

## **PENGELOLAAN SUMBERDAYA HAYATI BAGI PEMENUHAN KEBUTUHAN PANGAN DAN GIZI**

### ***Bio-resource Management to Fulfill the Requirement of Food and Nutrients***

Mustafiril<sup>1</sup>, Budi I. Setiawan<sup>2</sup>, M. Yanuar J. Purwanto<sup>3</sup>, Lilik B. Prasetyo<sup>4</sup>, Drajat Martianto<sup>5</sup>

#### **Abstract**

*Requirement of food and nutrients in a specified area is determined by the growth of population, availability of agriculture, plantation, animal husbandry and fisheries resources. Sufficient food for consumption can be calculated based on sexes, ages and other human conditions. To fulfill food sufficiency is also dependent upon non-consumptive use of the resources such as for seed, feed, industry and export. Consumption of both food and nutrients in Indonesia follows the Recommended Dietary Allowance (RDA) with the approach on the Desirable Dietary Pattern (DDP). Goals of land management based on its sustainability are necessarily oriented to produce agricultural commodities to meet the requirement of nutrients and food in a balanced condition. Thus, it is of interest to optimize bio-resource management with respects to the fulfillment of food and nutrient sufficiency in a localized area. The use of linear programming may give possible variations of land uses to produce diversified foods that are accurately required by the people living there. This paper introduces an approach on bio-resource management with the main concern is to produce diversified foods sustainably.*

**Keywords:** *food, nutrients, bio-resource management, linier programming*

#### **PENDAHULUAN**

Pemenuhan kebutuhan pangan dan gizi pada suatu wilayah ditentukan oleh jumlah dan perkembangan penduduk, ketersediaan sumberdaya hayati dari sektor pertanian, perkebunan, peternakan dan perikanan sebagai sumber pangan dan gizi, dan sumber energi untuk pengolahan sumberdaya

hayati dari proses produksi sampai pengolahan menjadi siap konsumsi. Permasalahan yang sering dihadapi, antara lain: (a) ketersediaan pangan dan gizi tidak selalu stabil, sangat dipengaruhi banyak faktor seperti produksi, stok, impor, ekspor, penyusutan/tercecer serta penggunaan non-konsumsi (benih, pakan, dan industri), (b) konsumsi pangan dipengaruhi oleh keadaan sosial,

---

<sup>1</sup> Mahasiswa Doktoral Program Studi Ilmu Keteknikan Pertanian SPs-IPB dan Staf Pengajar Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Darussalam - Banda Aceh, 23111.

<sup>2</sup> Guru Besar. Fakultas Teknologi Pertanian, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680.

<sup>3</sup> Staf Pengajar Fakultas Teknologi Pertanian, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680.

<sup>4</sup> Staf Pengajar Fakultas Kehutanan, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680.

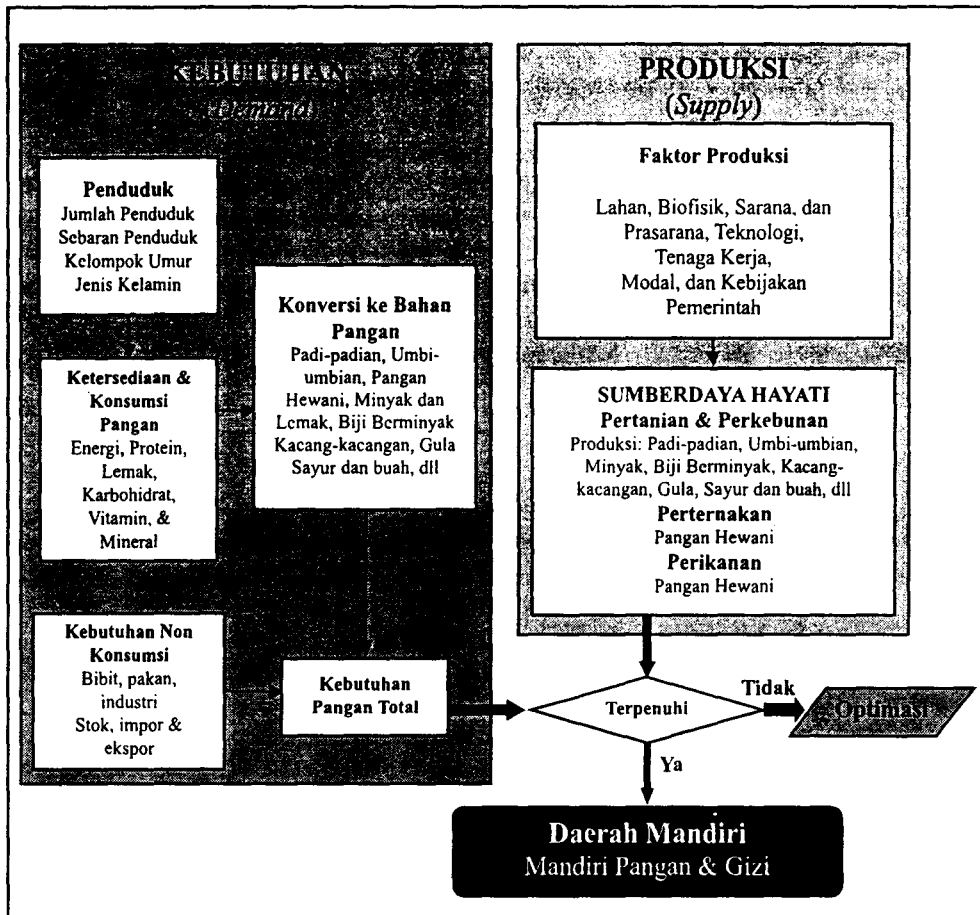
<sup>5</sup> Staf Pengajar Fakultas Ekologi Manusia, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680.

ekonomi, budaya, agama, dan pendidikan yang sangat sulit diprediksi, (c) kecukupan pangan dan gizi merupakan angka ideal yang dipengaruhi oleh jumlah dan komposisi penduduk, aktivitas tubuh, berat badan, keadaan individu, umur dan jenis kelamin penduduk yang tidak diketahui secara pasti, (d) tidak semua wilayah dapat memenuhi kebutuhan pangan dan gizi secara mandiri, (e) memproduksi pangan dan gizi diperlukan energi, ketersediaan dan kebutuhan energi di suatu wilayah juga merupakan faktor penting untuk memproduksi pangan.

Memperhatikan permasalahan tersebut di atas, berikut ini disusun suatu

kerangka pemikiran untuk pengelolaan ketersediaan dan konsumsi pangan dalam suatu wilayah dengan memperhatikan dinamika perkembangan penduduk dan potensi sumberdaya hayati sebagai sumber pangan dan mempertimbangkan faktor sosial ekonomi serta kebijakan pemerintah. Kerangka pemikiran tersebut digambarkan pada Gambar 1.

Tulisan ini memaparkan (a) analisis konsumsi dan ketersediaan bahan pangan di suatu wilayah, (b) model optimisasi kebutuhan pangan, dan (c) model optimisasi pengelolaan dan pemanfaatan sumberdaya hayati berdasarkan kebutuhan pangan.



Gambar 1. Kerangka Pemikiran

Perencanaan pengelolaan sumberdaya hayati yang berorientasi pada pemenuhan kebutuhan pangan dan gizi yang seimbang diharapkan dapat menjawab permasalahan ketahanan pangan di suatu wilayah tertentu.

### PROYEKSI PENDUDUK

Proyeksi pertumbuhan penduduk ini sangat diperlukan untuk memprediksi dan perencanaan kebutuhan dan ketersediaan pangan. Besarnya kebutuhan pangan di suatu wilayah ditentukan oleh jumlah penduduk, jenis kelamin dan sebaran kelompok umur penduduk. Data penduduk dan perkembangannya dapat diperoleh dari Biro Pusat Statistik (BPS). Jika kelompok umur tidak sesuai dengan kelompok umur pada daftar Angka Kecukupan Gizi (AKG), maka data diolah terlebih dahulu dengan metode *Sprague Multiplier*. Selanjutnya untuk menghitung proyeksi pertumbuhan penduduk dalam wilayah tertentu dapat menggunakan model populasi Verhulst (Burghes dan Borrie, 1981) sebagai berikut:

$$N(t) = \frac{N_{\infty}}{1 + \left( \frac{N_{\infty}}{N_0} - 1 \right) \cdot e^{-\gamma \cdot t}} \quad (1)$$

Dimana, N adalah populasi (orang);  $\gamma$  adalah parameter Verhulst; t adalah waktu (tahun), indeks 0 awal tahun,  $\infty$  tahun yang akan datang saat terjadi *leveling-off*. Hasil proyeksi pertumbuhan ini yang dapat digunakan untuk perencanaan ketersediaan dan kebutuhan pangan tahun bersangkutan dan prediksi ketersediaan dan kebutuhan untuk beberapa tahun ke depan.

### KETERSEDIAAN DAN KONSUMSI PANGAN

Perhitungan ketersediaan dan konsumsi pangan dan gizi biasanya menggunakan analisis Neraca Bahan Makanan (NBM) dan Pola Pangan Harapan (PPH) (Hardinsyah *et al.*, 2002). Menurut Matianto dan Soekirman (2006), selama sekitar satu dekade terakhir ketersediaan pangan nasional setara energi selalu menunjukkan angka yang melebihi rata-rata kebutuhan per kapita sebesar 2.500 kkal. Ketersediaan energi menurut Neraca Bahan Makanan Indonesia menunjukkan angka dari 2.850 kkal pada tahun 1996 hingga lebih dari 3.200 kkal/hari pada tahun 2000. Selanjutnya Suryana (2004) melaporkan perkembangan ketersediaan dan konsumsi energi dan protein per kapita tahun 1999, 2002 dan 2003 yang disajikan pada Tabel 1.

Angka kecukupan gizi (AKG, 2004) digunakan untuk menentukan kebutuhan pangan dan gizi yang dihitung berdasarkan kelompok umur dan jenis kelamin. Berdasarkan data tersebut dapat ditentukan kebutuhan energi (kkal), protein (g), lemak (g), dan karbohidrat (g). Perhitungan kebutuhan konsumsi pangan untuk wilayah tertentu akan lebih cepat bila menggunakan program komputer **Hitung AKG 2004 ver. 5**. Optimisasi kebutuhan pangan berdasarkan AKG dengan pendekatan Pola Pangan Harapan (PPH) telah dilakukan oleh Setiawan, *et al.*, 2005. Hasil optimisasi ini akan memberikan angka kebutuhan konsumsi energi dengan memperhatikan keseimbangan asupan protein, lemak dan karbohidrat. Hasil optimisasi tersebut dapat digunakan selanjutnya untuk menghitung jumlah bahan pangan dan gizi, yaitu: 1) sumber hidrat arang: beras, jagung, dan ubi kayu, 2) sumber protein dibagi dua, yaitu: protein nabati: kacang kedele, kacang tanah, dan kacang hijau, 3) sumber

Tabel 1. Ketersediaan dan konsumsi energi dan protein per kapita tahun 1999, 2002 dan 2003

Zat Gizi	Standar Kecukupan Gizi		1999		2002		2003	
	Keterse-diaan	Kon-sumsi	Keterse-diaan	Kon-sumsi	Keterse-diaan	Kon-sumsi	Keterse-diaan	Kon-sumsi
1. Energi (Kal/kap/hari)	2.550	2.200	3.217	1.849	2.992	1.986	3.076	1.989
% terhadap standar			126,1	84,0	117	90,3	120,6	90,4
2. Protein (g/kap/hari)	55	50	85,20	48,67	74,23	54,42	76,54	55,37
% terhadap standar			154,9	97,3	134,9	108,8	139,1	110,7
3. Nabati (g)	37	32	74,88	39,84	61,72	42,63	63,26	41,28
% terhadap standar			202,3	124,5	166,8	133,2	171,0	129,0
4. Hewani (g)	18	18	10,32	8,83	12,51	11,79	13,28	14,69
% terhadap standar			57,3	49,0	69,5	65,5	73,8	81,6

Sumber : Suryana (2004)

protein hewani: telur, ikan, ayam, kambing dan sapi atau kerbau, 4) sayuran, 5) buah-buahan, 6) susu dan 7) minyak: minyak kelapa dan kelapa sawit.

Kebutuhan setiap bahan pangan perlu dibandingkan dengan produksi pertanian, perkebunan, peternakan, dan perikanan sebagai sumber bahan baku. Ketersediaan data produksi dapat diperoleh dari instansi terkait dan BPS. Berdasarkan data yang tersedia dapat diprediksi perkembangan dan kecenderungan produksi bahan pangan. Selanjutnya untuk perencanaan ketersediaan pangan dapat menggunakan data Neraca Bahan Makanan (NBM) dan pendekatan Pola Pangan Harapan (PPH). Data yang diperlukan untuk perencanaan ketersediaan pangan dengan pendekatan PPH adalah data SUSENAS dan data ketersediaan bahan pangan dari NBM.

Kebutuhan konsumsi pangan suatu wilayah yang terdiri dari energi, protein, lemak, karbohidrat, vitamin dan mineral dapat dikonversikan ke jumlah bahan pangan. Hasil konversi bahan pangan ini merupakan kebutuhan bahan baku

yang selanjutnya dapat ditambahkan dengan kebutuhan bahan baku non-konsumsi. Penjumlahan tersebut merupakan kebutuhan bahan baku total di suatu wilayah.

Kebutuhan bahan pangan non-konsumsi di suatu wilayah antara lain berupa:

- Bibit/benih: sejumlah bahan pangan yang digunakan untuk reproduksi;
- Pakan: sejumlah bahan pangan yang langsung diberikan kepada ternak besar, ternak kecil, unggas dan ikan;
- Industri makanan: sejumlah bahan pangan yang masih mengalami pengolahan lebih lanjut melalui industri makanan dan hasilnya dimanfaatkan makanan manusia dalam bentuk lain;
- Industri bukan makanan: sejumlah bahan pangan yang masih mengalami proses pengolahan lebih lanjut dan dimanfaatkan untuk kebutuhan industri bukan makanan manusia, termasuk industri pakan ternak/ikan.
- Tercecer: sejumlah bahan pangan yang hilang atau rusak, sehingga tidak dimakan oleh manusia, yang terjadi secara tidak sengaja sejak bahan

makanan tersebut diproduksi hingga tersedia untuk konsumen.

- f. Stok: sejumlah bahan pangan yang disimpan/dikuasai oleh pemerintah atau swasta yang dimaksudkan sebagai cadangan dan akan digunakan apabila sewaktu-waktu diperlukan.
- g. Ekspor: sejumlah bahan pangan yang dikeluarkan dari suatu wilayah ke wilayah lain.
- h. Impor: sejumlah bahan pangan yang datang atau dimasukkan ke dalam suatu wilayah dari wilayah lain.

### PENGELOLAAN SUMBERDAYA HAYATI

Memproduksi bahan pangan memerlukan sumberdaya hayati, lahan, air, tenaga kerja, modal dan teknologi. Semua faktor produksi tersebut saling mendukung untuk menghasilkan produksi pangan yang optimal dalam memenuhi kebutuhan pangan di suatu wilayah. Seluruh bahan pangan merupakan hasil produksi dan pengelolaan sumberdaya hayati. Jika ditinjau secara sektoral produksi pangan meliputi proses pemberdayaan sektor pertanian, perkebunan, perikanan dan peternakan.

Pengelolaan sumberdaya hayati tidak terlepas dari perencanaan pengembangan wilayah yang mencakup sekurangnya 3 aspek, yaitu: 1) aspek pemahaman, 2) aspek perencanaan dan 3) aspek kebijakan (Rustiadi *et al.*, 2003). Sistem Penunjang Keputusan (SPK) atau *Decision Support System* (DSS) dan *Expert System* (ES) (Turban *et al.*, 2005; Kosasi, 2002) dapat digunakan untuk pengelolaan sumberdaya hayati. Interaksi faktor biofisik, ekonomi, sosial, budaya, dan regulasi dalam pengelolaan sumberdaya hayati dapat dilakukan dengan pendekatan Proses Hirarki Analitik atau *Analytical Hierarchy Process* (AHP) (Turban *et al.*, 2005; Saaty, 1993).

Optimalisasi pemanfaatan sumberdaya hayati berdasarkan sektor pertanian, perkebunan, peternakan dan perikanan dilakukan dengan pendekatan *Linear Programming* (LP). Pemetaan potensi sumberdaya hayati dapat menggunakan analisis kluster atau *Cluster Analysis* (CA), yaitu teknik pengelompokan, klasifikasi, pengkategorian melalui tingkat kedekatan (kemiripan) karakteristik berdasarkan kriteria yang ditetapkan (Kaufman and Rousseeuw, 1990).

### Pengelolaan sumberdaya pertanian dan perkebunan

Potensi sumberdaya lahan dari suatu wilayah ditentukan oleh kesesuaian antara sifat fisik lingkungan (iklim, tanah, lereng, topografi, batuan dan hidrologi) dengan persyaratan penggunaan lahan atau persyaratan tumbuh tanaman, yang selanjutnya dapat memberi informasi apakah lahan tersebut potensial dikembangkan untuk komoditas tertentu. Karakteristik lahan adalah sifat lahan yang dapat diukur atau diestimasi misalnya lereng, curah hujan, tekstur tanah, kedalaman efektif, dan sebagainya (Djaenuddin *et al.*, 1994; Sitorus, 2004).

Kelas kesesuaian lahan adalah: (a) **S1** sangat sesuai, yaitu lahan tanpa pembatas atau hanya empat pembatas ringan, dan/atau tidak lebih dari tiga pembatas ringan; (b) **S2** cukup sesuai, lahan dengan lebih dari empat pembatas, dan/atau tidak lebih dari 3 pembatas sedang; (c) **S3** sesuai marginal, yaitu lahan yang terdiri dari 3 pembatas sedang dan/atau lebih pembatas berat; dan **N** yaitu tidak sesuai lahan dengan banyak pembatas berat (Sys *et al.*, 1991). Kualitas dan karakteristik lahan yang digunakan menurut kriteria evaluasi lahan tingkat semi detail terdiri dari: perbedaan temperatur, ketersediaan air, media perakaran, retensi hara, ketersediaan hara, bahaya banjir, salinitas, toksisitas, potensi mekanisasi, dan bahaya erosi (Djaenuddin, *et al.*, 1994).

Identifikasi penutupan dan penggunaan lahan menggunakan *remote sensing* berdasarkan data citra satelit (Lilesand dan Kiefer, 1990; Nilson dan Kuusk, 1988; Prasetyo *et al.*, 2003; Puntodewo *et al.*, 2003; Rusdi, 2005). Informasi penutup lahan dalam format Sistem Informasi Geografis (SIG) telah banyak digunakan dan dikembangkan berdasarkan data *remote sensing* yang dipadukan dengan investigasi lapang (Aronoff, 1989; Burrough, 1986; Setiawan *et al.*, 2003). Sistem informasi geografis (SIG) sebagai suatu sistem berbasis komputer yang mempunyai kemampuan untuk menangani data, manajemen data, memanipulasi dan analisis data output. SIG berfungsi untuk meningkatkan kemampuan dalam pengambilan keputusan (Barus dan Wiradisastra, 1997; Puntodewo *et al.*, 2003).

Menurut Arifin (2004), model optimasi pola penggunaan lahan untuk pertanian tanaman pangan dapat dilakukan dengan program linier. Proses pengambilan keputusan untuk pemanfaatan dan pengembangan wilayah dapat menggunakan Analisis Hirarki Proses (Suhaidi, 2005).

Model optimisasi sumberdaya lahan untuk pertanian dan perkebunan sebagai sumber bahan pangan merupakan fungsi dari parameter fisik lahan, yaitu penggunaan lahan/tataguna lahan, kesesuaian lahan, kebutuhan pangan, parameter sosial (modal dan tenaga kerja). Berdasarkan parameter fisik lahan tersebut dapat disusun kriteria lahan teknis, terutama untuk komoditi tanaman pangan. *Linier Programming* dapat digunakan untuk optimasi penggunaan lahan dengan fungsi tujuan memaksimalkan nilai lahan (*land rent*) dan beberapa parameter syarat kendala, yaitu: luas lahan baku, tenaga kerja, modal dan kebutuhan pangan.

Optimisasi sumberdaya lahan untuk komoditas pangan untuk sektor pertanian dan perkebunan terdiri dari produksi

bahan makanan yang berasal dari kelompok padi-padian, umbi-umbian, minyak, biji berminyak, gula, sayuran dan buah-buahan. Hasil optimasi ini dapat memberikan gambaran kemampuan suatu wilayah untuk memenuhi kebutuhan pangannya terutama dari sektor pertanian dan perkebunan dengan mengoptimalkan semua potensi sumberdaya yang tersedia diwilayah tersebut serta perlunya dukungan kebijakan pemerintah setempat. Berhasilnya pengelolaan sumberdaya hayati di sektor pertanian dan perkebunan dengan terpenuhinya kebutuhan pangan akan mendorong wilayah tersebut menjadi wilayah mandiri pangan.

#### **Pengelolaan sumberdaya peternakan**

Faktor yang mempengaruhi penetapan lokasi suatu peternakan menurut Djyodipuro (1992) antara lain (1) faktor *endowment*; (2) pasar dan harga; (3) bahan baku dan energi; (4) aglomerasi, keterkaitan antar peternakan dan penghematan ekstern; (5) kebijakan pemerintah dan (6) biaya angkutan. Faktor *endowment* adalah tersedianya faktor produksi secara kualitatif maupun kuantitatif di suatu wilayah yang meliputi lokasi, tenaga kerja dan modal.

Model optimisasi sumberdaya peternakan sebagai sumber bahan pangan merupakan fungsi parameter ketersediaan bibit, pakan, lokasi, tenaga kerja dan modal. *Linier Programming* dapat digunakan untuk mengoptimasi produksi peternakan sesuai fungsi tujuan: (1) memaksimalkan pendapatan peternak, (2) memenuhi kebutuhan konsumsi domestik, (3) memenuhi permintaan ekspor, (4) meningkatkan penyerapan tenaga kerja. Sedangkan kendala fungsional terdiri dari: (1) ketersediaan modal peternak, (2) ketersediaan bibit, dan (3) ketersediaan pakan.

### **Pengelolaan sumberdaya perikanan**

Secara biologis, sumberdaya perikanan memiliki kemampuan bertambah banyak maupun berkurang. Besarnya perubahan persediaan sumberdaya perikanan dapat dilakukan dengan pendugaan persediaan (*stock assessment*). Metode yang menghasilkan pendugaan yang baik dan efisien adalah dengan menganalisis hubungan antara upaya tangkap (*fishing effort*) dengan hasil tangkapan per upaya (*Catch Per Unit Effort = CPUE*). Dari analisis tersebut dapat diperoleh nilai sediaan (*stock*) dan potensi tangkapan lestari (*Maximum Sustainable Yield = MSY*) yaitu jumlah berat tangkapan maksimum yang tidak membahayakan kelestarian sumberdaya perikanan (Fauzi dan Anna, 2005).

Pemenuhan kebutuhan ikan sebagai sumber pangan hewani dengan memperhatikan produksi yang lestari dapat dioptimalkan dengan menggunakan *Linier Programming*. Khusus pengelolaan sumberdaya perikanan tangkap melalui pendekatan program linier dengan tujuan: (1) memaksimalkan pendapatan nelayan, (2) memenuhi kebutuhan konsumsi domestik, (3) memenuhi permintaan ekspor, (4) meningkatkan penyerapan tenaga kerja, (5) meminimumkan deviasi pemanfaatan maksimum sumberdaya perikanan yang tidak melebihi nilai *Maximum Sustainable Yield* untuk setiap kelompok ikan (pelagis kecil, pelagis besar, demersal, dan ikan karang). Sedangkan kendala fungsional terdiri dari : (1) ketersediaan modal nelayan, (2) ketersediaan bahan bakar (bensin, solar, minyak tanah dan pelumas), (3) ketersediaan es balok, (4) ketersediaan umpan, dan (6) ketersediaan garam.

### **Zonasi Komoditas Pangan**

Hasil optimasi sumberdaya hayati yang terdiri dari sumberdaya dari sektor pertanian, perkebunan, peternakan dan perikanan akan digunakan untuk bahan

pertimbangan dalam perencanaan ketersediaan dan kebutuhan pangan. Selanjutnya hasil optimasi tersebut dipetakan dalam bentuk zonasi potensi pengembangan sumberdaya hayati berdasarkan komoditi tertentu. Zonasi sumberdaya hayati setiap wilayah di dalam satu kawasan dan tingkat spesialisasinya dilakukan dengan beberapa metode analisis yang relevan digunakan antara lain adalah analisis *Localization Index (LI)* dan *Specialization Index (SI)*. Metode analisis *Localization Index* digunakan untuk menentukan wilayah yang potensial bagi pengembangan suatu komoditas baik pertanian, peternakan maupun perikanan. Sedangkan metode *Specialization Index (SI)* digunakan untuk melihat tingkat spesialisasi kegiatan produksi suatu komoditas pada tiap wilayah. Guna menentukan basis tidaknya produksi komoditas disuatu wilayah digunakan analisis *Location Quotient (LQ)* (Saptati, 2004). Sedangkan untuk membuat zonasi pengembangan komoditas tertentu di suatu wilayah dapat digunakan analisis klaster (*Cluster Analysis*). Hasil semua analisis di atas menjadi bahan dasar untuk pengembangan sistem informasi geografis (SIG) wilayah berbasis komoditi dalam memenuhi kebutuhan pangan dan gizi secara mandiri.

### **PENUTUP**

Perencanaan ketersediaan dan kebutuhan pangan dan gizi di suatu wilayah merupakan faktor penting untuk menjaga ketahanan pangan di wilayah tersebut. Pangan harus cukup tersedia pada lokasi dan waktu yang tepat. Perhitungan ketersediaan pangan dapat dilakukan dengan pendekatan Pola Pangan Harapan (PPH). Kebutuhan pangan untuk konsumsi dihitung berdasarkan data penduduk yang terdiri dari jenis kelamin dan kelompok umur

yang disesuaikan dengan Angka Kecukupan Gizi (AKG).

Sebagian besar pangan diproduksi dari hasil pertanian, perkebunan, peternakan dan perikanan. Proses produksi pangan tersebut membutuhkan sarana dan prasarana produksi yang merupakan faktor penentu keberhasilan penyediaan pangan di suatu wilayah. Pengelolaan proses produksi pangan harus dilakukan untuk mendapatkan hasil produksi yang mencukupi kebutuhan seiring dengan pertumbuhan penduduk. Ketersediaan lahan dan sumberdaya hayati yang terbatas, sehingga diperlukan pengelolaan sumberdaya hayati dengan memperhatikan konservasi sumberdaya hayati agar produktivitas tetap lestari.

Pemenuhan kebutuhan dan ketersediaan pangan dapat dilakukan dengan mengembangkan proses produksi pangan dari sumberdaya hayati dengan mempertimbangkan faktor-faktor pembatas proses produksi. Untuk mencapai produksi pangan yang optimal diperlukan optimisasi, salah satunya menggunakan *Linier Programming*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2004. Pedoman Umum Penyusunan Program Pengembangan Konsumsi Pangan ()
- Arifin, S., 2004. Model Optimasi Pola Penggunaan Lahan untuk Pengembangan Pertanian Tanaman Pangan. [Disertasi]. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Djoyodipuro, M. 1992. Teori Lokasi. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia. Jakarta.
- Fauzi, A. dan S. Anna. 2005. Pemodelan Sumberdaya Perikanan dan Kelautan. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Hardinsyah, S. Madanijah, Y.F. Baliwati. 2002. Analisis Neraca Bahan Makanan dan Pola Pangan Harapan untuk Perencanaan Ketersediaan Pangan. Modul Ketahanan Pangan 02. Pusat Kebijakan Pangan dan Gizi IPB dan Pusat Pengembangan Ketersediaan Pangan, Departemen Pertanian. Jakarta.
- Kosasi, S. 2002. Sistem Penunjang Keputusan. Konsep dan Kerangka Pemodelan Sistem Penunjang Keputusan Berbasis Teknologi Informasi. Proyek Peningkatan Penelitian Pendidikan Tinggi. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.
- Kasryno, F. 2004. Kebijakan Pembangunan Pertanian Dalam Era Globalisasi dan Otonomi: Ketahanan Pangan dan Penanggulangan Kemiskinan: Dalam Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi VIII, LIPI, Jakarta. Hal. 265-298.
- Kaufman, L. and Rousseeuw. 1990. Finding Groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis. John Willey & Sons, Inc., New York.
- Lillesand, T.M. dan R.W. Kiefer. 1990. Remote Sensing and Image Interpretation. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Martianto, D. dan Soekirman. 2006. Overview Masalah Pangan dan Gizi di Indonesia dan Upaya Penanggulangannya. Prosiding Lokakarya Nasional II Penganekaragaman Pangan. Editor: P. Haryadi, D. Martianto, B. Arifin, B. Wijaya, F.G. Winarno. Forum Kerja Penganekaragaman Pangan. hal. 1-23.
- Prasetyo, L.B., Tsuyuki S., and Baba A. 2003. Application of Landsat/TM and Multitemporal JERS-1 SAR Images for Paddy Field Area Identification: A case study at Cidanau Watershed, Banten, Indonesia. Proceedings of the 2<sup>nd</sup> Seminar. Toward Harmonization between Development and Environmental Conservation in Biological Production. JSPS-DGHE



- Core University Program in Applied Biosciences. Tokyo, Japan.
- Puntodewo, A., S. Dewi dan J. Tarigan. 2003. Sistem Informasi Geografis Untuk Pengelolaan Sumberdaya Alam. Center for International Forestry Research. Bogor.
- Rusdi, M. 2005. Perbandingan Klasifikasi *Maximum Likelihood* dan *Object Oriented* pada Pemetaan Penutupan/Penggunaan Lahan (Studi Kasus Kabupaten Gayo Lues NAD, HTI PT. Wirakarya Sakti Jambi dan Taman Nasional Lore Lindu Sulawesi Tengah [Thesis]. Sekolah Pascasarjana IPB Bogor.
- Rustiadi, E., S. Saifullah dan D. R. Panuju. 2003. Perencanaan Pengembangan Wilayah: Konsep dan Teori. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Saaty, T.L. 1993. Pengambilan Keputusan – Bagi Para Pemimpin (Terjemahan: Liana Setiono). Cetakan kedua. PT. Pustaka Binaman Pressindo. Jakarta.
- Saptati, R. A. 2004. Kajian Ekonomi Wilayah dan Kelembagaan Usaha Peternakan Broiler di Kabupaten Bogor. [Thesis]. Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor.
- Setiawan, B. I., D. Martianto, dan E. Sunarti. 2005. Komputer Program untuk Optimisasi Kebutuhan Pangan Berdasarkan Pada Angka Kecukupan Gizi. Makalah: Simposium Ketahanan dan Keamanan Pangan pada Era Otonomi dan Globalisasi di FAPERTA. ISSAAS-Indonesian Chapter. Bogor, 22 Nov 2005.
- Setiawan, B.I., S. Suprayogi and E. Suhartanto. 2003. Drafting A Master Plan for Soil and Water Conservation in Cidanau Watershed. Proceedings of the 2<sup>nd</sup> Seminar. Toward Harmonization between Development and Environmental Conservation in Biological Production. JSPS-DGHE Core University Program in Applied Biosciences. Tokyo, Japan.
- Sitorus, S.R.P. 2004. Pengembangan Sumberdaya Lahan Berkelanjutan. Edisi Ketiga. Laboratorium Perencanaan Pengembangan Sumber Daya Lahan. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Soeriatmadja, R.E. 2000. Pembangunan Berkelanjutan yang Berwawasan Lingkungan. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.
- Suryana, A. 2004. Ketahanan Pangan di Indonesia. Dalam : Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi VIII, LIPI, Jakarta, 2004. hal. 39-53
- Suryana, A. 2003. Strategi Percepatan Pencapaian Ketahanan Pangan Mandiri. Makalah Utama pada Seminar Nasional Inovasi Teknologi Sumberdaya Tanah dan iklim, 14-16 Oktober 2003, Bogor.
- Suhaidi. 2005. Evaluasi Pemanfaatan Ruang Berdasarkan Persepsi Stakeholders dan Kondisi Fisik Lingkungan Wilayah Kabupaten Gayo Lues Propinsi NAD. [Thesis]. Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor.
- Sys, C., E. Van Ranst dan J. Deba Veye. 1991. Land Evaluation Part II Methode in Land Evaluation. Agricultural Publication No. 7. Brussel.
- Turban, E., Aronson, J.E., Liang, T.P. 2005. Decision Support Systems and Intelligent Sytem. 7<sup>th</sup> Ed. Pearson Education International. New Jersey.