ANALISIS SISTEM DINAMIK UNTUK KEBIJAKAN PENYEDIAAN UBI KAYU: (Studi Kasus Di Kabupaten Bogor)

Agus Supriatna Somantri[1] dan Machfud[2]

[1]Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian
[2]Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

ABSTRAK

Model ketersediaan ubi kayu terdiri dari tiga sub model yaitu sub model persediaan, sub model kebutuhan konsumsi, dan sub model kebutuhan industri. Ada lima skenario menurut tujuan model, yaitu (1) skenario tanpa kebijakan (usaha pemeliharaan); (2) skenario dengan pemberdayaan sumberdaya lahan; (3) skenario dengan kebijakan peningkatan produktivitas; (4) skenario kebijakan pemberdayaan lahan dan peningkatan produktivitas; (5) skenario dengan kebijakan peningkatan konsumsi dan peningkatan kebutuhan industri. Hasil analisis menunjukkan bahwa jika terjadi penurunan luas areal tanaman ubi kayu sebesar 2% setiap tahunnya, maka persediaan singkong di Kabupaten Bogor diperkirakan hanya sampai tahun 2008 jika tidak ada usaha pemeliharaan (skenario 1). Usaha pemberdayaan sumberdaya lahan (ekstensifikasi) sebesar 1% per tahun dengan menanam ubi kayu maka akan mampu memenuhi kebutuhan singkong untuk 10 tahun mendatang (skenario 2). Sedangkan melalui upaya peningakatan produktivitas (intensifikasi) sebesar 19 ton/ha hanya mampu memenuhi kebutuhan ubi kayu sampai 2011 (skenario 3). Perluasan areal pertanaman seluas 0,5% setiap tahunnya dan peningkatan produktivitas 19 ton/ha (skenario 4) akan mampu memenuhi kebutuhan singkong sampai 10 tahun berikutnya. Jika terjadi perubahan tingkat konsumsi ubi kayu sebesar 0,009 ton/kapita/tahun dan perubahan kebutuhan industri sebesar 2,5 ton/unit/hari, maka produksi singkong tidak akan bisa memenuhi kebutuhan selama lebih dari 10 tahun (skenario 5). Untuk mengatasinya dengan perluasan areal 1% per tahun dan peningkatan produktivitas 19 ton/ha. Usaha akan mampu memenuhi kebutuhan ubi kayu untuk 10 tahun ke depan.

Kata kunci : sistem dinamik, simulasi ketersediaan ubi kayu, ubi kayu

ABSTRACT. Agus Supriatna Somantri dan Machfud. 2006. Dynamic System Analysis for Policy of Supply of Cassava: Case Study In Bogor Regency. The availability of Cassava's model consists of 3 sub models such as supply, consumption, and industrial needs. There are five scenarios according to model purposes, which are (1) scenario without policy (preservation effort); (2) scenario with land-resource efficiency policy; (3) scenario with productivity improvement policy; (4) scenario with land-resource efficiency and productivity improvement policy; (5) scenario with consumption and industrial needs improvement impact. Analysis result indicates that if there is a descent of plant area 2% annually, cassava's supply in Bogor regency estimated will be run out in 2008 if there is no preservation effort (scenario 1). Preservation effort by expanding 1% of planting area annually would be able to fulfill cassava's need for the next 10 years (scenario 2). While preservation effort through productivity improvement of 19 ton/ha would only able to fulfill cassava's need until 2011 (scenario 3). Preservation by planting area expansion of 0,5% annually and productivity improvement of 19 ton/ha (scenario 4) would be able to fulfill cassava's need until the next 10 years. Assumed that the change of consumption level is 0,009 ton/capita/year followed by the change of industrial needs especially tapioca industry of 2,5 ton/unit/day then cassava's production would not be able to fulfill the need of cassava for more than 10 years (scenario 5). To overcome the problem on scenario 5, land expansion of 1% annual and productivity improvement rate of 19 ton/ha should be conducted. The effort would be able to fulfill cassava's need for the next 10 years.

Keywords: dynamic system, simulation of cassava supply, cassava

PENDAHULUAN

Ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz) merupakan salah satu komoditas tanaman pangan yang memiliki potensi cukup besar untuk dikembangkan sebagai bahan baku industri seperti industri pangan, pakan, kertas, kayu lapis dan sebagainya. Komoditas ini memberikan kontribusi dalam penerimaan PDRB (*Product Domestic Regional Bruto*) Kabupaten Bogor pada tahun 2003 sebesar 9,9% dari sub sektor tanaman bahan makanan (840,15 milyar rupiah) atau 5,68% terhadap total PDRB (BPS Kabupaten Bogor, 2004).

Kabupaten Bogor dengan luas wilayah 2.388,93 km² merupakan salah satu kabupaten sentra produksi ubi kayu di Indonesia. Total produksi ubi kayu Kabupaten Bogor periode 1995-2003 adalah sekitar 7-12% dari total produksi ubi kayu Jawa Barat atau sekitar 1% dari total produksi ubi kayu nasional (BPS, 2003, diolah). Jumlah produksi ubi kayu Kabupaten Bogor sebagian besar digunakan untuk memenuhi kebutuhan industri pengolahan ubi kayu seperti industri tepung tapioka (aci), keripik, tape (peuyeum), dan lain-lain.

Dinamika produksi ubi kayu di atas selain dapat dipengaruhi oleh faktor alam (iklim), waktu panen, harga di tingkat petani, tingkat permintaan masyarakat terhadap ubi kayu, dan juga dipengaruhi oleh kebijakan-kebijakan yang diterapkan oleh Pemda Kabupaten Bogor. Pada dasarnya kebijakan-kebijakan yang diterapkan bersifat operasional dan bertujuan untuk meningkatkan produktivitas yang bermuara pada kesejahteraan masyarakat.

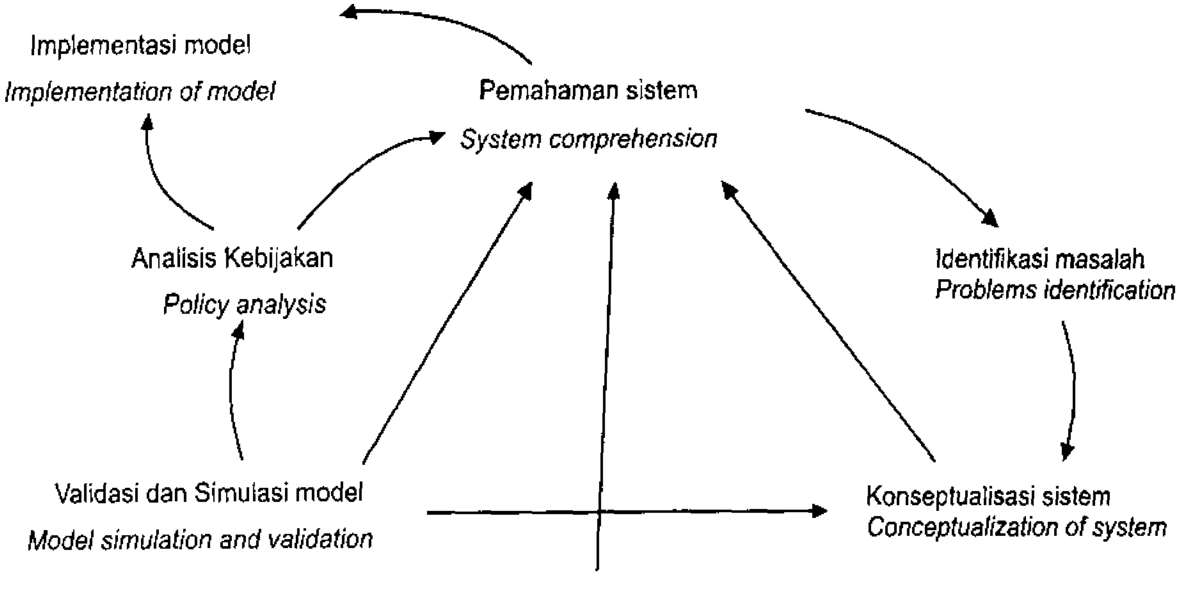
Permasalahan ketersediaan ubi kayu secara regional merupakan suatu permasalahan sistem yang cukup kompleks dengan melibatkan berbagai komponen dan variabel yang saling berinteraksi dan terintegrasi. Secara disengaja atau tidak, sistem pengembangan ubi kayu tersebut akan berusaha mencapai tujuan tertentu, seperti pemenuhan bahan baku bagi industri, pemenuhan kebutuhan/penyediaan pangan, keperluan ekspor, dan lain-lain. Deshaliman (2003), menyatakan bahwa tantangan yang dihadapi dalam pengembangan umbi-umbian adalah produk-produknya yang hingga saat ini cenderung konvensional, dengan kemampuan dan nilai gizi yang kurang menarik. Hal ini menyebabkan relatif rendahnya ketertarikan masyarakat untuk memanfaatkannya sebagai sumber karbohidrat substitusi terhadap beras. Untuk meningkatkan nilai tambah dari produk umbi-umbian ini agar bisa sejajar dengan pangan lain, perlu adanya sentuhan teknologi, sehingga menarik untuk disajikan, serta enak, dan ekonomis untuk dikonsumsi

Tujuan penelitian ini adalah (1) Menganalisis ketersediaan ubi kayu sebagai bahan baku industri maupun konsumsi di Kabupaten Bogor pada masa mendatang; (2) Membuat simulasi terhadap kemungkinan beberapa skenario perencanaan penyediaan ubi kayu; (3) Memberikan alternatif kebijakan dalam rangka perencanaan agrobisnis dan pengembangan agroindustri ubi kayu khususnya di Kabupaten Bogor. Manfaat dari penelitian ini adalah dapat memberikan arah perencanaan sebagai alternatif kebijakan bagi para pengambil keputusan dalam upaya pendayagunaan ubi kayu secara maksimal bagi masyarakat Bogor, baik dalam penyediaan ubi kayu sebagai bahan baku industri maupun kebutuhan konsumsi.

METODOLOGI

A. Pendekatan Sistem Dinamik

Sistem dinamik adalah metodologi untuk memahami suatu masalah yang kompleks. Metodologi ini dititikberatkan pada pengambilan kebijakan dan bagaimana kebijakan tersebut menentukan tingkah



Gambar 1. Tahapan pendekatan sistem dinamik (Widayani, 1999)
Figure 1. Step of dynamic system approach (Widayani, 1999)

laku masalah-masalah yang dapat dimodelkan oleh sistem secara dinamik (Richardson dan Pugh, 1986). Permasalahan dalam sistem dinamik dilihat tidak disebabkan oleh pengaruh dari luar namun dianggap disebabkan oleh struktur internal sistem. Tujuan metodologi sistem dinamik berdasarkan filosofi kausal (sebab akibat) adalah mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang tata cara kerja suatu sistem (Asyiawati, 2002; Muhammadi *et al*, 2001). Tahapan dalam pendekatan sistem dinamik adalah :

a. Identifikasi dan definisi masalah
b. Konseptualisasi sistem
c. Formulasi model
d. Simulasi model
e. Verifikasi dan validasi model
f. Analisis kebijakan
g. Implementasi kebijakan

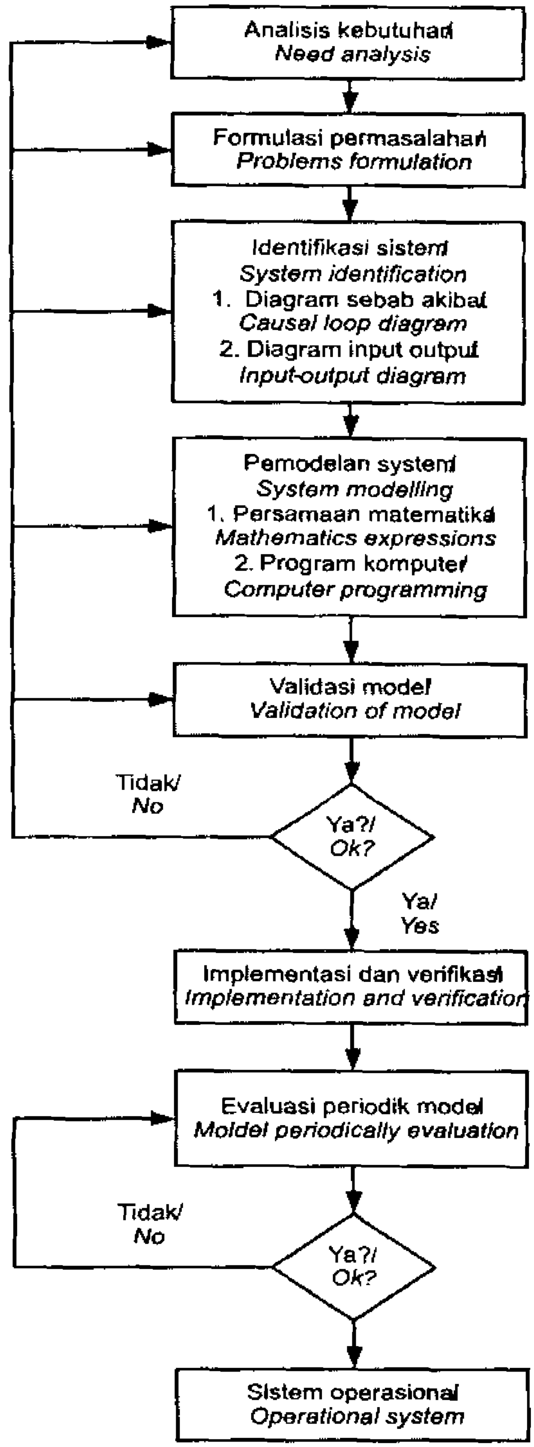
Tahapan dalam pendekatan sistem dinamik ini diawali dan diakhiri dengan pemahaman sistem dan permasalahannya sehingga membentuk suatu lingkaran tertutup. Proses dari pendekatan sistem dinamik dapat dilihat pada Gambar 1.

B. Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Bogor pada bulan Maret – September 2005 dengan mengambil studi kasus di kabupaten Bogor. Pengambilan data dilakukan melalui data primer dan data sekunder. Data sekunder diperoleh melalui Biro Pusat Statistik Pusat (Jakarta) dan Daerah (Kabupaten Bogor), Dinas Pertanian Kabupaten Bogor, Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Bogor, Dinas Kependudukan Kabupaten Bogor, Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah Kabupaten Bogor, Balai Besar Industri Agro dan studi literatur usaha tani ubi kayu dan agroindustri ubi kayu.

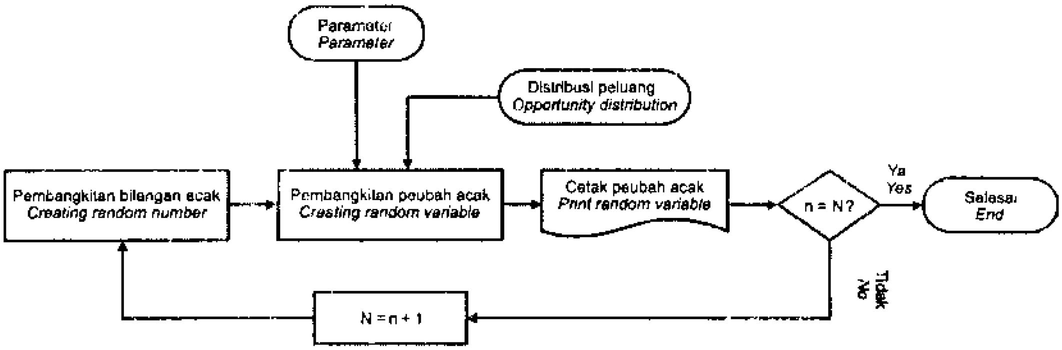
Pengamatan lapangan dilakukan untuk melengkapi data dan informasi dengan cara survei menggunakan kuesioner dan wawancara terhadap *stakeholder* dan responden. *Stakeholder* adalah praktisi bidang produksi, perlindungan tanaman, dan bina usaha di Dinas Pertanian, sedang responden adalah pengrajin tapioka (aci) di daerah yang terpilih sebagai sampel penelitian yaitu Kecamatan Sukaraja, Babakan Madang, dan Citeureup.

Penelitian ini dimulai dengan identifikasi masalah yang meliputi analisis kebutuhan dan formulasi permasalahan. Tahapan penelitian selanjutnya adalah perancangan diagram lingkar sebab-akibat, perancangan model menggunakan pendekatan sistem dinamik dan dilanjutkan dengan simulasi model. Validasi model dilakukan untuk membandingkan perilaku sistem dinamik dengan sistem nyata. Selanjutnya dilakukan implementasi model. Pengembangan model dilakukan menggunakan *software powersim 2.5* dengan



Gambar 2. Tahapan penelitian dengan pendekatan sistem (Manetsch dan Park, 1976 *di dalam* Shintasari, 1988)

Figure 2. Step of research with system approach (Manetsch and Park, 1976 in Shintasari, 1988)



Gambar 3. Diagram simulasi Monte Carlo (Eriyatno, 1998)
Figure 3. Flow chart of Monte Carlo simulation (Eriyatno, 1998)

mengacu pada tujuan, sasaran, dan skenario yang dibuat. Secara lengkap tahapan penelitian seperti pada Gambar 2.

C. Model Dinamik Ketersediaan Ubikayu

Pemodelan merupakan alat bantu dalam pengambilan keputusan. Model didefinisikan sebagai suatu penggambaran dari suatu sistem yang telah dibatasi. Sistem yang dibatasi ini merupakan sistem yang meliputi semua konsep dan variabel yang saling berhubungan dengan permasalahan dinamik yang ditentukan (Rhichardson dan Pugh, 1986). Permasalahan dalam sistem dinamik dilihat tidak disebabkan oleh pengaruh dari luar namun dianggap disebabkan oleh struktur internal sistem. Tujuan metodologi sistem dinamik berdasarkan filosofi kausal (sebab akibat) adalah mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang tata cara kerja suatu sistem (Asyiawati, 2002).

Aspek yang dikaji dalam dinamika sistem ketersediaan ubi kayu meliputi sub sistem penyediaan dan sub sistem kebutuhan. Sub sistem penyediaan ubi kayu dianalisis berdasarkan pada jumlah produksi komoditas ubi kayu di wilayah Kabupaten Bogor. Perkiraan produktivitas ubi kayu di masa mendatang dilakukan dengan teknik simulasi Monte Carlo seperti pada Gambar 3. Simulasi Monte Carlo merupakan simulasi probabilistik yang menggunakan distribusi peluang dengan penarikan contoh secara acak. Teknik simulasi dengan penarikan contoh secara acak ini mempunyai kelebihan yaitu dapat mengatur jumlah simulasi yang akan diulang sehingga diperoleh peubah acak dengan deviasi kecil (Watson dan Blackstone, 1989).

Sub sistem kebutuhan terdiri atas sub sistem kebutuhan konsumsi dan industri. Subsistem kebutuhan konsumsi dianalisis berdasarkan dinamika populasi penduduk dan tingkat konsumsi ubi kayu per kapita penduduk. Sedangkan sub sistem kebutuhan industri dianalisis berdasarkan dinamika kebutuhan bahan baku ubi kayu bagi industri dan jumlah industri yang meliputi industri kecil dan *home industry* berbasis ubi kayu.

D. Validasi Dan Verifikasi Model

Validasi merupakan tahap terakhir dalam pengembangan model untuk memeriksa model dengan meninjau apakah keluaran model sesuai dengan sistem nyata, dengan melihat konsistensi internal, korespondensi, dan representasi (Simatupang, 2000). Menurut Daalen dan Thissen (2001) validasi dalam pemodelan sistem dinamik dapat dilakukan dengan beberapa cara meliputi uji struktur secara langsung (*direct structure tests*) tanpa me*running* model, uji struktur tingkah laku model (*structure-oriented behaviour test*) dengan me*running* model, dan pembandingan tingkah laku model dengan sistem nyata (*quantitative behaviour pattern comparison*).

Validasi pada pemodelan ini dilakukan dengan membandingkan tingkah laku model dengan sistem nyata (*quantitative behaviour pattern comparison*) yaitu dengan uji MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). MAPE atau nilai tengah kesalahan persentase absolut adalah salah satu ukuran relatif yang menyangkut kesalahan persentase. Uji ini dapat digunakan untuk mengetahui kesesuaian data hasil prakiraan dengan data aktual.

$$\text{MAPE} = \frac{1}{n}\sum\frac{|X_m - X_d|}{X_d}\times 100\%$$

Keterangan :
X_m = data hasil simulasi
X_d = data aktual
n = periode/banyaknya data

Verifikasi dari model yang dirancang-bangun akan sangat tepat dalam menggambarkan kondisi sesungguhnya bila nilai MAPE lebih kecil dari 5%. Untuk selang MAPE antara 5 sampai dengan 10%, model menunjukkan cukup tepat dalam menggambarkan kondisi sesungguhnya, sedangkan bila MAPE lebih besar dari 10%, maka model tidak tepat dalam menggambarkan kondisi sesungguhnya sehingga memerlukan perbaikan dalam struktur maupun ekspresi matematisnya (Lomauro dan Bakshi, 1985 *di dalam* Somantri, 2005).

E. Simulasi Dan Asumsi

Pada pemodelan ini rancangan model, simulasi dan analisis dilakukan dengan mengacu pada tujuan dan skenario pada setiap model. Berikut ini beberapa skenario pengembangan model yang akan digunakan dalam analisis antara lain :

1. *Model dasar (tanpa kebijakan) dengan beberapa variasinya.*

   Pada model ini akan menggambarkan kondisi luas areal tanam ubi kayu selama periode tahun 1998-2004 dimana terjadi kecenderungan menurun dari 14.796 Ha pada tahun 2004 menjadi 10.452 Ha pada tahun 1998 (Gambar 4).

   Berdasar kondisi tersebut kemudian diprediksi untuk melihat situasi di masa mendatang. Dalam model ini diasumsikan tidak terdapat kegiatan intensifikasi maupun perluasan areal tanam. Situasi ini menggambarkan ketidak aktifan pemerintah dalam mengatur penyediaan ubi kayu di Kabupaten Bogor. Dengan model ini dapat dianalisis situasi dan perilaku sistem penyediaan ubi kayu di Kabupaten Bogor tanpa adanya intervensi dari pemerintah sebagai akibat perilaku masyarakat terhadap pendayagunaan ubi kayu saat ini.

2. *Model dengan kebijakan pendayagunaan sumberdaya lahan (perluasan areal tanam)*

   Pada model ini akan dilihat pengaruh kebijakan pendayagunaan sumber daya lahan terhadap ketersediaan ubi kayu di masa mendatang. Skenario ini merupakan salah satu upaya untuk menyelesaikan permasalahan yang timbul pada skenario 1. Berdasar hasil simulasi dapat dilihat perubahan yang terjadi karena pengaruh perluasan areal tanam maupun karena adanya alih fungsi lahan.

3. *Model dengan kebijakan peningkatan produktivitas (upaya intensifikasi)*

   Model ini menggambarkan pengaruh ketersedia an ubi kayu terhadap upaya pemerintah dalam meningkatkan produktivitas ubi kayu melalui upaya intensifikasi. Upaya intensifikasi ini juga merupakan alternatif pemecahan masalah yang timbul pada skenario 1. Kebijakan intensifikasi ini dapat dilakukan apabila kebijakan perluasan areal tanam pada skenario 2 tidak dapat diterapkan.

4. *Model dengan kebijakan pendayagunaan sum ber daya lahan dan peningkatan produktivitas*

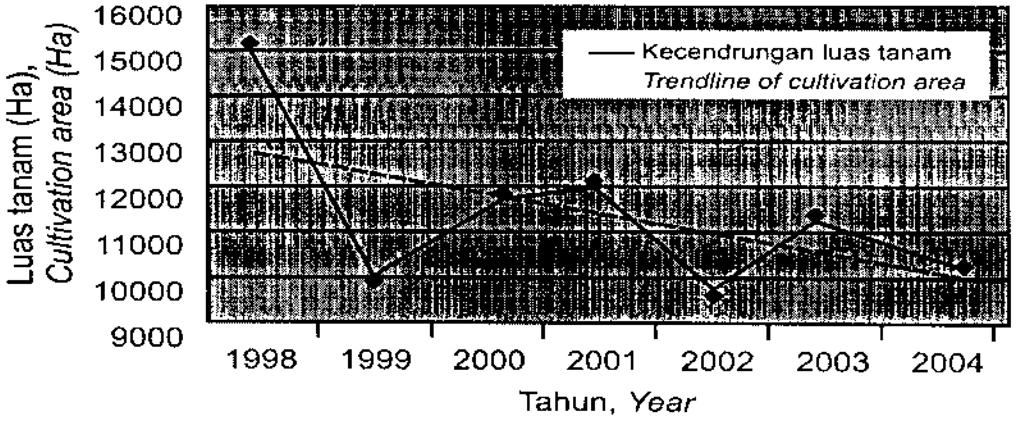
   Model ini merupakan gabungan antara skenario 2 dan skenario 3 dan akan mewakili gambaran perhatian pemerintah terhadap masalah ketersediaan ubi kayu yaitu melalui pendayagunaan sumber daya lahan dan upaya intensifikasi untuk meningkatkan produktivitas. Skenario 4 ini merupakan salah satu alternatif pemecahan masalah pada skenario 1.

5. *Model dengan pengaruh peningkatan kebutuhan konsumsi dan industri.*

   Model ini menggambarkan perubahan tingkat konsumsi ubi kayu dan perubahan kebutuhan rata-rata ubi kayu khususnya untuk industri aci. Melalui model ini dapat dilihat perubahan kebutuhan ubi kayu terhadap penyediaannya. Skenario 5 ini menggambarkan dinamika kebutuhan ubi kayu baik untuk keperluan konsumsi maupun bahan baku industri.

Simulasi model ketersediaan ubikayu pada skenario di atas menggunakan asumsi sebagai berikut :

- Pemodelan berlaku untuk kedua jenis ubi kayu yaitu manis dan pahit.
- Terjadi alih fungsi lahan atau pergeseran pemanfaatan lahan ubi kayu menjadi tanaman palawija lain atau untuk keperluan non pertanian sebesar 2% per tahun.



Gambar 4. Luas areal tanaman ubi kayu di kabupaten Bogor.
Figure 4. Area plantation of cassava in Bogor regency

- Permintaan ubi kayu adalah untuk kebutuhan industri (industri primer, *home industry*) dan kebutuhan konsumsi.
- Laju pertumbuhan tanaman ubi kayu dari masa tanam, tumbuh, menjadi tanaman, sampai dipanen adalah tetap. Umur panen ubi kayu diasumsikan 12 bulan karena kebutuhan ubi kayu di Kabupaten Bogor sebagian besar digunakan untuk industri aci. Menurut Rukmana (1997) ubi kayu memiliki kadar karbohidrat (pati) maksimal pada umur tanaman 9-12 bulan (varietas dalam).
- Laju pertumbuhan penduduk tetap selama periode tahun 1998 sampai dengan 2013.
- Konsumsi rata-rata ubi kayu penduduk Kabupaten Bogor baik dalam bentuk segar maupun olahan diasumsikan sama dengan konsumsi penduduk Jawa Barat berdasar Susenas (2003) yaitu sebesar 0,008 ton/kapita/tahun (Susenas, 2003 *di dalam* Mudanijah, 2004, diolah).
- Periode analisis simulasi dibatasi dimulai tahun 1998 sampai dengan tahun 2013.

HASIL DAN PEMBAHASAN

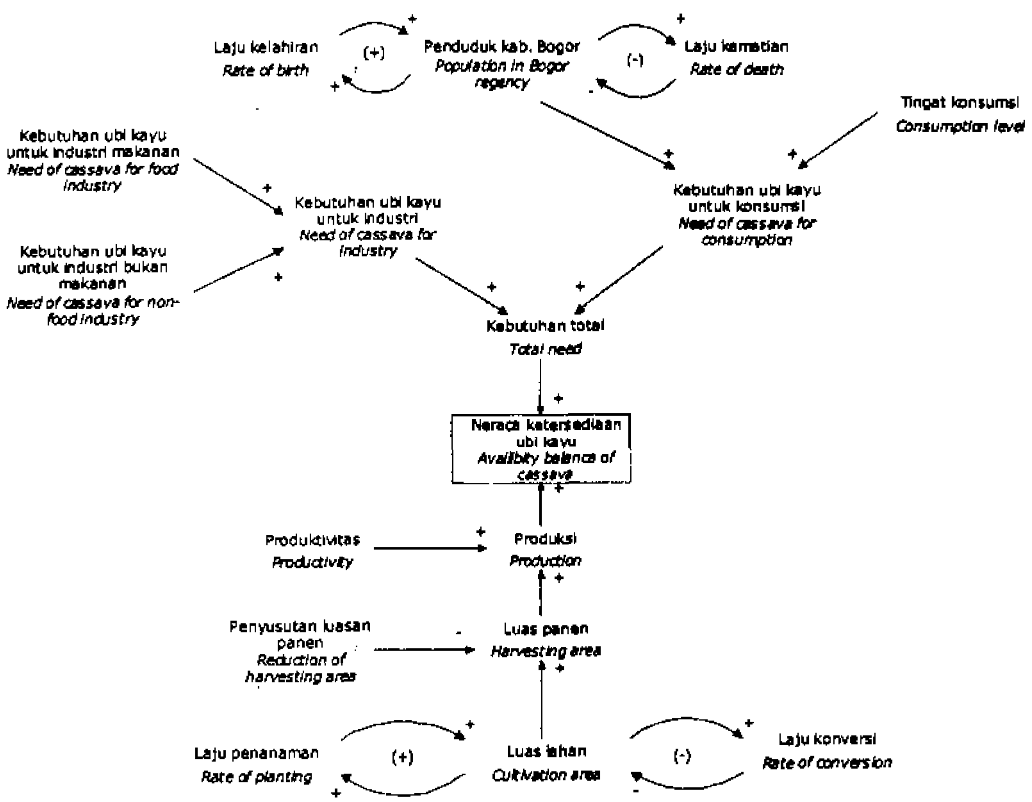
A. Analisis Kebutuhan

Komponen-komponen yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung dalam pemodelan dinamik ketersediaan ubi kayu adalah Dinas Pertanian, petani, pihak agroindustri (pengrajin aci, *home industry*), koperasi, dan konsumen.

a. Dinas Pertanian
   1. Membina kemitraan antara petani dengan pihak agroindustri.
   2. Mengontrol produktivitas ubi kayu di tingkat petani
   3. Menekan fluktuasi harga ubi kayu di tingkat petani

b. Petani
   1. Harga jual ubi kayu tinggi, sehingga merangsang untuk peningkatan produksi.
   2. Jalur pemasaran mudah.

c. Pengusaha bidang agroindustri
   1. Pasokan bahan baku terpenuhi baik kuanti-tas, kualitas, maupun waktunya.
   2. Kontinuitas produksi dan pasokan ke pasar.



Gambar 5. Diagram sebab akibat dinamika sistem ketersediaan ubi kayu
Figure 5. Causal loop diagram of Cassava availability system.

3. Keuntungan usaha yang optimal.
4. Kemudahan memperolah modal.
5. Jalur pemasaran mudah.

d. Koperasi
1. Kemudahan pengumpulan produk.
2. Tingkat kepercayaan petani terhadap koperasi meningkat
3. Jalur pemasaran mudah.

e. Konsumen
1. Kemudahan memperolah produk.
2. Harga produk stabil.
3. Jaminan kualitas produk tinggi dan stabil.

Dari susunan kebutuhan di atas akan sinergis apabila secara kondusif dan berkelanjutan produksi ubikayu dapat dipertahankan ketersediaannya. Sehubungan dengan hal tersebut diharapkan model yang dirancang-bangun ini dapat memberikan arah dalam menentukan paket kebijakan, baik yang bersifat teknis maupun strategis dan dapat mengakomodasi setiap kepentingan para pelaku di atas. Hal ini akan terpenuhi dengan menerapkan berbagai kemungkinan skenario kebijakan yang dapat memungkinkan ubikayu tetap terjaga ketersediaannya di kabupaten Bogor ini.

B. Formulasi Permasalahan

Masalah utama yang timbul dalam sistem ketersediaan ubi kayu adalah tidak tersedianya kuantitas bahan baku secara kontinyu dan terjadinya fluktuasi harga ubi kayu pada tingkat petani sehingga mempengaruhi minat petani untuk menanam ubi kayu. Kedua hal tersebut akhirnya dapat menimbulkan ketidakstabilan persediaan ubi kayu.

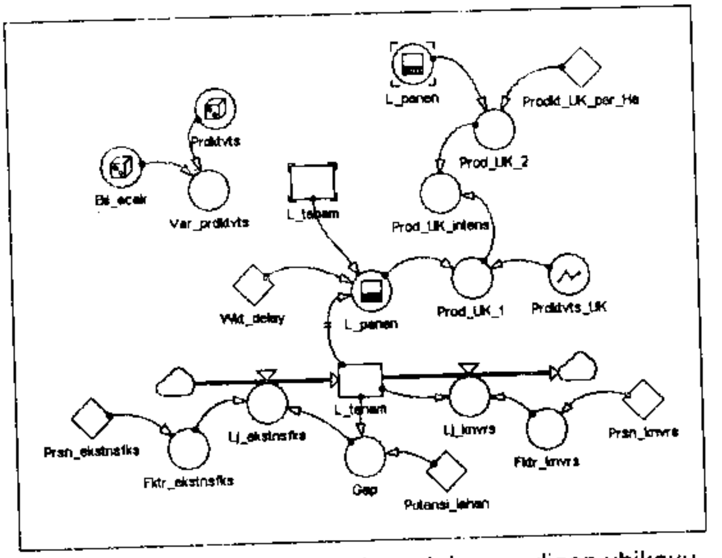
Faktor penting yang berpengaruh dalam pemodelan sistem dinamik ketersediaan ubi kayu adalah *delay* (waktu tunda). Hal ini terjadi karena ubi kayu merupakan salah satu komoditas tanaman pangan yang mempunyai umur panen cukup lama rata-rata 9-12 bulan dan mempunyai sifat barang mudah rusak tanpa penanganan khusus (penyimpanan dalam tanah dengan dilapisi parafin). Faktor penyebab lainnya adalah adanya rantai tata niaga dan kelancaran informasi pasar yang dapat mempengaruhi sistem. Semua faktor tersebut perlu dimasukkan dalam model dinamik sistem yang dibuat agar model dapat mewakili keadaan yang sebenarnya.

C. Model Ketersediaan Ubikayu Di Kabupaten Bogor

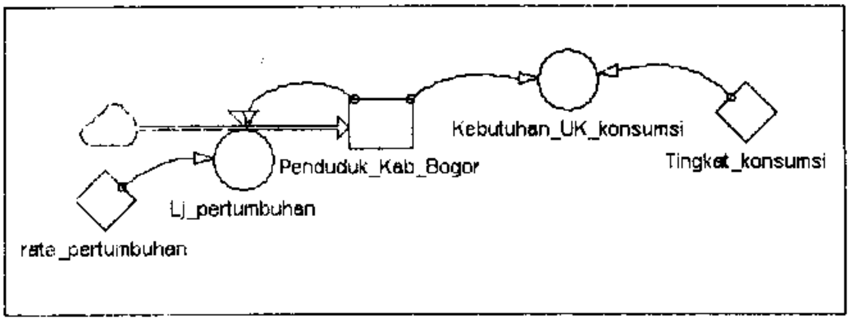
Berdasarkan analisis faktor-faktor yang terlibat, maka model ketersediaan ubikayu di kabupaten Bogor dapat disajikan dalam bentuk diagram seperti pada Gambar 5.

Struktur model dinamik yang dikembangkan merupakan gambaran dari interaksi antara elemen-elemen sebuah sistem. Untuk memudahkan proses perancangan model, maka dilakukan pembagian sistem secara keseluruhan menjadi beberapa sub sistem yaitu sub sistem penyediaan dan sub sistem kebutuhan untuk keperluan konsumsi dan industri.

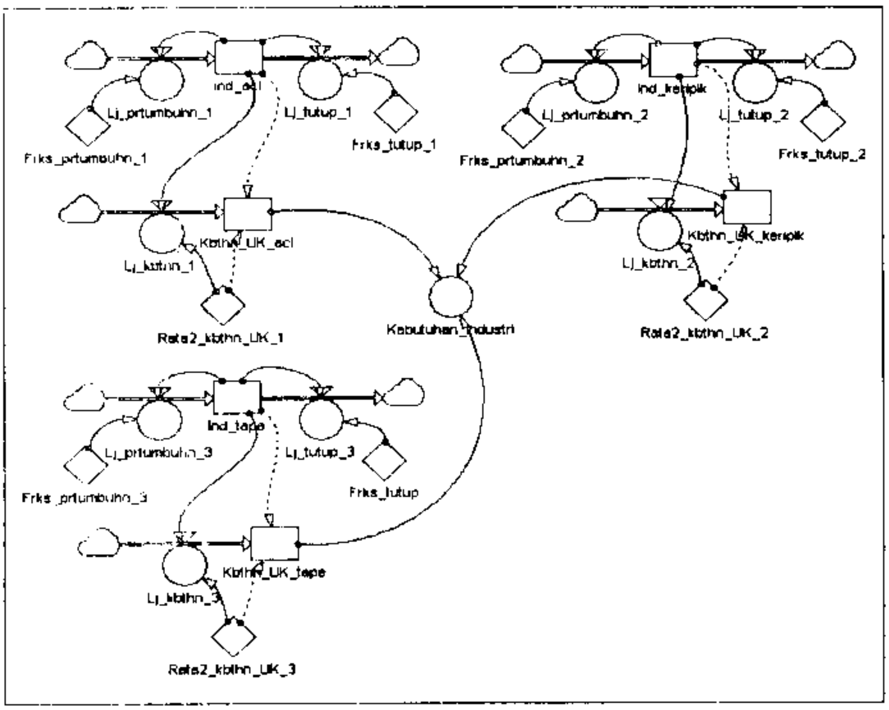
Setiap struktur dari masing-masing sub sistem menunjukkan kebergantungan sebab akibat dari perilaku masing-masing sub sistem penyediaan dan permintaan. Sub sistem penyediaan dipengaruhi oleh luas areal tanam, luas panen, produktivitas, produksi, dan siklus pertanaman ubi kayu. Sedangkan sub sistem permintaan dipengaruhi oleh perilaku konsumen (masyarakat dan pihak industri) dalam upaya memenuhi kebutuhan pangan dan bahan baku bagi industrinya. Penyelesaian diagram sebab akibat pada gambar di atas digunakan perangkat lunak Powersim 2.5 dengan diagram alir seperti pada Gambar 6, 7, dan 8.



Gambar 6. Diagram alir sub model penyediaan ubikayu
Figure 6. Flow chart of cassava supply sub-model



Gambar 7. Diagram alir sub model kebutuhan ubikayu untuk konsumsi
Figure 7. Flow chart of consumption need sub-model



Gambar 8. Diagram alir kebutuhan ubikayu untuk industri
Figure 8. Flow chart of industrial need sub-model.

D. Validasi Dan Verifikasi Model

Validasi pada pemodelan ini dilakukan dengan membandingkan keluaran model (hasil simulasi) dengan data aktual yang didapatkan dari sistem nyata (*quantitative behaviour pattern comparison*). Berdasarkan uji MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) terhadap data jumlah penduduk Kabupaten Bogor tahun 1998-2004 diperoleh nilai sebesar 0,4%. Ini berarti bahwa terdapat penyimpangan sebesar 0,4% antara hasil simulasi dengan data aktual. Berdasarkan kriteria ketepatan model nilai MAPE tersebut adalah lebih kecil dari 5% sehingga dapat disimpulkan model sangat tepat dan model dapat diterima. Perhitungan dengan uji MAPE terhadap data produktivitas ubi kayu tahun 1998-2004 diperoleh nilai sebesar 5,3%. Nilai tersebut lebih besar dari 5% dan kurang dari 10% sehingga dapat disimpulkan model tepat dan model dapat diterima.

Selanjutnya perhitungan dengan uji MAPE terhadap data produksi ubi kayu tahun 1998-2004 diperoleh nilai sebesar 8,2%. Nilai tersebut lebih besar dari 5% dan kurang dari 10% sehingga dapat disimpulkan model tepat dan model dapat diterima. Secara keseluruhan validasi terhadap model seperti tercantum pada Tabel 1, 2 dan 3.

E. Simulasi Model

1. *Model dasar (tanpa kebijakan) dengan beberapa variasinya*

Pada skenario ini dapat dilihat perubahan yang terjadi selama kurun waktu 15 tahun apabila seluruh komponen tidak mengalami perubahan, seperti tingkat konsumsi ubi kayu, kebutuhan ubi kayu untuk industri, dan alih fungsi lahan. Pada skenario ini rata-rata konsumsi ubi kayu baik dalam bentuk segar maupun dalam bentuk olahannya adalah 0,008 ton/kapita/tahun (Susenas, 2003 *dalam* Nurmalawati, 2001).

Tabel 1. Validasi model penduduk dengan uji MAPE
Table 1. Validation of people's model with MAPE test

Tahun *Year*	Simulasi (X_m) (jiwa) *Simulation (Xm) (Person)*	Aktual (X_d) (jiwa) *Actual (Xd) (Person)*	$\mid X_m - X_d \mid$	$\mid X_m - X_d \mid / X_d$
1998	2.917.524	2.917.524	0	0
1999	2.999.459	3.004.444	4.985	0,0016
2000	3.083.694	3.100.154	16.460	0,0053
2001	3.170.296	3.170.400	104	0,000032
2002	3.259.329	3.249.781	9.548	0,0029
2003	3.350.863	3.408.810	57.947	0,0170
2004	3.444.968	3.437.083	7.885	0,0023
			Total	0,0292
			MAPE	0,4%

Tabel 2. Validasi model produktivitas ubi kayu dengan uji MAPE
Table 2. Validation of cassava productivity's model with MAPE test

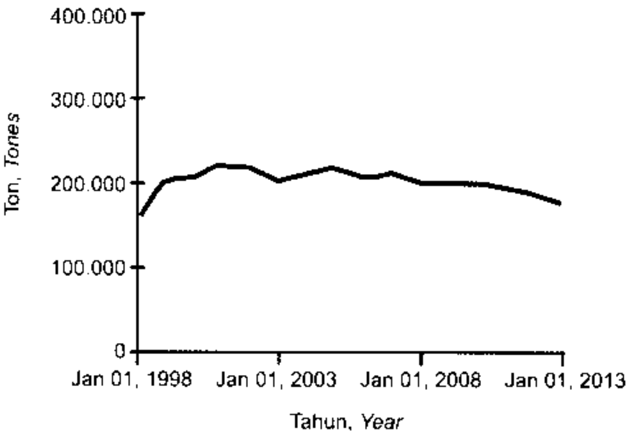
Tahun *Year*	Simulasi (X_m) Ku/ha *Simulation (Xm) Ku/ha*	Aktual (X_d) Ku/ha *Actual (Xd) Ku/ha*	$\mid X_m - X_d \mid$	$\mid X_m - X_d \mid / X_d$
1998	166	157	9	0,059
1999	174	163	11	0,067
2000	169	170	1	0,007
2001	177	181	4	0,020
2002	169	173	4	0,022
2003	159	189	30	0,161
2004	173	167	6	0,038
			Total	0,373
			MAPE	5,3%

Tabel 3. Validasi model produksi ubi kayu dengan uji MAPE
Table 3. Validation of cassava production model with MAPE test.

Tahun *Year*	Simulasi (Xm) (ton) *Simulation (Xm) (tones)*	Aktual (Xd) (ton) *Actual (Xd) (tones)*	$\mid X_m - X_d \mid$	$\mid X_m - X_d \mid / X_d$
1998	152.774	159.556	6.782	0,0425
1999	190.799	188.352	2.447	0,0130
2000	202.550	182.766	19.784	0,1082
2001	217.711	200.768	16.943	0,0844
2002	208.857	175.024	33.833	0,1933
2003	199.480	189.888	9.592	0,0505
2004	208.784	192.357	16.427	0,0854
			Total	0,5773
			MAPE	8,2%

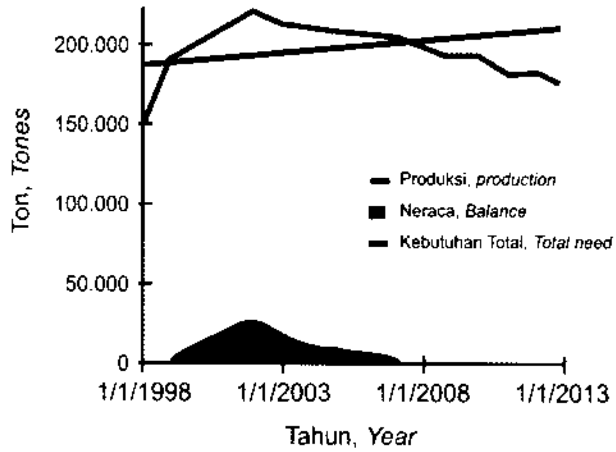
Kebutuhan ubi kayu untuk industri dilihat berdasar kebutuhan rata-rata industri hulu (primer) yaitu industri kecil seperti industri aci dan industri rumah tangga seperti industri keripik, dan industri tape. Jika diasumsikan terjadi pergeseran/alih fungsi lahan tanaman ubi kayu baik untuk keperluan tanaman palawija lain maupun keperluan non pertanian secara kontinyu sebesar 2% per tahun, maka pola kecenderungan dari skenario 1 ini dapat dilihat pada Gambar 9, 10 dan 11.

Berdasarkan hasil simulasi di atas terlihat bahwa produksi ubi kayu berfluktuasi setiap tahunnya dan memiliki kecenderungan menurun sebagai akibat adanya pergeseran areal pertanaman ubi kayu.



Gambar 9. Prakiraan produksi ubi kayu kabupaten Bogor tahun 1998-2013

Figure 9. Prediction of cassava production in Bogor regency in 1998 – 2013

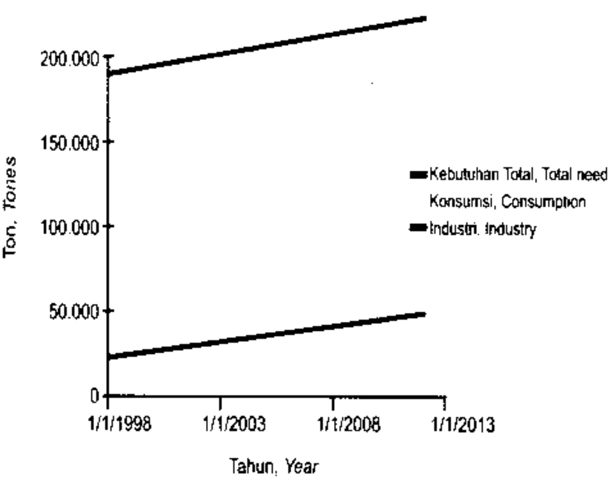


Gambar 10. Neraca ketersediaan ubikayu

Figure 10. Availability balance of Cassava

Sementara itu kebutuhan ubi kayu baik untuk keperluan konsumsi maupun industri mengalami pertumbuhan (*growth*). Produksi ubi kayu yang fluktuatif dapat menyebabkan tidak terpenuhinya kebutuhan ubi kayu sesuai jumlahnya. Pada Gambar 10 terlihat bahwa neraca ketersediaan ubi kayu mengalami surplus pada pertengahan tahun 1998 sampai akhir tahun 2007. Ini berarti bahwa penyediaan atau produksi ubi kayu hanya mampu memenuhi kebutuhan ubi kayu hingga akhir tahun 2007.

Pada tahun 2003 dan tahun 2008 terlihat bahwa kebutuhan dan penyediaan ubi kayu bertemu pada satu titik, artinya neraca ubi kayu nol atau produksi dapat memenuhi kebutuhan. Sedangkan pada tahun 2008 sampai dengan tahun 2013 terlihat bahwa grafik produksi ubi kayu berada di bawah grafik kebutuhan, artinya neraca ubi kayu defisit atau dapat dikatakan bahwa produksi sudah tidak dapat lagi memenuhi kebutuhan.



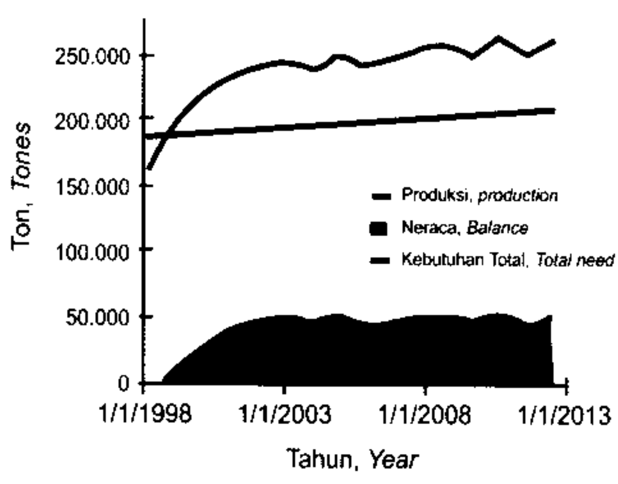
Gambar 11. Kebutuhan ubikayu untuk konsumsi dan industri

Figure 11. Cassava need for consumption and industry

2. *Model dengan kebijakan pendayagunaan sumberdaya lahan*

Untuk mengatasi permasalahan pada model pertama, maka dapat diambil kebijakan pendayagunaan sumber daya lahan untuk memperluas areal tanam sebesar 1% per tahun. Upaya perluasan areal tanam masih dapat dilakukan mengingat masih terdapat potensi lahan seluas 57.164 Ha. Dari potensi lahan tersebut, terdapat 40.579 Ha lahan yang memiliki kisaran pH kurang dari 4,0-8,5 dan sesuai bagi budidaya tanaman ubi kayu dengan penambahan kapur pada tanah (Dinas Pertanian Kabupaten Bogor, 2000 *di dalam* Nurmalawati, 2001).

Pada simulasi model ini, peningkatan luas areal tanam yang tetap setiap tahun akan menyebabkan penyediaan atau produksi ubi kayu meningkat pula. Pada Gambar 12 dapat dilihat bahwa dengan peningkatan luas areal tanam sebesar 1% per tahun mengakibatkan penyediaan ubi kayu meningkat sehingga dapat memenuhi kebutuhan ubi kayu selama 10 tahun ke depan. Selanjutnya neraca ketersediaan ubi kayu yang surplus setiap tahunnya dapat menjadi pertimbangan bagi pengembangan agroindustri



Gambar 12. Hasil simulasi dengan upaya perluasan areal tanam

Figure 12. The result of simulation with extensificaton

berbasis ubi kayu maupun untuk memenuhi permintaan ekspor.

3. *Model kebijakan dengan peningkatan produktivitas (intensifikasi)*

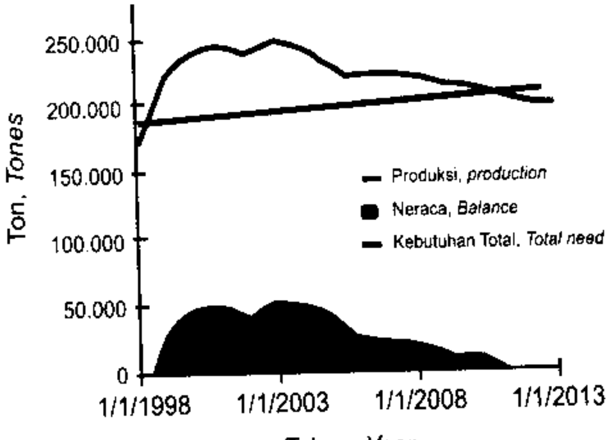
Model ketiga adalah model dengan peningkatan produktivitas tanaman ubi kayu dengan upaya intensifikasi. Peningkatan produktivitas tersebut dapat dilakukan dengan penerapan teknologi tepat guna seperti penelitian budidaya untuk menemukan varietas unggul yang lebih produktif dan memiliki umur panen relatif lebih pendek (varietas genjah) 5-7 bulan (Rukmana, 1997), pemupukan dengan dosis yang tepat, pengaturan masa tanam dan jadwal tanam, sistem tanam monokultur, dan lain-lain.

Berdasarkan data Dinas Pertanian Kabupaten Bogor (2004, diolah), produktivitas rata-rata ubi kayu dari varietas yang ada di Kabupaten Bogor selama periode tahun 1999-2004 mencapai 17,20 Ton/Ha. Pada model ini diasumsikan dapat dilakukan peningkatan produktivitas rata-rata ubi kayu sebesar 19 Ton/Ha. Menurut Rukmana (1997), produktivitas atau potensi hasil ubi kayu varietas Adira I dan Adira II dapat mencapai 20-35 Ton/Ha. Sedangkan produktivitas varietas Mangi mencapai 20 Ton/Ha.

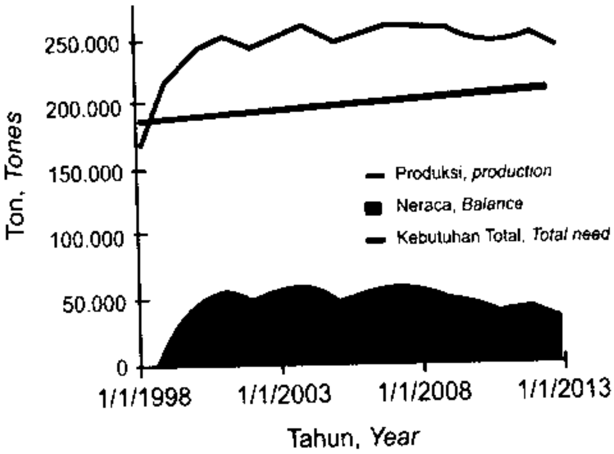
Berdasar hasil simulasi (Gambar 13) terlihat bahwa perubahan produksi melalui upaya peningkatan produktivitas (intensifikasi) sebesar 19 Ton/Ha tersebut hanya mampu memperpanjang masa ketersediaan ubi kayu sampai tahun 2011, sehingga diperlukan keterpaduan upaya untuk dapat memenuhi kebutuhan ubi kayu.

4. *Model dengan kebijakan pendayagunaan sumber daya lahan dan peningkatan produktivitas*

Model keempat merupakan model gabungan skenario 2 dan skenario 3 yaitu dengan kebijakan pendayagunaan lahan (perluasan areal tanam) sebesar 0,5% per tahun dan upaya intensifikasi yang dapat menghasilkan produktivitas rata-rata sebesar 19 Ton/



Gambar 13. Hasil simulasi dengan upaya peningkatan produktivitas (intensifikasi)
Figure 13. The result of simulation with intensification

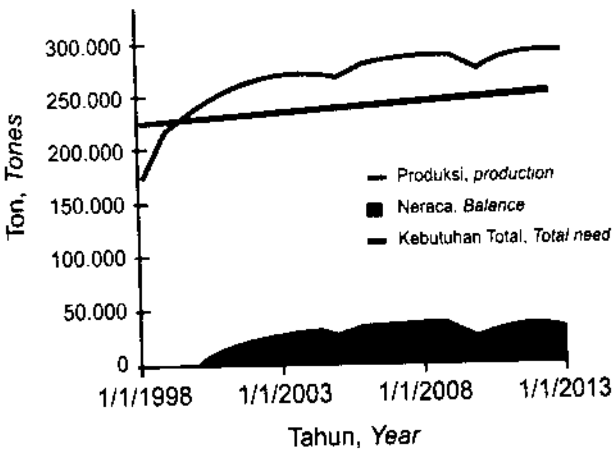


Gambar 14. Hasil simulasi dengan kebijakan pendayagunaan lahan dan peningkatan produktivitas
Figure 14. The result of simulation with policy of extensification and intensification

Ha. Adanya upaya perluasan areal tanam sebesar 0,5% dan peningkatan produktivitas rata-rata 19 Ton/Ha ini telah mampu memperpanjang neraca ketersedaan ubi kayu sampai 10 tahun ke depan. Kelebihan penyediaan ubi kayu ini dapat membuka peluang bagi pengembangan diversifikasi pangan non beras dan membuka peluang bagi pengembangan industri berbasis ubi kayu yang meliputi industri pangan dan non pangan.

5. *Model dengan pengaruh peningkatan kebutuhan konsumsi dan industri*

Pada model ini diasumsikan terdapat perubahan tingkat konsumsi ubi kayu sebagai akibat berhasilnya diversifikasi hasil olahan ubi kayu. Jika diasumsikan kebutuhan rata-rata ubi kayu untuk konsumsi dan industri aci meningkat menjadi 0,009 ton/kapita/tahun dan 2,5 ton/unit/hari maka kebutuhan ubi kayu



Gambar 15. Hasil simulasi pengaruh perubahan tingkat konsumsi dan kebutuhan untuk industri.
Figure 15. The result of effect on consumption changes and industrial needs.

keseluruhan meningkat pula. Akibat adanya perubahan tersebut maka diperkirakan ubi kayu tidak dapat memenuhi kebutuhan ubi kayu bagi industri (seperti dapat dilihat pada neraca kebutuhan ubi kayu_1). Oleh karena itu perlu dilakukan upaya pendayagunaan sumber daya lahan dan peningkatan produktivitas. Untuk memenuhi kebutuhan ubi kayu yang meningkat tersebut dapat dilakukan upaya perluasan areal tanam sebesar 1% per tahun dan peningkatan produktivitas rata-rata sebesar 19 Ton/Ha. Berdasarkan hasil simulasi dapat dilihat bahwa dengan upaya tersebut telah dapat memenuhi kebutuhan ubi kayu yang meningkat (neraca kebutuhan ubi kayu_2). Hasil simulasi selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 15.

F. Saran Kebijakan

Untuk menumbuhkembangkan sentra-sentra komoditas ubi kayu bagi pengembangan agroindustri yang berbasis ubi kayu dan sebagai alternatif ketahanan pangan non beras di Kabupaten Bogor, maka beberapa saran berikut ini dapat dipertimbangkan :

1. Mengembangkan dan mempertahankan budidaya tanaman ubi kayu melalui intensifikasi, perluasan areal tanam, diversifikasi, dan rehabilitasi.
   a. Intensifikasi pertanian adalah upaya penerapan teknologi pertanian di dalam penyelenggaraan usaha tani untuk meningkatkan produktivitas dan pendapatan petani dengan memperhatikan kelestarian sumber daya alam (Dinas Pertanian Kabupaten Bogor, 2004). Intensifikasi ini dapat dilakukan di semua wilayah usaha tani ubi kayu baik lahan sawah, lahan kering, pekarangan maupun areal-areal yang memungkinkan diterapkannya anjuran intensifikasi. Peningkatan mutu intensifikasi melalui penyaluran teknologi hemat lahan untuk mewujudkan produktivitas yang tinggi antara lain melalui penggunaan varietas unggul, perbaikan mutu bibit ubi kayu, pemupukan sesuai dosis anjuran, pengaturan pola tanam dan waktu tanam dan bimbingan intensifikasi pertanian dengan pembinaan yang diarahkan agar petani menerapkan teknologi yang dianjurkan.
   b. Usaha perluasan areal tanam dapat dilakukan dengan memasukkan tanaman ubi kayu ke dalam pola tanam lahan basah (sawah) dan lahan kering yang memiliki potensi dan memenuhi persyaratan bagi pengembangan budi daya ubi kayu serta belum dimanfaatkan secara optimal.
   c. Usaha diversifikasi dilaksanakan untuk mengembangkan keanekaragaman pengolahan hasil ubi kayu dengan memanfaatkan sumber daya yang tersedia secara optimal. Usaha diversifikasi pada komoditas ubi kayu dapat dilaksanakan melalui langkah-langkah antara lain : (1) memasukkan komoditi ubi kayu ke dalam pengembangan pola tanam atau dikenal sebagai diversifikasi horizontal, (2) menganekaragamkan pengolahan ubi kayu menjadi berbagai produk seperti tepung tapioka, gaplek, HFS (*High Fructose Syrup*), alkohol, dekstrin, dan lain-lain. Dengan usaha diversifikasi ini maka kegunaan ubi kayu akan menjadi lebih luas dan mengakibatkan permintaan meningkat sekaligus dapat memperbaiki harga di tingkat petani.
   d. Usaha rehabilitasi ubi kayu bertujuan untuk menjaga kelestarian sumber daya alam dan memperbaiki lahan yang bermasalah misalnya dengan pengapuran untuk mengurangi keasaman tanah sehingga dapat memenuhi persyaratan tanam ubi kayu.
2. Mendorong pengembangan agroindustri berbasis ubi kayu. Langkah ini akan lebih efektif jika didukung dengan penerapan teknologi yang lebih canggih sehingga dapat menghasilkan produk dengan mutu dan rendemen yang tinggi.
3. Merangsang pemilik modal untuk menanamkan investasinya dalam industri pengolahan ubi kayu baik industri pangan maupun non pangan, dalam rangka meningkatkan pendapatan masyarakat dan membuka lapangan pekerjaan di wilayah kabupaten Bogor.
4. Membangun sistem kelembagaan untuk pengembangan rantai pasokan ubi kayu.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Model sistem dinamis yang dikembangkan telah dapat mendeskripsikan kondisi ketersediaan ubi kayu baik sebagai bahan baku industri maupun konsumsi dengan berbagai skenario kebijakan. Hasil simulasi terhadap model yang dikembangkan menunjukkan bahwa jika terjadi pergeseran luas areal tanam ubi kayu secara kontinyu sebesar 2% per tahun dengan tingkat kebutuhan konsumsi dan industri tetap, maka produksi ubi kayu hanya mampu memenuhi kebutuhan ubi kayu hingga tahun 2008. Jika tidak terdapat perubahan kebijakan maka pada tahun 2009 produksi ubi kayu tidak dapat mencukupi kebutuhan ubi kayu sebanyak 4.317,48 ton.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut dapat diambil beberapa kebijakan antara lain : (1) kebijakan pendayagunaan sumber daya lahan sebesar 1% per tahun yang mampu memenuhi kebutuhan ubi kayu hingga 10 tahun ke depan, (2) kebijakan peningkatan produktivitas rata-rata ubi kayu melalui upaya intensifikasi sebesar 19 ton/ha yang hanya mampu memenuhi kebutuhan ubi kayu hingga tahun 2011, (3) kebijakan pendayagunaan sumber daya lahan disertai dengan peningkatan produktivitas rata-rata ubi kayu masing-masing sebesar 0,5% per tahun dan 19 ton/ha yang juga mampu memenuhi kebutuhan ubi kayu hingga 10 tahun ke depan.

Perubahan tingkat konsumsi ubi kayu sebesar 0,009 ton/kapita/tahun dan peningkatan kebutuhan rata-rata ubi kayu khususnya untuk industri aci menjadi 2,5 ton/unit/hari menyebabkan kebutuhan total ubi kayu pun meningkat. Untuk mengatasi permasalahan tersebut dapat dilakukan upaya pendayagunaan sumber daya lahan dan peningkatan produktivitas masing-masing sebesar 1% per tahun dan 19 ton/ha. Upaya ini mampu memenuhi kebutuhan ubi kayu selama 10 tahun ke depan. Secara umum kebijakan yang paling efektif dalam menanggapi permasalahan ketersediaan ubi kayu adalah melalui upaya perluasan areal tanam ubi kayu sebesar 0,5% per tahun disertai dengan upaya peningkatan produktivitas rata-rata (intensifikasi) sebesar 19 ton/ha.

B. Saran

Saran kebijakan yang telah dibentuk akan lebih baik jika metodenya dilengkapi dengan analisis SWOT, analisis tekno-ekonomi dan analisis penunjang keputusan lainnya yang dikaitkan dengan kebijakan daerah yang berhubungan dengan sistem tata ruang wilayah dan tata guna lahan. Sistem dinamik hanya merupakan alat untuk melihat perubahan-perubahan di masa datang dengan melihat fenomena yang terjadi saat ini dan di masa lalu. Keabsahan data di masa lalu akan menjadi kunci dalam menduga perubahan di masa datang.

DAFTAR PUSTAKA

Asyiawati, Y. 2002. Pendekatan Sistem Dinamik dalam Penataan Ruang Wilayah Pesisir (Studi Kasus Wilayah Pesisir Kabupaten Bantul, Propinsi DIY).Tesis. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor

Badan Pusat Statistik. 2004. Kabupaten Bogor Dalam Angka 2003. BPS, Kabupaten Bogor.

Badan Pusat Statistik. 2003. Konsumsi Rata-rata per Kapita Menurut Jenis Pengeluaran dan Golongan Pengeluaran per Kapita Sebulan, Jawa Barat 2002. Survei Sosial Ekonomi Nasional. BPS, Kabupaten Bogor.

Badan Pusat Statistik. 2004. Perkembangan Ekonomi dan Keuangan Kabupaten Bogor Semester I 2004. BPS, Kabupaten Bogor Kerjasama dengan BAPEDA Kabupaten Bogor.

Deshaliman. 2003. Memperkuat Ketahanan Pangan dengan Umbi-umbian. Pusat Pengembangan Ketersediaan Pangan, Badan Bimas Ketahanan Pangan. Deptan.

Daalen, V., dan W.A.H. Thissen. 2001. Dynamics Systems Modelling Continuous Models. Faculteit Techniek, Bestuur en Management (TBM). Technische Universiteit Delft.

Eriyatno. 1998. Ilmu Sistem, Meningkatkan Mutu dan Efektifitas Manajemen. IPB Press, Bogor.

Muhammadi, E. Aminullah, dan B. Soesilo. 2001. Analisis Sistem Dinamis Lingkungan Hidup, Sosial, Ekonomi, dan Manajemen. UMJ Press, Jakarta.

Mudanijah, S. 2004. Pola Konsumsi Pangan *dalam* Pengantar Pangan dan Gizi. Penebar Swadaya. Jakarta, hal 69-77.

Nurmalawati, D. 2001. Pengembangan Agroindustri Terpadu dan Komoditas Unggulan Berbasis Ubi Kayu (Studi Kasus di Kabupaten Bogor). Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Richardson, G.P. and A.L. Pugh. 1986. Introduction to System Dynamics Modelling with Dynamo. The MIT Press, Cambridge, Massachussete, and London, England.

Rukmana, R.H. 1997. Ubi Kayu, Budidaya dan Pasca Panen. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.

Shintasari, I. 1988. Dinamika Persediaan Daging Sapi : Suatu Model Dinamik Untuk DKI Jakarta. Skripsi. Jurusan Teknologi Industri Pertanian. Fateta IPB, Bogor.

Simatupang, T.M. 2000. Pemodelan Sistem. Penerbit Nindika, Klaten.

Somantri, A. S., E.Y. Purwani dan Ridwan Thahrir. 2005. Simulasi Model Dinamik Ketersediaan Sagu Sebagai Sumber Karbohidrat Mendukung Ketahanan Pangan Kasus Papua. Makalah. Balai Besar Pasca Panen, Bogor. 23 hal.

Sudiana, G., Ka. Si Perlindungan Tanaman, Dinas Pertanian KabupatenBogor. Komunikasi Pribadi [April 2005].

Watson, H.J. and J.H. Blackstone, Jr. 1989. Computer Simulation. John Wiley and Sons Inc., Singapore.

Widayani, K. 1999. Analisis Perencanaan Kebijakan Pengembangan Produksi Buah-buahan di Indonesia dengan Pendekatan Sistem Dinamik (Studi Kasus Pengembangan Produksi mangga di Jawa Barat). Tesis. Fakultas Pascasarjana. Institut Teknologi Bandung, Bandung.