

V MODEL STRATEGI PENGENDALIAN EKONOMI DALAM PENGELOLAAN HAMA WERENG SECARA TERPADU

Oleh :
Affendi Anwar *)

PENGANTAR

Sejak dimulainya pembangunan nasional, — dan bahkan sebelum itu — masalah pangan merupakan masalah yang paling mendesak (urgent) karena setiap peristiwa yang mengarah pada kejadian krisis pangan akan menimbulkan masalah sosial politik yang gawat. Hal ini disebabkan karena pangan merupakan kebutuhan pokok yang ketersediaannya pada setiap saat dibutuhkan dalam tingkat yang mencukupi, sehingga setiap faktor yang menimbulkan gangguan kepada tingkat ketersediaannya, baik yang disebabkan oleh faktor fisik-biologis maupun sosial ekonomis akan menarik perhatian banyak pihak — baik oleh pemerintah maupun masyarakat luas.

Perhatian dari para pengelola kebijakan masalah penyediaan pangan untuk kepentingan masyarakat terutama dipusatkan kepada dua aspek kekuatan ekonomi yaitu dari sisi permintaan di satu pihak dan penyediaannya di lain pihak. Penelaahan kebijakan biasanya dipusatkan kepada sistem interaksi antara faktor-faktor yang mempengaruhi kedua sisi tersebut dimana hasil dari interaksinya dinilai dari sudut peningkatan kesejahteraan masyarakat. Disamping itu distribusi dari manfaat maupun beban yang harus dipikul oleh masing-masing pihak yang terlibat turut dinilai karena yang belakangan ini menyangkut aspek pemerataan dari setiap tindakan kebijakan.

Dari sejarah kebijaksanaan yang diambil oleh pemerintah selama ini telah dititik beratkan pada kebijaksanaan yang dipusatkan kepada usaha menanggulangi terjadinya rumpang pangan (food gap) baik dalam keadaan defisit maupun surplus pangan (yang kebetulan belakangan ini baru dalam jumlah relatif kecil) terutama untuk jenis padi/beras. Tetapi pemusatan kebijakan pangan terhadap jenis pangan padi/beras yang selama ini menjadi sumber pangan yang utama, telah mengarah kepada langkah-langkah tindakan pengadaan pangan yang terlalu memperhatikan kepada pengadaan pangan dari jenis tersebut. Kecenderungan ini mempunyai berbagai alasan (justification) seperti teknologi bibit unggul dan pemupukan yang tersedia, peningkatan pendapatan petani serta penyerapan tenaga kerja. Namun demikian perhatian yang berlebihan terhadap program pengadaan jenis pangan padi/beras telah menimbulkan konsekuensi sosial-ekonomis seperti baik ditinjau dari sudut beban biaya yang harus ditanggung oleh pemerintah dan ma-

asyarakat serta kemungkinan pincangnya pemerataan manfaat yang ditimbulkannya. Kepincangan ini dari sudut agronomis-ekologis menimbulkan konsekuensi seperti timbulnya peledakan hama akhir-akhir ini yang pada gilirannya akan menimbulkan dampak sosial-ekonomis juga.

Dalam keadaan lingkungan ekosistem tropis yang mempunyai karakteristik iklim tertentu serta kondisi habitat dan asosiasi kehidupan biologisnya yang tertentu pula telah memungkinkan tumbuh hidupnya berbagai mahluk hidup di sekitarnya yang sangat beragam yang secara alamiah telah mengalami keseimbangan. Oleh karena itu setiap perubahan yang kurang berarti seperti tindakan campur tangan manusia berupa budidaya pertanian pangan padi yang semula berbentuk tradisional tidak mengubah keadaan lingkungan hidup terlalu banyak. Oleh karenanya pada waktu dulu kurang terdengar ledakan hama yang cukup berarti. Tetapi setelah diperkenalkannya teknologi baru berupa bibit-pupuk yang serba unggul pada sistem pertanian irigasi luas secara besar-besaran demi kebijaksanaan untuk mencukupi kebutuhan pangan yang mampu melipat gandakan hasil, rupanya keseimbangan alamiah telah sangat terganggu karena telah dan sedang mengalami perubahan yang menuju kepada keadaan yang cukup gawat. Kegawatan ini dalam wujudnya berupa berbagai serangan hama secara besar-besaran pula yang secara ekonomis mempunyai konsekuensi biaya pemberantasannya yang tinggi pula.

Oleh karena pentingnya dari sudut ekonomi yang menyangkut pemberantasan hama, maka uraian makalah di bawah ini akan mencoba sedikit mengulas pentingnya suatu kerangka berfikir tentang bagaimana sebaiknya tindakan pemberantasan hama dalam sistem produksi padi. Sistem pemberantasan tersebut terutama yang dapat mengarah kepada penentuan strategi (rangkaiannya tindakan) pemberantasannya dengan menggunakan teori apa yang disebut "optimal control theory" yang sering dipakai dalam sistem pengelolaan berbagai bentuk sistem dinamik. Disamping landasan teori dasar, juga akan diuraikan sedikit tentang model yang operasional dari teori tersebut.

PERNYATAAN MASALAH PENGENDALIAN

Bertolak dari keterangan yang dapat disarikan dari uraian di atas, dalam memikirkan masalah pengelolaan suatu sistem yang terdiri dari asosiasi fisik-biologik-ekonomik seperti sistem pertanaman padi dalam rangka kegiatan produksi padi dari waktu ke waktu, sistem terse-

*) Staf Pengajar Jurusan Sosek, Fakultas Pertanian IPB

but mengalami perubahan secara dinamik dimana perubahan ini tingkatan besarnya tergantung kepada unsur-unsur endogen di dalam sistem maupun faktor exogen yang datang dari luar sistem. Faktor endogen dalam sistem pertanaman padi dapat difikirkan sebagai unsur-unsur yang menentukan tumbuhnya tanaman padi seperti jenis kultivar, jenis tanah, dan unsur-unsur agronomis lainnya. Unsur-unsur endogen ini dapat dipengaruhi oleh unsur-unsur luar yang berupa faktor exogen seperti iklim, serangan hama dan tingkat campur tangan manusia yang sering dinamakan tindakan budidaya. Unsur liar yang bersifat ekonomik dicerminkan oleh harga padi yang ditentukan oleh kekuatan permintaan dan penawaran dalam sistem pasar padi, keadaan iklim dan faktor risiko serta unsur-unsur ketidak tentuan lainnya. Selanjutnya unsur exogen lain yang dapat berupa tindakan budidaya lain seperti tindakan pemberantasan hama. Demikianlah, agar dapat menyederhanakan persoalan yang kompleks dalam sistem produksi padi menjadi lebih sederhana, maka guna menjadikan permasalahan tersebut lebih "managable" perhatian akan dipusatkan kepada subtindakan kegiatan produksi yang berupa tindakan pengendalian hama wereng (*Nilaparvata lugens*).

Tiap tindakan budidaya manusia yang rasional sudah barang tentu akan mempertimbangkan biaya dan harapan hasil manfaatnya yang akan diperoleh dari tindakan tersebut. Karenanya untuk setiap tindakan pemberantasan hama wereng baik akan menyangkut ketepatan waktunya maupun intensitas tindakan pemberantasannya. Hal ini pada gilirannya akan meminta biaya yang beragam menurut jumlah tentang berapa banyak material dan alat pemberantas hama serta tenaga kerja yang dipakainya. Selanjutnya tiap tindakan pemberantasan hama akan menimbulkan manfaat kepada perubahan unsur endogen yang menyebabkan pertumbuhan yang lebih baik dari sistem produksi padi. Dalam sistem produksi padi karenanya akan menyangkut serangkaian tindakan pemberantasan hama wereng serta aliran harapan manfaat hasil padi yang diperoleh yang merupakan sebagai hasil dari rangkaian tindakan pemberantasan hama selama horizon waktu (rotation cycle) sistem pertanaman padi. Rangkaian tindakan budidaya pemberantasan hama akan menimbulkan aliran-aliran biaya dan manfaat yang menyangkut kegiatan pengelolaan sistem produksi padi. Tetapi dalam sistem produksi padi manfaat dari tindakan pemberantasan hama dalam sistem ini rupanya terpusat kepada waktu panen akhir (terminal harvest).

Oleh karena aliran-aliran manfaat maupun biaya terjadi dalam periode-periode yang berlainan, maka untuk dapat membuat indeks sebagai ukuran keberhasilan pemberantasan hama perlu diambil titik waktu sebagai acuan bersama. Titik waktu acuan tersebut biasa-

nya diambil dari kiwari. Sedang indeks penilai yang digunakan disebut nilai kiwari.

Besarnya panen akhir di atas ditentukan bukan hanya oleh ketepatan besarnya tingkat intensitas pemberantasan tetapi juga oleh ketepatan waktu pemberantasannya. Dengan perkataan lain besarnya hasil panen pada akhir waktu rotasi pertanaman sangat ditentukan oleh rangkaian keadaan-keadaan kesehatan tanaman (states) yang mengikhtisarkan hasil interaksi unsur endogen dengan unsur exogen tingkat serangkaian hama pada sistem produksi padi dari waktu (tahap atau stage) ke waktu berikutnya. Rangkaian hasil interaksi yang dicerminkan oleh perubahan state dari sistem pada waktu-waktu yang berlainan disebut "state trajectory" dari sistem yang bersangkutan. Bentuk dari state trajectory ini dipengaruhi oleh serangkaian tindakan (decision) pemberantasan selama waktu siklus rotasi pertanamannya. Sedang bentuk "trajectory" dari kondisi serangan hama yang menentukan kesehatan tanaman akan menentukan besar kecilnya hasil padi yang diharapkan.

Dengan demikian persoalan pemberantasan hama secara teoritis adalah bagaimana caranya memilih lintasan jalur "state trajectory" sistem produksi padi dari waktu ke waktu yang dicerminkan oleh interaksi keadaan kesehatan tanaman dengan tingkat penyerangan serta pemberantasan hama yang akan mengoptimumkan nilai kiwari pendapatan bersih dari usaha tani padi keseluruhan.

Tetapi tingkat optimum di atas harus tunduk kepada sifat intrinsik dari dinamika sistem yang dicerminkan oleh hubungan fungsional antara perubahan state dalam sistem tanaman padi dari waktu ke waktu yang dipengaruhi oleh faktor luar seperti tingkat serangan dan tingkat pemberantasan hama yang dilakukan serta parameter lainnya dan tindakan budidaya lain: tingkat pemupukan, kelengasan, jenis tanah, jarak tanam dan lain-lain. Selanjutnya beberapa keadaan (state) penentu sistem baik keadaan serangan hama maupun kesehatan tanaman serta pengaruh luar seperti keadaan iklim perubahannya bersifat stokastik, sehingga sistem pertanaman produksi padi harus dipandang sebagai sistem stokastik yang perubahannya dari state satu ke state lainnya bersifat "probabilistic". Jika sebaran peluang dari perubahan state tersebut dapat diduga secara empirik berdasar perilaku sistem sebelumnya, maka perilaku perubahan sistem dapat diabstraksi dengan model Rantai Markov (Markov Chains). Rantai Markov dapat menggambarkan perubahan probabilistik yang dinamis dari sistem produksi padi selama waktu siklus rotasinya dan serangkaian rotasi-rotasi berikutnya. Teori dan analisa empirik dari Rantai Markov selain akan memberikan solusi secara kuantitatif, tetapi juga akan memberikan berbagai interpretasi dan dukungan teori biologis atau bahkan dapat menumbangkan teori biologi yang tidak

benar secara empirik. Pentelusuran yang menyangkut perilaku mengenai sifat-sifat biologis dari dinamika populasi hama wereng dengan analisa Rantai Markov dapat memberi sumbangan tersendiri kepada sifat perilaku serangan wereng. Umpamanya secara periodis dapat diramalkan kapan pengulangan serangan besar wereng akan terjadi kembali, berapa peluang dari setiap kejadian tingkatan serangan hama atau bahkan berapa lama waktu-waktu akan munculnya biotype wereng yang baru dan kesimpulan lain dari perilaku hama secara lebih terinci. Potensi kemampuan dari analisa Rantai Markov dalam meramalkan serangan hama yang efektif belum banyak dilaksanakan.

Uraian teori "optimal control" yang pernah disajikan dalam literatur yang mengungkapkan konsep perilaku peubah sistem dalam bidang ekologi secara pengan- tar telah diberikan oleh *Caswell et al.* (1972). Dalam teori tersebut terdapat beberapa istilah yang memerlukan beberapa pengertian, antara lain peubah state (state variable) merupakan peubah yang menggambarkan keadaan umum sistem (umur tanaman, keadaan kesehatan tanaman, biomasa dan jumlah tanaman yang survive). Peubah yang mempengaruhi atau mengubah keadaan state disebut secara umum peubah pengendali (control variable) seperti penyemprotan, penyiangan dan lain- lain. Sedangkan besaran angka yang merupakan bagian dari hubungan matematis yang menyatakan bagaimana caranya peubah pengendali mempengaruhi peubah state disebut parameter, keadaan lokasi, jarak tanam, pola tanam dan pergiliran tanaman serta hal yang mencirikan keadaan lingkungan tumbuh tanaman lainnya. Untuk setiap sistem fisik-biologis, bagaimana caranya mengklasifi- kasikan suatu peubah ke dalam suatu kategori sangat tergantung dari persoalan khusus yang menyangkut masalah yang diteliti.

Secara matematis persoalan pengendalian (the control problem) dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\text{Max } J = \left[\int_0^T R [X(t), U(t)] e^{-rt} dt \right. \\ \left. H [X(t), U(t)] e^{-rt} / (1 - e^{-rT}) \dots (1) \right]$$

dengan syarat ikatan: $X = dX/dt = h(X(t), U(t), t)$
 (2)

$R [\dots]$ adalah harapan nilai manfaat bersih dari usaha pengendalian hama;
 $X(t)$ merupakan vektor state yang dicirikan oleh satu atau lebih peubah state $x_i(t)$, $i = 1, 2, \dots, r$;
 $U(t)$ berupa vektor tindakan (keputusan) pengendalian yang juga dapat terdiri dari satu atau beberapa peubah keputusan $u_j(t)$, $j = 1, 2, \dots, k$;
 t adalah periode waktu pemberantasan, $0 < t < T$;
 T waktu panen padi.

$H [\dots]$ nilai hasil panen padi pada akhir periode rotasi;
 e adalah bilangan alami;
 r menunjukkan faktor diskonto waktu.

Jika keadaan state permulaan dari persoalan pengendalian hama wereng dimasukkan dalam sistem produksi padi dan vektor state dibatasi dalam daerah gugus S , maka :

$$X(0) = X_0, \text{ merupakan keadaan state permulaan dan} \\ X(t) \in S.$$

PENDEKATAN PEMECAHAN PERSOALAN PENGEN- DALIAN

Masalah penentuan persoalan pemilihan "state trajectory" yang optimum dalam menghadapi persoalan optimasi pengendalian sistem dinamik menurut bentuk waktu yang kontinu telah dipecahkan secara klasik metode "calculus of variation" yang antara lain oleh *Euler*, *Lagrange Weierstrass*, *Hamilton* dan *Jacobi*. Tetapi pemecahan atau solusi yang lebih umum dan terkenal telah dilakukan oleh *L.S. Pontryagin* (1962) seorang matematikawan Rusia dan menamakan metodenya sebagai "maximum principle" yang kunci dasarnya adalah dalam menemukan fungsi "Hamiltonian". Fungsi "Hamiltonian" ini sebenarnya tidak lain adalah bentuk dinamik dari fungsi Lagrangian yang tergantung pada waktu. Selanjutnya jika "Hamiltonian" sudah ditentukan maka penentuan solusi optimalnya dapat dipecahkan dengan menggunakan kalkulus biasa.

Masalah pengendalian optimum karenanya bagaimana memilih fungsi $U(t)$, menurut waktu yang memaksimumkan nilai kiwari J yang dibatasi oleh kendala yang dinyatakan dalam persamaan (2). Sedang solusi dalam bentuk waktu yang diskrit (yang lebih sesuai dengan persoalan dunia nyata) telah diberikan oleh *C.L. Hwang* dan *L.T. Fang* (1967).

Pemecahan penentuan solusi "state trajectory" yang optimal secara empirik dapat dilakukan dengan merumuskan persoalan pengendalian dalam bentuk Progra- ma Dinamika ala Bellman. Penggunaan dan sumberdaya alam lainnya telah dilakukan oleh *Oscar R. Burt* (1963, 1964, 1965, 1966, 1967, 1967, 1981) dan berbagai penelitian thesis mahasiswa bimbingannya yang tidak diterbitkan. Penulis sendiri yang merupakan salah seorang bekas mahasiswa bimbingannya dan telah mencoba merumuskan mengendalikan hama "dwarf mistletoe" (*Arceuthobium sp.*) yang menyerang tegakan hutan pinus "Lodgepole Pine" di wilayah pegunungan Rocky Mountain (lihat disertasi *Affendi Anwar*, 1974). Perumusan Program Dinamika ternyata tidak hanya mempunyai kemampuan dalam memecahkan masalah pengendalian

secara empirik dengan menyajikan hasil solusi numerik, tetapi lebih jauh dari itu dapat dipergunakan sebagai alat analitik-matematis untuk menentukan sifat-sifat perilaku sistem yang kita pelajari sehingga solusi analitik hasilnya akan dapat mengurangi pekerjaan solusi dengan komputer yang mempunyai beberapa keterbatasan seperti besarnya "storage memory" yang dipakai untuk menghitung perubahan state dari waktu ke waktu baik secara deterministik maupun probabilistik.

Penggunaan Program Dinamika untuk memecahkan persoalan optimisasi untuk pengendalian, pada prinsipnya sangat sesuai dengan perumusan persoalan pengendalian dengan bentuk fungsi tujuan maupun persamaan kendala yang bagaimanapun juga bentuknya (linear ataupun non-linear), asalkan fungsi-fungsi tersebut memenuhi persyaratan apa yang disebut "decomposition property". Disamping itu masalah risiko dan ketidak-tentuan dalam tindakan pengendalian dapat dicakup dengan memasukan Rantai Markov. Kombinasi antara Program Dinamika dengan Rantai Markov dimungkinkan karena pada dasarnya hubungan rekursif dari *Richard Bellman* 1957, 1961) yang didasarkan pada "the principle of optimality" harus memenuhi persyaratan Markovian seperti yang dibuktikan oleh *R.A. Howard* dari MIT (1960).

Tetapi ada suatu hal yang perlu diperhatikan dalam setiap penggunaan alat analisa Program Dinamika, yaitu bahwa perumusan masalah Program Dinamika, meskipun mempunyai bentuk yang bersifat umum, tetapi untuk diterapkan kepada persoalan tertentu memerlukan kreativitas yang tinggi -- jadi tidak seperti Program Linear biasa yang perumusannya dapat dipaketkan dalam suatu program komputer yang dapat berbentuk umum. Hal ini telah diperingatkan oleh *Oscar R. Burt* (komunikasi pribadi secara lisan) yang katanya bahwa: "Jangan terlalu bergairah dalam memecahkan persoalan pengendalian dengan menggunakan Program Dinamika sebelum kelayakan dari pendugaan peluang transisinya dapat dilakukan yang merupakan bagian yang tidak mudah". Namun demikian penulis percaya bahwa apabila ada kesempatan untuk melakukan penelitian dengan bekerja sama dalam suatu team interdisiplin agronomi-entomologi-meteorologi-ekonomi, pengendalian hama untuk mencapai strategi pemberantasan yang optimal dapat dilakukan dengan biaya sekecil mungkin (cost effective).

PENUTUP

Penulisan makalah singkat ini dimaksudkan untuk menunjukkan bagaimana model "Optimal Control", dari segi teori maupun empirik mempunyai potensi kemampuan yang tinggi dalam memecahkan masalah pengendalian secara konseptual maupun operasional. Model-model empirik dalam menghadapi berbagai masalah pertanian dan sumberdaya alam termasuk masalah pengendalian hama menunjukkan tentang kegunaan untuk menentukan arah dan strategi yang nyata bagi keperluan peramalan dan tindakan pengendalian hama baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Di dalam menyusun model pengendalian untuk persoalan hama wereng dengan jelas dapat ditunjukkan tentang perlunya kerjasama yang erat antara berbagai disiplin terutama agronomi-entomologi-ekonomi.

Hal yang menyangkut solusi model empirik yang operasional secara potensial adalah dengan solusi Program Dinamika ala Bellman dan Rantai Markov. Untuk sementara peubah state (tahapan pemberantasan) dapat berkonsultasi dengan para entomolog dan agronomis khususnya yang menyangkut penentuan panjang periode pemberantasan yang paling berarti. Kemudian penentuan state yang dapat menggambarkan keadaan sistem dari waktu (stage) ke waktu dapat diambil umur tanaman padi, dan tingkat serangan hama. Keadaan stage ini akan berubah-ubah dari waktu ke waktu sesuai dengan tindakan yang diambil dalam pemberantasan hama, termasuk membiarkannya sampai penanaman berikutnya, apabila pemberantasan dipandang tidak ekonomis lagi. Dengan demikian ambang ekonomis pemberantasan dengan menggunakan simulasi komputer dapat juga memberi sumbangan kepada pengarah pengorganisasian para pengamat dan penyuluh hama yang paling baik dan efisien.

Akhirnya penulis tidak berpretensi tentang kesulitan-kesulitan yang akan dihadapi dalam "Operation Research" yang akan dijumpai dalam menerapkan alat analisa "Optimal Control". Kesulitan ini khususnya apabila penelitian hanya bergantung kepada data yang sudah tersedia. Tetapi kegunaan dari pengertian tentang model "Optimal Control" paling tidak dapat memberi petunjuk tentang langkah-langkah pengendalian yang lebih baik untuk masa-masa yang akan datang, mengingat penting dan pekannya masalah pangan seperti yang telah dinyatakan dalam pendahuluan.

DAFTAR PUSTAKA

1. *Anwar, Affendi* "Optimal Economic Control Strategies in Forest Resource Management". MSU Dissertation, USA, 1974.
2. *Bellman, R.E.* "Adaptive Control Processes: A Guided Tour". New Jersey: Princeton University Press, 1961.
3. ——— "Dynamic Programming. New Jersey: Princeton University Press, 1962.
4. *Burt, O.R.* "Dynamic Economic Model of Pasture and Range Management". AJAE, LIII, No. 2 (1971), 197-205.
5. ——— "Control Theory for Agricultural Policy: Method and Problems in Operational Model". AJAE, LI, No. 2 (1969), 394-404.
6. ——— "Dynamic Programming in Farm Management Extension". Dept of Agric. Econ., University of Missouri, Columbia, 1970.
7. ——— "Economic Control of Ground Water". JFE, XLVIII, No. 3 (1966), 623-647.
8. ——— "Optimal Resource Use Over Time with an Application to Ground Water". Management Science, XI, No. 1 (1964), 80-83.
9. *Caswell, H.* "The Validation Problem". In: B.C. Patten (Editor), System Analysis and Simulation in Ecology, Vol. II: Academy Press, New York, 3-77. 1972.
10. *Howard, R.A.* "Dynamic Programming and Markov Process". Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 1960.
11. *Hwang, C.L.* and *Fan, L.T.* "A Discrete Version of Pontryagin Maximum Principle". Operation Research, XV, No. 1 (1967), 139-146.
12. *Intriligator, M.D.* "Mathematical Optimization and Economic Theory". Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, Inc., 1971.
13. *Pontryagin, L.L. et al.* "The Mathematical Theory of Optimal Processes". New York: Interscience, 1962.

DISKUSI MAKALAH V

Bunazor: Apakah model ini (optimal control model) dapat diterapkan dalam sistem pertanian rakyat yang kecil-kecil?

Affendi Anwar: Dalam banyak persoalan yang dihadapi, pada prinsipnya model ini dapat diterapkan. Ukuran pemilikan lahan petani yang kecil-kecil tidak akan menimbulkan persoalan, karena pemberantasan hama wereng secara terpadu tidak didasarkan kepada individual petani, melainkan didasarkan kepada hamparan sawah yang mempunyai kesamaan dalam sistem pengairan.

Gunawan Satari: Model yang dikemukakan sepertinya harus diterapkan pada keadaan ekosistem yang sama. Apakah pada sistem pertanian yang berlainan model ini dapat diterapkan? Meskipun ternyata untuk beberapa tempat, komoditi non-beras akan lebih menguntungkan dengan tingginya nilai "Comparative advantage" untuk jenis pangan lain, tetapi pemerintah dan masyarakat masih harus tertarik menanam padi karena komoditi beras penting ditinjau dari dampak politiknya kepada masyarakat.

Affendi Anwar: Model ini dapat saja diterapkan pada keadaan lingkungan yang berlainan. Perbedaan ekosistem

dapat ditampung ke dalam perbedaan parameter yang mencirikan keadaan lingkungan tertentu.

Analisa ekonomi mengenai "comparative advantage" merupakan alat analisa untuk mengacu lokasi wilayah mana saja untuk dapat mengarahkan kegiatan usaha tani yang lebih menguntungkan. Sedang tujuan pembangunan dalam hal pengembangan tanaman pangan lebih dicirikan oleh keinginan (preference) masyarakat. Apabila masyarakat lebih menyenangi tanaman padi, meskipun biaya pengadaannya mahal, tetapi indeks "comparative advantage" yang ditunjukkan oleh apa yang disebut "domestic resource cost" akan menjadi pegangan berapa "biaya politik" yang harus dibayar memenuhi keinginan tersebut.

Syamsoe'oed Sadjad: Apakah model "Optimal control" yang dikemukakan dapat diterapkan pada suatu kelompok tani dalam suatu kelompok, bukannya untuk individual petani.

Affendi Anwar: Memang sebaiknya penerapan model ini dilakukan untuk suatu satuan hamparan sawah (yang terdiri dari kelompok tani), sesuai dengan pendekatan "integrated pest management" dan bukan untuk individual petani.