

ANALISIS SISTEM DINAMIK UNTUK EVALUASI PENCAPAIAN SWASEMBADA BERAS MELALUI PROGRAM UPAYA KHUSUS

Dynamic System Analysis for Evaluation Rice Self- Sufficiency Through The Special Effort Programme

Agus Supriatna Somantri¹, Prima Luna¹, Idha Widi Arsanti² dan Budi Waryanto³

¹Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian

Jl. Tentara Pelajar No. 12 Kampus Penelitian Pertanian Cimanggu Bogor 16111, Jawa Barat - Indonesia

²Pusat Pendidikan Pertanian, BPPSDMP, Jl. Harsono RM No. 3, Ragunan – Jakarta Selatan 12550, Indonesia

³Biro Perencanaan Kementerian Pertanian, Jl. Harsono RM No. 3, Ragunan – Jakarta Selatan 12550, Indonesia

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

E-mail : agussomantri@pertanian.go.id

(Makalah diterima, 16 Juli 2019 – Disetujui, 07 Desember 2020)

ABSTRAK

Upaya Khusus (UPSUS) Padi merupakan kebijakan Kementerian Pertanian dalam upaya mencapai swasembada beras yang diimplementasikan sejak tahun 2015. Apakah kegiatan ini berhasil dan tepat? Analisis sistem dinamik digunakan sebagai alat evaluasi kegiatan UPSUS Padi dengan pendekatan *system thinking*. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kebijakan UPSUS Padi sejak tahun 2015-2018 menggunakan sistem dinamik. Metodologi penelitian dibangun dengan membuat Causal Loop Diagram (CLD) utama sistem swasembada beras, subsistem yang mendukung swasembada beras, sistem permintaan, dan sistem pencapaian target swasembada beras. Model dinamik tersebut divalidasi, disimulasi, dan direformulasi. Hasil simulasi menunjukkan sistem dinamik dapat dijadikan alat evaluasi kebijakan program UPSUS Padi dengan hasil validasi model bernilai MAPE < 5%, sehingga dapat menggambarkan kondisi sesungguhnya. Hasil simulasi model menunjukkan UPSUS Padi sukses meningkatkan produksi. Bilamana dalam lima tahun target peningkatan indeks pertanaman (IP) dan produktivitas tercapai, maka pada tahun 2022 akan terjadi puncak surplus beras sebesar 25 juta ton. Setelah itu produksi padi akan terus menurun jika hingga akhir tahun 2024 konversi lahan sawah tidak dibendung. Penerapan kebijakan UPSUS Padi perlu didukung oleh kebijakan penerapan mekanisasi untuk pra dan pascapanen, penyuluhan, revitalisasi penggilingan, diversifikasi pangan, dan penekanan konversi lahan. Hasil simulasi dengan memasukkan semua variabel tersebut menunjukkan Indonesia dalam lima tahun ke depan akan surplus 35 juta ton beras sehingga swasembada terus berlanjut.

Kata kunci: padi, upaya khusus, sistem dinamik, swasembada beras

ABSTRACT

Special Effort (UPSUS in Indonesian Language) of Rice constitutes a policy issued by the Ministry of Agriculture in order to achieve rice self-sufficiency that has been ongoing since 2015. However, Does this special effort successful and propitious? Dynamic system analysis has been conducted to evaluate the Special Effort of Rice with a system thinking approach. This study aimed to evaluate the Special Effort of rice policy from 2015-2018 using dynamic system. The methodology of this study was developed by making the main Causal Loop Diagram (CLD) system for rice self-sufficiency, sub-systems which support rice self-sufficiency, demand systems, and systems for achieving self-sufficiency in rice themselves, then the dynamic models are validated, simulated and formulated. Based on the simulation results show that the dynamic system can be implemented as an evaluation tool for the special effort of rice programme with the model validation of MAPE <5%. It is therefore, the model can describe the actual conditions. In the next five years, if the increase in plant growth index and productivity targets is achieved, then until 2022 there will be a surplus of 25 million tons of rice; however, it will continue to decline by the end of 2024 if land conversion still continues. In addition, the increase in crop index and productivity still has limited capacity to achieve sustainable self-sufficiency. The simulation results of this model have included the addition of the implementation of mechanisation policies for pre- and postharvest, counselling, revitalisation of rice mills, diversification of food and emphasis on land conversion, subsequently in the next five years a surplus of 35 million tons of rice will occur which has meant that Indonesia exactly is able to self-sufficiency of rice.

Key words: rice, special effort, dynamic system, rice self-sufficiency

PENDAHULUAN

Pemerintah bercita-cita menjadikan Indonesia sebagai Lumbung Pangan Dunia pada tahun 2045. Prioritas pertama untuk mewujudkan cita-cita tersebut ialah mewujudkan swasembada pangan, terutama beras (Kementan, 2017 a). Ketersediaan beras menentukan stabilitas pangan nasional yang berimplikasi terhadap aspek sosial, ekonomi, politik (BPS, 2011), dan budaya. Pernyataan di atas beririsan dengan hal berikut: (1) beras menjadi bahan pokok utama lebih dari 95% penduduk Indonesia (Sudaryanto 2013); (2) tingkat konsumsi per kapita per tahun beras di Indonesia tergolong tinggi, yaitu 134,62 kg/kapita/tahun pada tahun 2013, sedangkan Malaysia hanya 81,25 kg, China 77,45 kg, dan Jepang 59.85 kg; (3) beras merupakan komoditas yang dominan memberikan andil inflasi (BPS, 2018 a); (4) dari segi budaya, padi (Dewi Sri) berperan penting karena bagi masyarakat Jawa dan Bali merupakan lambang kesuburan; (5) pertanian tanaman pangan khususnya padi menjadi salah satu penentu Nilai Tukar Petani (NTP) dan lapangan kerja utama bagi masyarakat Indonesia; (6) beras merupakan sumber karbohidrat paling mudah diperoleh, mudah penyajiannya, dan murah; dan (7) kegagalan produksi beras menyebabkan lonjakan harga dan kelangkaan di pasar yang berimbas pada gejolak sosial politik sehingga merusak stabilitas nasional (Subejo, 2014).

Tujuan pemerintah mewujudkan swasembada beras adalah tercapainya kondisi dimana 100% kebutuhan pangan dipenuhi dari dalam negeri dan tidak ada impor beras (Kementan 2017 a). Walaupun swasembada beras tidak efisien karena berbiaya tinggi dan menjadi beban ekonomi, namun program swasembada beras terus dilaksanakan (Nuryanti, 2017). Terdapat beberapa alasan bagi negara untuk tetap mempertahankan swasembada beras (Clarete, 2015). Pertama, harga beras dunia berfluktuatif ekstrem selama bertahun-tahun. Kedua, urgensi swasembada beras adalah pasar beras dunia dikategorikan sebagai pasar yang tipis (*thin trade*), dimana volume perdagangan beras dunia saat ini hanya sekitar 15 juta ton atau 6-7% dari total produksi beras dunia. Ketiga, urgensi swasembada beras adalah adanya pembatasan ekspor dari negara-negara pengekspor beras. Kondisi tersebut dapat menyebabkan kelangkaan dan kenaikan harga beras. Kebergantungan pada impor membuat Indonesia tidak berdaulat, akan muncul pemaksaan politik dari negara pemasok beras (Mulyana, 1998).

Kebutuhan beras nasional cenderung mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk serta kebutuhan pakan dan industri selain untuk pangan. Jumlah penduduk Indonesia dengan tingkat konsumsi beras 114.16 kg/kapita/tahun (Kementan

2017 b), akan terus bertambah dengan laju pertumbuhan 1,49% (BPS, 2017). Sementara itu produksi beras dalam negeri belum mampu mencukupi kebutuhan beras nasional karena gangguan pada sistem rantai pasok. Permasalahan dimulai dari konversi lahan, produktivitas lahan cenderung menurun, dan indeks pertanaman belum optimal (Maulana, 2004). Dalam periode 2015-2017, produktivitas padi cenderung menurun, dari 5,34 t/ha pada tahun 2015, menjadi 5,26 t/ha pada tahun 2016, dan 5,15 t/ha pada tahun 2017 (Kementan, 2018). Selain itu, pertanaman padi rentan kegagalan panen akibat iklim ekstrem, serangan organisme pengganggu tumbuhan (OPT), dan hilang/tercecer (Nurmalina, 2012). Penyusutan produksi juga terjadi selama proses pengolahan dari gabah menjadi beras, baik pada saat penggilingan maupun penyimpanan dan distribusi.

Berbagai upaya pencapaian swasembada telah dilakukan pemerintah seperti pengendalian konversi lahan, cetak sawah baru atau ekstensifikasi, intensifikasi, mekanisasi, revitalisasi penggilingan, dan edukasi ke masyarakat mengenai pentingnya penurunan konsumsi beras. Pemerintah telah mengeluarkan UU Nomor 41 Tahun 2009 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan (PLP2B) sebagai upaya pengendalian konversi lahan, namun pelaksanaannya masih lemah. Konversi lahan terutama terjadi di Jawa pada lahan sawah produktif (Irawan dan Friyatno, 2002), sawah beririgasi, dan kawasan budi daya pertanian berteknologi tinggi (Sumaryanto *et al.*, 2001).

Untuk mendukung upaya percepatan pencapaian swasembada pangan, beberapa terobosan kebijakan telah dilaksanakan Kementerian Pertanian, diantaranya: (1) revisi Perpres Pengadaan Barang/Jasa dari semula tender menjadi penunjukan langsung dan menggunakan e-catalog; (2) *refocusing* kegiatan dan anggaran untuk tujuh komoditas utama padi, jagung, kedelai, gula, daging sapi, bawang merah, dan cabai; (3) meningkatkan sinergitas seluruh instansi terkait; (4) penerapan sistem *reward and punishment*; (5) mengawal dan mendampingi UPSUS secara masif; (6) pengendalian impor untuk memberikan insentif kepada petani; dan (7) antisipasi dini banjir, kekeringan, dan serangan OPT. Program UPSUS percepatan swasembada pangan telah memberikan dampak positif terhadap upaya peningkatan produksi dan ekspor pangan (Kementan 2017)(a). Pelaksanaan UPSUS meliputi: (1) pengembangan jaringan irigasi, (2) optimasi lahan, (3) bantuan benih, (4) bantuan pupuk, (5) bantuan alat-mesin (alsin) pertanian, (6) gerakan penerapan pengelolaan tanaman terpadu (GP-PTT) padi dan optimalisasi perluasan areal.

Program UPSUS peningkatan produksi padi, jagung, dan kedelai (Pajale) sudah diatur dalam Permentan Nomor 03 Tahun 2015 tentang Pedoman Upaya Khusus Peningkatan Produksi Padi, Jagung dan Kedelai

melalui Program Perbaikan Jaringan Irigasi dan Sarana Pendukungnya pada Tahun Anggaran 2015. Hal yang melatarbelakangi UPSUS padi, jagung, dan kedelai adalah swasembada berkelanjutan padi dan jagung serta swasembada kedelai yang harus dicapai dalam waktu tiga tahun (Ditjentan, 2018). Kementerian Pertanian telah menetapkan upaya khusus ini melalui kegiatan pengembangan infrastruktur air, perluasan sawah, bantuan alsin prapanen, asuransi usaha tani padi, yang merupakan program Direktorat Jenderal Pengembangan Sarana Pertanian (PSP). Kegiatan bantuan benih, pupuk dan sarana lainnya untuk budi daya padi, jagung, kedelai, bantuan alsin pascapanen, pengendalian OPT dan dampak perubahan iklim (DPI) merupakan program Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. Sementara itu, inovasi dan teknologi yang akan diterapkan merupakan program Badan Litbang Pertanian.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi capaian UPSUS Padi selama tiga tahun berjalan (2015-2017) menggunakan pendekatan sistem dinamik dan menyusun strategi ke depan agar target swasembada beras dapat tercapai. Melalui penggunaan pendekatan sistem dinamik diharapkan diperoleh pilihan kebijakan yang paling strategis yang perlu diprioritaskan untuk pencapaian swasembada beras.

BAHAN DAN METODE

Metodologi penelitian menggunakan sistem dinamik (Muhammadi dkk., 2001) dengan tahapan antara lain: a) Membentuk causal-loop diagram sistem swasembada beras; b) membentuk causal loop diagram subsistem peningkatan produksi padi; c) membentuk *causal loop*

diagram permintaan; d) membentuk causal loop diagram pencapaian target swasembada beras.

A. Causal Loop Diagram Swasembada Padi Beras

Penggunaan metode pendekatan sistem dinamik tidak terlepas dari proses berpikir sistemik pada sistem produksi padi yang mengarah pada swasembada. Pendekatan berpikir sistemik ini dituangkan ke dalam bentuk Causal Loop Diagram (CLD) untuk sistem swasembada beras (Gambar 1).

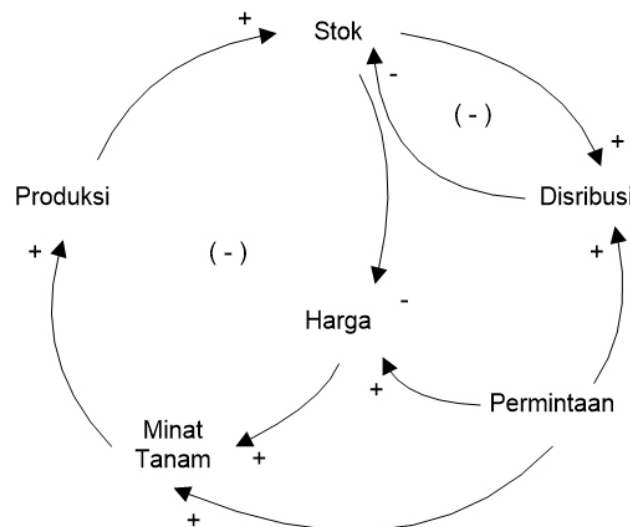
Ketersediaan stok padi/beras akan mengindikasikan Indonesia sudah atau belum swasembada. Stok padi/beras jumlahnya sama dengan stok tahun sebelumnya ditambah dengan selisih antara produksi dan distribusi tahun sekarang, sedangkan neraca adalah selisih antara produksi dan distribusi. Sebagaimana terlihat pada CLD pada Gambar 1, stok padi/beras dapat dimodelkan sebagai berikut:

$$Stok(t) = Stok(t_0) + produksi(t) - distribusi(t) \quad (1)$$

$$neraca(t) = produksi(t) - distribusi(t) \quad (2)$$

Produksi padi merupakan proses produksi yang cukup panjang yang dibentuk oleh faktor produktivitas dan luas tanam. Besaran produktivitas ditentukan oleh banyak faktor seperti penggunaan benih unggul, pemupukan, kesuburan lahan, sistem tanam, dan pengendalian OPT, sedangkan luas tanam ditentukan oleh luas sawah baku dan indeks pertanaman (IP). Luas sawah baku besarnya ditentukan oleh laju cetak sawah baru dan konversi lahan.

Faktor-faktor yang mengganggu sistem produksi meliputi kehilangan luas tanam akibat perubahan iklim, serangan OPT, dan kehilangan hasil pada saat panen dan pascapanen. Hal ini menjadi tantangan dalam penerapan



Gambar 1. Causal Loop Diagram (CLD) sistem swasembada beras

teknologi untuk menekan serangan OPT dan menurunkan tingkat kehilangan hasil pada saat panen dan pascapanen. Secara umum *Causal Loop Diagram* (CLD) untuk sistem produksi padi disajikan pada Gambar 2.

Upaya peningkatan produksi padi tidak terlepas dari strategi peningkatan produktivitas existing menuju produktivitas ideal dalam kurun waktu tertentu. Namun upaya peningkatan produktivitas harus dibarengi dengan upaya percepatan peningkatan produktivitas itu sendiri. Upaya peningkatan produksi padi dapat dilihat pada Gambar 3.

Pada Gambar 3 terlihat bahwa untuk meningkatkan produktivitas existing memerlukan kebijakan strategis (A) yang mampu meningkat sampai mencapai maksimum dalam kurun waktu tertentu. Submodel produksi dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$produksi(t) = luas\ tanam(t) \times provitas(t) \tag{11}$$

$$luas\ tanam(t) = luas\ baku\ sawah(t) \times IP(t) \tag{12}$$

$$provitas(t) = provitas(t_0) + \int_{t_0}^t (provitas\ maks-$$

$$provitas(t)) A dt \tag{13}$$

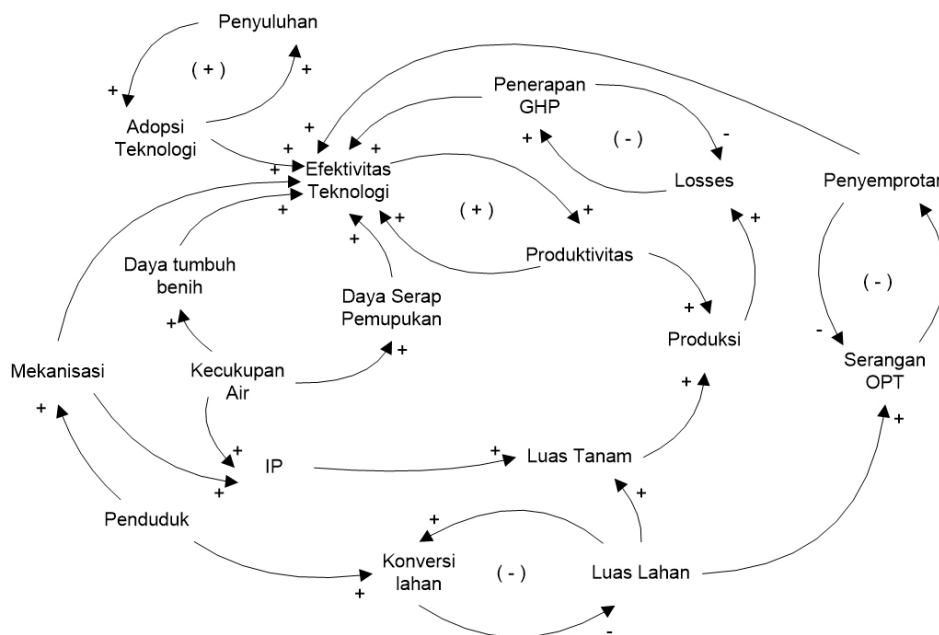
dimana:

$$A = f(\text{benih unggul, teknologi pemupukan}) \tag{14}$$

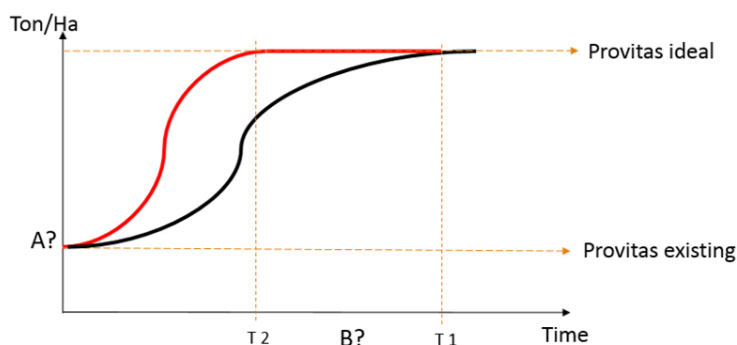
Nilai A merupakan fungsi dari penggunaan benih unggul dan teknologi pemupukan. Kedua faktor ini akan menjadi penggerak peningkatan produktivitas padi menuju maksimum. Namun untuk percepatan peningkatan produktivitas perlu didorong oleh kegiatan penyuluhan dan penggunaan peralatan yang tepat.

Faktor yang menyebabkan menurunnya produksi padi antara lain konversi lahan atau alih fungsi lahan. Menurunnya luas sawah baku akibat konversi lahan semakin memprihatinkan. Penyebab konversi lahan antara lain kebutuhan akan sarana umum seperti jalan, perumahan, pabrik, pertokoan, dan lain-lain yang besarnya terus meningkat setiap tahun.

$$\left(\frac{d(\text{konversi lahan})}{dt}\right) = luas\ baku\ sawah(t) * faktor\ konversi \tag{15}$$



Gambar 2. Causal loop diagram subsistem produksi padi



Gambar 3. Pengungkit peningkatan produktivitas padi

Berdasarkan rumus (15), nilai faktor konversi adalah persentase rata-rata alih fungsi lahan per tahun. Untuk menekan konversi lahan tentu diperlukan campur tangan pemerintah dalam bentuk kebijakan maupun undang-undang sehingga jelas sanksinya.

Kehilangan hasil akibat serangan OPT dapat diatasi dengan memanfaatkan teknologi pengendalian OPT. Serangan OPT eksisting harus dapat diturunkan sampai mencapai tingkat minimum, sehingga pertanaman padi dapat diselamatkan. Hal ini merupakan tantangan terhadap kemampuan teknologi untuk mampu mengatasi serangan OPT pada komoditas padi. Pada Gambar 4 disajikan proses penurunan tingkat serangan OPT hingga mencapai tingkat minimum pada kurun waktu tertentu.

Submodel penurunan luas panen (*losses*) padi akibat serangan OPT dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\left(\frac{d(Losses\ OPT)}{dt}\right) = luas\ panen(t) * losses\ OPT(t) \quad (16)$$

Tingkat penurunan hasil padi (*losses*) akibat serangan OPT (%) dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Losses\ OPT(t) = Losses\ OPT(t_0) - \int_{t_0}^t (Losses\ OPT(t) - Losses\ OPT(min)) B dt \quad (17)$$

dimana:

$$B = f(\text{Teknologi pemberantasan OPT}) \quad (18)$$

Nilai B merupakan fungsi dari penggunaan teknologi pengendalian OPT, besarnya ditentukan oleh tingkat

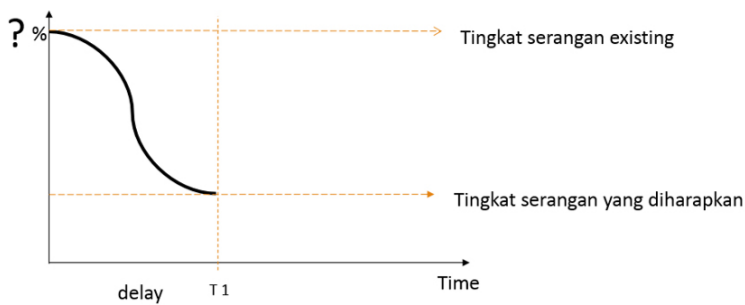
penggunaan pestisida yang tepat sehingga mampu menurunkan kehilangan hasil akibat berkurangnya luas panen. Berdasarkan fungsi penurunan hasil tersebut dapat ditentukan upaya penyelamatan hasil padi (GKG) setiap satuan waktu tertentu. Tingkat penyelamatan hasil padi (GKG) akibat serangan OPT (%) dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Penyelamatan\ losses\ OPT(t) = losses\ OPT(t_0) - losses\ OPT(t) \quad (19)$$

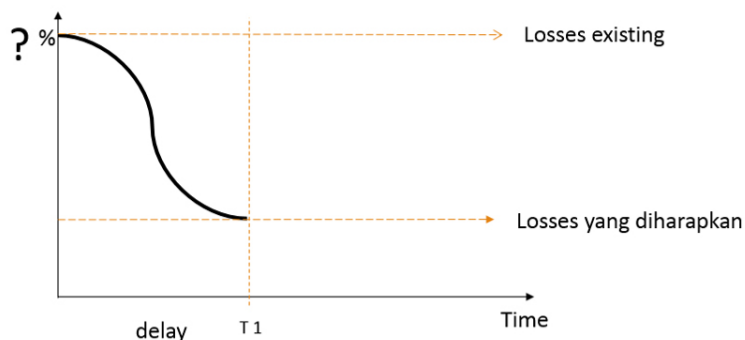
Berdasarkan persamaan (19) secara nasional dapat dilihat besar penyelamatan luas tanam yang berdampak pada peningkatan produksi padi setiap tahun. Jumlah GKG yang dapat diselamatkan dengan tindakan penyelamatan pertanaman dari serangan OPT dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Penambahan\ GKG\ dari\ pemberantasan\ OPT(t) = Penyelamatan\ losses\ OPT(t) * produksi(t) \quad (20)$$

Bagian lain dari bidang pascapanen yang dapat memberikan kontribusi pada peningkatan hasil padi adalah penanganan *losses* pada saat panen dan pascapanen. Seperti halnya pada penurunan *losses* akibat serangan OPT, pada kasus ini pun kondisi *losses* eksisting harus bisa diturunkan sampai pada tingkat yang paling minimal dengan memanfaatkan teknologi penanganan panen dan pascapanen. Pada Gambar 5 diperlihatkan proses penurunan *losses* panen dan pascapanen dengan penggunaan teknologi.



Gambar 4. Faktor pengungkit penyelamatan luas tanam dari serangan OPT



Gambar 5. Faktor pengungkit penyelamatan *losses* panen dan pascapanen

Besarnya *losses* panen dan pascapanen pada setiap satuan waktu dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\left(\frac{d(Losses PP)}{dt}\right) = produksi(t) * losses PP(t) \quad (21)$$

Sedangkan besaran penurunan *losses* panen dan pascapanen adalah dengan rumus berikut:

$$Losses PP(t) = Losses PP(t_0) - \int_{t_0}^t (Losses PP(t) - Losses PP(min)) C dt \quad (22)$$

dimana:

$$C = f(Teknologi Pascapanen) \quad (23)$$

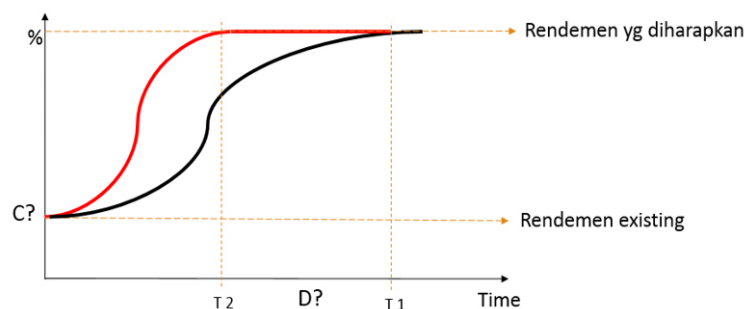
Nilai C merupakan fungsi dari penggunaan teknologi panen dan pascapanen, besarnya ditentukan oleh tingkat penggunaan alsin yang tepat sehingga mampu menurunkan *losses* mulai dari panen, perontokan, hingga pengeringan. Berdasarkan fungsi penurunan *losses* tersebut dapat ditentukan tingkat penyelamatan GKG setiap satuan waktu tertentu. Besaran penyelamatan GKG akibat *losses* panen dan pascapanen (%) dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Penyelamatan losses PP(t) = losses PP(t_0) - losses PP(t) \quad (24)$$

$$Penambahan GKG dari penekanan losses PP(t) = Penyelamatan losses PP(t) * produksi(t) \quad (25)$$

Berdasarkan persamaan (24) dapat ditentukan berapa ton GKG dapat diselamatkan setiap tahun. Hal ini diharapkan dapat merangsang para *stakeholder* lebih serius berupaya menekan tingkat kehilangan hasil padi (*losses*) pada saat panen dan pascapanen.

Seperti diketahui penggilingan padi skala kecil (PPK) di Indonesia memiliki rendemen sangat rendah, hanya berkisar antara 50-60 %, padahal masih dapat ditingkatkan melalui revitalisasi PPK. Kegiatan revitalisasi PPK dapat dilakukan di seluruh penggilingan padi di Indonesia. Proses peningkatan rendemen giling melalui revitalisasi penggilingan padi skala kecil (PPK) dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Faktor penguangkit peningkatan rendemen giling

Sub Model Revitalisasi PPK dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Rendemen(t) = Rendemen(t_0) + \int_{t_0}^t (Rendemen(max) - Rendemen(t)) D dt \quad (26)$$

$$D = f(Teknologi revitalisasi) \quad (27)$$

Tambahan produksi akibat revitalisasi (ton)

$$Tambahan produksi beras(t) = (rendemen(t) - rendemen(t_0)) * produksi(t) \quad (28)$$

Penyuluhan berfungsi mempercepat adopsi teknologi di tingkat petani, karena pada dasarnya kegiatan penyuluhan secara bertahap akan mengubah perilaku petani, dan perubahan perilaku akan mempercepat proses adopsi teknologi. Submodel penyuluhan dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$adoptek(t) = adoptek(t_0) + \int_{t_0}^t E(adoptek maks - adoptek(t)) dt \quad (29)$$

$$E = f(kualitas penyuluhan) \quad (30)$$

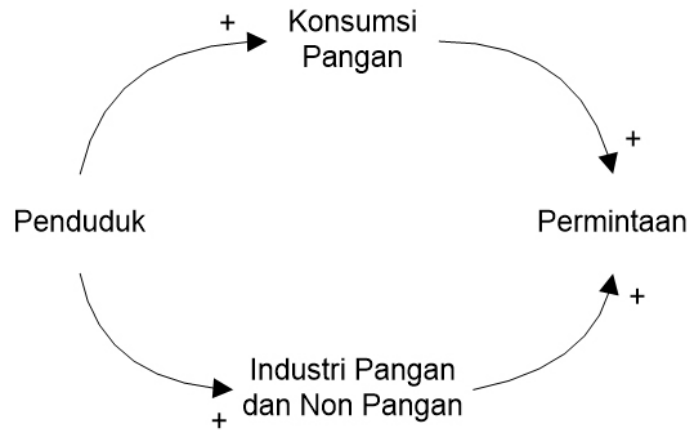
Nilai E merupakan fungsi dari kualitas penyuluhan yang menunjukkan seberapa besar persentase penyuluhan dilakukan di suatu tempat yang diharapkan kegiatan ini dapat merata di seluruh kawasan pertanian, khususnya untuk komoditas padi.

B. Causal Loop Diagram Subsystem Permintaan

Secara umum permintaan padi dibagi menjadi dua, yaitu permintaan untuk konsumsi dan untuk industri, baik industri pangan maupun nonpangan. Secara umum *Causal Loop Diagram* (CLD) untuk sistem permintaan padi disajikan pada Gambar 7.

Submodel permintaan yang dibentuk oleh kebutuhan untuk konsumsi dan industri dirumuskan sebagai berikut:

$$Permintaan(t) = konsumsi(t) + industri(t) \quad (31)$$



Gambar 7. Causal loop diagram sistem permintaan padi

$$\text{Konsumsi}(t) = \text{konsumsi perkapita}(t) * \text{penduduk}(t) \quad (32)$$

$$\text{penduduk}(t) = \text{penduduk}(t_0) + \int_{t_0}^t (\text{laju pertumbuhan}) * \text{penduduk}(t) dt \quad (33)$$

$$\text{industri}(t) = \text{industri pangan}(t) + \text{industri non pangan}(t) \quad (34)$$

C. Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan sekunder. Data primer diperoleh dari wawancara dan diskusi dengan pakar yang terkait dengan rantai pasok beras untuk swasembada, yang terdiri atas peneliti pada Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Ditjen Tanaman Pangan, Badan Ketahanan Pangan, dan Biro Perencanaan Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian. Wawancara dan diskusi bertujuan: (1) mengidentifikasi faktor yang berpengaruh terhadap rantai pasok beras untuk mewujudkan swasembada beras, kebutuhan, permasalahan, faktor kunci; dan (2) mengkonfirmasi sistematisa berpikir model sistem dinamik untuk pemecahan masalah.

Data sekunder diperoleh dari berbagai sumber seperti laporan, dokumen, dan hasil penelitian dari instansi terkait. Instansi tersebut adalah BPS, Kementan, dan Perguruan Tinggi. Jenis data sekunder yang diperlukan antara lain data time series selama kurang lebih 10 tahun produksi padi, produktivitas, luas lahan, dan jumlah penduduk. Identifikasi rantai pasok beras ditelusuri berdasarkan data sekunder. Data dan asumsi yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Luas lahan padi merupakan luas baku lahan sawah nasional. Nilai awal luas lahan padi sawah adalah luas baku lahan padi tahun 2017 yaitu 8.162.608 ha (Kementan, 2018).
2. Laju konversi lahan sawah nasional adalah 96.512

ha/tahun (Mulyani *et al.*, 2016). Fraksi cetak sawah adalah rata-rata laju pertumbuhan cetak sawah pada tahun 2016 dan 2017 yaitu -53,33% per tahun. Data awal cetak sawah menggunakan data tahun 2017 seluas 60.244 ha (Kementan, 2018).

3. Fraksi pemanfaatan lahan rawa adalah rata-rata laju pertumbuhan pemanfaatan lahan rawa pada tahun 2016 dan 2017 yaitu -11,75% per tahun. Data awal pemanfaatan lahan rawa menggunakan data tahun 2017 seluas 3.529 ha (Kementan, 2018).
4. Data awal Indeks Pertanaman (IP) padi menggunakan data tahun 2017 yaitu 1,73 (Kementan, 2018)(a). IP padi diharapkan meningkat 0,5 (Ditjen PSP, 2015). Jaringan irigasi meningkatkan IP 0,3 atau lebih (Kementan, 2017). Penggunaan traktor diasumsikan memberikan kontribusi peningkatan IP 42%, sedangkan pompa air 28% (Kementan, 2018) (b).
5. Fraksi puso merupakan rata-rata laju tanaman puso selama lima tahun dari tahun 2013, 2014 (Ditjen TP, 2016)(a), 2015, 2016 (Ditjen TP 2016)(b) dan 2017 (Ditjen TP, 2018). Fraksi puso 19,13% per tahun. Data awal menggunakan data tahun 2017 yaitu 87.611 ha.
6. Kebutuhan benih padi 25 kg/ha (Ditjen TP, 2016). Kebutuhan pakan ternak 0,44% dan tercecer 5,4% dari total produksi padi nasional (BKP, 2016).
7. Produktivitas padi 5,13 t/ha (Ditjen TP, 2018).
8. Angka susut pascapanen 10,82% (BPS, 2008).
9. Cadangan Beras Pemerintah mencapai 1,5 juta ton (BULOG, 2018).
10. Dampak relatif faktor penentu produktivitas (Cakra, 2016; Balitbangtan, 2012):
 - a. Benih 5% dan dapat mencapai 25% (teknologi varietas)
 - b. Pupuk 10%
 - c. Penyuluhan 6,6% dan dapat mencapai 16,6%
 - d. Hama dan penyakit -1% dan dapat mencapai -4%
 Data awal produktivitas menggunakan data tahun 2017 yaitu 5,149 t/ha (Kementan, 2018).

Produktivitas padi ditargetkan meningkat 0,3 ton/ha (Ditjen PSP, 2015).

11. Data awal rendemen beras menggunakan data tahun 2017 yaitu 62,74%/tahun (BPS, 2017). Revitalisasi PPK diharapkan mampu meningkatkan IP 0,9-1,9% (Kementan, 2018).
12. Permintaan adalah sejumlah beras yang digunakan di dalam negeri untuk pakan (0,17% produksi beras), diolah untuk industri makanan dan bukan makanan (0,66% produksi beras), tercecer (2,5% dari produksi beras), dan konsumsi rumah tangga (BKP, 2016). Konsumsi beras per kapita adalah kebutuhan konsumsi beras per kapita nasional. Nilai awal pada tahun 2017 yaitu 111,58 kg/kapita/tahun (BPS, 2018). Jumlah penduduk adalah jumlah penduduk di Indonesia. Nilai awal yang dipakai adalah jumlah penduduk Indonesia pada tahun 2017 yaitu 261.890.900 jiwa. Data penduduk tahun 2017 tersebut diperoleh dari hasil proyeksi penduduk Indonesia dalam periode 2010-2035 (Pertengahan tahun/Juni) menggunakan data dasar penduduk hasil Sensus Penduduk 2010. Fraksi pertumbuhan penduduk merupakan laju pertumbuhan penduduk per tahun dalam periode 2010-2017 dengan laju 1,34% (BPS, 2018).
13. Swasembada didefinisikan sebagai rasio antara penyediaan beras (stok beras) dengan permintaan beras domestik.

D. Validasi Model

Validasi model menggunakan MAPE (*Mean Average Percentage Error*)

$$M = \frac{100\%}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right|$$

M = MAPE (*Mean Average Presentage Error*)

A = Data realisasi
 F = Data prediksi
 n = Jumlah data

0 % < M < 5 % : Sangat tepat
 5 % < M < 10 % : Cukup tepat
 M > 10 % : Tidak tepat

HASIL DAN PEMBAHASAN

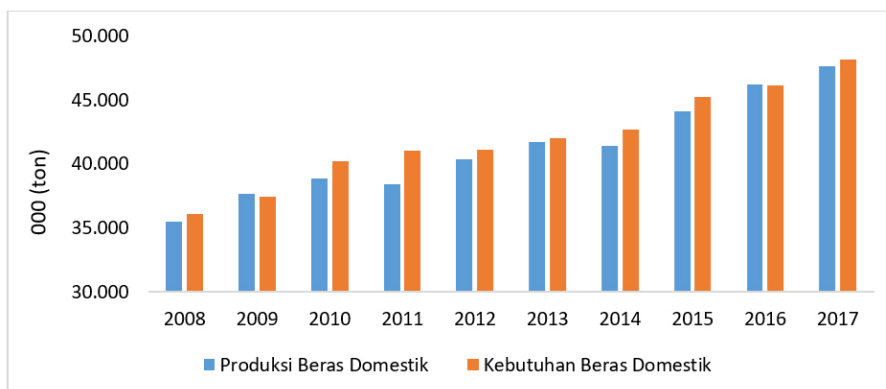
A. Kondisi Saat ini

Produksi dan kebutuhan beras nasional dari tahun 2008 hingga 2017 disajikan pada Gambar 8. Pada tahun 2017 produksi beras nasional adalah 47.595.000 ton dan kebutuhan mencapai 48.138.000 ton.

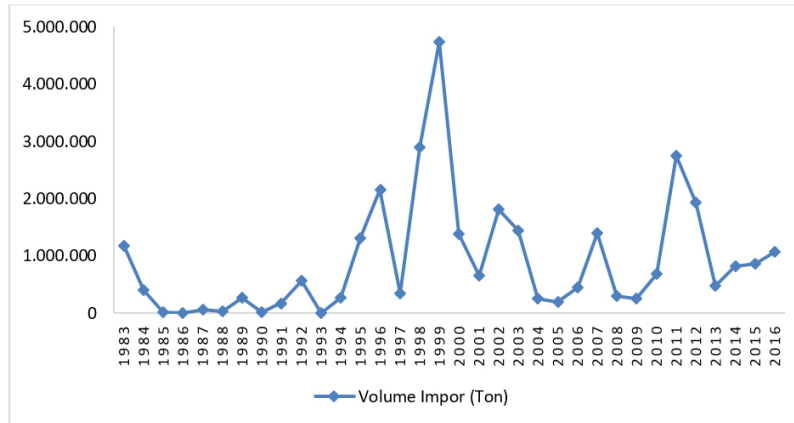
Permintaan beras yang terus meningkat menyebabkan Indonesia belum mampu mencukupi kebutuhan beras nasional dari produksi dalam negeri. Kondisi tersebut memaksa Indonesia untuk melakukan impor. Kekurangan pasokan beras di Indonesia pada periode 2012-2016 rata-rata 2,02 juta ton per tahun (Pusdatin, 2016). Hanya pada tahun 2016 kebutuhan beras medium dapat dicukupi dari produksi dalam negeri. Walaupun tingkat kebergantungan impor beras atau *Import Dependency Ratio* (IDR) menurun dan sejak tahun 2013 relatif kecil, kurang 2%, namun harus tetap diwaspadai karena data volume impor beras fluktuatif. Perkembangan volume impor beras dapat dilihat pada Gambar 9.

B. Capaian Target UPSUS

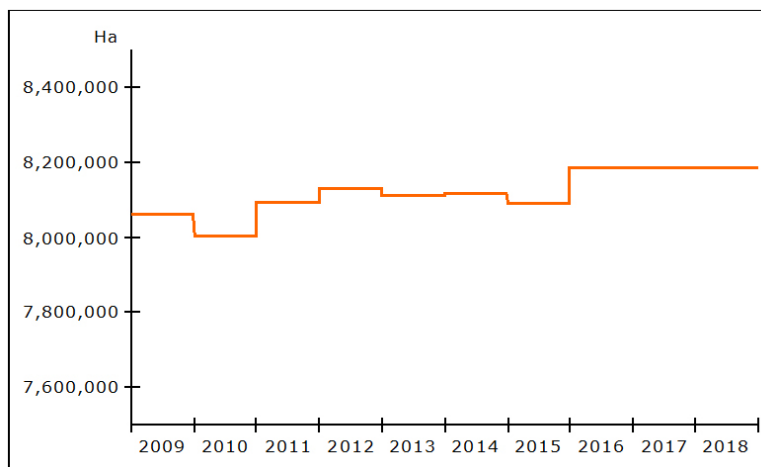
Perkembangan luas baku sawah di Indonesia pada periode 2009-2018 ditunjukkan pada Gambar 10. Terlihat perkembangan luas baku sawah relatif tidak besar atau cenderung stabil sekitar 8,0-8,1 juta ha. Hal ini menunjukkan pencetakan sawah baru hanya mampu mengimbangi konversi lahan yang terjadi. Dalam 10 tahun ke depan, tantangan dalam penyediaan



Gambar 8. Produksi dan kebutuhan beras di Indonesia pada periode 2008-2017 (Pusdatin, 2018)



Gambar 9. Perkembangan volume impor beras pada periode 1983-2016 (Pusdatin, 2016)



Gambar 10. Luas sawah baku Indonesia dalam periode 2009-2018

pangan khususnya beras akan semakin berat jika hanya mengandalkan luas lahan sawah yang ada. Oleh karena itu perlu dicari upaya lain dengan cara intensifikasi melalui pemanfaatan berbagai teknologi peningkatan produksi.

(1) Pencapaian Target Indeks Pertanaman

Realisasi capaian peningkatan Indeks Pertanaman (IP) pada tahun 2014 adalah 1,7 (Gambar 11), sehingga untuk mencapai target seperti yang ditetapkan oleh Permentan 03/2015 yaitu harus ada penambahan 0,5 agar IP menjadi 2,2. Pada tahun 2018 Indonesia diprediksi mampu meningkatkan IP sesuai dengan target Permentan, namun kenyataannya belum tercapai karena beberapa hal. Realisasi capaian IP pada tahun 2018 adalah 2,06 sehingga masih terjadi gap 0,14. Oleh sebab itu masih diperlukan upaya peningkatan IP 0,14 pada masa mendatang melalui strategi kebijakan operasional yang komprehensif. Seperti diketahui peningkatan IP bergantung pada ketersediaan air yang dikelola melalui pengendalian jaringan irigasi. Beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk mengendalikan jaringan irigasi antara lain: 1) Rehabilitasi jaringan irigasi; 2) Pengembangan sumber daya air; 3) Konservasi dan antisipasi anomali iklim; 4) Pengelolaan irigasi partisipatif; 5) Pengembangan irigasi

rawa; 6) Pengembangan tata air mikro; 7) Pengembangan sumur resapan; dan 8) Irigasi bertekanan.

(2) Pencapaian Produktivitas Padi

Realisasi capaian produktivitas padi pada tahun 2014 adalah 5,14 t/ha. Jika diinginkan kenaikan produktivitas 0,3 t/ha sesuai dengan target Permentan 03/2015, maka produktivitas padi pada tahun 2018 harus meningkat menjadi 5,44 t/ha. Pada Gambar 11 (b) terlihat capaian produktivitas pada tahun 2018 adalah 5,19 t/ha, turun dibandingkan dengan tahun-tahun sebelumnya. Oleh karena itu, ke depan produktivitas padi perlu ditingkatkan 0,25 t/ha untuk mencapai target UPSUS Permentan.

(3) Dampak Peningkatan IP dan Produktivitas

Peningkatan IP berdampak pada peningkatan luas tanam, produksi padi, dan produksi beras cukup signifikan, meskipun menurun dari tahun 2015 hingga 2018. Hal ini menunjukkan peningkatan IP berperan penting dalam peningkatan produksi padi.

(4) Luas Tanam

Pada Gambar 11 (a) terlihat laju peningkatan IP padi pada saat non-UPSUS sangat lambat. Hal ini disebabkan

oleh beberapa masalah, diantaranya kondisi irigasi yang masih rusak dan belum optimal penggunaannya, sehingga di beberapa tempat tidak bisa dilakukan penanaman padi lebih dari satu kali dalam setahun. Masalah ini mendorong dilakukan upaya perbaikan dan peningkatan fungsi irigasi untuk meningkatkan IP padi.

Pada akhir tahun 2018 seperti ditunjukkan pada Gambar 11 (c), luas tanam padi diprediksi 17.823.951,85 ha, dan hanya terealisasi 15.994.511,8 ha, sehingga terjadi senjang luas tanam 987.623,65 ha. Hal ini mengindikasikan pentingnya peningkatan IP, sehingga ke depan diperlukan strategi operasional yang lebih keras untuk meningkatkan IP agar berdampak terhadap peningkatan luas tanam yang berujung pada peningkatan produksi padi.

(5) Produksi Padi

Meskipun diprediksi IP naik dan produktivitas turun, namun produksi padi tetap naik. Hal ini menunjukkan peningkatan IP ternyata penting artinya dalam meningkatkan produksi padi. Oleh karena itu, upaya yang terkait dengan manajemen pengaturan air perlu diteruskan. Pada tahun 2018 produksi padi diprediksi 93.652.420 ton, namun realisasinya hanya 83.037.150 ton, sehingga masih ada kesenjangan produksi 10.615.270 ton. Hal ini disebabkan oleh menurunnya produktivitas.

Mengacu pada kesenjangan produksi akibat

menurunnya produktivitas maka upaya optimalisasi peningkatan produktivitas melalui pemanfaatan teknologi produksi perlu terus diupayakan, sehingga target pencapaian produktivitas dapat tercapai. Hal ini berdampak terhadap peningkatan produksi padi nasional.

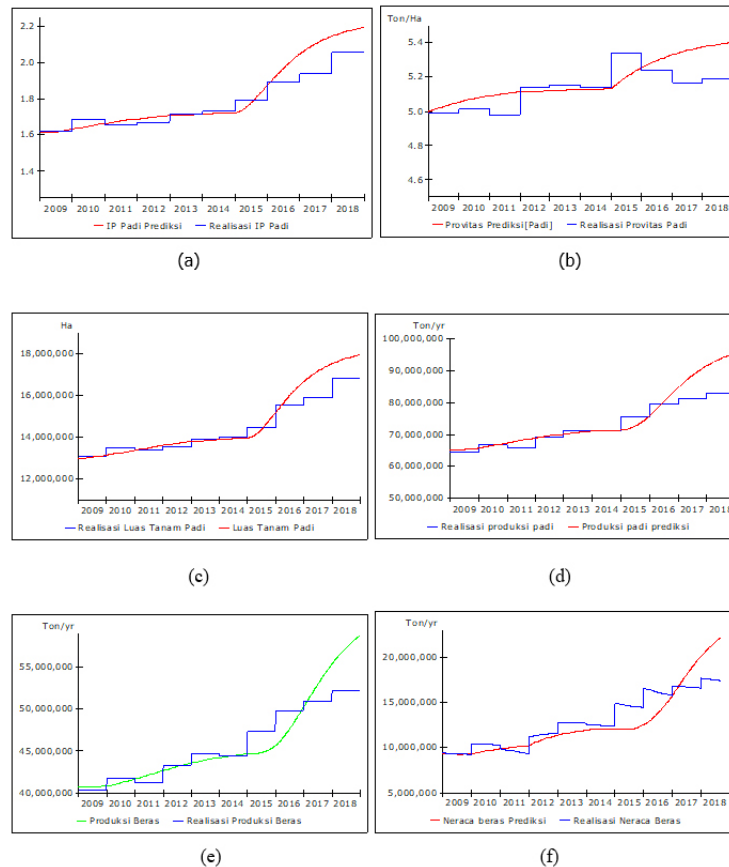
(6) Produksi Beras

Peningkatan IP berdampak signifikan terhadap produksi beras (Gambar 11). Pada Gambar 11 juga terlihat gap produksi padi menyebabkan gap produksi beras cukup signifikan. Dalam jangka panjang, keadaan ini dapat diperbaiki, selain meningkatkan produktivitas juga melalui penanganan tingkat kehilangan hasil (losses) dan peningkatan rendemen giling melalui revitalisasi penggilingan. Prediksi produksi beras pada tahun 2018 adalah 51.434.542,58 ton, sedangkan realisasinya 46.683.485,73 ton, sehingga masih ada gap 4.751.056,85 ton.

(7) Neraca Beras

Dengan asumsi permintaan beras/padi hanya untuk konsumsi, benih, dan cadangan beras pemerintah, maka prediksi dan realisasi neraca beras ditunjukkan pada Gambar 11(f). Selama ini cadangan beras nasional diasumsikan 1.500.000 ton/tahun. Pada tahun 2018, neraca beras 17.446.484,72 ton.

(8) Validasi Model



Gambar 11. Pencapaian target IP (a) dan produktivitas (b) serta dampaknya terhadap peningkatan luas tanam (c), produksi padi (d), produksi beras (e), dan neraca beras (f) selama periode non-UPSUS dan UPSUS

Hasil validasi model menggunakan Mean Average Percentage Error (MAPE) ditunjukkan pada Tabel 1. Data menunjukkan untuk seluruh output dari pemodelan UPSUS maupun non-UPSUS yang disajikan pada Gambar 11 memiliki nilai MAPE yang lebih kecil dari 5, sehingga model yang dibentuk sudah mencerminkan kondisi yang sesungguhnya.

Dalam 10 tahun terakhir upaya peningkatan produksi padi dengan berbagai strategi terus dilakukan, upaya terakhir adalah melalui program UPSUS yang dimulai sejak tahun 2015. Sampai tahun 2018, tingkat keberhasilan UPSUS adalah sebagai berikut:

C. Strategi Peningkatan Produksi, Swasembada, dan Ekspor Beras

Kebijakan UPSUS sejak tahun 2015 nampaknya memerlukan penajaman strategi dalam pelaksanaannya dan meningkatkan fungsi kontrol, sehingga target

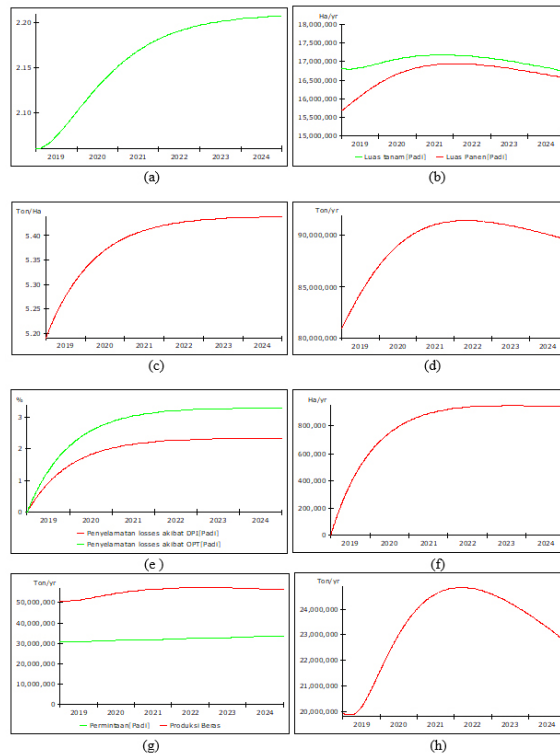
yang sudah ditetapkan dapat tercapai. Terkait dengan penajaman strategi, beberapa analisis yang ditawarkan adalah melihat kembali beberapa alternatif strategi yang dapat ditambahkan dan dikembangkan. Penyusunan strategi menggunakan berbagai skenario kebijakan.

Skenario 1: Kebijakan UPSUS (Sarana Produksi dan Penyelamatan Luas Panen)

Program UPSUS diperkirakan dapat mencapai target Permentan 03/2015 pada tahun 2023, baik dari aspek peningkatan IP maupun produktivitas padi seperti ditunjukkan pada Gambar 12 (a) dan 12 (c). Dampak dari peningkatan IP sangat signifikan terhadap peningkatan luas tanam (Gambar 12 b) dan produksi padi karena adanya peningkatan luas tanam hingga mencapai 16.747.922,33 ha dan produksi padi 89.652.314,01 ton (Gambar 12 d) pada tahun 2024.

Tabel 1. Hasil validasi model menggunakan Mean Average Percentage Error

Uraian	Mean Average Percentage Error	
	Non-UPSUS	UPSUS
Indeks pertanaman	0,17	1,11
Produktivitas	0,08	0,36
Luas pertanaman	0,15	1,01
Produksi padi	0,23	1,23
Produksi beras	0,13	0,76
Neraca	0,23	0,35



Gambar 12. Penerapan kebijakan skenario UPSUS dengan penambahan kebijakan penanggulangan dampak perubahan iklim dan OPT serta dampaknya terhadap: (a) peningkatan IP, (b) luas tanam, (c) produktivitas, (d) produksi padi, (e) produksi dan permintaan beras, dan (f) neraca beras

Pada Gambar 12 b juga terlihat luas panen semakin mendekati luas tanam karena penanganan OPT dan dampak perubahan iklim dilakukan secara maksimal. Luas panen yang dapat diselamatkan mencapai 943.872,61 ha, sehingga total luas panen 16.561.310.18 ha dengan produksi beras 56.247.861,81 ton. Dampak penerapan skenario ini terhadap neraca beras (Gambar 12 h) dalam lima tahun ke depan cukup baik, yaitu 23.795.209,47 ton. Bahkan pada tahun 2022 terdapat surplus lebih dari 25 juta ton, namun tidak akan berkelanjutan karena setelah tahun 2022 neraca beras terus menurun karena tingginya konversi lahan pertanian setiap tahun, sehingga mempengaruhi luas tanam, luas panen, dan produksi beras.

Skenario 2: Kebijakan UPSUS dengan Mekanisasi Prapanen dan Penyuluhan

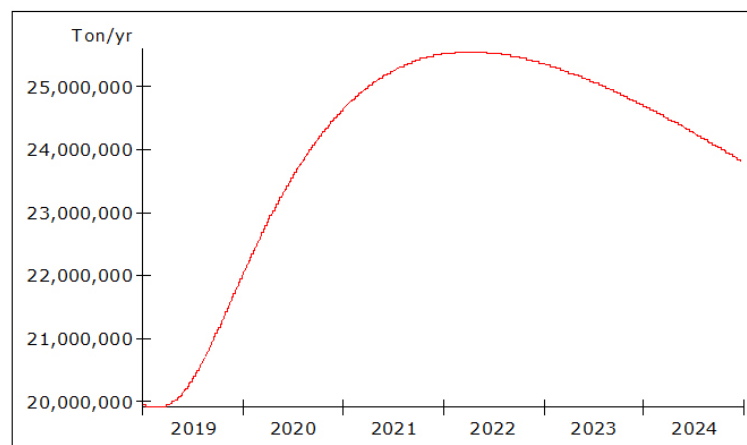
Kebijakan UPSUS dengan tambahan mekanisasi prapanen dan penyuluhan mempercepat peningkatan

produksi. Hal ini menguntungkan bagi petani karena percepatan peningkatan produksi akan memberikan tambahan produksi beras. Namun percepatan peningkatan produksi tidak mampu menjadikan swasembada berkelanjutan seperti ditunjukkan pada Gambar 13. Pada tahun 2021 neraca surplus diperkirakan menurun. Kondisi ini dipicu oleh masih tingginya konversi lahan, sehingga mengurangi luas areal tanam dan luas panen.

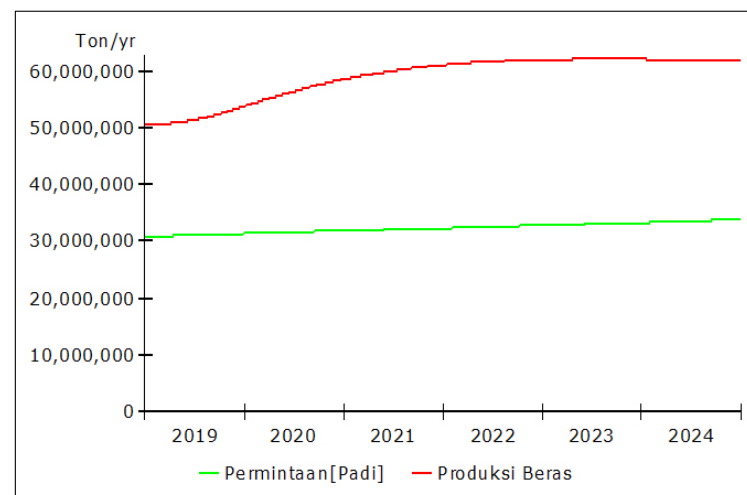
Skenario 3: Kebijakan UPSUS dengan Mekanisasi Pascapanen

Berdasarkan skenario ini diduga produksi padi (GKG) meningkat cukup meyakinkan apabila ditambahkan kebijakan mekanisasi pascapanen seperti ditunjukkan pada Gambar 14.

Pada Gambar 14 terlihat penerapan kebijakan mekanisasi pascapanen dapat memberikan tambahan produksi GKG lebih dari 3% atau lebih dari 5 juta ton GKG. Dampak lebih lanjut, total produksi padi pada lima



Gambar 13. Penerapan kebijakan skenario UPSUS dengan penambahan kebijakan mekanisasi dan penyuluhan serta dampaknya terhadap percepatan neraca beras



Gambar 14. Penerapan kebijakan skenario UPSUS dengan penambahan kebijakan mekanisasi pascapanen serta dampaknya terhadap produksi dan permintaan beras

tahun mendatang akan menjadi 89,5 juta ton GKG atau setara dengan 60 juta ton beras (Gambar 15 a). Kondisi ini akan menambah neraca beras.

Skenario 4: Kebijakan UPSUS dengan Revitalisasi Penggilingan Padi

Rata-rata rendemen giling padi pada penggilingan padi skala kecil (PPK) adalah 62,47%, padahal kemampuannya dapat mencapai 70% (Budiharti, 2006). Skenario ini ditujukan untuk melihat tambahan produksi beras yang disebabkan oleh peningkatan rendemen giling akibat penerapan kebijakan revitalisasi penggilingan padi. Hasil simulasi ditunjukkan pada Gambar 15.

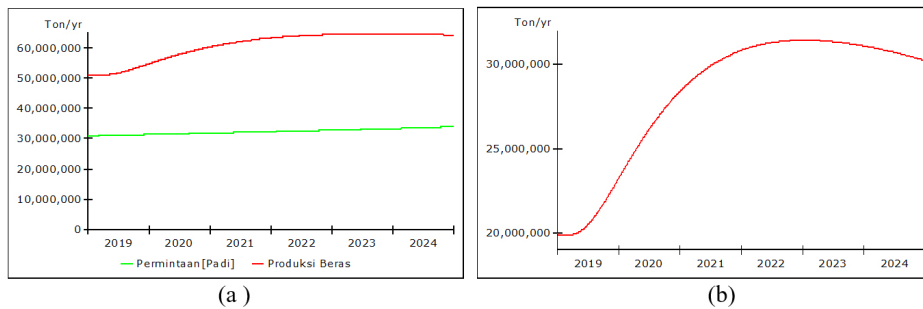
Upaya revitalisasi PPK dapat memberikan kontribusi tambahan produksi beras sampai melebihi 2 juta ton beras. Hal ini menguntungkan namun belum dapat menjadikan Indonesia berswasembada beras secara berkelanjutan seperti ditunjukkan pada Gambar 15 b. Neraca surplus beras mulai menurun setelah tahun 2022 karena masih tingginya konversi lahan pada setiap tahun.

Skenario 5: Kebijakan UPSUS dengan Diversifikasi Pangan

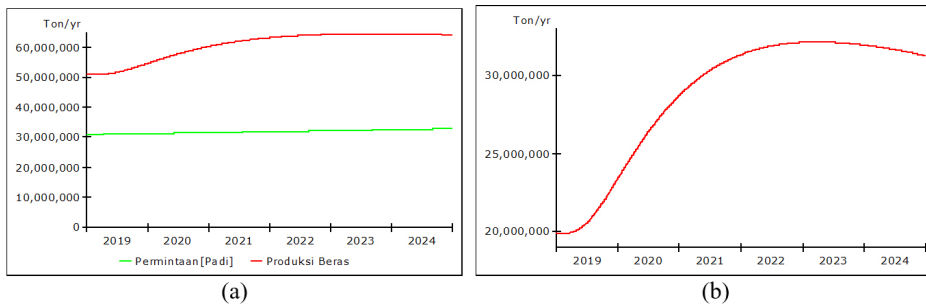
Apabila program diversifikasi pangan berhasil diimplementasikan di masyarakat dan sejalan dengan penurunan tingkat konsumsi beras maka terjadi penurunan permintaan beras setiap tahun. Dalam simulasi ini penurunan konsumsi beras sebagai akibat berhasilnya program diversifikasi pangan diasumsikan 1,5% per tahun. Hasil simulasi disajikan pada Gambar 16. Keberhasilan diversifikasi pangan akan mengurangi permintaan konsumsi beras setiap tahun, sampai lima tahun ke depan.

Skenario 6: Kebijakan UPSUS dengan Penekanan Laju Konversi Lahan

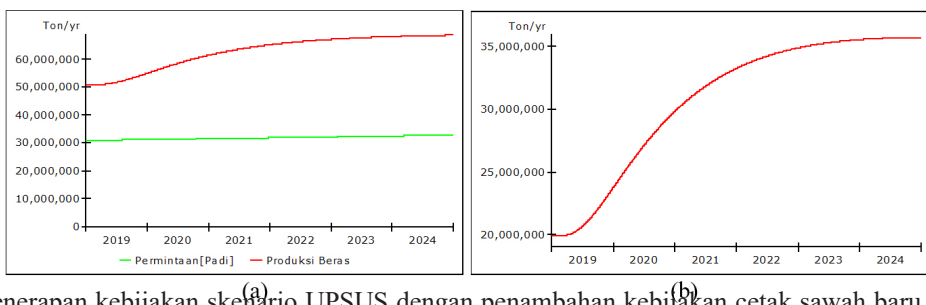
Skenario ini merupakan langkah terakhir setelah semua kemampuan teknologi dikerahkan untuk meningkatkan produksi padi. Berdasarkan hasil simulasi (Gambar 17) terlihat bahwa upaya yang dilakukan



Gambar 15. Penerapan kebijakan skenario UPSUS dengan penambahan kebijakan revitalisasi penggilingan padi skala kecil (PPK) serta dampaknya terhadap produksi, permintaan beras, dan neraca beras



Gambar 16. Penerapan kebijakan skenario UPSUS dengan penambahan kebijakan diversifikasi pangan dan dampaknya terhadap produksi padi dan permintaan beras serta neraca beras



Gambar 17. Penerapan kebijakan skenario UPSUS dengan penambahan kebijakan cetak sawah baru dan pengendalian konversi lahan serta dampaknya terhadap produksi padi dan permintaan beras serta neraca beras

sebelumnya (penerapan kebijakan pada skenario 1 s/d 5) akan berkelanjutan apabila UU 41 Tahun 2009 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan benar-benar diterapkan dengan baik. Pada Gambar 17 b terlihat Indonesia memiliki surplus beras hingga lima tahun ke depan bahkan lebih. Dengan demikian, upaya pencetakan sawah baru belum mendesak apabila semua pihak mampu mengendalikan konversi lahan sawah.

D. Saran Kebijakan Lebih Lanjut

Berdasarkan hasil simulasi menggunakan sistem dinamik maka kebijakan Kementerian Pertanian untuk meningkatkan produksi beras guna mewujudkan swasembada pangan berkelanjutan sebaiknya diarahkan pada hal-hal sebagai berikut:

1. Program UPSUS yang sudah berjalan dengan baik yang hanya fokus pada peningkatan IP dan produktivitas sebaiknya terus dilanjutkan dengan memaksimalkan peran dan fungsi teknologi pengolahan tanah, tata kelola air, perbenihan, optimalisasi lahan dan pemupukan, pengendalian dampak perubahan iklim dan OPT, optimalisasi kegiatan penyuluhan, mekanisasi prapanen dan pascapanen, revitalisasi PPK, diversifikasi pangan, dan pengendalian konversi lahan.
2. Program UPSUS dengan strategi penyelamatan luas tanam secara maksimal dari dampak perubahan iklim dan serangan OPT cukup signifikan terhadap penyelamatan luas panen karena dapat meningkatkan produksi padi dan beras.
3. Program UPSUS dengan pengembangan mekanisasi prapanen dan peningkatan peran penyuluhan terbukti mampu mempercepat peningkatan produksi padi, sehingga menguntungkan sistem budi daya padi dan dalam jangka panjang.
4. Program UPSUS dengan optimalisasi pemanfaatan teknologi mekanisasi bidang pascapanen mampu menyelamatkan produksi padi (GKG) dengan signifikan selama proses panen dan pascapanen.
5. Program UPSUS dengan mengoptimalkan revitalisasi penggilingan padi skala kecil (PPK).
6. Program UPSUS dengan mengoptimalkan program diversifikasi pangan.
7. Program UPSUS dengan penanggulangan konversi lahan melalui penerapan UU No. 41 Tahun 2009 secara terkontrol dan berkelanjutan.

KESIMPULAN

Analisis sistem dinamik dapat dijadikan alat evaluasi kebijakan program UPSUS Padi dan program strategis Kementerian Pertanian lainnya. Berbagai upaya yang

telah dilaksanakan pemerintah belum optimal jika tidak memperhatikan variabel pendukung yang dapat disimulasikan dengan modeling UPSUS Padi. Variabel tersebut antara lain tambahan penerapan kebijakan mekanisasi untuk pra dan pascapanen, penyuluhan, revitalisasi penggilingan, diversifikasi pangan serta penekanan konversi lahan.

Upaya dan target program akan berhasil jika semua pihak yang terlibat mampu menerapkan UU 41 Tahun 2009 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan agar konversi lahan dapat ditekan atau bahkan dihindari. Berdasarkan hasil simulasi dengan memasukkan semua variabel maka dalam lima tahun ke depan Indonesia akan surplus 35 juta ton beras sehingga swasembada beras berkelanjutan akan terealisasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan Kepala Bagian Evaluasi Ditjen Tanaman Pangan dan Kepala Bagian Evaluasi Biro Perencana Kementerian Pertanian beserta staf atas kerja sama yang baik, sehingga penelitian dan penulisan naskah ini dapat terealisasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiharti, U., R. Tjahjohutomo, Harsono, Handaka, Gultom, R.J. (2006). *Rekayasa Model Mekanisasi Penggilingan Padi untuk Meningkatkan Rendemen Beras*. Serpong: Balai Besar Mekanisasi Pertanian.
- [BB Padi] Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. (2017). *Prosiding Seminar Nasional 2016: Buku 2*. <http://bbpadi.litbang.pertanian.go.id/index.php/publikasi/buku/content/item/822-prosiding-padi-2017-buku-2-bagian-1>. [diunduh 28 Maret 2017].
- [BPS]. Badan Pusat Statistik. (2005). *Laporan Survei Susut Panen dan Pascapanen gabah/beras Tahun 2005, 2006 dan 2007*. Kerjasama BPS, Pusdatin, Ditjen Tanaman Pangan dan Badan Litbang Pertanian 2008.
- [BPS] Badan Pusat Statistika. 2017. *Statistik Indonesia 2017*. Jakarta (ID): CV. Dharmaputra.
- [BPS] Badan Pusat Statistika. 2018. *Berita Resmi Statistik: Perkembangan Indeks Harga Konsumen/Inflasi* [internet]. [diunduh 23 Januari 2018]. Tersedia dari: <https://www.bps.go.id/pressrelease/2018/01/02/1409/desember-2017-terjadi-inflasi-sebesar-0-71-persen.html>.
- [Balitbangtan] Badan Litbang Pertanian. 2012. *Kebijakan Pencapaian Swasembada Berkelanjutan Lima Komoditas Utama Pertanian melalui Pendekatan Sistem Dinamik* [internet]. [diunduh 20 Juli 2018]. Tersedia dari: <http://www.litbang.pertanian.go.id/buku/aplikasi-system-modelling/>

- [BKP] Badan Ketahanan Pangan. 2016. Neraca Bahan Makanan Indonesia 2014-2016. Jakarta (ID): Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian Bekerja Sama dengan Badan Pusat Statistik.
- [BKP] Badan Ketahanan Pangan. 2016. Neraca Bahan Makanan Indonesia 2014-2016. Jakarta (ID): Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian Bekerja Sama dengan Badan Pusat Statistik.
- [BULOG] Perusahaan Umum Badan Urusan Logistik. 2018. Berita dan Informasi: Ubah Sistem, Serapan Cadangan Beras Pemerintah 1.5 juta ton [internet]. [diunduh 1 Maret 2019]. Tersedia dari: <http://www.bulog.co.id/berita/37/6852/10/12/2018/Ubah-Sistem,-Serapan-Cadangan-Beras-Pemerintah-1,5-Juta-Ton.html>
- Cakra PI, Nazam M. 2016. Sistem Penyediaan Beras untuk Pencapaian Surplus Beras 2 Juta Ton sampai dengan 2015 di NTB. *Ganec Swara*. 10(2): 60-68.
- Clarete, R. L. 2015. *Philippine Rice Self-Sufficiency Program: Pitfalls and Remedies*. In *Sustainable Economic Development* (pp.329-348). [diunduh 24 Februari 2018]. Tersedia dari: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978012800347300019>.
- [Ditjenta] Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan. (2016). LAKIN 2015. Laporan Kinerja Perlindungan Tanaman Pangan Tahun 2015. Ditjen Perlindungan Tanaman Pangan.
- [Ditjen PSP] Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian. (2017). Pedoman Teknis Perluasan Sawah Pola Swakelola TA 2017. [internet]. [diunduh 7 Februari 2019]. Tersedia dari: <http://psp.pertanian.go.id/index.php/page/newsdetail/39>.
- [Ditjen PSP]. Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian. (2017). Pengembangan Pemanfaatan Lahan Rawa/Gambut Terpadu TA.2017 [internet]. [diunduh 7 Februari 2019]. Tersedia dari: <http://psp.pertanian.go.id/index.php/page/newsdetail/39>.
- [Ditjen PSP] Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian. (2015). Pedoman Upaya Khusus (UPSUS) Peningkatan Produksi Padi, Jagung dan Kedelai Melalui Program Perbaikan Jaringan Irigasi dan Sarana Pendukungnya TA 2015. Jakarta (ID): Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian Kementerian Pertanian.
- [Ditjen TP] Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. (2016 a). Laporan Kinerja Perlindungan Tanaman Pangan Tahun 2015 [internet]. [diunduh 20 Februari 2019]. Tersedia dari: <http://tanamanpangan.pertanian.go.id/assets/front/uploads/document/LAKIN%20DJTP%202016.pdf>
- [Ditjen TP] Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. (2016 b). Laporan Perkembangan Serangan OPT, Banjir dan Kekeringan [internet]. [diunduh 19 Februari 2019]. Tersedia dari: http://tanamanpangan.pertanian.go.id/index.php/artikel/opt_dan_dpi/92
- [Ditjen TP] Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. (2018). Laporan Perkembangan Serangan OPT, Banjir dan Kekeringan [internet]. [diunduh 19 Februari 2019]. Tersedia dari: http://tanamanpangan.pertanian.go.id/index.php/artikel/opt_dan_dpi/92
- [Ditjen TP] Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. (2016). Pedoman Pelaksanaan Kegiatan 2017. Jakarta (ID): Direktorat Jenderal Tanaman Pangan Kementerian Pertanian.
- [FAO] Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2018 a). FAO Stat [internet]. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS>. [diunduh 23 Januari 2018].
- Irawan B, Friyatno S. (2002). Dampak Konversi Lahan Sawah di Jawa terhadap Produksi Beras dan Kebijakan Pengendaliannya. *SOCA: Socioeconomics of Agriculture and Agribusiness* 2(2).
- Ismail IG, Alihamsyah T, Widjaja-Adhi IP, Suwarno T, Herawati R, Tahir, Sianturi DE (1993). *Sewindu Penelitian Pertanian Lahan Rawa; Kontribusi dan Prospek Pengembangan*. Bogor (ID): Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- [Kementan] Kementerian Pertanian. (2017 a). Sukses Swasembada Indonesia menjadi Lumbung Pangan Dunia 2045. Jakarta (ID): Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian.
- [Kementan] Kementerian Pertanian. (2017 b). Berita Resmi: Data Kementan Selaras dengan Data BPS. http://www.pertanian.go.id/ap_posts/detil/1181/2017/09/28/09/30/05/Data%20Kementan%20Selaras%20Dengan%20Data%20BPS. [diunduh 23 Desember 2017].
- [Kementan] Kementerian Pertanian. (2018). Laporan Kinerja Kementerian Pertanian Tahun 2017. Jakarta (ID): Kementerian Pertanian.
- [Kementan]. Kementerian Pertanian. (2018 a). Capaian Kinerja Pembangunan Pertanian 2014-2017 Dan Rencana Kerja Dua Tahun Kedepan [internet]. [diunduh 23 Januari 2019]. Tersedia dari: http://ppid.pertanian.go.id/doc/1/Materi%20RAKERNAS%20Tahun%202018/CAPAIAN_KINERJA.pdf.
- [Kementan]. Kementerian Pertanian. (2018 b). *Revolusi Mekanisasi Pertanian Indonesia*. Jakarta (ID): Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian.
- Manwan I, Ismail IG, Alihamsyah T, Partoharjo S. (1992). Teknologi pengembangan pertanian lahan rawa pasang surut: potensi, relevansi dan faktor penentu. *Dalam* *Prosiding Pertemuan Nasional Pengembangan Lahan Pertanian Pasang Surut dan Rawa*, Cisarua, 3-4 Maret 1992. Bogor (ID): Puslitbangtan.
- Maulana M. 2004. Peranan Luas Lahan, Intensitas Pertanaman dan Produktivitas sebagai Sumber Pertumbuhan Padi Sawah di Indonesia 1980 – 2001.

- Muhammadi, Aminullah E, Susilo B, 2001. Analisis Sistem Dinamis. Jakarta. UMJ Press
- Mulyana A. 1998. Keragaan Penawaran dan Permintaan Beras Indonesia dan Prospek Swasembada Menuju Era Perdagangan Bebas suatu Analisis Simulasi. [Disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Mulyani A, Kuncoro D, Nursyamsi D, Agus Fahmuddin. 2016. Analisis Konversi Lahan Sawah: Penggunaan Data Spasial Resolusi Tinggi Memperlihatkan Laju Konversi yang Mengkhawatirkan. 40 (2): 121-133.
- Nurmalina R. 2012. Swasembada Beras yang Berkelanjutan untuk Mendukung Ketahanan Pangan Nasional [internet]. [diunduh 23 Februari 2018]. Tersedia dari: <http://jurnal.sb.ipb.ac.id/index.php/agrimedia/article/view/47>
- Nuryanti S. 2017. Analisis Ekonomi Politik Swasembada Beras di Indonesia [Disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- [Pusdatin] Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2016. Outlook Komoditas Pertanian Sub Sektor Tanaman Pangan: Padi. Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementan.
- [Pusdatin] Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2018. Basis Data Konsumsi Pangan: Perkembangan Neraca Bahan Makanan (NBM) [internet]. https://aplikasi2.pertanian.go.id/konsumsi/tampil_nbm.php. [diunduh 25 April 2018].
- Sawit, MH. (2014). Kinerja swasembada beras selama 5 dekade terakhir: Agenda untuk pemerintah baru. Arah dan Tantangan Baru Pembangunan Pertanian 2014-2019. Jakarta (ID): IAARD Press.
- Somantri AS, Luna P, Jamal IB. 2016. Strategi Peningkatan Produksi Beras melalui Penekanan Susut Panen dan Pascapanen dengan Pendekatan Sistem Modeling: Studi Kasus Kabupaten Indramayu, Jawa Barat. *Informatika Pertanian* 25(2): 249-260.
- Subejo. 2014. Beras dan Problematika Pangan Nasional. *Ekonomi Perberasan Indonesia*. Bayu Krisnamurthi Ed. PERHEPI.
- Sudaryanto, T. (2013). Rice development policy in Indonesia. Food and Fertilizer Technology Center. [Internet]. http://ap.ffc.agnet.org/ap_db.php?id=158&print=1. [cited 2015 May 11].
- Sumaryanto, Friyanto S, Irawan B. 2001. Konversi Lahan Sawah ke Penggunaan Non Pertanian dan Dampak Negatifnya. Prosiding Seminar Nasional Multifungsi Lahan Sawah. Pusat penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. Hal 1-18
- Trisnasari D, Sebayang AF, Haryatiningsih R. 2015. Keputusan Rumah Tangga Petani Dalam Alih Fungsi Lahan Pertanian Di Desa Bumi Wangi Kecamatan Ciparay Kabupaten Bandung. Prosiding Ilmu Penelitian Sivitas Akademika Unisba. Bandung.

INOVASI *INTERNET OF THINGS* PADA SEKTOR PERTANIAN: PENDEKATAN ANALISIS SCIENTOMETRICS

Internet of Things Innovation in Agriculture Sector: A Scientometrics Analysis

Budi Harsanto

Departemen Manajemen dan Bisnis, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Padjadjaran
Jl. Dipati Ukur 35, Kota Bandung, Jawa Barat - Indonesia
Telp. (022) 2509055, Fax. (022) 2509055
E-mail : budi.harsanto@unpad.ac.id

(Makalah diterima 28 Mei 2020 - Disetujui 07 Desember 2020)

ABSTRAK

Internet of Things (IoT) yang awalnya digagas untuk perbaikan proses bisnis pada industri manufaktur, saat ini sudah menjadi bagian dari berbagai sektor perekonomian, termasuk sektor primer seperti pertanian. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui inovasi berbasis IoT pada sektor pertanian dengan menganalisis metadata publikasi ilmiah yang relevan pada database akademik Scopus sehingga dapat memberikan gambaran bagi peneliti, praktisi, dan pengambil kebijakan tentang inovasi IoT yang telah diimplementasikan secara global. Pengembangan IoT pada sektor pertanian menjadi keniscayaan sejalan dengan meningkatnya kebutuhan akan pangan dan keinginan untuk mengembangkan pertanian secara berkelanjutan. Penelitian diawali dengan penelusuran publikasi ilmiah secara terstruktur dan dianalisis secara kuantitatif menggunakan pendekatan scientometrics. Hasil analisis menunjukkan publikasi ilmiah terbanyak dengan topik IoT pada sektor pertanian berasal dari India, China, dan Amerika Serikat. Analisis terhadap kata kunci menunjukkan adanya lima kluster kata kunci yang terbentuk. Konsep yang mengemuka pada setiap kluster meliputi *internet of things*, *smart agriculture*, *cloud computing*, dan *soil moisture* (kluster 1); *automation*, RFID, *agricultural products* (kluster 2), *agriculture*, *sensors*, *wireless sensor networks* (kluster 3), *sensor nodes* (kluster 4); dan *crops*, *cultivation*, *precision agriculture* (kluster 5).

Kata kunci: inovasi, pertanian, internet of things, scientometrics

ABSTRACT

Internet of things (IoT) which was originally conceived to improve business processes in the manufacturing industry, is now an inseparable part in diverse economic sectors, no exception for primary sectors such as agriculture. The purpose of this paper is to understand the IoT-based innovations in the agricultural sector by analyzing relevant scientific publication's metadata in the Scopus academic databases so it can help researchers, practitioners and policy makers about IoT innovations that have been implemented or researched on a global scale. There are growing need for the use of IoT development in agriculture due to the need for food as well as for developing a more sustainable agriculture in the future. The research begins with a structured search for scholar publications and analyzed quantitatively using a scientometrics approach. The analysis showed that most publications on the topic of IoT in the agricultural sector were from India, China and the United States. Analysis of keywords shows that there are five clusters of keywords formed. In each cluster, there are concepts that emerge namely *internet of things*, *smart agriculture*, *cloud computing* and *soil moisture* (cluster 1); *automation*, RFID, *agricultural products* (cluster 2), *agriculture*, *sensors*, *wireless sensor networks* (cluster 3), *sensor nodes* (cluster 4); and *crops*, *cultivation*, *precision agriculture* (cluster 5).

Key words: innovation, agriculture, internet of things, scientometrics