

MODEL SISTEM DINAMIK KETERSEDIAAN SINGKONG BAGI INDUSTRI TAPE DI KABUPATEN JEMBER

*System Dynamic Model of Cassava Supply for Fermented Cassava Industries
in Jember Regency*

Bambang Herry Purnomo¹⁾, Ahmad Subayri^{1)*}, Nita Kuswardhani¹⁾

¹⁾Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember
Jalan Kalimantan 37, Kampus Tegal Boto Jember 68121

*E-mail : subayri1057@gmail.com

ABSTRACT

As we know, fermented cassava (TAPE in Indonesian language) is one of popular food in Jember Regency. There are a lot of fermented cassava industry at Jember Regency. One of the major problem for fermented cassava industry is decreasing of cassava production. The aim of this research was to design a dynamic system model of cassava availability for fermented cassava industry using dynamic system methods. Model of cassava availability consist of 3 sub models; model of supply, model of consumption and model of industrial demand. Based on simulation results it was known that in 2004-2013 the availability of cassava continues to decrease. The decreasing happened because tape industry is only able to produce 60% of its maximum capacity. Therefore, it is needed to build scenarios that meet the needs of cassava for tape industries. The result shows four scenarios orientated to the model; 1. Scenario partnership, on this scenario the need of cassava for fermented cassava industry can be met, but make the needed cassava for consumption not fulfilled; 2. partnership scenario and acreage extension plant out as big as 2% per year, this scenario can't meet the need cassava for fermented cassava industry up to next 10 years; 3. The third scenario, partnership scenario and productivity step-up as big as 20 kw/ha is not overdose give influences even have can meet the need cassava next 10 years. The fourth scenario, partnership scenario and combined scenario, combination of scenarios 2 and 3, can supply cassava for the next 10 year.

Keywords: Dynamic System Model, production, availability, scenario

PENDAHULUAN

Singkong (*Manihot esculenta* Crantz) merupakan salah satu sumber karbohidrat lokal Indonesia yang menduduki urutan ketiga terbesar setelah padi dan jagung. Singkong, pada awalnya ditanam untuk diambil umbinya dan dimanfaatkan sebagai bahan pangan, namun seiring berjalannya waktu singkong dimanfaatkan sebagai bahan pakan dan industri. Selain dapat dikonsumsi langsung dalam berbagai jenis makanan, yakni singkong rebus, singkong bakar, singkong goreng, kolak, keripik, opak, dan tape, singkong juga dapat diolah menjadi produk antara (*intermediate*

product), seperti gaplek dan tepung tapioka (Rukmana, 1997).

Tingkat persediaan singkong dapat dipengaruhi oleh faktor alam (iklim), waktu panen, harga di tingkat petani, dan dipengaruhi oleh kebijakan-kebijakan yang diterapkan oleh Pemerintah Kabupaten Jember. Kebijakan-kebijakan yang diterapkan pemerintah bersifat operasional dan bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat.

Semakin tingginya aktivitas konversi lahan tanam singkong akan menyebabkan produksi singkong mengalami penurunan (Pontecorovo dan Schrank, 2001; Murillas

dan Chammoro, 2005). Kondisi tersebut menyebabkan industri yang berbasis singkong mengalami kesulitan memperoleh bahan baku (Robert *et al.*, 2005).

Marimin (2005) menyatakan bahwa pemecahan masalah yang kompleks tidak dapat dilakukan dengan cara sederhana menggunakan penyebab tunggal, tetapi dengan menerapkan pendekatan sistem yang dapat memberikan dasar untuk memahami penyebab ganda dari suatu masalah dalam kerangka suatu sistem.

Prediksi ketersediaan singkong bukan merupakan hal yang sederhana dan mudah karena sifatnya yang kompleks dan dinamis (FAO, 1999). Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk memahami perilaku dinamik tingkat persediaan singkong di Kabupaten Jember adalah dengan pendekatan simulasi model "Sistem Dinamik".

Sistem dinamik pertama kali perkenalkan oleh Jay W. Forrester di *Massachusetts Institute of Technology (MIT)* pada tahun 1950-an, merupakan suatu metode pemecahan masalah-masalah kompleks yang timbul karena adanya kecenderungan sebab-akibat dari berbagai macam variabel di dalam sistem. Dengan kemampuan tersebut, prediksi ketersediaan singkong dapat dilakukan secara akurat (Hidayanto *et al.*, 2001; Halog dan Chain, 2006).

Metode sistem dinamik pertama kali diterapkan pada permasalahan manajemen seperti fluktuasi inventori, ketidakstabilan tenaga kerja, dan penurunan pangsa pasar suatu perusahaan. Hingga saat ini aplikasi metode sistem dinamik terus berkembang semenjak pemanfaatannya dalam bidang-bidang sosial dan ilmu-ilmu fisik. Tujuan dari penelitian ini adalah (1) Merancang model sistem dinamik ketersediaan bahan baku bagi industri tape singkong di Kabupaten Jember; (2) Merancang beberapa skenario perencanaan penyediaan singkong bagi industri tape singkong.

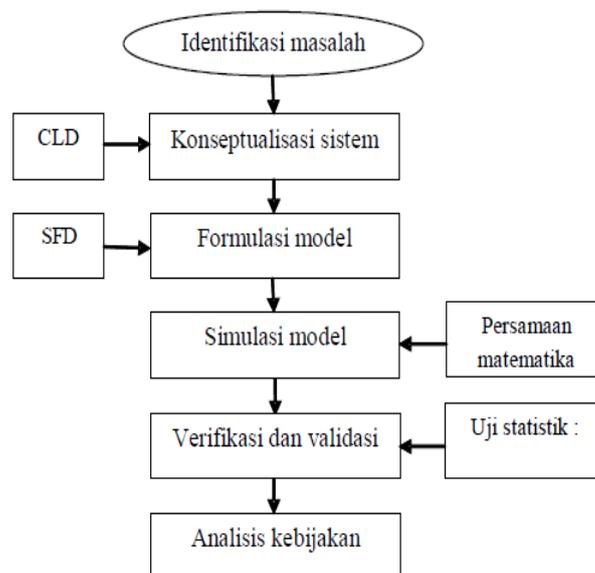
METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuisisioner, perangkat keras komputer, serta *software* simulasi sistem dinamik. Bahan yang digunakan adalah data primer yang diperoleh dari wawancara dan data sekunder hasil telaah pustaka dan penelusuran data dari instansi terkait.

Tahapan Penelitian

Tahapan dalam penelitian ini mengacu pada model tahapan yang dikembangkan oleh Widayani (1999). Tahapan penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Diagram alir tahap penelitian

Identifikasi masalah

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

Langkah awal dalam membangun model sistem dinamik adalah pemilihan tema dan tujuan. Tahap ini merupakan bagian terpenting dari pemodelan agar permasalahan yang dikaji dan batasan-batasan sistemnya (*system boundary*) menjadi jelas dan terarah. Ketersediaan singkong merupakan tema yang dipilih dalam penelitian ini dan tujuan pemodelan dibuat untuk mengetahui tingkat ketersediaan singkong dimasa yang akan datang.

Konseptualisasi sistem

Konseptualisasi sistem merupakan tahapan pemahaman tentang sistem yang akan dimodelkan dalam sebuah konsep. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran secara menyeluruh tentang model yang akan kita buat. Struktur dari model dibuat dengan membangun CLD (*causal loop diagrams*).

Berdasarkan CLD dapat dilihat variabel-variabel utama dalam penelitian ini yaitu jumlah singkong untuk konsumsi, jumlah singkong untuk bahan baku industri dan jumlah produksi singkong di Kabupaten Jember. Pada variabel jumlah singkong untuk industri akan dilihat dari dua jenis industri yaitu tape singkong dan keripik singkong. Selain digunakan untuk mengetahui tingkat kebutuhan singkong untuk industri, industri keripik singkong juga digunakan sebagai pembanding dari industri tape singkong dalam memenuhi kebutuhan bahan baku bagi masing-masing industri.

Formulasi model

Tahap formulasi model simulasi menggunakan alat bantu program komputer *Powersim studio 2005*. Pembuatan struktur model dilakukann dengan membangun diagram alir atau SFD (*stock-flow diagrams*) untuk menghantar pada tahap simulasi. Berdasarkan model yang dibangun CLD, model pada penelitian ini di

bagi menjadi tiga yaitu (1) submodel kebutuhan konsumsi, submodel, (2) submodel kebutuhan industri, (3) submodel penyediaan. Tujuan dari pembagin submodel ini adalah untuk mempermudah dalam melakukan simulasi.

Simulasi model

Setelah tahap formulasi model dilakukan tahap simulasi model. Tahapan ini merupakan tahapan pemberian nilai pada variabel awal yang telah diketahui nilainya. Sistem dinamik menggunakan persamaan matematika (*differential equations*) untuk menggambarkan sebuah sistem ke dalam model. Model simulasi harus sudah dilengkapi dengan persamaan matematis yang benar, satuan dan penentuan kondisi nilai awal (*initial*) agar dapat dijalankan (*run*). Hasilnya akan diperoleh hubungan yang sesuai antara variabel-variabel dalam diagram.

Verifikasi dan validasi model

Verifikasi model merupakan tahap pembuktian bahwa model komputer yang telah disusun pada tahap sebelumnya mampu melakukan simulasi dari model abstrak yang dikaji (Eriyanto, 1990). Verifikasi model merupakan tahapan pengujian sejauh mana program komputer yang telah dibuat telah menunjukkan perilaku dan respon yang benar.

Menurut Daalen dan Thissen (2001) validasi dalam pemodelan sistem dinamik dapat dilakukan dengan beberapa cara meliputi uji struktur secara langsung (*direct structure tests*) tanpa mengoperasikan (*running*) model, uji struktur tingkah laku model (*structure-oriented behaviour test*) dengan mengoperasikan model, dan pembandingan tingkah laku model dengan sistem nyata (*quantitative behaviour pattern comparison*).

Validasi model dilakukan sesuai dengan tujuan pemodelan yaitu dengan membandingkan perilaku dinamis model

dengan kondisi sistem nyata. Apabila model telah dianggap valid, selanjutnya model ini dapat dipergunakan sebagai wakil sistem nyata. Validasi dalam pemodelan ini dilakukan dengan membandingkan tingkah laku model dengan sistem nyata (*quantitative behaviour pattem comparison*) yaitu dengan uji MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). MAPE adalah salah satu ukuran relatif yang menyangkut kesalahan persentase. Uji ini dapat digunakan untuk mengetahui kesesuaian data hasil prakiraan dengan data aktual.

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

Keterangan :

X_m : data hasil simulasi

X_d : data aktual

n : periode/banyaknya data

Kriteria ketepatan model dengan uji MAPE (Lomauro dan Bakshi, 1985 di dalam Somantri, 2005) adalah :

MAPE < 5% : sangat tepat menggambarkan kondisi sesungguhnya

5% < MAPE < 10% : cukup tepat menggambarkan kondisi sesungguhnya

MAPE > 10% : tidak tepat model tidak tepat dalam menggambarkan kondisi sesungguhnya

Analisis kebijakan

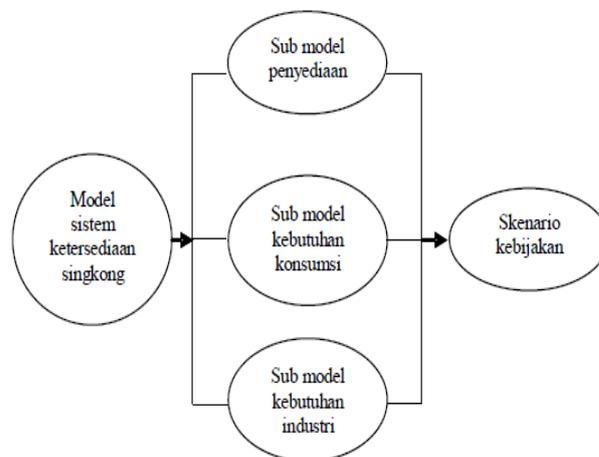
Kebijakan adalah aturan umum bagaimana status keputusan dibuat berdasar pada informasi yang ada. Dalam sistem dinamik ketersediaan singkong bagi agroindustri tape, kebijakan-kebijakan dibangun berdasarkan variabel-variabel terkait seperti luas lahan, produktivitas, dan kebutuhan singkong untuk konsumsi dan industri. Berdasarkan variabel-variabel tersebut, nantinya akan dibangun skenario-

skenario untuk memenuhi kebutuhan persediaan singkong bagi agroindustri tape singkong. Skenario kebijakan pada penelitian ini dilakukan dalam rentan waktu sepuluh tahun kedepan (2014-2023).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konseptualisasi Sistem

Permasalahan ketersediaan singkong merupakan suatu permasalahan sistem yang cukup kompleks dengan melibatkan berbagai komponen, variabel di dalamnya yang saling berinteraksi dan terintegrasi. Ketersediaan singkong secara regional dapat dipandang sebagai suatu masalah dinamika sistem yang berubah sepanjang waktu dan dipengaruhi oleh faktor-faktor yang juga bersifat dinamis. **Gambar 2** merupakan gambaran model konseptual yang akan dibangun pada penelitian ini.



Gambar 2. Model konseptual

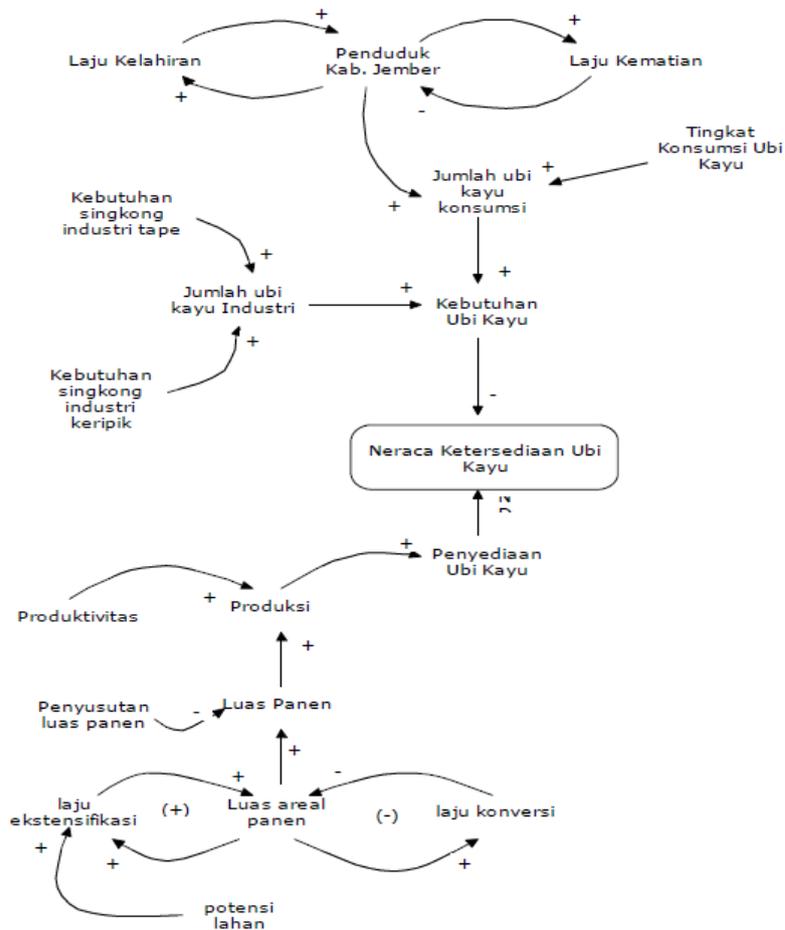
Model sistem dinamik yang dikembangkan dibatasi pada hal-hal yang berkaitan dengan penyediaan (produksi) singkong dan permintaan terhadap singkong bagi kebutuhan konsumsi dan bahan baku industri. Untuk memudahkan dalam pemodelan, sistem ketersediaan singkong dibagi menjadi tiga sub sistem

yaitu sub sistem penyediaan, sub sistem kebutuhan konsumsi, dan sub sistem kebutuhan industri.

Simulasi model dinamik ketersediaan singkong merupakan suatu model yang dirancang dengan menggunakan pendekatan sistem dinamik. Model ini dibuat berdasar identifikasi permasalahan yang dituangkan ke dalam diagram sebab akibat (*causal loop*), diformulasikan dalam diagram alir (*stock dan flow*) dan disimulasikan dengan menggunakan *software* simulasi sistem dinamik. **Gambar 3** merupakan diagram sebab akibat dari

sistem ketersediaan singkong.

Model dinamika sistem yang dikembangkan dibatasi pada hal-hal yang berkaitan dengan penyediaan (produksi) singkong dan permintaan terhadap singkong bagi kebutuhan konsumsi dan bahan baku industri. Untuk mempermudah dalam melakukan analisa model ketersediaan singkong yang dibangun bagi menjadi tiga sub unit yaitu : sub model penyediaan, sub model kebutuhan konsumsi, dan sub model kebutuhan industri.



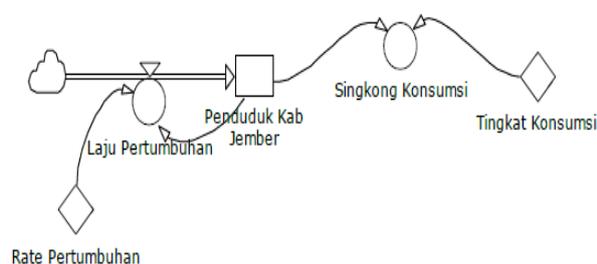
Gambar 3. Diagram sebab akibat penyediaan singkong

Formulasi Model

Tahapan formulasi model adalah tahapan dimana sub model yang telah dibangun dirubah ke dalam bentuk *stock flow diagram*. Tahapan ini dilakukan dengan menggunakan *software* simulasi sistem dinamik. *stock flow diagram* yang dibuat nantinya akan diberikan persamaan matematika untuk melihat hubungan antar variabel.

Sub model kebutuhan konsumsi

Sub model kebutuhan singkong untuk konsumsi sangat dipengaruhi oleh perilaku masyarakat dalam mengkonsumsi singkong baik dalam bentuk segar maupun dalam bentuk olahannya. Perilaku masyarakat dalam sub model kebutuhan konsumsi ini adalah konsumsi singkong segar. Perilaku masyarakat Kabupaten Jember dapat di gambarkan seperti **Gambar 4**.



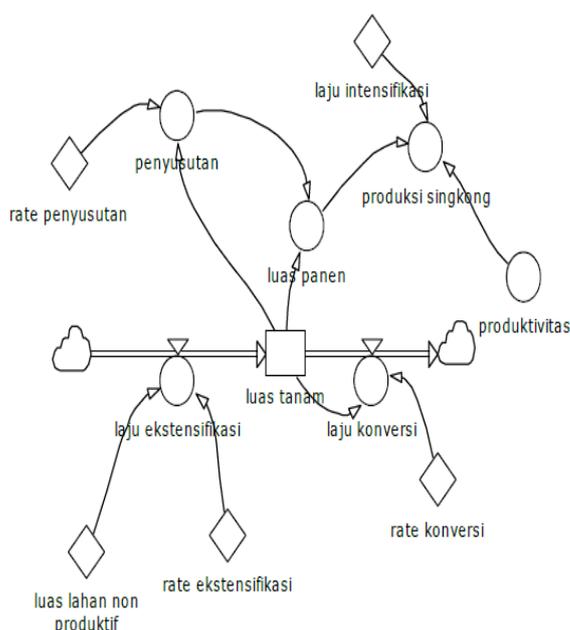
Gambar 4. Diagram alir kebutuhan konsumsi

$$\text{Penduduk kab. jembert} = \text{Penduduk Kab. Jembert-1} + \text{Laju pertumbuhan} \dots\dots\dots(1)$$

Sub model kebutuhan konsumsi pada penelitian ini dipengaruhi oleh jumlah penduduk Kabupaten Jember dan tingkat konsumsi penduduk Kabupaten Jember. Semakin tinggi jumlah penduduk Kabupaten Jember dan tingkat konsumsi singkong maka semakin tinggi pula jumlah singkong yang dikonsumsi.

Sub model penyediaan

Sub model penyediaan singkong merupakan gambaran sistem penyediaan singkong di Kabupaten Jember. Sub model penyediaan ini dipengaruhi oleh variabel-variabel antara lain luas areal tanam, alih fungsi lahan (konversi), perluasan areal tanam (ekstensifikasi), luas panen, dan produktivitas. Secara lebih jelas, SFD sub model penyediaan dapat dilihat pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Diagram alir penyediaan singkong

$$\text{Luas tanamt} = \text{Luas tanamt-1} + \text{Laju ekstensifikasi} - \text{Laju konversit} \dots\dots\dots(2)$$

Produksi singkong sangat dipengaruhi oleh luas panen dan produktivitas. Dimana, pada pada penelitian ini peroduktivitas singkong di *input* dengan menggunakan persamaan *GRAPH*. Sementara, untuk produksi singkong menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Luas panent} = \text{Luas tanamt-1} - \text{Penyusutant} \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{Produksi singkongt} = \text{Luas Panent} * \text{Produktivitast} \dots\dots\dots(4)$$

Sub model kebutuhan industri

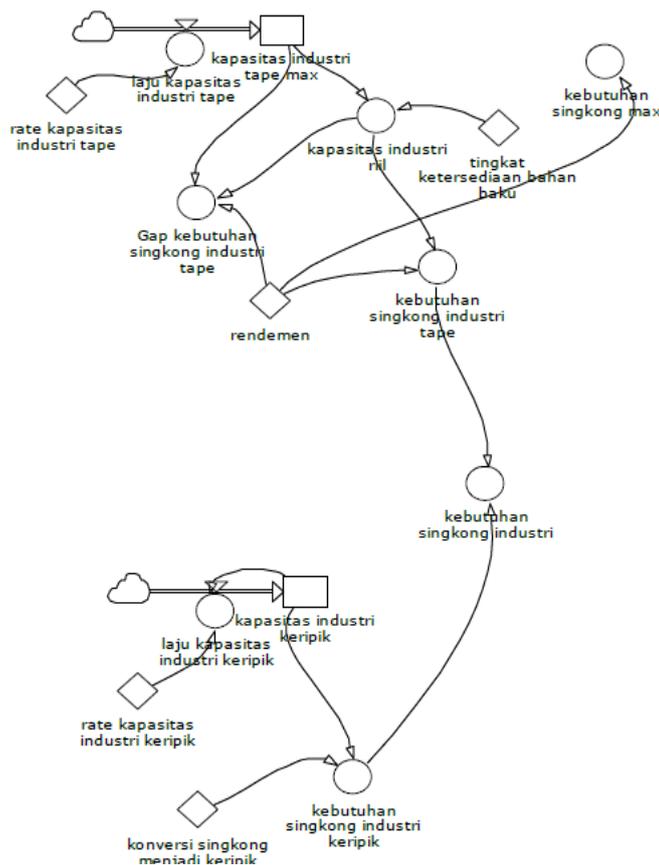
Sub model kebutuhan industri dibangun berdasarkan kebutuhan bahan baku pada industri kecil/home industry yang meliputi industri tape sebagai kajian utama dan industri keripik sebagai industri pembanding. Industri tersebut merupakan industri primer yang mengolah secara langsung singkong **Gambar 6**.

Kapasitas dari industri yang mengolah singkong semakin lama semakin meningkat. Oleh karena itu kapasitas industri sangat dipengaruhi oleh laju kapasitas industri. Hal ini sesuai dengan persamaan 5.

$$\text{Kapasitas industri} = \text{Kapasitas industri-1} + \text{Laju kapasitas industri} \dots\dots\dots(5)$$

Jumlah singkong yang dimanfaatkan industri sebagai bahan baku masih dibawah kapasitas produksinya sebagaimana ditunjukkan persamaan berikut ini.

$$\text{Kapasitas Max} > \text{Kapasitask} \dots k = 2 \dots\dots(6)$$



Gambar 6. Diagram alir kebutuhan industri

Industri yang digunakan dalam penelitian ini adalah industri yang terdaftar di Dinas Perdagangan dan Perindustrian Kabupaten Jember yaitu industri tape dan keripik. Oleh karena itu persamaan matematika yang digunakan adalah sebagai berikut:

Kebutuhan singkong total = f (kebutuhan industri tape, kebutuhan industri keripik)(7)

$$\text{Kebutuhan singkong total} = \sum_{i=2}^2 \text{Kebutuhan singkong}_i(t)$$

.....(8)

Kebutuhan industri merupakan kebutuhan gabungan dari industri keripik dan tape yang ada di Kabupaten Jember. Sub model ini sangat dipengaruhi oleh kapasitas produksi dari masing-masing industri.

Asumsi Model

Asumsi merupakan pikiran-pikiran dasar yang digunakan sebagai titik tolak atau alasan dalam menjelaskan suatu fenomena dan diyakini kebenarannya. Berikut asumsi-asumsi yang digunakan dalam pemodelan sistem dinamik ketersediaan singkong bagi industri tape di Kabupaten Jember :

- Permintaan singkong adalah untuk kebutuhan industri yang terdaftar di Disperinda Kabupaten Jember
- Penyediaan singkong hanya berasal dari Kabupaten Jember.
- Umur panen singkong diasumsikan 9 bulan. Rukmana (1997), Singkong memiliki kadar karbohidrat (pati) maksimal pada umur tanaman 9-12 bulan.
- Konsumsi rata-rata Singkong penduduk Kabupaten Jember dalam bentuk segar diasumsikan sama dengan konsumsi penduduk Jawa Timur yaitu sebesar 0,1952 kw/jiwa/thn (Badan Ketahanan

Pangan Jawa Timur, 2006) dan dianggap tetap selama tahun 2004-2023.

- Periode analisis simulasi dibatasi untuk periode tahun 2014 sampai dengan tahun 2023.
- Industri tape di Kabupaten Jember diasumsikan memiliki kapasitas produksi tetap
- Kapasitas produksi industri tape hanya terpenuhi sebesar 60%.
- Variabel yang merupakan konstanta dalam penelitian ini adalah tingkat konsumsi, faktor penyesuaian, laju intensifikasi, luas lahan non produktif, rate ekstensifikasi, rate konversi, rate kapasitas industri, dan ketersediaan bahan baku.

Keterbatasan Model

Menurut Eriyatno (1999) model didefinisikan sebagai suatu perwakilan atau abstraksi dari sebuah objek atau situasi aktual. Model memperlihatkan hubungan-hubungan langsung maupun tidak langsung serta kaitan timbal balik antar variabelnya. Semakin banyak variabel yang terkait dalam suatu pemodelan, maka pemodelan tersebut dapat dikatakan baik karena mendekati sistem nyata.

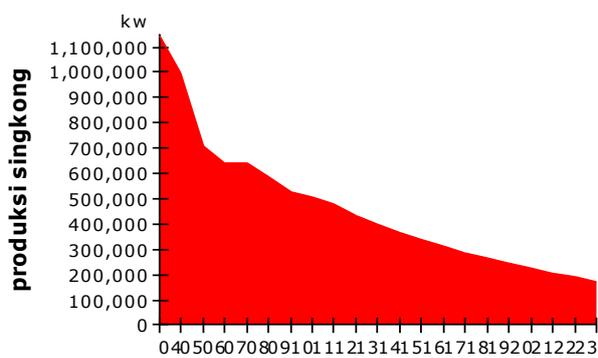
Ketersediaan singkong yang dimodelkan dalam penelitian ini hanya berfokus pada *supply* dan *demand*. Supply merupakan penyediaan singkong yang berasal dari Kabupaten Jember saja, sedangkan demand merupakan permintaan dari industri tape, keripik dan kebutuhan konsumsi. Industri yang dipilih merupakan industri yang terdaftar di Disperinda Kabupaten Jember.

Model yang dibangun pada penelitian ini tidak melibatkan variabel biaya atau keuntungan (finansial) sehingga tidak mempunyai keterkaitan antara produksi singkong dengan industri tape.

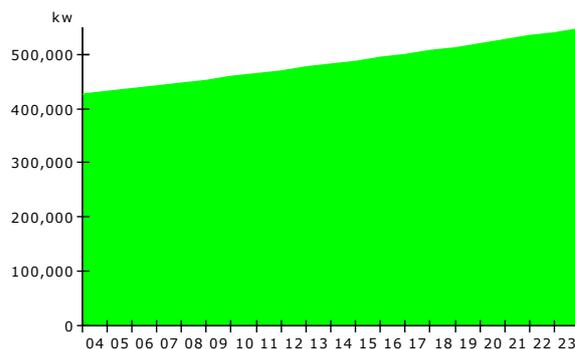
Hasil simulasi

Simulasi merupakan tahapan dimana model ketersediaan singkong dioperasikan untuk mempelajari secara detail bagaimana pengaruh setiap variabel terhadap ketersediaan singkong. Melalui proses simulasi dapat diketahui bagaimana perilaku sistem yang sebenarnya.

Kondisi awal luas areal tanam selama periode tahun 2004-2013 dimana terjadi kecenderungan penurunan. Penurunan luas areal tanam terjadi karena adanya konversi lahan setiap tahunnya. Menurut data yang didapat dari Dinas Pertanian, luas areal tanam singkong berkurang setiap tahunnya. Pada simulasi ini laju konversi lahan sebesar 8% per tahun (Disperta Kab. Jember, 2014). Penurunan luas areal tanam singkong berdampak pada produksi singkong di Kabupaten Jember. Berdasarkan hasil simulasi produksi singkong di Kabupaten Jember dapat dilihat pada **Gambar 7** dan **Gambar 8** merupakan grafik kebutuhan total singkong di Kabupaten Jember.

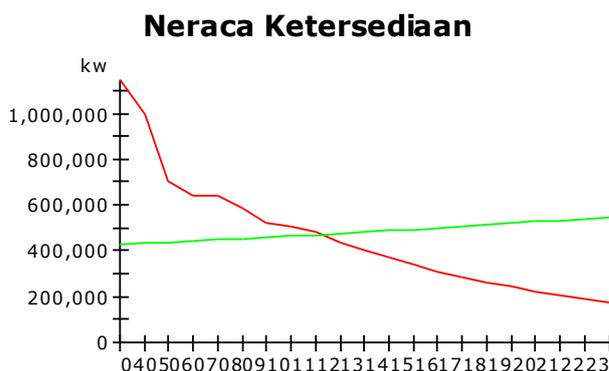


Gambar 7. Grafik produksi singkong Kabupaten Jember



Gambar 8. Kebutuhan singkong total Kabupaten Jember

Berdasarkan hasil simulasi di atas terlihat bahwa produksi singkong berfluktuasi setiap tahunnya dan memiliki kecenderungan menurun sebagai adanya pergeseran areal tanam singkong. Sementara itu kebutuhan singkong total, baik untuk industri maupun konsumsi mengalami peningkatan. Pada **Gambar 9** terlihat bahwa neraca ketersediaan singkong. Pada **Gambar 9** terlihat bahwa ketersediaan singkong mengalami surplus pada tahun 2004-2012. Sedangkan pada tahun 2013-2024 neraca ketersediaan singkong mengalami defisit atau dapat dikatakan bahwa produksi singkong tidak dapat memenuhi kebutuhan.



Gambar 9. Neraca ketersediaan singkong

Uji Validasi

Validasi model dilakukan dengan membandingkan hasil simulasi dengan data aktual yang diperoleh dari sistem nyata. Validasi pada pemodelan ketersediaan singkong ini dilakukan kepada data-data aktual yang tersedia meliputi data kependudukan, produksi singkong, dan luas tanam singkong.

Berdasarkan hasil simulasi, penduduk Kabupaten Jember pada tahun 2013 berjumlah 2.358.407,49 jiwa. Sedangkan data aktual berjumlah 2.332.726 jiwa. Perhitungan dengan uji MAPE terhadap data kependudukan pada tahun 2004-2013 diperoleh nilai rata-rata 0,96%. Nilai tersebut kurang dari 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa model tersebut tepat.

Hasil simulasi produksi singkong pada tahun 2013 sebesar 434.320,82 kw. Sedangkan data aktual berjumlah 415.600 kw. Berdasarkan perhitungan uji MAPE terhadap data produksi singkong tahun

2004-2013 diperoleh nilai rata-rata sebesar 0.51%. Nilai tersebut lebih kecil dari 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa model tepat dan dapat diterima.

Uji validasi terakhir dilakukan terhadap data luas tanam. Hasil simulasi pada tahun 2013 2.561,95 ha dan data aktual sebesar 2.592 ha. Berdasarkan perhitungan uji MAPE terhadap data produksi singkong tahun 2004-2013 diperoleh nilai rata-rata sebesar 0,39%. Nilai tersebut lebih kecil dari 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa model sangat tepat dan dapat diterima.

Skenario Kebijakan untuk Meningkatkan Ketersediaan Singkong bagi Industri Tape

Berdasarkan hasil simulasi diketahui bahwa ketersediaan singkong di Kabupaten Jember mengalami penurunan dan sejak tahun 2013 produksi singkong tidak mampu memenuhi kebutuhan singkong untuk konsumsi dan untuk kebutuhan industri.

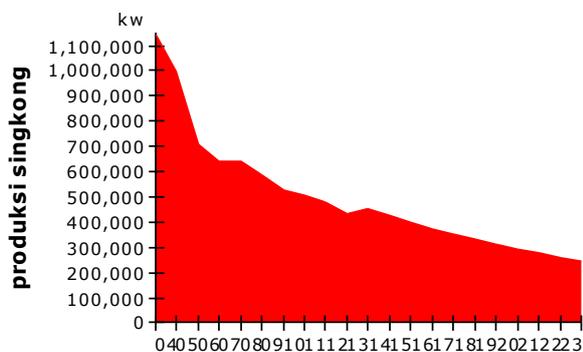
Tabel 1. Hasil skenario kebijakan

Time	Produksi singkong	Kapasitas riil industri tape	Kapasitas maksimum industri tape	gap
2004	1.142.891,40 kw	4.006,08 kw	11.128,00 kw	-4.451,20 kw
2005	998.630,10 kw	4.206,38 kw	11.684,40 kw	-4.673,76 kw
2006	706.911,70 kw	4.416,70 kw	12.268,62 kw	-4.907,45 kw
2007	641.992,95 kw	4.637,54 kw	12.882,05 kw	-5.152,82 kw
2008	640.853,52 kw	4.869,42 kw	13.526,15 kw	-5.410,46 kw
2009	587.390,18 kw	5.112,89 kw	14.202,46 kw	-5.680,98 kw
2010	523.461,63 kw	5.368,53 kw	15.658,21 kw	-5.965,03 kw
2012	505.947,11 kw	5.636,96 kw	16.441,12 kw	-6.576,45 kw
2013	434.320,83 kw	5.918,80 kw	17.263,18 kw	-6.576,45 kw
2014	450.747,10 kw	6.214,74 kw	18.126,34 kw	-6.905,27 kw
2015	421.795,08 kw	10.875,80 kw	19.032,66 kw	0,00 kw
2016	395.159,23 kw	11.419,59 kw	19.984,29 kw	0,00 kw
2017	370.654,24 kw	11.990,57 kw	20.983,50 kw	0,00 kw
2018	348.109,66 kw	12.590,10 kw	22.032,66 kw	0,00 kw
2019	327.368,64 kw	13.219,61 kw	23.134,31 kw	0,00 kw
2020	308.286,90 kw	13.880,59 kw	24.291,03 kw	0,00 kw
2021	290.731,70 kw	14.574,62 kw	25.505,58 kw	0,00 kw
2022	274.580,92 kw	16.068,52 kw	26.780,86 kw	0,00 kw
2023	259.722,20 kw	16.871,94 kw	28.119,90 kw	0,00 kw

Pada penelitian ini skenario-skenario yang dibangun bertujuan untuk mencari skenario terbaik untuk memenuhi kebutuhan singkong bagi industri tape. Skenario yang digunakan pada penelitian ini adalah skenario kemitraan, perluasan areal tanam dan peningkatan produktivitas singkong.

Skenario ini juga merupakan gambaran peranan aktif dari pemerintah dalam masalah ketersediaan singkong. Kebijakan yang diterapkan pada skenario ini adalah kebijakan perluasan areal tanam sebesar 2% per tahun dan upaya intensifikasi yang meningkatkan produktivitas hingga 20 kw/tahun.

Hasil dari skenario ini dapat dilihat pada **Gambar 10** dan secara kualitatif hasil simulasi dapat dilihat pada **Tabel 1**. Berdasarkan **Tabel 1** dapat diketahui bahwa nilai peningkatan produksi singkong lebih besar jika dibandingkan dengan nilai gap. Hal itu menunjukkan bahwa peningkatan produksi singkong mampu memenuhi kebutuhan singkong untuk industri tape.



Gambar 10. Hasil skenario kebijakan

KESIMPULAN

Model sistem dinamik yang telah dikembangkan telah dapat mendiskripsikan kondisi ketersediaan singkong di Kabupaten Jember dari sisi *supply* dan *demand*. Pada penelitian ini dibangun skenario kemitraan dengan kebijakan perluasan areal tanam (ekstensifikasi) dan

peningkatan produktivitas singkong sebesar 20 kw/ha. Hasil skenario menunjukkan bahwa skenario yang telah dibangun mampu untuk memenuhi kebutuhan singkong industri tape.

DAFTAR PUSTAKA

- Daalen, V. and Thissen, W. A. H. 2001. *Dynamics Systems Modelling Continuous Models*. Faculteit Techniek, Bestuur en Management (TBM), Technische Universiteit Delft.
- Eriyatno. 1999. *Ilmu Sistem, Meningkatkan Mutu dan Efektifitas Manajemen*. IPB Press, Bogor.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 1999. *Fisheries Management: Technical Guidelines for Responsible Fisheries(68)*. Rome: 68p.
- Forrester, J. W. 1989. *The Begining of System Dynamics [paper]. Banquet Talk at the International Meeting of The System Dynamics Society*. Stuttgart, Germany (http://leml.asu.edu/jingle/Wap_Pages/EcoMod_Website/Readings). [Diakses Tanggal 24 September 2015]
- Halog, A and Chain, A. 2006. Toward sustainable production in the canadian oil sands industry. *Proceeding of LCE. Institute of Chemical Process and Environmental Technology. Montreal, Ottawa, Ontario: National Research of Canada*: 131–136.
- Hidayatno, A., Sutrisno, A., Zagloel, Y. M., Purwanto. 2011. System dynamics sustainability model of palm-oil based biodiesel production chain in Indonesia. *International Journal of Engineering & Technology IJET-IJENSI*, 11 (3): 1–6.
- Marimin. 2005. *Teori dan Aplikasi Sistem Pakar dalam Teknologi Manajerial*. IPB Press, Bogor
- Murillas, A., Chamorro, J. M. 2006. Valuation and management of fishing resources under price uncertainty. *Environmental & Resource Economics*, 33: 39–71.

Pontecorvo, G., Schrank, W. E. 2001. A small core fishery: A New approach to fisheries management. *Marine Policy*, 25: 43–48.

Rukmana, R. H. 1997. *Singkong, Budidaya dan Pasca Panen*. Kanisius, Yogyakarta.

Roberts, C. M., Hawkins, Gelly. 2005. The role of marine reserves in achieving sustainable. Fisheries. *Phil. Trans. R. Soc.B*, 360: 123–132.