

# ANALISIS KETERSEDIAAN JAGUNG NASIONAL MENUJU PENCAPAIAN SWASEMBADA DENGAN PENDEKATAN MODEL DINAMIK

## *Analysis of National Corn Availability to Become Self-sufficiency Through Dynamic Model Approachmen*

Sumarni Panikkai<sup>1</sup>, Rita Nurmalina<sup>2</sup>, Sri Mulatsih<sup>2</sup>, Handewi Purwati<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Pascasarjana S3 Program Studi PWD Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga Bogor 16880, Indonesia

<sup>2</sup>Komisi Pembimbing, Fakultas Ekonomi dan Manajemen (FEM) Institut Pertanian Bogor, Dramaga Bogor 16880

<sup>3</sup>Komisi Pembimbing, Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian, Cimanggu, Bogor

Telp. (0251) 8321762 Fax. (0251) 8350920

E-mail: marnibalitsereal@gmail.com

(Makalah diterima, 18 Januari 2017 – Disetujui, 31 Mei 2017)

### ABSTRAK

Di Indonesia, jagung lebih banyak digunakan untuk pakan ternak, terutama ternak unggas. Swasembada jagung secara berkelanjutan merupakan kondisi ideal karena Indonesia memiliki sumber daya alam dan lingkungan agroekologi yang mendukung. Kesenjangan antara penyediaan dan kebutuhan jagung masih cukup besar karena semakin tingginya permintaan bahan baku pakan dari waktu ke waktu. Untuk mewujudkan swasembada jagung, pemerintah mengintervensi penyediaan jagung melalui kebijakan swasembada. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peningkatan ekstensifikasi dan produktivitas jagung menggunakan sistem dinamik. Pendekatan dinamika sistem digunakan sebagai alat dalam menjawab tujuan penelitian. Dinamika ketersediaan jagung nasional sebelum adanya kebijakan swasembada dijadikan sebagai model dasar. Hasil validasi menggunakan uji struktur dan uji kinerja model menunjukkan model yang dibangun bersifat valid. Hasil simulasi menunjukkan Indonesia belum dapat mencapai swasembada jagung secara berkelanjutan sebelum adanya kebijakan peningkatan produksi secara menyeluruh. Setelah adanya kebijakan, hasil simulasi menunjukkan swasembada jagung baru dapat tercapai. Hasil simulasi model menggunakan strategi kebijakan peningkatan ekstensifikasi dan produktivitas atau skenario gabungan antara peningkatan ekstensifikasi dan produktivitas mampu meningkatkan produksi jagung hingga 25,85 juta ton melalui peningkatan ekstensifikasi dan 26,69 juta ton melalui peningkatan produktivitas.

**Kata kunci:** jagung, ketersediaan, swasembada, model dinamik

### ABSTRACT

*In Indonesia, corn mainly use as feeds in particular for poultry. Sustainable national corn self-sufficiency is an ideal condition for Indonesia which has the availability natural resources and supporting agro-ecological environment. The gap between supply and demand of corn is still relatively large due to the high demand of corn, especially for feed. To attain national corn self-sufficiency, the Government intervened national corn supply by implementing of the national corn self-sufficiency policy. This study aims to analyze the increase of corn extensification and productivity by dynamic system approach. Validation on the built-in model showed that the model was valid. The simulation results showed that before the implementation of corn self-sufficiency policy Indonesia was unable to achieve self-sufficiency, and, on the other hand, after the policy implementation the simulation result showed that the sustainable corn self-sufficiency is attainable. Model simulation results showed that extensification and productivity improvement strategies (combined scenario of increased extensification and productivity) were able to increase the production of corn to as many as 25.85 million tonnes through extensification increase and 26.69 million tons through productivity increase.*

**Key words:** corn, self-sufficiency, dynamic model

## PENDAHULUAN

Di Indonesia, jagung merupakan komoditas pangan utama setelah padi yang mempunyai peranan strategis dalam pembangunan pertanian dan perekonomian. Pengembangan komoditas ini berkontribusi dalam penyediaan bahan pangan dan bahan baku industri. Pengembangan jagung dalam skala yang lebih luas dengan produksi yang lebih tinggi berpotensi meningkatkan pendapatan petani dan perekonomian daerah.

Komoditas jagung mempunyai fungsi multiguna (4F), yaitu untuk pangan (*food*), pakan (*feed*), bahan bakar (*fuel*), dan bahan baku industri (*fiber*). Dalam ransum pakan ternak, terutama unggas, jagung merupakan komponen utama dengan proporsi sekitar 60%. Diperkirakan lebih dari 58% kebutuhan jagung dalam negeri digunakan untuk pakan, sedangkan untuk pangan hanya sekitar 30%, dan sisanya untuk kebutuhan industri lainnya dan benih (Kementan, 2013).

Permintaan terhadap jagung sebagai bahan baku pakan ternak terus meningkat. Penggunaan jagung untuk pakan didorong oleh harganya yang relatif terjangkau, mengandung kalori tinggi dan protein dengan kandungan asam amino lengkap, dan disukai oleh ternak dibandingkan dengan bahan baku pakan lainnya. Upaya mengganti jagung dengan biji-bijian lain tampaknya belum berhasil sehingga jagung tetap menjadi bahan baku utama pakan di dunia (Kasryno *et al.*, 2008).

Tantangan di masa mendatang adalah bagaimana memenuhi kebutuhan jagung sebagai bahan baku pakan, pangan, dan energi (Amar dan Zakaria, 2011). Pada tahun 2018 produksi jagung diperkirakan akan meningkat 3,69% atau mencapai 23,51 juta ton (Pusdatin, 2014). Dalam 10 tahun terakhir (2005-2014) produksi jagung di Indonesia meningkat dengan laju 5,21% per tahun.

Potensi pengembangan jagung masih sangat besar, antara lain melalui perluasan areal tanam, peningkatan produktivitas menggunakan varietas unggul baru, penerapan teknologi budi daya inovatif dengan pendekatan Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT), pengamanan produksi dari serangan organisme pengganggu tanaman, dan penanganan pascapanen.

Dalam upaya membangun kemandirian pangan, pemerintah pada 2014 telah menargetkan swasembada jagung. Tantangan ini antara lain dihadapkan kepada alih fungsi lahan pertanian, keterbatasan penyediaan benih dan pupuk, serta kendala lainnya. Pencapaian target swasembada jagung memerlukan dukungan dari berbagai pihak, termasuk kebijakan pemerintah dalam mengatasi masalah yang dihadapi. Hal ini antara lain dapat diupayakan melalui pendekatan model sistem dinamik dalam menyusun skenario kebijakan.

Definisi sistem dinamik menurut Coyle (1979) dalam Coyle (1996) adalah metode analisis masalah. Dalam

hal ini, waktu merupakan faktor penting agar sistem yang dirancang dapat dipertahankan untuk mendapatkan keuntungan.

dari guncangan yang berasal dunia luar. Sterman (2000) dan Kirkwood (1998) menyatakan perilaku dasar dinamika sistem adalah eksponential growth, goal seeking dan oscillation. Menurut Patill *et al.*, (2008), sistem dinamik merupakan proses untuk menilai perilaku sistem secara terus menerus dengan pendekatan sebab akibat pada dunia nyata.

Di sisi lain, Manetsch dan Park (1977) menyatakan masalah multidisiplin yang kompleks dapat diselesaikan dengan pendekatan sistem. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peningkatan ekstensifikasi dan produktivitas jagung menggunakan sistem dinamik.

## BAHAN DAN METODE

### Metode Pengumpulan Data

Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah produksi, luas panen, produktivitas, kebutuhan, impor, dan konsumsi jagung per kapita serta populasi penduduk dalam periode 2010-2014. Data diperoleh dari Kementerian Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, dan publikasi hasil penelitian. Pengambilan data dilakukan sejak Juli 2013 hingga Januari 2014.

### Metode Analisa Data

Analisis data melalui beberapa tahap dengan membangun model ketersediaan jagung nasional, validasi, simulasi, dan eksekusi skenario alternatif terhadap model menggunakan *software Powersim studio*. Tahun dasar pemodelan adalah 2010 (sebelum ada kebijakan). Simulasi pemodelan bertujuan untuk menganalisis perjagungan nasional sebelum dan sesudah ada kebijakan (tahun 2010 hingga tahun 2025).

### Pembangunan Model

Sistem ketersediaan jagung nasional dibangun dengan mengakomodasi untuk keperluan konsumsi dan industri. Model dibangun dari dua submodel, yaitu submodel ketersediaan dan kebutuhan jagung.

### Validasi Model

Variabel yang akan divalidasi dalam model adalah produksi dan kebutuhan jagung. Uji validasi yang digunakan yaitu validasi struktur dengan pengujian keabsahan model terhadap kondisi nyata. Pengujian dilakukan dengan metode statistika (Tasrif 2007). Pengujian validasi menggunakan metode uji MAPE

(Mean Absolute Percentage Error) atau nilai tengah kesalahan absolut dengan rumus:

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

Batas penyimpangan yang dapat diterima adalah 5%. Model yang digunakan dinilai tepat menggambarkan kondisi sesungguhnya jika nilai MAPE <5%. Nilai di antara 5% sampai 10% termasuk cukup tepat dan nilai >10% tidak tepat (Morecroft 2007; Muhammadi *et al.*, 2001).

### Simulasi Kebijakan

Dalam penelitian ini dilakukan dua macam simulasi terhadap model dinamika sistem ketersediaan jagung nasional, yaitu setelah ada kebijakan pemerintah dan simulasi alternatif. Simulasi setelah ada kebijakan mengacu pada indikator capaian swasembada yang meliputi peningkatan luas panen 25%, peningkatan penggunaan jagung hibrida 80%, peningkatan rekomendasi pupuk dan pengendalian OPT 10% sebagai berikut :

- Pelaksanaan upaya peningkatan produksi yang dicanangkan pemerintah diasumsikan mampu meningkatkan produktivitas jagung 1 t/ha (skenario 1) dan peningkatan luas areal tanam 2% per tahun (skenario 2).
- Penurunan impor jagung 60% (skenario 3) dan penurunan kebutuhan jagung untuk bahan baku pakan dan konsumsi masing-masing 10% (skenario 4) dengan diversifikasi pangan.

Simulasi kebijakan yang kedua dilakukan agar diperoleh alternatif kebijakan yang lebih baik dibandingkan dengan kebijakan yang telah ada guna mempercepat swasembada jagung. Simulasi kebijakan alternatif dibangun dengan cara mengombinasikan beberapa skenario yang telah dibuat sebagai berikut:

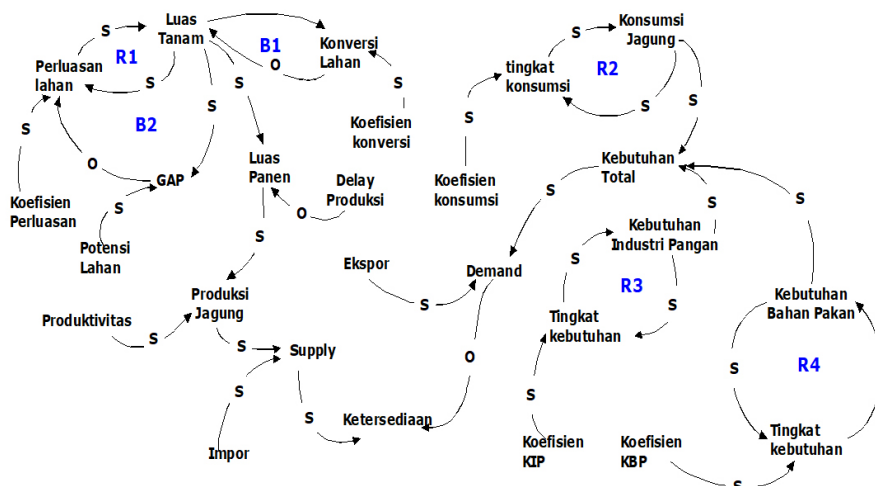
- Gabungan penurunan volume impor dan konsumsi (skenario 5).
- Gabungan peningkatan produktivitas dan ekstensifikasi atau perluasan areal tanam (skenario 6).
- Gabungan antara skenario 5 dan skenario 6 (skenario 7).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sistem dan Model Ketersediaan Jagung Nasional

Untuk memenuhi kebutuhan yang semakin meningkat, ketersediaan jagung nasional harus cukup agar terwujud swasembada dengan dukungan berbagai kebijakan dan program yang dicanangkan pemerintah. Volume penyediaan jagung ditentukan oleh kebutuhan yang harus dipenuhi secara nasional.

Identifikasi sistem merupakan rantai hubungan antara kebutuhan masing-masing pelaku sistem dengan permasalahan yang ada untuk memenuhi kebutuhan tersebut (Eriyanto, 2003 dalam Muis, 2012). Pengembangan model dinamika sistem dirancang dalam bentuk diagram alir (*causal loop*) yang menghubungkan antara kebutuhan dengan permasalahan yang dihadapi sebagai suatu mata rantai (Gambar 1). Hal ini bertujuan untuk menganalisis ketersediaan jagung guna mengukur ketercapaian swasembada jagung berkelanjutan. Submodel dibangun dari variabel-variabel terkait yang mengacu pada penelitian sebelumnya. Secara umum, submodel produksi dibangun oleh variabel luas lahan dan produktivitas. Penyediaan jagung nasional dipasok oleh produksi ditambah dengan impor dan dikurangi dengan ekspor. Ketersediaan jagung nasional adalah selisih antara penyediaan dan kebutuhan.



Gambar 1. Causal Loop Sistem Ketersediaan Jagung Nasional

Hubungan sebab akibat yang ditampilkan dalam diagram menggambarkan keterkaitan hubungan antareleman dalam sistem peningkatan produksi untuk melihat ketersediaan jagung nasional. Setelah diagram sebab akibat terbentuk, langkah selanjutnya adalah menginterpretasikan diagram tersebut ke diagram input output (Marimin dan Magfirah, 2010; Tasrif, 2007). Formulasi model dilakukan dengan cara menggambarkan diagram *stock and flow*, dimana permasalahan jagung dirumuskan secara matematis yang dapat mewakili sistem nyata produksi jagung nasional (Gambar 2).

**Validasi Model**

Validasi dilakukan untuk menguji kestabilan model, yaitu konsistensi model, terutama dalam hubungannya dengan satuan yang digunakan. Uji validasi dilakukan terhadap dua submodel utama, yakni submodel produksi dan kebutuhan.

*Validasi Sub-Model Produksi*

Validasi submodel produksi dimaksudkan untuk melihat kemiripan antara data produksi aktual dengan hasil simulasi. Kemiripan data aktual dan model menunjukkan tingkat validasi model tersebut. Nilai MAPE validasi submodel produksi 3,19% (Tabel 1), kurang dari 5%. Dengan demikian dapat disimpulkan

bahwa simulasi submodel produksi valid dan mendekati kondisi riil.

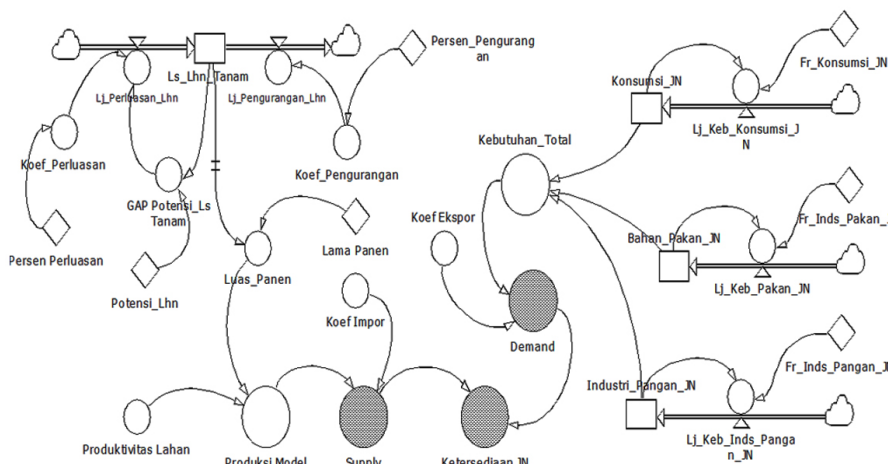
*Validasi Sub-Model Kebutuhan*

Validasi submodel kebutuhan dimaksudkan untuk melihat kemiripan antara data kebutuhan jagung aktual dengan kebutuhan hasil simulasi. Kemiripan data antara aktual dan model menunjukkan tingkat validasi model tersebut (Kibira, 2010; Zhou, 2014).

Nilai MAPE validasi submodel kebutuhan jagung 1,89% (Tabel 2), kurang dari 5%. Dengan demikian dapat disimpulkan simulasi submodel kebutuhan jagung valid dan sangat sesuai dengan kondisi riil (Morecroft, 2007). Hal tersebut juga tampak pada perbandingan antara data aktual dan data model dalam kurun waktu tahun 2010 hingga 2015 (Gambar 3).

**Analisis Ketersediaan Jagung Nasional sebelum Ada kebijakan**

Hasil analisis ketersediaan jagung nasional sebelum adanya kebijakan pemerintah (Gambar 4) menunjukkan tren yang terus meningkat dengan laju pertumbuhan yang lambat mengikuti pola *exponential growth*. Secara umum terlihat kebutuhan jagung berada di atas penyediaan selama periode simulasi. Hal ini berarti tanpa dukungan pemerintah maka swasembada jagung tidak akan terwujud hingga akhir periode simulasi.



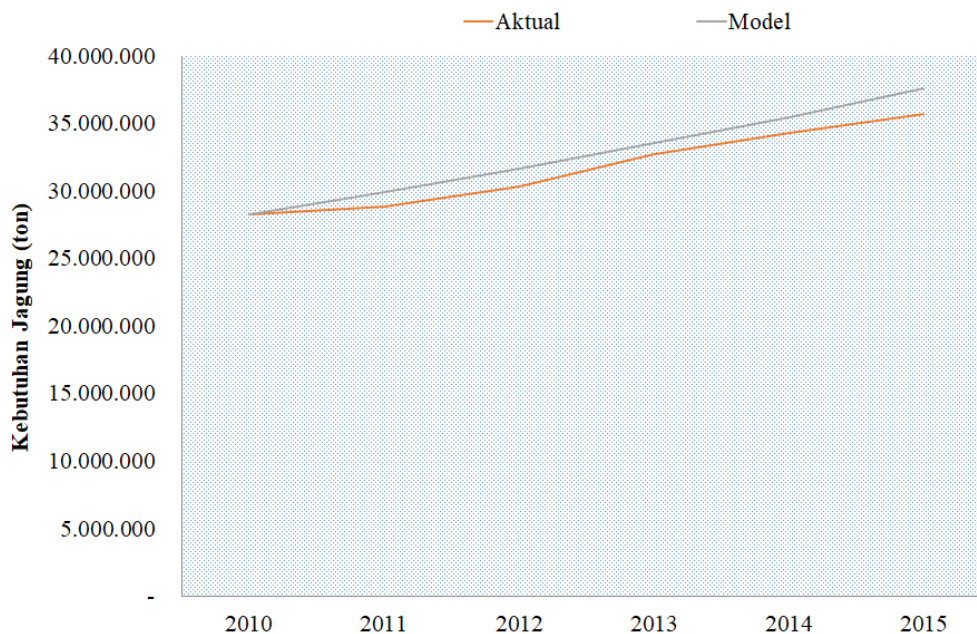
Gambar 2. Model Sistem Ketersediaan Jagung Nasional

Tabel 1. Validasi sub-model produksi jagung

Tahun	Data Aktual (ton)	Data Model(ton)
2010	18.327.636	18.344.641
2011	17.643.250	17.937.671
2012	19.387.022	19.362.755
2013	18.511.853	19.899.187
2014	19.008.426	21.488.925
2015	21.621.435	23.721.387
	MAPE	3,19%

Tabel 2. Validasi sub-model kebutuhan

Tahun	Data Aktual (ton)	Data Model (ton)
2010	28.273.501	28.273.501
2011	28.867.151	29.919.627
2012	30.362.342	31.668.038
2013	32.774.118	33.525.459
2014	34.311.986	35.499.076
2015	35.713.001	37.596.570
	MAPE	1,89%



Gambar 3. Validasi sub-model kebutuhan

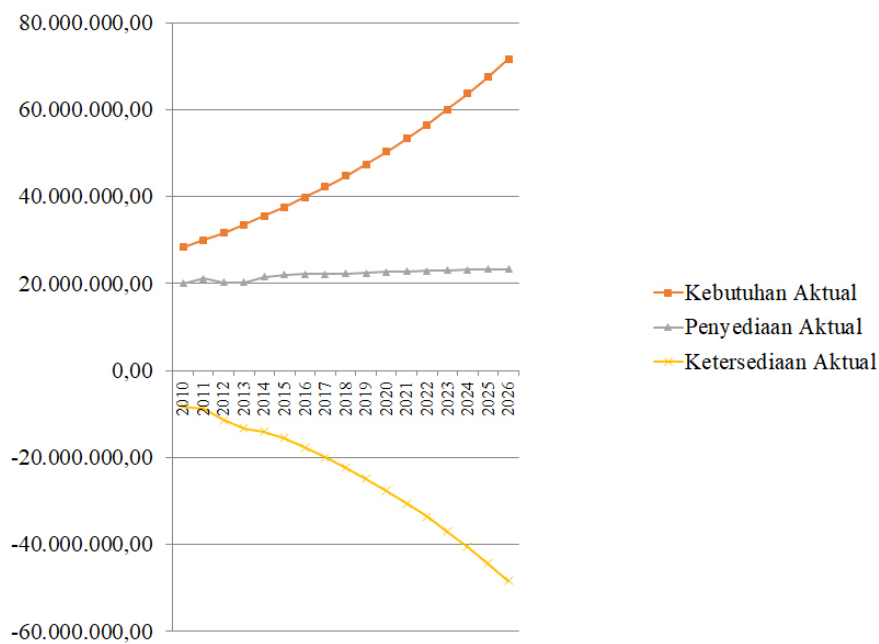
Pada tahun 2010, ketersediaan jagung nasional defisit 0.63 juta ton. Apabila tidak ada kebijakan, defisit ketersediaan jagung akan meningkat hingga akhir periode simulasi. Defisit ketersediaan jagung nasional pada tahun 2025 diperkirakan 0.92 juta ton, sedangkan pada tahun 2014 adalah 0,61 juta ton. Hal ini berarti swasembada jagung pada tahun 2014 tidak tercapai.

#### **Analisis Ketersediaan Jagung Nasional Setelah Ada Kebijakan**

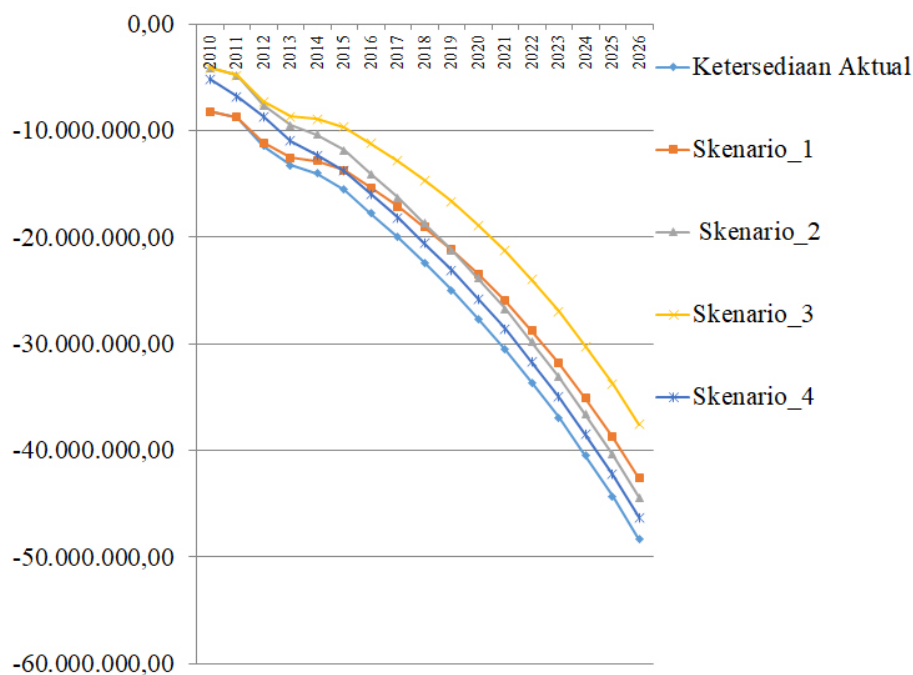
Pengembangan jagung melalui perluasan areal diarahkan pada lahan-lahan potensial seperti sawah irigasi dan tadah hujan yang belum dimanfaatkan. Percepatan laju peningkatan produksi ditempuh melalui penerapan teknologi yang mendukung, di antaranya penggunaan varietas unggul baru (VUB) dan teknologi

budi daya dengan pendekatan Pengelolaan Tanaman Terpadu (Ditjen Tanaman Pangan, 2010)

Simulasi ketersediaan jagung nasional setelah ada kebijakan swasembada dituangkan dalam skenario 1 sampai 4 (Gambar 5). Hasil simulasi menunjukkan bahwa keempat skenario dapat dibandingkan antara yang satu dengan lainnya untuk mengetahui dampak beberapa skenario terhadap ketersediaan jagung nasional. Perbandingan tersebut juga dapat menjadi dasar dalam mengevaluasi kebijakan pemerintah yang telah berjalan. Berdasarkan hasil simulasi terlihat bahwa model produksi jagung nasional dalam kondisi aktual belum mencapai swasembada jagung. Hal ini ditunjukkan oleh diagram ketersediaan jagung yang negatif selama periode simulasi. Oleh karena itu diperlukan kebijakan pemerintah dari sisi penyediaan produksi, misalnya berupa program Upaya Khusus, melalui peningkatan luas areal tanam dan produktivitas. Hal ini serupa dengan



Gambar 4. Ketersediaan jagung nasional sebelum ada kebijakan swasembada, periode 2010-2025



Gambar 5. Hasil simulasi ketersediaan jagung skenario 1-4

hasil penelitian Nurmalina (2009) dari aspek peningkatan produksi jagung nasional.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa skenario 3 mengalami peningkatan lebih tinggi dibandingkan skenario lainnya dari aspek ekstensifikasi dan intensifikasi. Kebijakan swasembada jagung belum dapat mencapai target pada tahun 2014. Bahkan sampai pada akhir periode simulasi ketersediaan jagung nasional masih menunjukkan angka negatif. Artinya, penyediaan jagung nasional melalui ekstensifikasi pada tahun 2016

mencapai 24,51 juta ton dan melalui intensifikasi 25,83 juta ton dengan peningkatan produktivitas belum mampu mengimbangi laju kebutuhan jagung.

#### Analisis Kebijakan Alternatif Pencapaian Swasembada Jagung

Hasil simulasi dengan berbagai skenario di atas dapat dibandingkan antara yang satu dengan lainnya untuk merumuskan kebijakan alternatif yang paling baik

dalam mencapai swasembada jagung. Dalam analisis ini dilakukan perbandingan antara keragaan ketersediaan jagung secara aktual dengan skenario alternatif (skenario 5-7) untuk menemukan kebijakan alternatif dengan kinerja yang paling baik (Gambar 6).

Hasil simulasi memperlihatkan swasembada jagung tidak akan tercapai mengikuti kinerja model kondisi aktual. Hal ini ditunjukkan oleh ketersediaan jagung yang negatif selama periode simulasi. Oleh karena itu diperlukan kebijakan peningkatan ketersediaan jagung melalui pengembangan dan adopsi teknologi budi daya baru menggunakan benih VUB bermutu dan bersertifikat (Saenong *et al.*, 2007). Gambar 6 juga menunjukkan bahwa skenario kebijakan alternatif menghasilkan surplus jagung untuk skenario 6 dan skenario 7. Hal ini sesuai dengan asumsi awal yang dicanangkan pemerintah dan dampaknya sudah terlihat pada tahun 2011. Kombinasi skenario 6 dan skenario 7 (kombinasi skenario peningkatan ekstensifikasi, produktivitas, produksi, penurunan impor jagung dan kebutuhan bahan baku pakan) menghasilkan ketersediaan jagung yang mendukung pencapaian swasembada. Hasil simulasi skenario 6 dan skenario 7 menunjukkan peningkatan penyediaan jagung nasional melalui ekstensifikasi pada tahun 2016 memberikan produksi 25,83 juta ton dan melalui intensifikasi 26,69 juta ton.

Sejalan dengan penelitian Hongling dan Zhan (2011), faktor produksi yang mempengaruhi perkembangan industri pengolahan jagung di China bagian timur laut adalah dorongan dan keseimbangan mekanisme produksi jagung. Demikian pula menurut Chan *et al.*, (2004) bahwa penggunaan teknologi berperan penting dalam meningkatkan produksi dan efisiensi penggunaan lahan.

## KESIMPULAN

Model sistem dinamik yang dikembangkan dapat menggambarkan perilaku produksi jagung nasional untuk memenuhi target ketersediaan dan implikasinya terhadap alternatif kebijakan yang dapat diambil untuk mendukung pemenuhan kebutuhan nasional.

Kebijakan alternatif (gabungan simulasi) diperlukan untuk menghasilkan kebijakan yang lebih baik yang dapat mengantarkan Indonesia mencapai swasembada jagung secara berkelanjutan selama periode simulasi. Hasil simulasi menunjukkan swasembada jagung berkelanjutan dapat tercapai apabila skenario 6 dan 7 diterapkan, yaitu kebijakan kunci peningkatan ekstensifikasi dan produktivitas jagung, yang mampu memenuhi kebutuhan dengan hasil simulasi, melebihi target pemerintah 24 juta ton, berturut-turut 25,83 juta ton dan 26,69 juta ton untuk skenario 6 (peningkatan ekstensifikasi) dan skenario 7 (peningkatan produktivitas).

Berdasarkan hasil penelitian ini maka petani sebagai pelaku usahatani diharapkan mampu meningkatkan pengetahuan teknik budi daya jagung dengan bantuan petugas penyuluh dengan dukungan pemerintah.

Upaya yang perlu dilakukan pemerintah dalam mencapai swasembada jagung melalui program peningkatan produksi seperti program Upaya Khusus adalah bantuan sarana produksi, penyediaan benih VUB jagung, teknologi tepat guna spesifik lokasi, teknologi penanganan pascapanen, dan peningkatan kualitas sumber daya petani dan penyuluh pertanian melalui pelatihan TOT (*Training of Trainer*).

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Otoritas Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, dan Balai Penelitian Tanaman Serealia yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melanjutkan pendidikan S3 di IPB dan mendukung penuh pelaksanaan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amar, K. dan Zakaria. 2011. Kebijakan Antisipatif dan Strategi Penggalangan Petani Menuju Swasembada Jagung Nasional. Bogor (ID): PSEKP. 15 hlm.
- Chan, A., Hoffman, R., & McInnis, B. 2004. The role of systems modeling for sustainable development policy analysis: the case of bio-ethanol. *Ecol Soc*.9(2):6.
- Coyle, RG. 1996. System Dynamics Modelling: Practical Approach. Chapman & Hall. London. 432 pages.
- Ditjen Tanaman Pangan. 2010. RPJMN Bidang Pangan dan Pertanian 2010-2014 Jakarta: 419 hlm.
- Hongling, S. and G. Zhan. 2011. The System Dnamic Analysis on the Development of Corn Processing Industry in Northeast China. China (RRC). 12 pages
- Kasryno F, Pasandaran E dan Fagi A.M. 2008. Ekonomi Jagung Indonesia. Jakarta: Badan Penelitan dan Pengembangan Pertanian. Deptan. p.37-72.
- Kementan. 2013. Data Statistik Ketahanan Pangan tahun 2012.Jakarta (ID):Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian 2013.
- Kibira, D. 2010. System Dynamics Modelling of Corn Ethanol as a Biotransportation Fuel in the United States. Nebraska (US): University of Nebraska-Lincoln.
- Kirkwood, CW. 1998. System Dynamics Method :Aquick Introduction. Arizona State Universit (US):Ventana System Inc.

- Manetsch, T.J and G.L Park. 1977. System Analysis and Simulation with Application to Economic and Social System, Part 1. Third Edition. Departemen of Electrical Engineering and System Science. Michigan State University. Michigan.
- Marimin dan N. Magfiroh. 2010. Aplikasi Teknik Pengambilan Keputusan dalam Manajemen Rantai Pasok. Bogor: IPB Press.
- Muis, A. 2012. Model Dinamika Sistem Agroindustri Kakao di Indonesia. Tesis. Bogor: Institut Pertanian Bogor. 204 hlm.
- Morecroft, J.D.W. 2007. Strategic Modeling and Business Dynamics: a Feedback System Approach. England: John Wiley & Sons Ltd. 504 pages.
- Muhammadi E, Aminullah, B. Soesilo. 2001. Analisis Sistem Dinamik: Lingkungan Hidup Sosial, Ekonomi, Manajemen. Jakarta: UMJ Press. 415 hlm.
- Nurmalina, R. 2007. Model Neraca Ketersediaan Beras yang Berkelanjutan untuk Mendukung Ketahanan Pangan Nasional. Disertasi. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor. 204 hlm.
- Nugrahapsari, R.A. 2013. Model Swasembada Gula Kristal Putih (GKP) Nasional dengan Pendekatan Sistem Dinamik. Thesis. Bogor: Institut Pertanian Bogor. 105 hlm.
- Patil, G., G. Arnal, and V. Puranik. 2008. System Dynamics Modelling Approach for Energy management in a Sugar Industry.
- Pusdatin. 2014. Outlook Komoditas Pertanian Subsektor Tanaman Pangan. Jakarta (ID): Kementerian Pertanian
- Saenong, S. 2007. Pengelolaan Benih Jagung. Dalam Jagung: Teknik Produksi dan Pengembangan. Bogor (ID): Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 8 hlm.
- Sterman, J.D. 2000. Business Dynamics: System Thinking dan Modelling for a Complex World. USA: McGraw-Hill. 1008 pages.
- Tasrif, M. 2007. Analisis Kebijakan Menggunakan Model System Dynamics. Bandung (ID): Institut Teknologi Bandung. 262 hlm.
- Yunitasari, D. 2015. Model Pengembangan Agroindustri Gula Tebu sebagai Upaya Peningkatan Perekonomian Wilayah di Jawa Timur. Disertasi. Bogor: Institut Pertanian Bogor. 201 hlm.
- Zhou, Y. 2014. Analysis on the Economic Effect of Urban Mass Transit Based on System Dynamics. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 10 pages.