerjanya terhadap lingkungan, jadi terhadap proses metabolisme dan reproduksi yang mengatur system penunjang hayat di planet kita, sangat sedikit, dan ekosystem dapat dengan cepat mengkompensasinya. Meramu dan menangkap-ikan waktu itu juga sangat sedikit pengaruhnya terhadap lingkungan (Sargent, 1974).

Dengan evolusi budaya eksploitasi sumber-sumber lingkungan makin meningkat. Pada taraf menjinakkan hewan dan menggembala pengaruh kerja manusia terhadap lingkungan mulai bermakna dan berat. Pembakaran hutan

1) Karangan ini adalah *keynote address* (yang diperluas) pada pembukaan Pertemuan Ilmiah Tahunan V Ikatan Ahli Geologi Indonesia pada tanggal 6-12-1976 di Yogyakarta.

untuk penggembalaan dan berburu serta merumput besar-besaran oleh hewan peliharaan meninggalkan bekas-bekasnya pada ekosistem untuk beberapa lama (Angel, 1972; Butzer, 1974). Tetapi hidup mengembara tidak menimbulkan persoalan dalam pembuangan sampah dan kotoran, karena dengan cepat dapat diproses dan diedarkan kembali oleh ekosistem.

Revolusi pertanian di awal kala Holosen, kira-kira 10.000 tahun yang lalu, merupakan loncatan kuantum dalam evolusi manusia. Manusia makin mendominasi ekosistem dan menjinakkan lingkungannya. Ia seolah-olah berada di luar ekosistemnya. Ekosistem alamiah diubahnya menjadi ekosistem manusia. Pohon-pohonan, yang merupakan unsur dominan dalam ekosistem, dilynayapkan (Dimbleby, 1972). Erosi tanah makin meluas dan makin cepat, sehingga merupakan persoalan ekologis (Butzer, 1974). Dengan bertani manusia menggarap ekosistem yang muda, di mana produksi total (photosynthesis) lebih besar daripada kebutuhan respirasinya, sehingga biomassa (bahan organis) terhimpun. Diversitas genetik yang tadinya kompleks menjadi makin sederhana dengan adanya kecenderungan ke arah monokultur yang dibutuhkan sebagai makanan pokok di dalam cara hidup bercocok tanam (Kormondy dalam Sargent, 1974).

Dengan berubahnya pola hidup berpindah-pindah ke permukiman, demikian diuraikan oleh Sargent (1974) lebih lanjut, maka masalah pengelolaan balikan (*feedback management*) mulai timbul. Dalam ekosistem alamiah detritus (bahan organis yang mati) suatu organisme dibalikkan ke dalam lingkungan dan diedarkan kembali dalam bentuk organisme-organisme baru. Sebaliknya desa-desa Neolithik dengan sumber makanannya yang lebih teratur dan pasti, dapat menampung lebih banyak populasi daripada kelompok-kelompok nomadis, sehingga sampah dan kotoran juga makin lebih banyak terhimpun.

Pada taraf-taraf berikut, kata Sargent (1974), dengan industri dan urbanisasi, ekosistem manusia makin sederhana dan tidak lengkap, sehingga tidak dapat disebut ekosistem. Perubahan lingkungan oleh manusia makin intensif dan ekstensif. Perubahan-perubahan besar, yang di zaman Neolithik terjadi setiap 2 abad rata-rata, sekarang terjadi setiap tahun. Manusia makin menguasai ekosistem, bahkan mengganggu integritas dan strateginya; hampir semua unsur dalam ekosistem alamiah diganti atau diubah. Populasi yang dapat ditampung masyarakat industri bertambah besar, tetapi lebih penting daripada itu produksi per jiwa sangat meningkat, sehingga pengelolaan balikan makin sukar (Coale, 1970).

Kota adalah suatu ekosistem konsumen, tanpa produsen dan herbivora-bukan-manusia serta tanpa *decomposer*, sehingga tidak lengkap. Dengan demikian ia seluruhnya tergantung pada pemasukan sumber dari luar, seperti makanan, bahan bakar dan bahan-bahan mentah (Sargent, 1974). Kota diumpamakan oleh Boyden (1972) seperti seekor hewan raksasa yang menelan bahan-bahan dalam jumlah yang besar dan mengeluarkan sampah dan kotoran dalam jumlah yang besar pula, termasuk sampah sintetis yang tak terpecahkan oleh ekosistem dan merupakan benda asing bagi biosfer. Dengan menampung kepadatan penduduk yang tinggi, kota tergantung pada jaringan subsistem yang meliputi anak kota, desa, jalur komunikasi, daerah pertanian, sumber alam, tempat pembuangan sampah dll. Sebagai konsumen khusus yang

padat populasinya kota perlu ditunjang oleh pertanian yang intensif di daerah sekitarnya atau bahkan dari ekosistem yang jauh.

Konsumsi energi di luar jaringan makanan juga makin meningkat, di Amerika sekarang sampai 25 kali keperluan yang ada hubungannya dengan makanan (Sargent, 1974). Diperkirakan bahwa dalam 30 tahun yang akan datang pemakaian energi di kota-kota akan meningkat sampai 5 kali, sehingga akan lebih banyak daripada apa yang dikonsumsi oleh segala hewan dan tumbuh-tumbuhan di darat dan di laut (Boyden, 1972). Dengan begitu eksploitasi sumber energi makin berlipat dan meluas dengan akibat produksi sampah makin bertambah pula, baik dalam ukuran maupun kecepatan, sehingga melampaui kemampuan ekosistem untuk menampungnya. Ketidakeimbangan ekologis ini menimbulkan berbagai macam polusi. Tuntutan terhadap ekosistem terus bertambah dalam skala dan tempo dengan adanya revolusi ilmu dan revolusi elektronis yang terjadi dalam abad-abad terakhir (Coale, 1970; Sargent, 1974).

Demikianlah selang pandang evolusi ekosistem manusia. Manusia, yang memulai sejarahnya sebagai hewan tropis dalam jumlah yang sedikit, sekarang sudah memperluas *niche* ekologisnya, daerah perannya, ke seluruh jagad. Tidak semua habitat didiaminya secara merata dan rambang. Karena *thermo-neutralitasnya* berada antara 27 – 29° C, maka tampaknya iklim mesothermal paling cocok untuknya (Sargent, 1974). Sekarang yang terpadat dihuninya adalah daerah hutan campuran berhawa sedang: 39% penduduk dunia berdiam di sana dengan kepadatan 5,6/km² (Weiner, 1964).

Dari evolusi ekosistem manusia terlihat bahwa manusia makin lama makin menguasai ekosistem, bahkan ia merasa bukan sebagai unsur ekosistem dan terus mengubahnya dengan evolusi budaya. Memang tidak ada ekosistem yang seluruhnya optimal bagi sesuatu spesies, sehingga semua spesies sedikit banyak mengubah lingkungannya. Hanya, seperti dikatakan tadi, manusia memodifikasinya dalam ukuran dan laju yang sangat besar.

Di dalam proses perubahan itu kita lihat jarak antara tempat produksi dan produsen di satu pihak dengan konsumen di pihak lain semakin jauh, dengan makin banyak mata rantai di antaranya. Jaringan makanan dan arus energi makin bertambah kompleks. Apa yang dihasilkan dalam suatu ekosistem dapat dipergunakan dalam ekosistem lain pada masa yang berbeda (Sargent, 1974).

Populasi manusia makin lama makin bertambah, baik seluruhnya maupun dalam suatu permukiman. Dengan meningkatnya budaya, maka *ratio ekstraktif*, yaitu perbandingan kalori yang dipakai untuk mengeksploitasi lingkungan dengan yang seluruhnya dikonsumsi, makin kecil. Di masa hidup berburu di kala Pleistosen penambahan penduduk sangat lambat; pada akhir kala itu populasi manusia ditaksir sekitar 10 juta jiwa. Dengan revolusi Neolithik populasi manusia bertambah menjadi 90 juta jiwa, sehingga mencapai kepadatan 1/km². Di waktu kota-kota pertama mulai muncul, populasi manusia ditaksir 160 juta jiwa, yang kemudian meningkat menjadi 600 juta jiwa pada awal revolusi industri. Sejak itu penambahan penduduk Eropa yang luar biasa dan kolonisasi dunia oleh mereka telah memungkinkan eksploitasi lingkungan yang berlebih-lebihan dengan teknologi yang makin tinggi. Kepadatan penduduk makin lama makin meningkat, sehingga sekarang

mencapai 25/km². Kita lihat bahwa kepadatan dipengaruhi oleh faktor-faktor ekologis (Angel, 1972; Butzer, 1974; Martin & Saller, 1966).

Kini kira-kira 62,5% penduduk dunia tinggal di daerah pedesaan. Karena distribusi penduduk tidak pernah rambang, maka kita lihat di Australia umpanya 50% penduduk tinggal di kota, sedangkan di beberapa negeri 25 — 30% penduduknya tinggal di ibu kotanya. Kalau kecenderungan sekarang berjalan terus, maka ditaksir pada tahun 2000 50% populasi manusia akan berada di kota dan pada tahun 2023 akan mencapai 100%. Tahun 2020 50% penduduk akan mendiami kota besar dengan populasi lebih dari 1 juta jiwa dan tahun 2044 seluruh umat manusia akan berdiam di kota demikian (Glubrecht, 1972). Hal ini tentu saja merupakan proyeksi statistis belaka dengan tidak memperhitungkan berbagai faktor lain, terutama faktor-faktor yang sukar diramal.

Kepadatan di kota-kota tentu saja akan meningkat pula. Di kota New York kini tiap-tiap orang hanya mempunyai tanah 800 m², sedangkan di Manhattan sendiri hanya 30 m². Di bagian-bagian tertentu kota Hong Kong dan Calcutta tiap-tiap orang hanya sebagian 3 — 4 m² saja. Di gedung apartemen 10 tingkat dengan apartemen seluas 100 m² yang dihuni oleh rata-rata 3 orang, kepadatannya adalah 300.000/km² (Fraser dalam Sargent, 1974). Dapatlah dibayangkan betapa sulitnya pengaliran energi dan pengelolaan polusi dalam ekosistem yang demikian. Pemakaian tenaga nuklear belum tentu dapat memecahkan masalah polusi; di Swedia dan Inggris baru-baru ini para ahli mulai menyangsikan apakah sampah fisi nuklear dapat disimpan dengan aman hingga masa depan yang jauh (Royal Commission ..., 1976).

Dari uraian di atas terlihatlah kecenderungan-kecenderungan dalam evolusi ekosistem manusia, gejala-gejala ketidakseimbangan ekologis dan kemungkinan-kemungkinan dekomposisi ekosistem, jika kecenderungan-kecenderungan tersebut berlangsung terus tanpa adanya inovasi-inovasi besar dalam kebudayaan; atau ekosistem tersebut harus hidup pada tingkat energi yang lebih rendah. Adaptasi manusia terorientasi terhadap masa lampau, karena lingkungan masa lampaulah yang telah menseleksinya dan mengarahkannya ke keadaan sekarang. Sebaliknya adaptabilitas manusia sangat penting untuk masa depan, jika ia ingin bertahan hidup lama di bumi ini. Adaptabilitas ini dapat dipertahankan dengan keanekaan genetik dan evolusi budaya. Meskipun manusia mempunyai habitat spesifik dalam ruang dan waktu yang lebih cocok dengannya; ia bukanlah penghuni *niche* yang sempit seperti kebanyakan hewan lain. Ia selalu memperluas *niche* ekokulturalnya dengan inovasi dan manipulasi lingkungan serta dengan balikan positif (*positive feedback*) (Burton & Hewitt dalam Sargent, 1974).

Jika ada satu hal yang dapat menjadi pelajaran bagi kita dari evolusi ekosistem manusia, maka itu adalah bahwa manusia harus lebih mengakomodasi ekosistemnya. Manusia adalah unsur dalam ekosistem dan ia tetap dipengaruhi oleh lingkungan, juga lingkungan yang telah diubahnya. Kepercayaan yang berlebihan terhadap teknologi dan kenaikan penghasilan nasional akhirnya dapat merugikan (Butzer, 1974). Hal ini perlu mendapat perhatiannya, terutama dalam merancang pembangunan, yang tidak lain daripada mengubah lingkungan untuk meningkatkan nilai-nilai kemanusiaan. Pembangunan adalah untuk manusia, tetapi masalahnya kait-mengait dengan

berbagai komponen ekosistem. Jika tidak kita perhatikan akibat-akibat teknologi yang kita pakai terhadap keseimbangan ekologis, maka akhirnya kita akan tertimpa bencana ekologis, baik populasi manusia bertambah ataupun tidak (Coale, 1970). Sebagai primat yang tinggi dengan kemampuan menggenggamnya dan mempertentangkan ibu jarinya dengan jari-jari lain, manusia dapat memetik satu hal dari konteksnya dan mempelajarinya *an sich* — suatu hal yang tidak dapat dilakukan oleh hewan-hewan rendah —, akan tetapi dalam mengambil keputusan, apalagi keputusan yang jangkauannya jauh ke masa depan, ia harus dapat menelaah hal tersebut seutuhnya dengan segala interrelasi dan korelasinya. Dengan demikian dapatlah kiranya ia menghayati umur spesiesnya yang panjang seperti mammalia darat lain yang berhasil dalam sejarah alam.

KEPUSTAKAAN

- Angel, J. Lawrence 1972 Ecology and population in the Eastern Mediterranean. *World Archaeol.*, 4(1): 88 — 105.
- Boyden, Stephen 1972 Ecology in relation to urban population structure, dalam G.A. Harrison & A. J. Boyce (eds): *The Structure of Human Populations*, pp. 411 — 41. Clarendon Press, Oxford.
- Butzer, Karl W. 1974 Accelerated soil erosion: A problem of man-land relationships, dalam I.R. Manners & M. W. Mikesell (eds): *Perspectives on Environment*, pp. 57 — 78. Association of American Geographers, Washington, D.C.
- Coale, Ansley J. 1970 Man and his environment. *Science*, 170:132 — 6.
- Dimbleby, G.W. 1972 The impact of early man on his environment, dalam Peter R. Cox & John Peel (eds): *Population and Pollution*, pp. 7 — 13. Academic Press, London.
- Dubos, René 1965 *Man Adapting*. Yale University Press, New Haven.
- Gabel, Creighton 1967 *Analysis of Prehistoric Economic Patterns*. Holt, Rinehart and Winston, New York.
- Glubrecht, H. 1972 Das Wachstum der Weltbevölkerung und seine anthropologischen Konsequenzen, dalam Hans-Georg Gadamer & Paul Vogler (eds): *Neue Anthropologie*, Bd. 3. Sozialanthropologie, pp. 33 — 71. George Thieme Verlag, Stuttgart.
- Grimm, Hans 1970 Ökologie des Menschen als Bestandteil der Anthropologie. *Biol. Rundschau*, 8(2): 96 — 107.
- Jacob, T. 1976a Pengembangan ilmu tentang lingkungan dalam arkeologi. *Seminar Arkeologi*, Cibulan.
- 1976b Perkembangan populasi manusia ditinjau dari sudut biologi sosial. *B.I. Ked.* 8(3): 91 — 7.
- Kormondy, Edward J. 1969 *Concepts of Ecology*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J.
- Martin, Rudolf, & Saller, Karl 1966 *Lehrbuch der Anthropologie*, 3. Aufl., Bd. 4. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Odum, Eugene P. 1971 *Fundamentals of Ecology*, 3rd ed. W.B. Saunders Company, Philadelphia.
- Royal Commission on Environmental Pollution 1976 *Nuclear Power and the Environment*. London.
- Sargent, Frederick, II (ed.) 1974 *Human Ecology*. North-Holland Publishing Company, Amsterdam.
- Simpson, George Gaylord 1953 *The Major Features of Evolution*. Columbia University Press, New York.

- Sladen, Brenda K. 1969 The ecology of animal communities, *dalam* Brenda K. Sladen & Frederik B. Bang (eds): *Biology of Populations*, pp. 87–100. American Elsevier Publishing Company, Inc., New York.
- Weiner, J.S. 1964 Human ecology, *dalam* G.A. Harrison, J.S. Weiner, J.M. Tanner & N.A. Bar-nicot (eds): *Human Biology*, pp. 401–508. Clarendon Press, Oxford.
- Young, J.Z. 1971 *An Introduction to the Study of Man*. Clarendon Press, Oxford.
-