

KEMANDIRIAN PANGAN JAWA BARAT MENJELANG TAHUN 2030

Irawan
Balai Penelitian Tanah, Bogor
E-mail: irawan1109@yahoo.com

Abstract

Agriculture is still very important sector for economic development in West Java. Although its share to PDRB decreases 3.3% in the period of year 2000-2006, agriculture still plays strategic role in providing employment and food for the people. At present, agriculture sector of West Java contributes rice production number 2 in Indonesia and regionally, West Java is more than self sufficiency in rice. However, there are two major constraints in producing rice, namely paddy field conversion and climate change impact. These two factors will reduce the ability of West Java agricultural sector to increase food production. In the other side, population growth in West Java is still high and it drives to increase rice need for consumption. This condition finally will change the status of self sufficiency on food or rice surplus to rice deficit. This paper presents result of scientific research on prediction of West Java rice self sufficiency status in the coming of 2030. The research approach consists of analysis and synthesis of historical data and dynamic system simulation for period of year 2015-2030. The results show that if the existing condition of West Java agriculture is not changed significantly or as *business as usual* (BAU), West Java will have to provide food from other region or import rice. In the future the balance of self production of rice and its consumption will come to severe deficit, i.e. ten years prior to 2030 West Java should import rice as much as 1.1 to 1.8 million ton per year. In this paper some alternative solutions are discussed.

Keywords: land conversion, food self sufficiency, west java, system, simulation

PENDAHULUAN

Pangan merupakan kebutuhan yang mendasar bagi setiap manusia untuk dapat melakukan aktivitas sehari-hari guna mempertahankan hidup. Pangan juga merupakan hak dasar bagi setiap warga negara. Penyediaan pangan yang cukup merupakan permasalahan yang kompleks terkait dengan kepentingan orang banyak dengan beragam latar belakang dan sosial budayanya. Mengingat hal tersebut maka diperlukan peran pemerintah untuk menjembatani beragam kepentingan tersebut mulai dari proses produksi sampai konsumsi. Pada sisi produksi telah banyak program dan kegiatan untuk meningkatkan produksi pangan, khususnya padi, baik berupa intensifikasi seperti Bimas, Inmas, Insus, Supra Insus, Primatani, SL-PHT, SL-PTT dan lain sebagainya; maupun ekstensifikasi atau pencetakan sawah baru dalam rangka perluasan areal pertanian. Upaya-upaya peningkatan produksi beras tersebut telah berhasil mengantarkan negara RI pada posisi swasembada beras pada tahun 1984 dan 2008. Namun demikian posisi defisit stok beras nasional sering kali terjadi sehingga diperlukan impor beras dalam jumlah yang cukup besar, misalnya pada periode tahun 1997-2001 pemerintah mengimpor beras sekitar 1,0 – 5,9 juta ton/tahun (Irawan, 2005).

Laju peningkatan produksi beras dalam 20 tahun terakhir ini masih positif dan itu pertanda keberhasilan di sisi produksi sekalipun menghadapi hambatan yang sangat mendasar, seperti konversi lahan sawah dan dampak perubahan iklim. Namun demikian keberhasilan di sisi produksi tersebut menjadi kurang bermakna manakala kebutuhan konsumsi beras tetap tinggi sebagai akibat laju pertumbuhan penduduk yang masih cukup tinggi, berkembangnya industri makanan berbahan baku beras dan beras masih menjadi makanan pokok masyarakat banyak. Konsumsi beras per kapita pada periode tahun 2001-2009 hanya menurun 0,58%/tahun (Anonim, 2010).

Di lingkup Provinsi Jawa Barat permasalahan pangan masih merupakan salah satu topik utama yang banyak dibicarakan oleh berbagai pihak. Hal tersebut karena Jawa Barat memiliki peran strategis sebagai salah satu provinsi penopang pemenuhan kebutuhan bahan pangan nasional, khususnya beras di Indonesia dengan kontribusinya terhadap pemenuhan kebutuhan beras nasional sekitar 20 % atau nomor dua setelah Jawa Timur. Di sisi lain fenomena perberasan di Jawa Barat tidak ada jaminan berbeda dengan kondisi nasional dimana suatu saat nanti di masa depan akan menghadapi kesulitan dalam hal ketahanan pangan, khususnya beras.

Ketahanan pangan adalah kondisi terpenuhinya pangan bagi rumah tangga yang tercermin dari tersedianya pangan yang cukup, baik jumlah maupun mutunya, aman, merata dan terjangkau. Ketersediaan pangan dapat berasal dari produksi domestik atau sumber lain. Menurut Saliem et al. (2003) aspek keberlanjutan ketahanan pangan yang identik dengan kebijakan dan strategi peningkatan kemandirian pangan merupakan hal yang perlu diperhatikan. Konsep kemandirian pangan, khususnya beras dapat diskenariokan sebagai kondisi dimana kebutuhan beras dapat dipenuhi dari produksi domestik minimal 90% (Suryana, 2004).

Pembangunan sektor pertanian, khususnya dikaitkan dengan kemandirian pangan di Jawa Barat saat ini menghadapi berbagai tantangan, di antaranya alih fungsi lahan sawah dan perubahan iklim. Kedua faktor tersebut dapat menghambat peningkatan produksi beras sehingga akan mengganggu kemandirian pangan. Di sisi lain pertumbuhan jumlah penduduk Jawa Barat yang masih relatif tinggi akan memicu peningkatan kebutuhan beras. Makalah ini menyajikan hasil prediksi status kemandirian pangan, khususnya beras di Jawa Barat menjelang tahun 2030.

METODE

Pendekatan yang digunakan adalah analisis dan sintesis data historis selama 5-10 tahun terakhir kemudian dilakukan prediksi melalui simulasi sistem dinamik untuk periode tahun 2015-2030. Metode simulasi yang digunakan adalah Integrasi Euler yang tersedia dalam Program Powersim 2.5 (Muhammadi, *et al.*, 2001). Sistem dinamik merupakan pemodelan dan simulasi komputer untuk mempelajari dan mengelola sistem umpan balik (Djojomartono, 1993), sedangkan sistem merupakan kumpulan elemen atau sub-sistem yang saling berinteraksi, berfungsi bersama untuk mencapai suatu tujuan tertentu (Eriyatno, 1999). Umpan balik merupakan sesuatu hal yang sangat penting di dalam analisis sistem. Masalah dinamik berkaitan dengan jumlah (kuantitas) yang selalu bervariasi antar waktu dimana variasi tersebut dapat dijelaskan dalam hubungan sebab akibat (Sofyan, 2010).

Model sistem dinamik yang dibangun terdiri atas dua sub-sistem utama, yakni sub-sistem produksi dan sub-sistem konsumsi beras. Sub-sistem produksi menghasilkan jumlah atau kuantitas produksi beras, sedangkan sub-sistem konsumsi menghasilkan jumlah atau kuantitas kebutuhan beras. Perbandingan antara keluaran kedua sub-sistem tersebut akan memberikan informasi status kemandirian pangan, yakni surplus atau defisit. Diagram alir sistem dinamik yang dimaksud sebagaimana disajikan pada Gambar 1.

Sub-sistem produksi terdiri atas satu peubah level luas lahan sawah, satu peubah rate konversi lahan, beberapa peubah *auxiliary* dan konstanta. Kemudian sub-sistem konsumsi terdiri atas satu peubah level jumlah penduduk, satu peubah *rate* laju pertumbuhan jumlah penduduk, beberapa peubah

auxiliary dan konstanta. Penjelasan secara ringkas beberapa peubah yang digunakan disajikan pada Tabel 1 dan kuantifikasinya disajikan pada lampiran.

Tabel 1. Nama dan deskripsi peubah yang digunakan serta sumber datanya

Nama peubah	Deskripsi	Sumber Data
Luas_sawah	Luas lahan sawah tahun 2010	BPS
Penduduk	Jumlah penduduk tahun 2010	BPS
F_konversi	Konversi lahan sawah tahun 2010	BPS
Growth	Laju pertumbuhan jumlah penduduk	BPS (SP 1990-2010)
Konsumsi_kapita	Konsumsi beras per kapita	Berbagai sumber
IP dan Yield	Indeks Pertanian dan produktivitas	BPS
Growth_yield	Laju peningkatan produktivitas padi	BPS
Padi_ladang	Proporsi hasil padi ladang terhadap total produksi padi	BPS
Prod_GKG	Produksi gabah kering giling	Hasil perhitungan
TML	Dampak kenaikan muka air laut terhadap kehilangan luas baku sawah	Bappenas (2009)
ENSO & Dampak_ENSO	Prediksi terjadinya iklim ekstrim (La - Nina dan EL-Nino) dan dampaknya terhadap produktivitas padi	Bappenas (2009)
Suhu_CH	Dampak peningkatan suhu udara dan menurunnya CH terhadap produktivitas padi	Handoko <i>et al.</i> (2008)

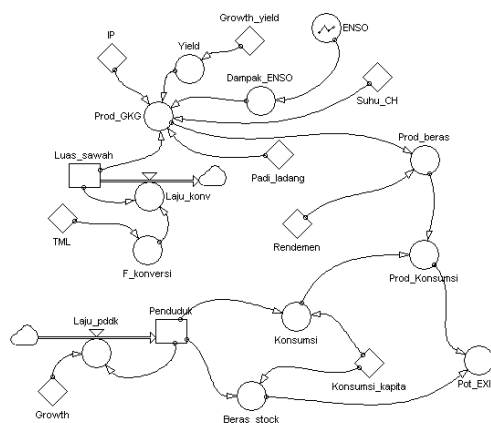
Atas dasar data *benchmark* (Lampiran 1) maka dibuat skenario yang bertujuan untuk mengetahui sensitivitas dan kinerja model sistem dinamis dan sekaligus untuk memperoleh solusi menghindari kondisi defisit pangan di masa depan. Skenario yang dimaksud adalah:

Skenario I= konversi lahan sawah dapat ditekan menjadi maksimal 1,5%/tahun pada periode tahun 2015-2020 dan 1%/tahun pada tahun 2020-2030, sedangkan peubah lainnya dianggap tetap

Skenario II= penurunan laju pertumbuhan jumlah penduduk maksimal 1,5%/tahun mulai tahun 2015 yang diikuti dengan penurunan laju konsumsi beras per kapita sebanyak 1,5%/tahun mulai tahun 2015, peubah lainnya dianggap tetap.

Skenario III= kombinasi Skenario I dan II, peubah lainnya dianggap tetap.

Skenario IV=Skenario III disertai peningkatan laju produktivitas padi 2%/tahun.



Gambar 1. Diagram alir sistem dinamik kemandirian pangan Provinsi Jawa Barat

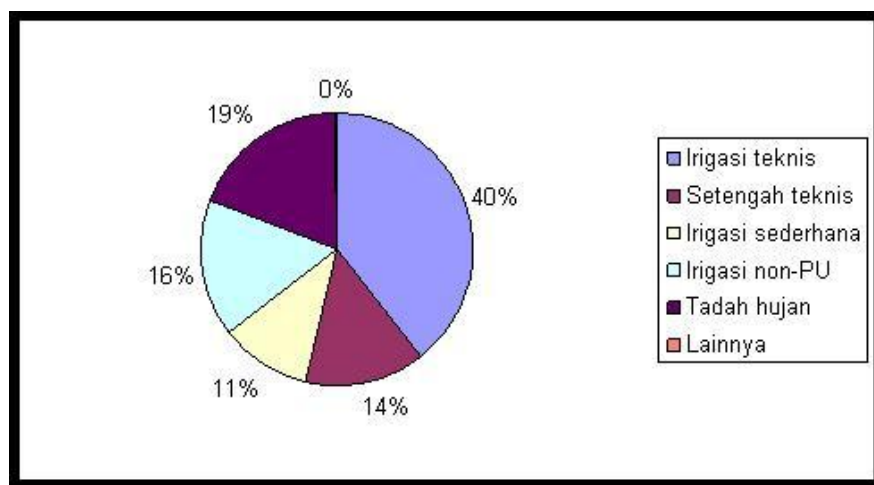
Model sistem dinamik yang digunakan, sebagaimana disajikan pada Gambar 1 secara prinsip tidak berbeda dengan yang diaplikasikan oleh Irawan (2005) untuk lingkup kajian nasional. Mengingat hal tersebut maka diasumsikan tingkat akurasi dan validitas model tidak berbeda nyata sehingga tidak dilakukan uji validitas. Deviasi hasil simulasi model, yakni perbedaan antara prediksi dengan data aktual (data historis) untuk produksi beras sekitar 1,11-2,00% dan untuk jumlah penduduk sekitar 0,95-1,50% (nilai absolut).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kemandirian Pangan Saat Ini

Bagi Jawa Barat sektor pertanian masih merupakan sektor andalan bagi pembangunan perekonomian wilayah. Kontribusi sektor Pertanian terhadap PDRB (harga berlaku) pada periode tahun 2000-2006 memang menurun sekitar 3,3%, tetapi sektor pertanian masih memegang peranan penting dan strategis sebagai sektor yang terbanyak dalam menyediakan dan menyerap tenaga kerja. Demikian juga dalam hal kemandirian pangan, sektor pertanian Jawa Barat merupakan penghasil beras terbesar kedua di Indonesia dan pada saat ini dapat menyediakan pangan, khususnya beras lebih banyak daripada kebutuhan konsumsi penduduknya, alias surplus.

Luas daratan wilayah Jawa Barat sekitar 3,6 juta ha dan secara penggunaan lahannya terdiri atas lahan sawah (35,8%), lahan pertanian bukan sawah (43,1%), dan sisanya bukan lahan pertanian (31,1%). Berdasarkan fasilitas irigasinya sebagian besar lahan sawah di Jawa Barat sudah beririgasi teknis, namun demikian sawah tadah hujan juga masih cukup banyak (Gambar 2).



Gambar 2. Lahan sawah berdasarkan jenis irigasinya, Jawa Barat (BPS, 2010)

Produktivitas padi sawah di Jawa Barat tergolong tinggi dibandingkan dengan rata-rata nasional. Pada periode tahun 2007-2010 produktivitas padi sawah di Jawa Barat berkisar antara 5,6 – 5,9 ton/ha, sedangkan rata-rata nasional masih sekitar 4,4-4,7 ton/ha. Pada periode tahun yang sama produksi padi sawah wilayah Jawa Barat mencapai 9,6-11,3 juta ton GKG. Selain dari lahan sawah padi juga dihasilkan dari ladang walaupun jumlahnya relatif kecil, yakni sekitar 0,35-0,47 juta ton atau proposinya hanya 3,6%/tahun. Daerah sentra produksi padi sawah di Jawa Barat masih terdapat di wilayah Pantura, yakni Kabupaten Indramayu, Karawang dan Subang. Kemudian daerah sentra produksi padi ladang terdapat di Kabupaten Garut, Majalengka, dan Sumedang.

Dibandingkan dengan kebutuhan konsumsi beras masyarakat Jawa Barat tingkat produksi beras domestik tersebut sudah mencukupi, oleh karena itu status kemandirian pangan, khususnya beras wilayah Jawa Barat adalah surplus. Namun demikian, mengingat jumlah penduduk yang cukup banyak dan laju pertumbuhannya masih cukup tinggi upaya peningkatan produksi beras masih perlu dilakukan agar kemandirian atau surplus pangan tersebut berkelanjutan.

Jumlah penduduk Jawa Barat pada tahun 2010 mencapai 43,05 juta jiwa. Laju pertumbuhan jumlah penduduk pada periode tahun 2000-2010 mencapai 1,90%/tahun. Di beberapa kabupaten/kota laju pertumbuhan jumlah penduduk sangat tinggi, misalnya Kabupaten Bekasi (4,7%/tahun), Kota Depok (4,32%/tahun), Kota Bekasi (3,48%/tahun) dan Kabupaten Bogor (3,15%/tahun). Sementara itu di Kabupaten Ciamis, Majalengka, Kuningan dan Indramayu, laju pertumbuhan jumlah penduduk kurang dari 0,5%/tahun.

Konsumsi beras per kapita di Jawa Barat juga tergolong masih tinggi. Menurut catatan Bulog Sub-Divisi Cianjur pada tahun 2004, 2005, dan 2006 tingkat konsumsi beras per kapita di wilayah tersebut secara berurutan mencapai 137,7; 138,5; dan 134,4 kg/kapita/tahun (Chandra, 2007). Namun demikian menurut pengumuman BPS Jawa Barat tingkat konsumsi beras sebagai makanan pokok sudah menurun menjadi 105,9 kg per kapita per tahun. Bahkan, Kepala Bidang Produksi Tanaman Pangan Distrik Jawa Barat (Unief Primadi) menyatakan saat ini konsumsi beras per kapita di Jawa Barat sudah turun pada tingkat 94,33 kg/kapita/tahun. Mengingat beragam data tersebut dalam pembahasan ini digunakan data konsumsi beras sebesar 110 kg/kapita/tahun. Besaran tersebut mempertimbangkan konsumsi beras untuk sektor industri. Pada tingkat konsumsi beras per kapita tersebut dan jumlah penduduk sekitar 43,05 juta jiwa diperlukan beras sekitar 4,7 juta ton atau setara dengan 7,02 juta ton GKG. Jika ditambah dengan kebutuhan beras untuk cadangan atau stok selama 2-3 bulan maka jumlah beras yang dibutuhkan untuk konsumsi dan stok mencapai 5,72 juta ton/tahun atau setara dengan 8,5 juta ton GKG.

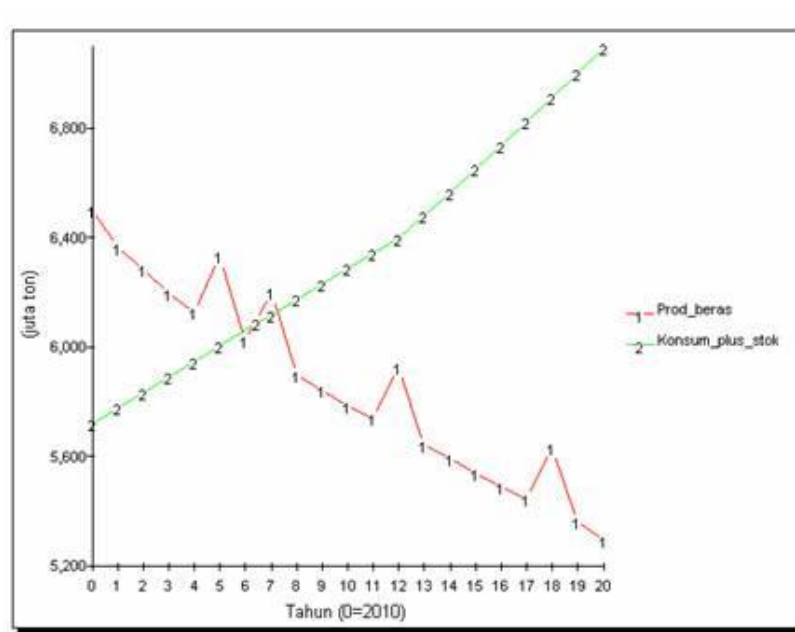
B. Prediksi Kemandirian Pangan Di Masa yang akan Datang

Dewasa ini pembangunan sektor Pertanian, khususnya dikaitkan dengan kemandirian pangan menghadapi berbagai tantangan, diantaranya alih fungsi lahan sawah dan perubahan iklim. Kedua faktor tersebut dapat menghambat peningkatan produksi beras sehingga akan mengganggu kemandirian pangan. Di sisi lain pertumbuhan jumlah penduduk yang masih relatif tinggi akan memicu peningkatan kebutuhan beras.

Konversi lahan sawah di Jawa Barat cukup mengkhawatirkan. Selama periode tahun 1995-2006 ada 225.292 ha sawah yang dikonversi atau setara dengan 2,02%/tahun. Salah satu kasus di Sub DAS Citarik, Bandung Selatan khususnya Kecamatan Cicalengka dan sekitarnya konversi lahan sawah mencapai 8,4% selama 3 tahun (Irawan, 2007). Tujuan peruntukkan konversi lahan sawah sebagian besar adalah untuk pembangunan perumahan dan/atau industri (71%) dan sisanya (29%) menjadi pertanian lahan kering. Perubahan lahan sawah menjadi lahan kering seringkali bersifat sementara karena dalam beberapa tahun kemudian akan berubah lagi menjadi lahan non-pertanian.

Dampak perubahan iklim terhadap produksi pertanian, khususnya padi sudah banyak diteliti. Kejadian iklim ekstrim, seperti kekeringan (El Nino) dan banjir (La Nina), serta serangan hama penyakit tanaman (OPT) dapat menurunkan produksi padi sawah melalui perusakan areal tanam dengan proporsinya mencapai 3,95%. Kejadian iklim ekstrim juga sudah dapat diperkirakan hingga 20 tahun kedepan (Bappenas, 2009). Demikian pula dampak kenaikan permukaan air laut, peningkatan suhu udara dan pengurangan curah hujan di masa depan sudah dapat dikuantifikasi (Handoko *et al.*, 2008).

Apabila fenomena sebagaimana diuraikan di atas berlangsung terus dan di sisi lain tidak ada terobosan atau kondisi “business as usual” (BAU) dalam upaya peningkatan produksi serta pengendalian aspek konsumsi beras maka kemandirian pangan di Jawa Barat tidak berkelanjutan. Sebagaimana disajikan pada Gambar 3 status kemandirian pangan mulai defisit pada tahun 2016. Peningkatan produktivitas padi sebesar 1,09%/tahun tidak bisa mengkompensasi penurunan luas baku sawah akibat konversi lahan yang tidak terkendali. Belum lagi dampak perubahan iklim dimana kejadian iklim ekstrim bisa terjadi berurutan. Kemudian penurunan jumlah konsumsi beras per kapita sebesar 0,58%/tahun masih terlalu kecil dibandingkan dengan laju pertumbuhan jumlah penduduk. Dampaknya sektor pertanian Jawa Barat tidak mampu menyediakan beras untuk memenuhi kebutuhan konsumsi masyarakatnya dan oleh karena itu penyediaan beras tersebut perlu dilakukan dengan mendatangkan dari luar pada kisaran 1,1 – 1,9 juta ton mulai tahun 2025 sampai 2030.

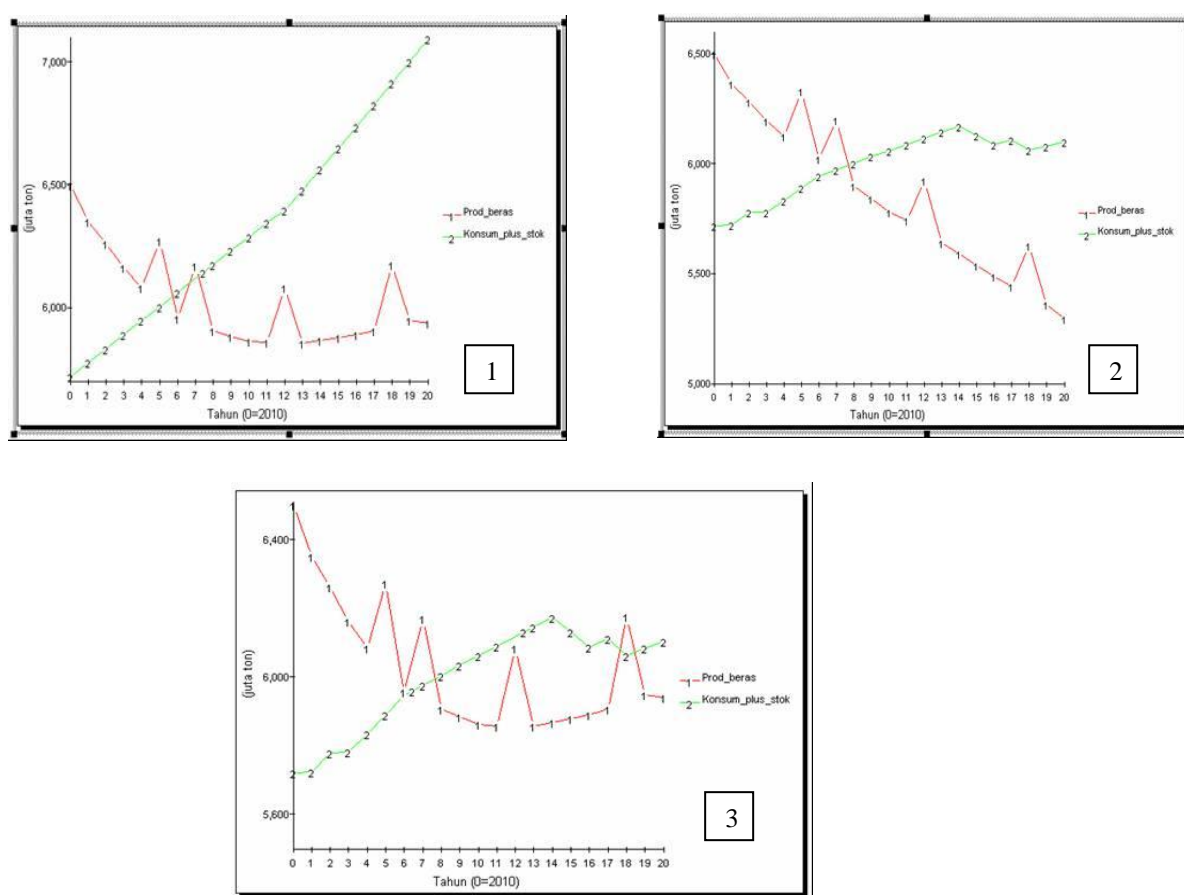


Gambar 3. Kemandirian pangan Provinsi Jawa Barat menjelang tahun 2030 pada kondisi BAU (hasil prediksi)

Berbagai upaya untuk mempertahankan kemandirian pangan dapat dilakukan baik pada sisi produksi (*supply*), konsumsi (*demand*) maupun kedua-duanya secara simultan. Pengendalian fenomena konversi lahan sawah merupakan salah satu yang dapat dilakukan oleh Pemerintah Provinsi Jawa Barat, khususnya berpayung pada UU No 41 tahun 2009 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Berkelanjutan. Apabila saat ini laju konversi lahan sawah lebih dari 2%/th, upaya pengendaliannya hingga mencapai 1-1,5%/tahun akan memerlukan kerja keras yang signifikan. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pengendalian konversi lahan sawah saja (Skenario I) belum cukup dan

kemandirian pangan Jawa Barat akan defisit (Gambar 3). Kemudian upaya pengendalian laju pertumbuhan jumlah penduduk, misalnya melalui Program KB dan pengurangan konsumsi beras perkapita, misalnya melalui diversifikasi sumber pangan (Skenario II) masih belum cukup untuk mempertahankan kemandirian pangan Jawa Barat di masa mendatang (Gambar 3). Namun demikian dampak Skenario II tersebut lebih baik daripada Skenario I terhadap status kemandirian pangan di masa mendatang.

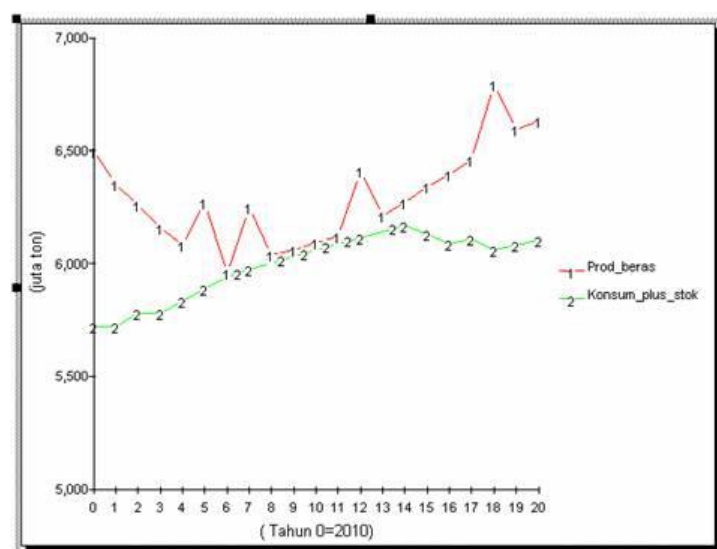
Selanjutnya apabila upaya pengendalian konversi lahan sawah dilakukan paralel dengan upaya pengendalian laju pertumbuhan jumlah penduduk dan diversifikasi sumber pangan (Skenario III) maka status kemandirian pangan Jawa Barat pada 10-20 tahun ke depan dalam keadaan *indifferent*, yakni secara matematis tidak defisit karena ada kelebihan produksi atas konsumsi sekitar 0,8-1,0 juta ton/tahun tetapi jumlah tersebut belum tergolong aman (surplus) untuk cadangan beras selama 2,5 bulan.



Gambar 4. Kemandirian pangan Provinsi Jawa Barat menjelang tahun 2030 pada kondisi Skenario I, II, dan III (hasil prediksi)

Laju peningkatan produktivitas padi sawah lebih dari 1,09%/tahun masih mungkin diupayakan. Berdasarkan pengalaman di lapangan, khususnya pada lahan SL-PTT (Sekolah Lapang Pengelolaan Tanaman Terpadu) perbedaan produktivitas padi antara LL (Lab Lapang), SL (Sekolah Lapang) dan praktek petani di sekitarnya mencapai 150-250 kg/ha atau peningkatannya bisa lebih dari 2%. Oleh karena itu target peningkatan produktivitas padi sawah 2%/tahun dalam beberapa tahun kedepan tergolong rasional melalui cara pengembangan areal SL-PTT secara berkelanjutan hingga mencapai 80-90% luas baku sawah di Jawa Barat. Upaya peningkatan produktivitas padi 2%/tahun diiringi

dengan upaya-upaya lain sebagaimana Skenario I, II, dan III (Skenario IV) secara menyakinkan dapat mempertahankan status kemandirian pangan Jawa Barat pada kondisi surplus di masa mendatang (Gambar 5). Upaya-upaya yang dijelaskan tersebut memerlukan biaya operasional dan di dalam makalah ini belum memperhitungkannya. Hanya saja perlu dicatat bahwa nilai kerugian akibat dari dampak tidak ada kedaulatan atas pangan, khususnya beras sebagai sumber pangan pokok masyarakat seringkali tidak ternilai harganya.



Gambar 5. Kemandirian pangan Provinsi Jawa Barat menjelang tahun 2030 pada kondisi Skenario IV (hasil prediksi)

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Status kemandirian pangan, khususnya beras di Jawa Barat saat ini dalam keadaan surplus. Beberapa faktor potensial yang dapat mengganggu status kemandirian pangan Jawa Barat di masa mendatang adalah laju konversi lahan sawah yang tidak terkendali, dampak perubahan iklim, laju pertumbuhan jumlah penduduk dan besaran konsumsi beras per kapita yang masih cukup tinggi.
2. Apabila kondisi saat ini berjalan "apa adanya" atau *business as usual*(BAU) status kemandirian pangan, khususnya beras di masa mendatang akan menjadi defisit hingga mencapai 1,1 – 1,8 juta ton beras pada periode tahun 2025-2030.
3. Upaya terobosan yang dapat dilakukan untuk mempertahankan status kemandirian pangan surplus bagi Jawa Barat adalah secara simultan meningkatkan produktivitas padi sawah (2%/tahun), mengendalikan konversi lahan sawah (hanya boleh terjadi sekitar 1%/tahun), mengendalikan laju pertumbuhan jumlah penduduk (kurang dari 1,5%/tahun) dan menurunkan konsumsi beras per kapita (1,5%/tahun).
4. Pengendalian konversi lahan sawah selain bersifat kuantitatif juga harus bersifat kualitatif, yakni lahan sawah yang dikonversi adalah lahan yang produktivitasnya relatif rendah atau lahan sawah tidak subur. Sementara itu peningkatan produktivitas padi sawah dapat dilakukan dengan memperluas areal SL-PTT atau peningkatan adopsi teknologi budidaya dan pasca panen padi sawah yang diiringi dengan upaya peningkatan kesejahteraan petani padi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2009. Produksi Tanaman Padi dan Palawija Jawa Barat 2003-2008. BPS Provinsi Jawa Barat. 108 hal.
- Anonim. 2010. Jawa Barat Dalam Angka. BPS Provinsi Jawa Barat. 110 hal.
- Anonim. 2011. Jawa Barat Dalam Angka. BPS Provinsi Jawa Barat. 115 hal.
- Anonim. 2011. Penyediaan Pangan dan Tantangannya. Warta Inovasi. Kementerian Pertanian. hal 14-15.
- Bappenas. 2009. Prediksi kejadian iklim ekstrim dalam 20 tahun ke depan. Tim Basis Akademik Roadmap Perubahan Iklim. Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. Jakarta
- Chandra, G.D. 2007. Analisis Kinerja Manajemen Rantai Pasokan Beras: Studi kasus di Perusahaan Umum Badan Urusan Logistik, Divisi Regional Jawa Barat (thesis). MB-IPB. Bogor.
- Eriyatno. 1999. Ilmu Sistem: Meningkatkan Mutu dan Efektivitas Manajemen. IPB Press. Bogor. 147 p.
- Handoko, I., Y. Sugiarto, dan Y. Syaikat. 2008. Keterkaitan Perubahan Iklim dan Produksi Pangan Strategis: Telaah kebijakan independen dalam bidang perdagangan dan pembangunan. SEAMEO BIOTROP. Bogor. Indonesia.
- Irawan. 2005. Analisis ketersediaan beras nasional suatu kajian simulasi pendekatan sistem dinamis. dalam Husen, E., A. Rachman, Irawan, F. Agus (Eds.) Prosiding Seminar Nasional Multifungsi Pertanian dan Ketahanan Pangan. PP. 107-130. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.
- Irawan. 2007. Valuasi Ekonomi Lahan Pertanian: Pendekatan Nilai Manfaat Multifungsi Lahan Sawah dan Lahan Kering (Studi Kasus di Sub DAS Citarik, Kabupaten Bandung, Jawa Barat). Sekolah Pasca Sarjana, IPB. (Disertasi).
- Djojomartono, M. 1993. Pengantar Umum Analisis Sistem. Bahan Pelatihan Analisis Sistem dan Informasi Pertanian. Kampus IPB, Dramaga, Bogor (tidak dipublikasikan).
- Muhammadi, E. Amirullah dan B. Soesilo. 2001. Analisis Sistem Dinamis: Lingkungan Hidup, Sosial, Ekonomi, Manajemen. UMJ Press. Jakarta.
- Saliem, H.P.S., Mardianto dan P. Simatupang. 2003. Perkembangan dan Prospek Kemandirian Pangan. Analisis Kebijakan Pertanian, I(2):123-142. Pusat Sosial-Ekonomi dan Analisis Kebijakan Pertanian. Bogor.
- Sastraatmadja E. 2012. Kurangi Setiap Hari. [HTTP://Perhepi.org/blog/2012/03/kuranginasi setiap hari/#comments](http://Perhepi.org/blog/2012/03/kuranginasi%20setiap%20hari/#comments). 18 Maret 2012.
- Sofyan. 2010. Pengantar Sistem Dinamik. Bahan Pelatihan Bappenas. Teknik Lingkungan, ITB. Bandung.
- Subejo dan M.N. Pradana. 2009. Optimalisasi pemanfaatan sumberdaya nasional dan swasembada pangan yang berkelanjutan. Makalah Seminar on Agricultural Science (SAS-2009). Tokyo 22 Februari 2009.
- Suryana, A. 2004. Arah, Strategi dan Program Pembangunan Pertanian 2005-2009. Makalah Seminar "Arah, Strategi dan Program Pembangunan Pertanian 2005-2009". Bogor 4 Agustus 2004. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Yakarta.

Lampiran 1. Kuantifikasi peubah-peubah yang digunakan dalam model sistem dinamis

□	Luas_sawah	<ul style="list-style-type: none"> INTI 941769 -dt*Laju_konv Luas baku sawah di Jawa Barat (ha) Th 2010
□	Penduduk	<ul style="list-style-type: none"> INTI 43053732 +dt*Laju_pddk Jumlah penduduk di Jawa Barat (2010) jiwa
○	Laju_konv	<ul style="list-style-type: none"> = F_konversi*Luas_sawah Laju penurunan luas areal sawah di Jawa plus
○	Laju_pddk	<ul style="list-style-type: none"> = Penduduk*Growth/100
○	Beras_stock	<ul style="list-style-type: none"> = (Penduduk*konsumsi_kapita/1000000/12)*2.5 Beras cadangan untuk 2-3 bulan [dalam ribu ton]
○	Dampak_ENSO	<ul style="list-style-type: none"> = IF(ENSO>0,(1- 3.95/100),1) Jika nilai ENSO =1 maka berarti ada kejadian ENSO dan dampak gagal panen/puso 3,95% dari luas areal tanam akibat banjir dan kekeringan (analog di Jawa). Data kasus El Nino 1991, 1994, 1997 dan La Nina 1968 dan 1995
○	ENSO	<ul style="list-style-type: none"> = GRAPH(TIME,0,1,[1,1,1,1,1,0,1,0,1,1,1,1,0,1,1,1,1,0,1,1,"Min:0;Max:1"]) Tabel ENSO dari Bappenas 2009 (Ibnu Sofian)
○	F_konversi	<ul style="list-style-type: none"> = 2.02/100+TML/100 Laju konversi sawah di Jawa Barat ditambah dengan kehilangan luas baku sawah akibat TML naik. Faktor konversi th 2010 sekitar 2,02%th
○	Growth	<ul style="list-style-type: none"> = GRAPH(TIME,0,1,[1,1.92,1.92,1.92,1.92,1.92,1.92,1.92,1.92,1.92,1.92,1.83,1.83,1.83,1.83,1.83,1.83,1.83,1.83,1.83,1.83,"Min:1;Max:2.5"]) Laju pertumbuhan penduduk di Jawa Barat (%)
○	Konsumsi	<ul style="list-style-type: none"> = Penduduk*konsumsi_kapita/1000000 Konsumsi beras diperlukan (ribu ton)
○	konsumsi_kapita	<ul style="list-style-type: none"> = GRAPH(TIME,0,1,[110,109,108,107,106,105,104,103,102,101,100,99,98,97.5,97,96.5,96,95.5,95,94.5,94,"Min:50;Max:120"]) Konsumsi beras per kapita (kg/org) [turun 0,58%th]
○	Pot_EXIM	<ul style="list-style-type: none"> = Prod_Konsumsi-Beras_stock Potensial ekspor (surplus) atai impor (defisit)
○	Prod_beras	<ul style="list-style-type: none"> = Prod_GKG*Rendemen Dalam ribu ton
○	Prod_GKG	<ul style="list-style-type: none"> = (Luas_sawah*(1-Suhu_CH)*IP/100*Yield*Dampak_ENSO/1000)*(1+Padi_ladang) Produksi beras dari kawasan Jawa Barat (ribu ton)
○	Prod_Konsumsi	<ul style="list-style-type: none"> = Prod_beras-Konsumsi
○	Yield	<ul style="list-style-type: none"> = GRAPH(TIME,0,1,[5.76,5.76,5.81,5.85,5.91,5.99,6.06,6.12,6.19,6.26,6.33,6.42,6.5,6.58,6.66,6.74,6.82,6.91,7.01,7.1,7.16,"Min:5;Max:7.2"]) Produktivitas (2010) + 1,09%th
◇	IP	<ul style="list-style-type: none"> = 189 Indeks Pertanaman padi sawah di wilayah Jawa Barat (2010)
◇	Padi_ladang	<ul style="list-style-type: none"> = 3.6/100 Kontribusi padi ladang thd GKG adalah 3.6%
◇	Rendemen	<ul style="list-style-type: none"> = .65 Faktor rendemen gabah ke beras
◇	Suhu_CH	<ul style="list-style-type: none"> = 3.7/100+.7/100 Dampak peningkatan suhu udara dan menurunnya CH (Handoko, dkk., 2008)
◇	TML	<ul style="list-style-type: none"> = (2260/3228000)*100 Pengurangan luas baku sawah akibat TML naik (%th)