

470

Kajian Dinamika Sistem Pertanian sebagai Dasar Usaha Menuju Penganekaragaman Pangan

Djoko PRAJITNO*

PENDAHULUAN

Berbagai faktor pembatas dijumpai dalam usaha peningkatan produksi pertanian, khususnya tanaman pangan. Sebagai contoh, makin menyempitnya luas pemilikan lahan pertanian yang bermutu tinggi. Tanpa terobosan teknologi baru, boleh dikatakan usaha peningkatan produksi tersebut akan mencapai suatu tingkat "leveling off." Memang beberapa teknologi canggih seperti hidroponika diharapkan dapat memberikan jawaban. Tetapi teknologi tersebut masih merupakan teknologi "mahal" dan sulit diterapkan pada areal yang luas, secara besar-besaran. Demikian pula, usaha perluasan areal selalu menghadapi berbagai masalah, terutama di lahan-lahan marginal.

Di samping itu, kebutuhan akan sumber karbohidrat maupun protein nabati yang lain juga dirasakan semakin mendesak. Usaha penganekaragaman pangan melalui sistem pertanian beragam makin dirasakan kepentingannya. Sistem monokultur, walaupun harus diakui keberhasilannya dalam meningkatkan produksi pangan di lahan beririgasi, tetapi sistem ini memiliki pula kelemahannya. Penelitian di IRRI selama delapan tahun berturut-turut menunjukkan bahwa lahan kering yang ditanami padi secara terus-menerus, akan menurun potensinya (Ventura *et al.*, 1984). Hal yang sama juga dijumpai pada tanaman jagung dan kacang hijau. Potensi lahan dapat ditingkatkan dengan pengaturan sistem pertanaman yang tepat.

Bila sumberdaya pertanian yang tersedia semakin terbatas, maka kunci usaha peningkatan produksi akan terletak pada adanya interaksi antara berbagai bentuk usaha tani yang saling mendukung sifatnya. Akan tetapi, kurang-

nya informasi tentang prinsip dasar sistem pertanian, merupakan kendala utama dalam usaha kita menentukan strategi penelitian untuk menentukan cara peningkatan produksi. Dalam hal ini harus dilakukan pendekatan secara sistem untuk memperoleh informasi yang tepat tentang dinamika sistem pertanian dari wilayah yang akan dikembangkan.

SISTEM DAN PENDEKATAN SISTEM

Kata "sistem" akhir-akhir ini merupakan istilah yang paling populer dan hampir selalu digunakan pada setiap pembicaraan dalam berbagai disiplin ilmu pengetahuan. Tetapi bila kita tengok definisi "sistem" pada berbagai pustaka, ternyata sangat bervariasi (lihat: Bertalanffy, 1968; Zadeh dan Polak, 1969; Dent dan Anderson, 1971; Director dan Rohrer, 1972; Aguilar, 1973; Park dan Mantsch, 1973; Gordon, 1980; Fitzgerald *et al.*, 1981; Nagrath dan Gopal, 1982).

Hingga saat ini tidak terdapat persetujuan yang tuntas tentang istilah "sistem" ini. Namun demikian, hampir semua definisi sistem mengandung konsep "interaksi" antarfaktor dalam menentukan kesudahan akhir.

Suatu sistem pada dasarnya tersusun dari tiga komponen utama yaitu (1) *input*, (2) struktur dan (3) *output*. Atas dasar komponen mana yang tidak tersedia dalam sistem tersebut, kita mengenal tiga macam tipologi dari sistem ialah; (1) analisis sistem, (2) perancangan sistem (*system design*) dan (3) pengelolaan serta pengendalian sistem (*system management and control*). Tabel 1 memperlihatkan gambaran dari ketiga macam tipologi tersebut.

Tabel 1

TIPOLOGI SUATU SISTEM

Sistem	Input	Struktur	Output
1. Analisis	*	*	?
2. Perancangan	*	?	*
3. Pengendalian-Pengendalian	?	*	*

Yang dimaksud dengan pendekatan sistem di sini ialah metodologi yang digunakan untuk menggambarkan suatu sistem dan sifat (dinamik) dari sistem tersebut. Kebanyakan pendekatan sistem bersifat multidisiplin. Pendekatan

1. Mencirikan komponen penyusun suatu sistem,
2. Mengkaji karakter dari setiap komponen,
3. Menyusun model yang menyatakan atau menggambarkan interaksi antara komponen yang satu dengan yang lain,
4. Berdasar pada model yang disusun, mengkaji karakter sistem secara menyeluruh.

Secara matematik, pendekatan sistem dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Pendekatan Sistem} \geq \sum_{i=1}^8 x_i$$

di sini:

- x_1 = metodologi bagi perencanaan, pengelolaan dan pengendalian sistem tersebut.
- x_2 = tim multidisiplin.
- x_3 = organisasi
- x_4 = teknik penyusunan model matematika
- x_5 = pemikiran non-kuantitatif dari setiap disiplin ilmu
- x_6 = teknik optimasi
- x_7 = teknik simulasi
- x_8 = penggunaan komputer dan seterusnya.

DINAMIKA SISTEM PERTANIAN

Dinamika sistem pertanian dari suatu wilayah yang akan dikembangkan, dapat dipelajari melalui asumsi bahwa sistem pertanian yang telah ada di wilayah tersebut pada dasarnya merupakan ekspresi dari reaksi manusia (dalam hal ini petani setempat) terhadap lingkungannya, dalam usaha mereka untuk mempertahankan hidupnya. Kemudian dikaji komponen-komponen penyusun lingkungan tersebut serta kaitannya satu dengan yang lain. Dari sini akan dapat diketahui bagian-bagian dari komponen tersebut yang masih dapat diperbaiki dan dikembangkan, serta ditentukan skala prioritas untuk praktek pelaksanaannya nanti. Salah satu teknik untuk menentukan skala prioritas pembangunan yang cukup sederhana ialah dengan menerapkan "hukum minimum dari Liebig" dalam arti luas. Artinya, perbaikan yang dilakukan terhadap faktor yang terdapat dalam kondisi minimum pasti akan memberikan reaksi berupa tambahan hasil atau perbaikan yang terbesar per unit input yang dimasukkan. Dengan kata lain, memberikan nilai efisiensi yang tertinggi. Kesimpulannya, faktor yang dalam kondisi minimum perlu mendapat prioritas tertinggi dalam usaha kita melakukan pembangunan pertanian di suatu wilayah dalam rangka pemenuhan keamanan pangan.

Tujuan utama petani dalam usaha peningkatan produksi pertaniannya ialah menambah pendapatan usaha tani mereka. Kebanyakan dari mereka juga berusaha mengurangi risiko kegagalan dalam memenuhi kebutuhan keluarganya. Untuk mencapai tujuan tersebut petani berusaha memformulasikan teknologi yang mereka anggap cocok. Proses pemilihan teknologi ini dengan sendirinya dipengaruhi oleh berbagai faktor maupun kondisi lingkungan usaha tani mereka.

Kondisi lingkungan petani dapat didefinisikan sebagai komposisi dari berbagai faktor yang berpengaruh terhadap proses pengambilan keputusan yang dilakukan oleh petani dalam memilih atau menentukan teknologi yang digunakannya (Byerlee *et al.*, 1980). Termasuk dalam kondisi lingkungan ini ialah faktor alam (biofisik) dan sosial ekonomi. Faktor sosial ekonomi dapat dipisahkan ke dalam dua bagian, (1) yang bersifat internal, yaitu faktor yang dapat dikendalikan oleh petani seperti tujuan usaha tani, sumberdaya dan sebagainya, dan (2) yang bersifat eksternal, merupakan faktor yang tidak dapat dikendalikan oleh petani, misalnya pasar. Berbagai faktor yang berpengaruh pada proses pengambilan keputusan oleh petani, disajikan dalam bentuk diagram blok seperti terlihat dalam Gambar 1.

Karena sasaran dari program pengembangan sistem usaha tani pada dasarnya adalah petani itu sendiri, maka dalam melakukan identifikasi persoalan dan kendala yang dihadapi oleh petani, harus diketahui bentuk hubungan fungsional dari praktek budidaya tanaman yang dilakukan oleh petani pada suatu wilayah sebagai fungsi dari faktor alam (bio-fisik) dan faktor sosial ekonomi, yang secara matematik dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\text{Budidaya} = f(\text{bio-fisik}, \text{sosek}) \quad (2)$$

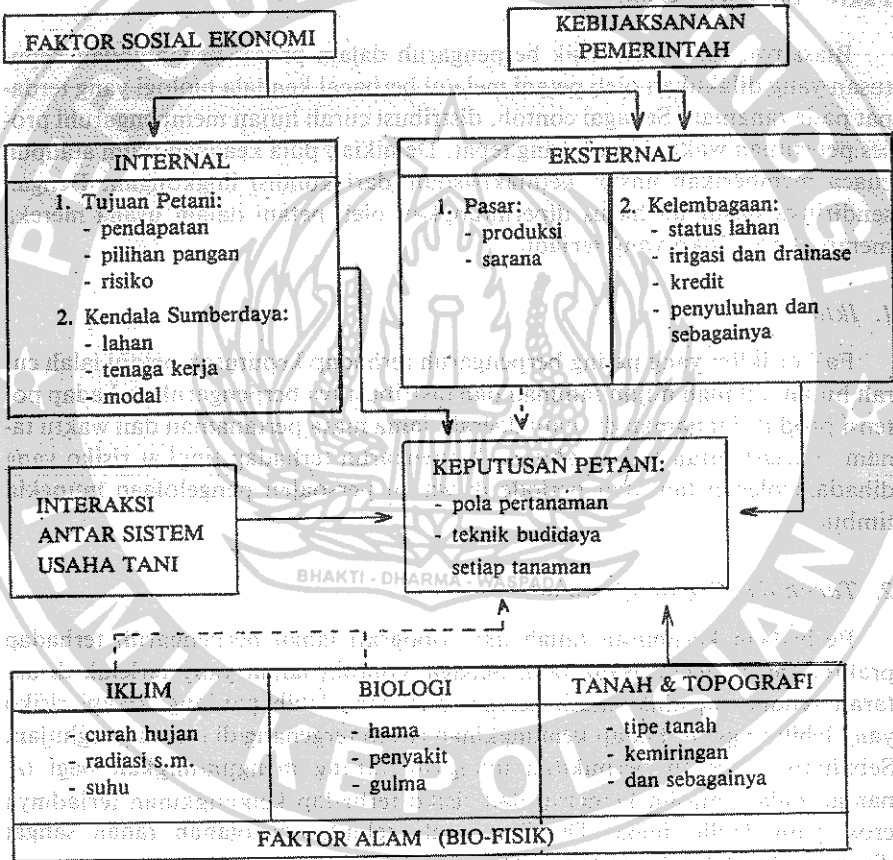
Dalam usaha kita untuk mendapatkan teknik budidaya yang tepat bagi suatu wilayah atau lingkungan bio-fisik tertentu, maka perhatian harus dipusatkan pada hubungan saling tindak antara vektor sosial ekonomi dan bio-fisik dalam persamaan (2) di atas, serta pengaruhnya terhadap teknik budidaya.

Sebagai contoh, misalkan pemerintah memberikan bantuan kredit usaha tani pada suatu wilayah, ini berarti kita mengubah persamaan (2) di atas menjadi:

$$\text{Budidaya} = f_i [(\text{bio-fisik}) / (\text{sosek})_i] \quad (3)$$

yang artinya, kita mencoba mengevaluasi hubungan antara vektor bio-fisik dengan budidaya pertanian dalam kondisi sosial ekonomi i (ada bantuan).

Gambar 1. Berbagai faktor yang berpengaruh terhadap proses pemilihan teknologi budidaya pertanian yang dilakukan oleh petani



Keterangan:---->: Faktor yang biasanya merupakan sumber ketidakpastian dalam proses pengambilan keputusan.

dit usaha tani) untuk mendapatkan teknik budidaya pertanian yang tepat. Demikian pula sebaliknya, bila keadaan bio-fisik yang diubah (misalnya, pemb...

Uraian berikut ini berusaha mengemukakan hubungan antara berbagai faktor yang berpengaruh terhadap proses pemilihan teknologi budidaya pertanian yang dilakukan oleh petani di suatu wilayah.

Faktor Bio-fisik (Alam)

Biasanya, faktor bio-fisik berpengaruh dalam proses pengambilan keputusan yang dilakukan oleh petani melalui berbagai kendala biologi yang terdapat pada tanaman. Sebagai contoh, distribusi curah hujan mempengaruhi proses penentuan waktu tanam yang tepat. Demikian pula keadaan iklim ataupun cuaca memberikan unsur ketidakpastian dari kondisi lingkungan. Dengan sendirinya unsur ini harus diperhitungkan oleh petani dalam usaha mereka memperkecil risiko yang terjadi.

1. Iklim

Faktor iklim yang paling berpengaruh terhadap keputusan petani ialah curah hujan. Jumlah hujan tahunan dan distribusinya berpengaruh terhadap potensi produksi tanaman di suatu daerah, lama masa pertanaman dan waktu tanam. Variasi curah hujan tahunan berpengaruh terhadap tingkat risiko yang dihadapi oleh petani dan periode di waktu persoalan pengelolaan mungkin timbul.

2. Tanah dan Topografi Lahan

Perbedaan kesuburan tanah dan topografi lahan berpengaruh terhadap praktek pengelolaan usaha tani. Sebagai contoh, lahan yang terletak di dataran rendah memiliki masa pertanaman yang lebih panjang, tetapi risiko yang lebih tinggi terhadap kemungkinan risiko tergenang di musin penghujan. Sebaliknya, daerah perbukitan mungkin kurang menguntungkan bagi tanaman dalam musim kemarau dan risiko terhadap kemungkinan terjadinya erosi yang lebih tinggi. Demikian pula teknik pengolahan tanah sangat dipengaruhi oleh tekstur tanah dan topografi lahan di wilayah tersebut.

3. Hama, Penyakit dan Gulma

Timbulnya penyakit tanaman dan serangan hama biasanya sangat berkaitan dengan kondisi iklim setempat. Variasi dalam kemungkinan timbulnya penyakit tanaman dan serangan hama merupakan faktor yang perlu diperhitungkan dalam mengkaji besarnya risiko yang dihadapi petani. Praktek budidaya yang dilakukan oleh petani biasanya berkaitan erat dengan persoalan hama atau penyakit tanaman. Sebagai contoh, petani mungkin mengikuti pergiliran tanaman tertentu dalam kaitannya dengan usaha mengurangi

Faktor Sosial Ekonomi Eksternal

Berikut ini beberapa faktor sosial ekonomi tidak dikuasai oleh petani tetapi berpengaruh terhadap proses pemilihan teknologi budidaya yang dijalankannya.

1. Struktur dan Organisasi Masyarakat

Kajian terhadap fungsi pimpinan desa (lurah maupun para pimpinan informal) dan organisasi tata pemerintahan, sangat bermanfaat bagi usaha mendalami pola distribusi sumber daya antarpetani. Kajian tersebut juga berguna untuk menentukan petani yang dapat diajak bekerjasama dalam menyelenggarakan petak demonstrasi di lapangan bagi kepentingan penyuluhan.

2. Infrastruktur Fisik

Kondisi jalan dan transportasi, terutama di musim penghujan sangat berpengaruh terhadap pengangkutan sarana produksi maupun hasil usaha tani.

3. Pemasaran Hasil

Tersedianya pasar berpengaruh terhadap proses penyimpanan dan strategi penjualan oleh petani, maupun besarnya risiko yang berkaitan dengan pendapatan tunai, dan pemenuhan kebutuhan sendiri. Berbagai faktor harus dipertimbangkan, antara lain saluran pemasaran hasil setiap tanaman, variasi harga musiman dan tahunan, perbedaan harga antara tingkat produsen dan konsumen, kebijaksanaan harga dari pemerintah, tersedianya fasilitas pemrosesan seperti "rice mill," serta kesempatan untuk menjual produk sekunder.

4. Pasaran Tenaga Kerja

Tersedianya tenaga kerja dan kesempatan kerja di luar bidang pertanian akan sangat berpengaruh dalam identifikasi kendala tenaga kerja di bidang pertanian maupun alternatif kesempatan kerja lainnya. Hal ini akan berpengaruh pula terhadap waktu tanam maupun waktu panen yang biasanya membutuhkan jumlah tenaga kerja yang cukup tinggi.

5. Pasaran Sarana Produksi

Informasi tentang berbagai saluran distribusi sarana produksi, harga

mengkaji penggunaan sarana produksi dan komponen teknologi lainnya yang tergantung pada sarana produksi tersebut.

6. Status Lahan dan Pola Pemukiman

Status lahan selalu berpengaruh terhadap teknik budidaya tanaman. Lahan pertanian yang disewa mungkin mengakibatkan teknik budidaya tanaman yang lebih intensif. Sebaliknya lahan yang diperoleh melalui perjanjian bagi hasil, dapat berakibat pengelolaan tanaman yang kurang intensif. Demikian pula, petak lahan yang terpencar letaknya, mendorong ke arah timbulnya sistem pertanaman yang lebih kompleks. Tanaman yang membutuhkan pemeliharaan yang intensif biasanya ditanam di petak lahan yang lebih dekat dengan desa atau rumah.

7. Kredit

Informasi tentang ketersediaan kredit dan ongkos untuk mendapatkannya, baik untuk kredit bank maupun sumber informal seperti pelepas uang, pengi-
jon, dan sebagainya, sangat penting dalam analisis kemampuan petani untuk membeli sarana produksi yang dibutuhkannya, menyewa tenaga kerja maupun penentuan untuk menjual langsung atau menunda penjualan hasil produksinya.

8. Penyuluhan

Dalam kajian ini perlu diuji pula rekomendasi yang diberikan oleh petugas penyuluh pertanian setempat, untuk menduga tingkat pengertian petani terhadap rekomendasi tersebut. Kemudian atas dasar penalaran petani dapat ditentukan komponen teknologi mana yang teradaptasi, mana yang ditolak serta sebab-sebabnya mengapa ditolak. Informasi semacam ini jelas akan sangat bermanfaat bagi usaha untuk memahami berbagai faktor penting yang berpengaruh terhadap keputusan petani dalam memilih komponen teknologi budidaya pertanian yang dianjurkan.

9. Perubahan Keadaan Sosial Ekonomi

Perubahan sistem usaha tani pada dasarnya sangat ditentukan oleh adanya perubahan keadaan sosial ekonomi suatu daerah. Perubahan ini sangat penting dalam mengkaji tingkat harga yang harus dibayar petani.

terima oleh petani, serta pengaruhnya terhadap tingkat pengelolaan dan kombinasi usaha yang dilakukan oleh para petani.

10. Kebijakan Pemerintah

Kondisi sosial ekonomi eksternal dari petani sangat dipengaruhi oleh berbagai kebijaksanaan pemerintah dan implementasinya. Oleh karena itu sangatlah penting untuk mengetahui bagaimana misalnya, pengaruh kebijaksanaan pemerintah terhadap harga atau distribusi sarana produksi.

Faktor Sosial Ekonomi Internal

1. Tujuan Petani

Tujuan utama sebagian besar petani ialah meningkatkan pendapatan usaha tani mereka. Tujuan ini dicapai melalui usaha peningkatan produktivitas sumberdaya lahan, modal dan tenaga kerja. Tujuan peningkatan pendapatan ini juga sangat tergantung pada pilihan bahan pangan yang diinginkan maupun risiko yang harus dihadapi.

Konsumsi Pangan dan Pilihan Pertanaman: Bila pilihan akan tanaman merupakan bagian utama dalam konsumsi rumah tangga, maka pilihan dan pola konsumsi keluarga perlu dikaji lebih mendalam. Dalam hal ini maka pola konsumsi keluarga akan berpengaruh terhadap pola pertanaman, pemilihan varietas dan sebagainya. Kebanyakan petani juga membudidayakan tanaman yang bersifat cadangan bila tanaman utama yang diusahakannya gagal.

Risiko: Kajian terhadap teknik budidaya pertanian di suatu wilayah sangat membutuhkan informasi tentang risiko yang harus dihadapi petani, serta strategi pengelolaan yang dilakukan untuk mengatasinya. Unsur ketidakpastian dapat timbul, baik akibat pengaruh bio-fisik maupun pengaruh sosial-ekonomi.

2. Kendala Pada Sumberdaya

Lahan: Sumberdaya lahan yang dimiliki oleh petani berpengaruh terhadap pola pergiliran tanaman, pengelolaan tanah (misalkan pemanfaatan pupuk kandang) maupun kemungkinan penetrapan mekanisasi. Pertumbuhan penduduk menyebabkan timbulnya tekanan yang cukup kuat terhadap ketersediaan lahan. Menurut Byerlee *et al.* (1980), intensitas pertanaman dan naiknya nilai sewa lahan dapat digunakan sebagai ukuran kelangkaan lahan. Di daerah

yang lahan pertaniannya mulai menyempit penelitian tentang kesuburan tanah, efisiensi air dan sistem pertanaman sangat diperlukan. Dalam hal ini perlu dikaji hubungan antara variasi sistem pertanaman dengan kepadatan penduduk, serangan hama atau tumbuhnya penyakit, topografi dan tipe tanah.

Modal Tunai: Pada kebanyakan petani kecil, tersedianya modal tunai menjadi kendala utama dalam penggunaan sarana produksi yang baru. Aktivitas petani biasanya merupakan refleksi dari adanya kendala modal dalam bentuk tunai ini. Kekurangan uang tunai dapat mengakibatkan dijualnya seluruh produksi pangan begitu panen selesai dengan harga yang rendah; kemudian di lain waktu membeli bahan kebutuhan pangannya dengan harga yang cukup tinggi.

Tenaga Keluarga: Tenaga kerja keluarga merupakan salah satu sarana produksi yang utama bagi kebanyakan petani kecil. Kekurangan tenaga yang sifatnya musiman, dapat mengakibatkan dampak negatif terhadap pelaksanaan budidaya tanaman. Keadaan ini dapat diukur melalui (1) determinasi periode sibus dalam satu tahun dan bentuk aktivitas dalam periode tersebut, (2) Determinasi periode di waktu petani terpaksa menyewa tenaga kerja dari luar dan tipe pekerjaan yang harus dilakukan. Keterangan semacam ini penting untuk menjelaskan berbagai teknik budidaya yang dilakukan oleh petani seperti tanggal tanam yang diatur secara bergiliran, persoalan gulma yang timbul akibat kurangnya tenaga kerja untuk penyiangan.

Modal: Modal pada kebanyakan petani dapat terdiri atas peralatan, hewan dan sebagainya. Inventarisasi terhadap barang-barang yang dimiliki petani dan penggunaannya akan sangat berguna, mengingat intensitas budidaya pertanian yang dilakukan oleh petani yang memiliki sendiri barang-barang tersebut akan berbeda dengan mereka yang hanya menyewa.

Interaksi Sistem Usaha Tani

Interaksi antar berbagai sistem usaha tani timbul akibat adanya usaha dari petani untuk mengelola sumberdaya yang tersedia dalam mencapai tujuan mereka, di samping usaha mengurangi risiko kegagalan yang mungkin terjadi. Interaksi dalam sistem usaha tani timbul bila produk dari salah satu kegiatan digunakan dalam kegiatan produksi yang lain. Contoh yang paling umum dari adanya interaksi ini ialah antara usaha peternakan dan budidaya tanaman.

Berbagai interaksi juga timbul akibat adanya kompetisi terhadap sumberdaya yang langka. Di berbagai daerah yang ditरण lebih dari satu usaha tani

naman per tahun, tanaman berkompetisi satu sama lain dalam memperebutkan lahan maupun waktu. Tanaman tertentu mungkin terpaksa ditanam pada saat yang kurang tepat karena petani harus menunggu saat panen dari tanaman sebelumnya. Demikian pula, berbagai kegiatan usaha tani harus bersaing untuk mendapatkan tenaga kerja dan modal tunai yang langka.

Pengertian adanya saling pengaruh atau interaksi terhadap berbagai kegiatan pertanian ini, juga sangat penting dalam kaitannya dengan proses pemilihan teknologi baru. Berbagai komponen teknologi baru perlu dievaluasi pengaruhnya terhadap misalnya kebutuhan tenaga kerja dalam periode waktu tertentu, ketersediaan makanan ternak dan sebagainya.

Bentuk informasi yang dibutuhkan dari salah satu komponen sistem usaha tani pada dasarnya sangat tergantung pada bentuk sistem interaksi dari komponen tersebut dan pengaruhnya terhadap teknik budidaya tanaman yang dipelajari. Jelas tidaklah mungkin untuk menyusun daftar sistem interaksi tersebut mengingat jumlahnya yang sangat besar, sangat tergantung dari sudut pandang peneliti. Sebagai pedoman untuk menyusun daftar tersebut dapat digunakan kalender aktivitas usaha tani secara keseluruhan seperti tanggal tanam, pemberantasan gulma, panen, dan sebagainya. Demikian juga aktivitas bagi usaha peternakan yang dijalankan.

KESIMPULAN

Dari uraian di muka, dapatlah disimpulkan bahwa pada dasarnya:

1. Usaha penganekaragaman pangan dapat dicapai melalui usaha pengembangan sistem pertanian beragam.
2. Dalam usaha pengembangan sistem pertanian beragam di suatu wilayah, perlu diperhatikan sistem pertanian yang telah ada di wilayah tersebut. Bentuk sistem pertanian beragam yang akan dikembangkan sebaiknya merupakan pengembangan atau perbaikan dari sistem yang telah ada dan bukan merupakan sistem yang sama sekali baru bagi petani setempat, kecuali dalam keadaan yang sangat terpaksa.
3. Sistem pertanian di suatu wilayah pada dasarnya merupakan ekspresi dari reaksi manusia (petani) terhadap lingkungannya, dalam usaha mereka untuk mempertahankan hidup.
4. Dalam mengkaji sistem pertanian di suatu wilayah, perhatian utama harus ditekankan pada sistem interaksi antara berbagai faktor lingkungan yang mempengaruhi proses pemilihan teknologi budidaya pertanian yang dilakukan oleh petani setempat.

5. Perbaikan terhadap faktor lingkungan yang dalam kondisi atau posisi minimum merupakan cara yang paling efisien dalam usaha membangun wilayah yang bersangkutan.
6. Sistem polikultur (sistem pertanian beragam) jauh lebih baik dari sistem monokultur terutama bila ditinjau dari sudut usaha pelestarian lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aguilar, R.J., *Systems Analysis and Design* (New Jersey: Prentice Hall Inc. 1973), 405p.
- Bertalanffy, L.V., *General System Theory-Foundations, Development and Applications* (Harmondsworth: Penguin Books Ltd., 1968), 311p.
- Byerlee, D., M. Collinson, R. Perin, D. Winkelmann, S. Biggs, J.C. Martinez, L. Harrington and A. Benyamin, *Planning Technologies Appropriate to Farmers - Concept and Procedures* (Mexico City: CIMMYT, 1980), 71p.
- Dent, J.B. dan J.R. Anderson, *Systems Analysis in Agricultural Management* (New York: John Wiley & Sons Ltd., 1971), 394p.
- Director, S.W. dan R.A. Rohrer, *Introduction to Systems Theory* (Tokyo: McGraw Hill - Kogakusha Ltd., 1972), 441p.
- Fitzgerald, J., A.F. Fitzgerald dan W.D. Stallings, *Fundamentals of Systems Analysis* (New York: John Wiley & Sons., 1981), 590p.
- Gordon, G., *System Simulation* (New Delhi: Prentice-Hall of India Ltd., 1980), 324p.
- Nagrath, I.J., dan M. Gopal, *Systems, Modelling and Analysis* (New Delhi: Tata McGraw-Hill Pub. Co., 1982), 647p.
- Park, G.L. dan T.J. Manetsch, *System Analysis and Simulation with Application to Economic and Social Systems* (Michigan State Univ., 1973), 379p.
- Ventura, E., I. Watanabe, H. Komada, M. Nishio, A. De La Cruz dan M. Castillo, *Soil Sickness Caused by Continuous Cropping of Upland Rice, Mung Bean and Other Crops* (Los Banos: IRRRI Research Paper Series No. 99, 1984), 13p.