

ANALISIS PENINGKATAN PRODUKSI KEDELAI DI PAPUA BARAT MENGGUNAKAN PENDEKATAN SISTEM DINAMIK

Subiadi¹ dan Abdul Wahid Rauf²

^{1 & 2} Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Papua Barat
Jl. Base Camp, Kompleks Perkantoran Pemda Propinsi Papua Barat,
Arfai, Manokwari, 98315

ABSTRAK

Kedelai merupakan salah satu komoditas pangan strategis yang produksinya dari tahun ke tahun terus menurun sementara konsumsinya di Indonesia terus meningkat sehingga harus dipenuhi dari impor. Oleh karena itu, diperlukan adanya serangkaian kebijakan yang dirumuskan berdasarkan analisis yang komprehensif terhadap sistem produksi kedelai dengan menggunakan simulasi dinamika sistem berdasarkan data historis dari tahun 2004-2012. Model simulasi peningkatan produksi kedelai di Provinsi Papua Barat bertujuan untuk membuat skenario kebijakan peningkatan produksi kedelai di Papua Barat. Skenario kebijakan yang digunakan yaitu 1) peningkatan produktivitas yang semula 1,03 ton/ha menjadi 1,7 ton/ha, dengan tambahan biaya produksi Rp. 1.075.000,- per hektar dari biaya produksi tanpa skenario kebijakan, 2) mengurangi kehilangan hasil pada saat panen (biji tercecer) yang semula 2,5% menurun menjadi 2,25%, dengan tambahan biaya produksi Rp. 625.000,- per hektar dari biaya produksi tanpa skenario kebijakan, 3) meningkatkan persentase luas panen yang semula 90% menjadi 95%, dengan tambahan biaya produksi Rp. 500.000,- per hektar dari biaya produksi tanpa skenario kebijakan, 4) meningkatkan luas tanam yang semula 10% menjadi 77%, dengan tambahan biaya produksi Rp. 800.000,- per hektar dari biaya produksi tanpa skenario kebijakan, dan 5) skenario gabungan dengan tambahan biaya produksi Rp. 1.675.000,- per hektar dari biaya produksi tanpa skenario kebijakan. Hasil simulasi menunjukkan bahwa semua skenario layak untuk diterapkan dengan nilai R/C ratio > 1. Namun untuk pencapaian target produksi > 7.000 ton/tahun, maka skenario kebijakan gabungan yang harus diterapkan. Sedangkan dari segi kelayakan usahatani, maka skenario 1 dan skenario gabungan yang paling menguntungkan.

Kata Kunci : Kedelai, Produksi, Sistem Dinamik

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan kedelai terus meningkat dari tahun ke tahun seiring dengan pertumbuhan penduduk. Dalam kurun waktu lima tahun ini (tahun 2010-2014) kebutuhan kedelai setiap tahunnya $\pm 2.300.000$ ton biji kering, akan tetapi kemampuan produksi dalam negeri saat ini baru mampu memenuhi sebanyak 851.286 ton (ATAP Tahun 2011) atau 37,01 % dari kebutuhan sedangkan berdasarkan ARAM II tahun 2012 baru mencapai 783.158 ton atau 34,05 % (BPS Papua Barat, 2012).

Identifikasi kesesuaian lahan untuk pengembangan kedelai terdapat di 13 provinsi (selanjutnya menjadi 17 provinsi), termasuk Papua Barat. Berdasarkan kondisi biofisik sumber daya lahan, luas lahan yang sesuai untuk pengembangan kedelai di provinsi Papua Barat yaitu 2.513 ha untuk lahan sawah dan 107.704 ha untuk lahan kering (Balai

Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian, 2008).

Produksi kedelai Papua Barat tahun 2012 sebesar 650 ton Biji Kering dengan produktivitas 1,78 ton/ha (ATAP). Dibandingkan dengan produksi tahun 2011, terjadi kenaikan sebesar 248 ton (61,46 %). Kenaikan produksi kedelai tahun 2012 terjadi karena peningkatan luas panen dan produktivitas masing-masing sebesar 228 hektar (60,80 %) dan 0,04 kuintal/hektar (0,41 %). Angka Ramalan I (ARAM I) produksi kedelai tahun 2013 diperkirakan sebesar 557 ton biji kering dengan produktivitas 1,57 ton/ha. Dibandingkan dengan produksi tahun 2012, terjadi penurunan sebesar 93 ton (14,35 %).

Penurunan produksi kedelai tahun 2013 diperkirakan terjadi karena menurunnya luas panen seluas 76 hektar (12,60 %) dan penurunan produktivitas sebesar 0,22 kuintal/hektar (2,00 %) (BPS Papua Barat, 2013). Tingkat produktivitas tersebut masih

rendah dibandingkan dengan potensi hasil varietas unggul baru yang dapat mencapai 2,5 – 3,0 ton/ha. Begitu pula dengan produksi yang masih bisa ditingkatkan dengan penambahan areal pertanaman yang selama ini jumlahnya masih jauh dari potensi lahan yang ada.

Pencapaian target produksi kedelai berkelanjutan dirancang dengan melihat produksi kedelai suatu daerah sebagai satu sistem hasil interaksi berbagai parameter yang mempengaruhi produksi kedelai itu sendiri. Interaksi berbagai parameter tersebut terkait satu sama lain dalam satu struktur model. Identifikasi sistem merupakan salah satu tahapan pengembangan model, tahapan ini menghubungkan kebutuhan-kebutuhan dengan permasalahan yang dihadapi sebagai mata rantai yang digambarkan dalam bentuk diagram lingkaran sebab akibat (*causal loop*).

Peningkatan produksi kedelai ditentukan oleh banyak variabel yang saling berinteraksi. Untuk memahami keterkaitan tersebut, maka diperlukan pendekatan analisis yang komprehensif. Sistem dinamik adalah metodologi untuk memahami suatu masalah yang kompleks. Metodologi ini dititikberatkan pada pengambilan kebijakan dan bagaimana kebijakan tersebut menentukan tingkah laku masalah-masalah yang dapat dimodelkan oleh sistem secara dinamik (Richardson & Pugh, 1986). Dinamika sistem didefinisikan sebagai bidang untuk memahami bagaimana sesuatu berubah menurut waktu. Perangkat lunak dinamika sistem seperti Stella, Powersim, Simile dan Vensim membantu memformulasikan model dari komponen-komponen stok (*stock*) dan aliran (*flow*). Dinamika sistem berbasis pada persamaan difference dan diferensial (Forrester, 1999). Permasalahan dalam sistem dinamik dianggap disebabkan oleh struktur internal sistem, bukan pengaruh dari luar sistem. Tahapan dalam pendekatan sistem dinamik ini diawali dan diakhiri dengan pemahaman sistem dan permasalahannya sehingga membentuk suatu lingkaran tertutup. Metode sistem dinamik, konsep sistem yang berlaku mengacu pada sistem tertutup (*closed system*) atau sistem yang mempunyai umpan balik (*feedback system*). Struktur yang terbentuk dari *loop* umpan balik tersebut akan menghubungkan sebuah keluaran pada suatu periode tertentu

dengan masukan pada periode yang akan datang. (Forrester, 1958; Muhammadi dkk, 2001).

Sehingga kajian ini bertujuan untuk mengidentifikasi struktur produksi kedelai di Papua Barat saat ini, mengidentifikasi faktor yang berpotensi sebagai pengungkit pencapaian target swasembada kedelaidi Papua Barat, membuat model dinamik pengembangan kedelai di Papua Barat, dan membuat skenario kebijakan pengembangan kedelai di Papua Barat untuk peningkatan produksi kedelai.

METODOLOGI

Kajian analisis sistem dinamik peningkatan produksi kedelai di Papua Barat dilaksanakan pada tahun 2013. Kajian ini diawali dengan identifikasi sistem, meliputi tiga aspek yaitu, aspek ekonomi, aspek teknis, aspek sosial dan lingkungan. Langkah selanjutnya adalah dilakukan *focus group discussion* dengan tema yang mengacu pada tujuan penelitian.

Pada tahap identifikasi sistem pengembangan kedelai dilakukan studi pustaka mengenai aspek teknis, ekonomi, sosial masyarakat dan lingkungan yang berpengaruh terhadap sistem usahatani kedelai, guna mengidentifikasi variabel-variabel yang mempengaruhi sistem tersebut sebagai pengembangan kedelai.

Data yang dikumpulkan dalam kajian ini adalah data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer dengan memberikan kuisisioner dan bertanya langsung kepada petani sampel (responden). Sedangkan data sekunder yang diperlukan yang menunjang penelitian ini diperoleh dari; Dinas Pertanian, Biro Pusat Statistik, Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah (BAPPEDA), dan kantor/dinas lainnya yang terkait dengan kepentingan penelitian.

Data series luas panen, produktivitas, dan jumlah produksi kedelai 10 tahun terakhir di Provinsi Papua Barat yang akan digunakan dalam pemodelan ditampilkan pada tabel 1.

Tabel 1. Luas panen, produktivitas, dan jumlah produksi kedelai 10 tahun terakhir di Provinsi Papua Barat.

Tahun	Luas Panen (ha)	Produktivitas (Ku/ha)	Produksi (ton)
2004	1.326	11,49	1.523
2005	2.137	10,67	2.279
2006	1.819	10,54	1.917
2007	1.282	10,61	1.360
2008	1.624	10,72	1.740
2009	1.150	10,50	1.208
2010	571	10,51	600
2011	375	10,74	403
2012	603	10,78	650
2013 (Aram I)	527	10,57	557

Sumber : BPS Papua Barat, 2012 dan 2013

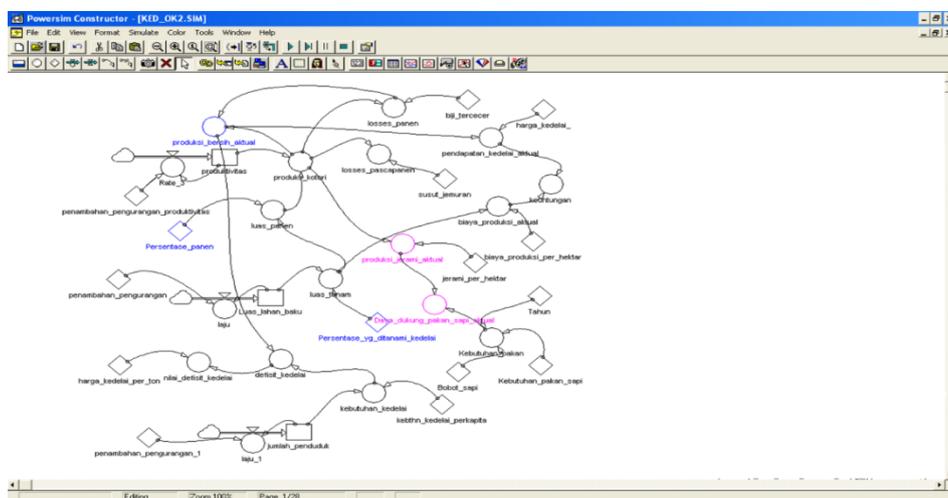
Didalam penyusunan digram alir, data dan asumsi yang digunakan adalah sebagai berikut : 1). Populasi penduduk Papua Barat pada tahun 2004 sebanyak 642.742 jiwa meningkat rata-rata 3,8% per tahun menjadi 863.982 jiwa pada tahun 2012 (BPS Papua Barat, 2013); 2). Konsumsi kedelai per kapita Papua Barat 7,49 kg/tahun (Dinas Pertanian, 2012); 3). Luas lahan baku yang bisa dikelola secara optimal untuk kedelai seluas 5.808 ha; 4). Pertambahan lahan bukaan baru 0,5%; 5). Luas tanam hanya sekitar 10% dari luas lahan baku; 5). Luas gagal panen 10%; 6). Susut panen 2,5%; 7). Susut jemur 1,5%; 8). Biaya produksi kedelai berdasarkan cara petani Rp. 7.050.000,- per hektar; 9). Biaya produksi skenario 1 = Rp. 8.125.000,- per hektar; 10). Biaya produksi skenario 2 = Rp. 7.675.000,- per hektar; 11). Biaya produksi skenario 3 = Rp. 7.550.000,- per hektar; 12). Biaya produksi skenario 4 = Rp. 7.850.000,- per hektar; 13). Biaya produksi skenario gabungan = Rp. 8.725.000,- per hektar; 15). Harga kedelai tahun 2013 sebesar Rp.9.000,-/kg; 16).

Produksi kedelai tahun 2004 sebesar 1.523 ton dan tahun 2013 (Aram I) sebesar 557 ton; 17). Produktivitas kedelai tahun 2004 sebesar 11,49 ku/ha dan tahun 2013 (Aram I) sebesar 10,57 ku/ha; 18). Produksi jerami kedelai 200% dari produksi biji kedelai; 19). Kebutuhan pakan sapi 2,5% dari bobot badan; 20). Berat rata-rata sapi 250 kg/ekor.

a. Pengolahan Data

Tahapan analisis data penelitian adalah sebagai berikut:

- a. Identifikasi system (system boundary), sistem usahatani kedelai di Papua Barat.
- b. Membuat diagram keterkaitan antar komponen dalam sistem usahatani di Papua Barat yang tertuang dalam *Causal Loop Diagram* (CLD).
- c. Membuat diagram *stok* dan level (*Stock and Flow Diagram*) semua komponen yang ada dalam *Causal Loop Diagram* (CLD) dengan perangkat lunak *Powersim Constructor*.



Gambar 1. Tampilan penyusunan diagram alir dengan perangkat lunak Powersim Constructor.

d. *Validasi Model*, Validasi model dalam kajian ini menggunakan data series jumlah penduduk, luas panen kedelai, dan produktivitas kedelai Provinsi Papua Barat dari tahun 2004 sampai dengan tahun 2013. Validasi model dinamik ditujukan kepada konsistensi hasil simulasi model dengan sistem nyatanya.

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

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

Keterangan :

X_m = data hasil simulasi

X_d = data aktual

N = periode / banyaknya data

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

MAPE < 5 % : sangat tepat

5 < MAPE < 10 % : tepat

MAPE > 10 % : tidak tepat

e. *Program simulasi*, dilakukan untuk mencari model yang paling cocok sebelum diterapkan dalam kondisi sebenarnya. Simulasi dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak yang disebut *PowerSim*. Output dari simulasi powersim tersebut digunakan untuk menilai tingkat kelayakan secara finansial dari kegiatan agroindustri diusahakan.

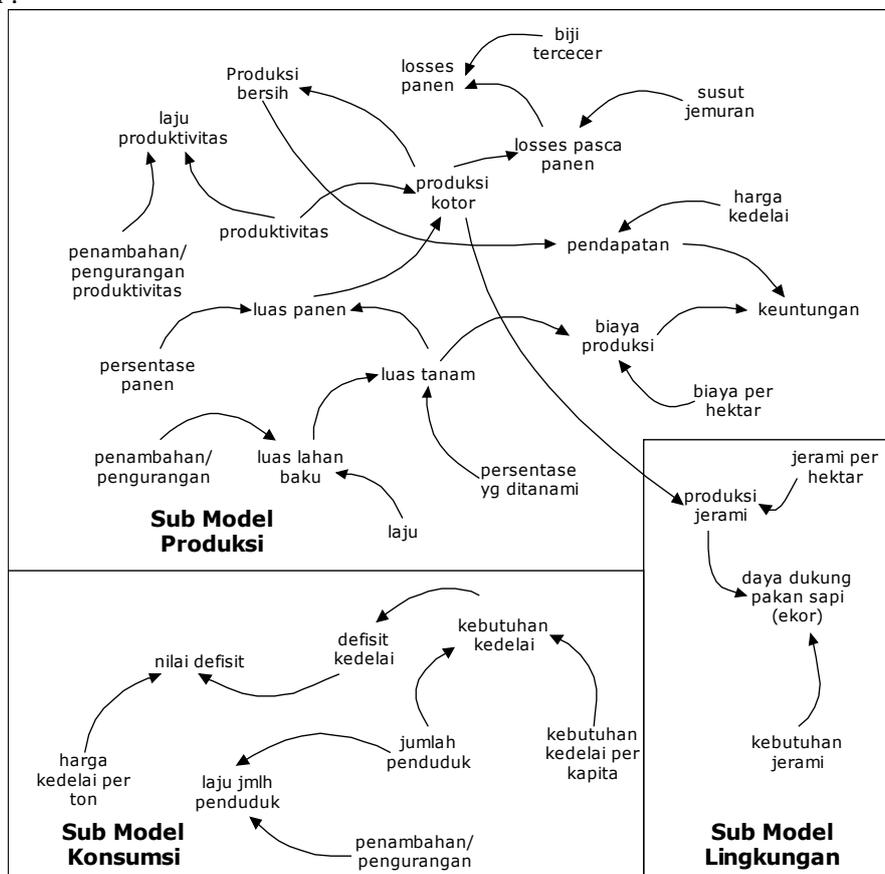
f. Membuat skenario kebijakan

g. Menyimpulkan, merekomendasi dan implementasi kebijakan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan data

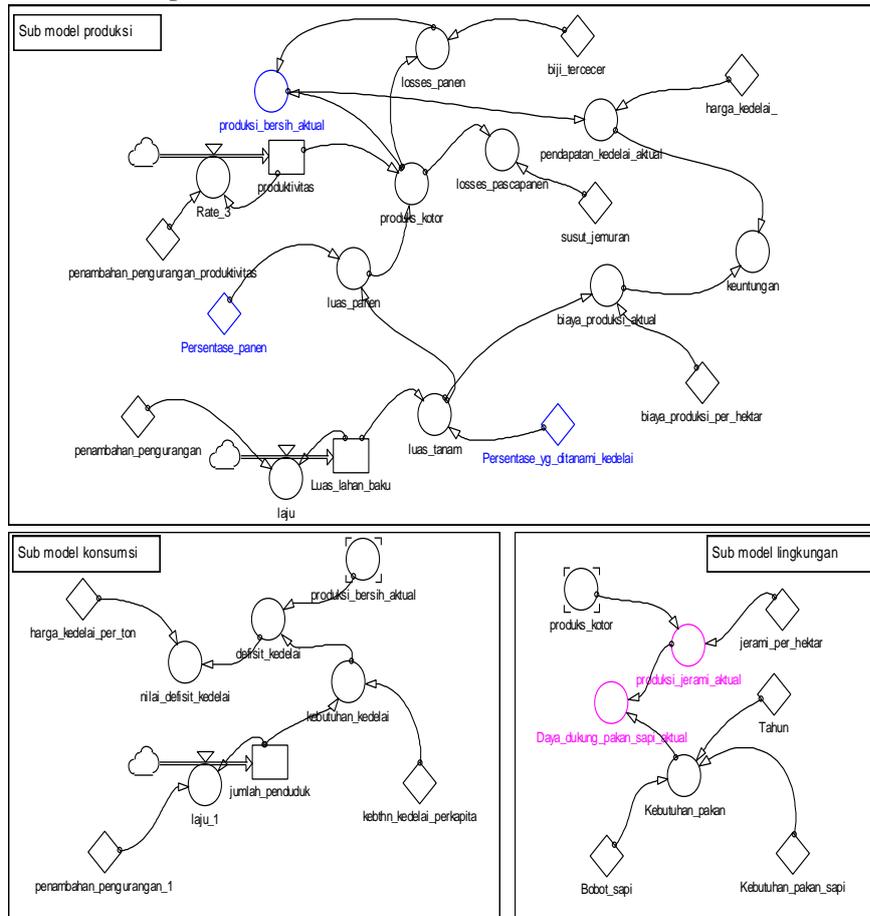
Berdasarkan hasil FGD, teridentifikasi bahwa komponen-komponen yang terkait dalam usahatani kedelai di Papua Barat digambarkan dalam bentuk hubungan tertutup sebagai berikut :



Gambar 2. *Causal Loop Diagram* (CLD) model pengembangan kedelai di Provinsi Papua Barat.

Sistem produksi kedelai di Papua Barat disusun ke dalam tiga sub model yaitu sub model produksi kedelai, sub model

konsumsi atau kebutuhan kedelai, dan sub model lingkungan.



Gambar 3. Diagram alir sistem dinamik produksi kedelai di Provinsi Papua Barat

Validasi

Validasi model dilakukan terhadap model dasar yang ditekankan pada bagan alir

dan peubah yang dipakai dalam simulasi. Hasil validasi model seperti ditunjukkan pada tabel 2, 3, dan 4.

Tabel 2. Nilai validasi model jumlah penduduk di Provinsi Papua Barat.

Tahun	Jumlah penduduk (Jiwa) aktual (A)	Jumlah penduduk (jiwa) hasil simulasi (B)	B-A	(B-A)/A	((B-A)/A)x100
2004	642.472	642.472	-	-	-
2005	651.958	666.885	14.927	0,02	2,29
2006	702.202	692.227	9.975	0,01	1,42
2007	722.981	718.532	4.449	0,01	0,62
2008	729.962	745.836	15.874	0,02	2,17
2009	743.860	774.178	30.318	0,04	4,08
2010	819.974	803.597	16.377	0,02	2,00
2011	841.995	834.133	7.862	0,01	0,93
2012	863.982	865.830	1.848	0,00	0,21
Jumlah					13,72
Nilai MAPE					1,52

Tabel 3. Nilai validasi model produktivitas kedelai di Provinsi Papua Barat.

Tahun	Produktivitas aktual (Ton/ha) (A)	Produktivitas hasil simulasi (Ton/ha) (B)	B-A	(B-A)/A	((B-A)/A)x100
2004	1,15	1,15	0,00	0,00	0,09
2005	1,07	1,14	0,07	0,07	6,84
2006	1,05	1,13	0,08	0,07	7,21
2007	1,06	1,12	0,06	0,06	5,56
2008	1,07	1,11	0,04	0,04	3,54
2009	1,05	1,10	0,05	0,05	4,76
2010	1,05	1,09	0,04	0,04	3,71
2011	1,07	1,09	0,02	0,01	1,49
2012	1,08	1,08	0,00	0,00	0,19
2013	1,06	1,07	0,01	0,01	1,23
Jumlah					33,39
Nilai MAPE					3,71

Tabel 4. Nilai validasi model luas panen kedelai di Provinsi Papua Barat.

Tahun	luas panen (ha) aktual (A)	luas panen hasil simulasi (Ton/ha) (B)	B-A	(B-A)/A	((B-A)/A)x100
2004	1326	523	803,28	0,61	60,58
2005	2137	525	1611,67	0,75	75,42
2006	1819	528	1291,04	0,71	70,98
2007	1282	531	751,40	0,59	58,61
2008	1624	533	1090,75	0,67	67,16
2009	1150	536	614,08	0,53	53,40
2010	571	539	32,40	0,06	5,67
2011	375	541	166,29	0,44	44,34
2012	603	544	58,90	0,10	9,77
2013	527	547	19,72	0,04	3,74
Jumlah					449,67
Nilai MAPE					44,97

Dari tabel 2 dan 3 terlihat bahwa hasil uji validasi untuk jumlah penduduk dan tingkat produktivitas menunjukkan tingkat ketepatan yang sangat tinggi (sangat tepat) dengan nilai MAPE masing-masing sebesar 1,52% dan 3,71%. Sedangkan untuk luas panen tingkat ketepatannya sangat rendah (tidak tepat) apabila data dasar diambil dari tahun 2004 (tabel 4). Hal ini terjadi karena pada tahun 2004 sampai dengan 2009 luas panen jauh lebih tinggi bila dibandingkan dengan tahun 2010 sampai tahun 2013. Mulai tahun 2010 terjadi penurunan minat tanam

kedelai yang sangat drastis karena harga yang tidak menguntungkan bahkan sulit untuk mencari pasar. Apabila titik awal dimulai pada tahun 2010, maka tidak terjadi perbedaan yang signifikan antara data aktual dengan data hasil simulasi.

Simulasi Model Peningkatan Produksi Kedelai dengan Skenario Kebijakan

Model yang telah dibentuk dan sah setelah divalidasi, disimulasikan dengan tahun 2004 sebagai titik awal simulasi. Sementara itu skenario kebijakan diterapkan mulai tahun 2015, karena diharapkan tahun 2014 sebagai

titik awal sosialisasi program yang akan diterapkan. Untuk melihat perilaku model, dibuat beberapa skenario kebijakan yang dicobakan untuk sistem produksi kedelai. Beberapa skenario kebijakan tersebut diharapkan mampu memperlihatkan kemampuan Papua Barat memenuhi produksi kedelai yang ditargetkan. Skenario kebijakan tersebut adalah :

1. Peningkatan produktivitas yang semula 1,03 ton/ha menjadi 1,7 ton/ha, dengan tambahan biaya produksi Rp. 1.075.000,- per hektar dari biaya produksi tanpa skenario kebijakan.
2. Mengurangi kehilangan hasil pada saat panen (biji tercecer) yang semula 2,5% menurun menjadi 2,25%, dengan tambahan biaya produksi Rp. 625.000,- per hektar dari biaya produksi tanpa skenario kebijakan.
3. Peningkatan persentase luas panen yang semula 90% menjadi 95%, dengan tambahan biaya produksi Rp. 500.000,- per hektar dari biaya produksi tanpa skenario kebijakan.
4. Peningkatan luas tanam yang semula 10% menjadi 77%, dengan tambahan

biaya produksi Rp. 800.000,- per hektar dari biaya produksi tanpa skenario kebijakan.

5. Skenario gabungan antara peningkatan produktivitas, mengurangi kehilangan hasil pada saat panen, peningkatan persentase luas panen, dan peningkatan luas tanam dengan dengan tambahan biaya produksi Rp. 1.675.000,- per hektar dari biaya produksi tanpa skenario kebijakan.

a. Model dasar tanpa skenario kebijakan

Pada skenario ini tidak diterapkan kebijakan apapun dalam sistem produksi kedelai di Papua Barat atau keadaan ini menunjukkan kebiasaan eksisting sistem produksi kedelai di Papua Barat. Pada kondisi ini diasumsikan tidak ada cetak sawah baru, tidak ada konversi lahan dan tidak ada upaya peningkatan produktivitas.

Prediksi jumlah Produksi dan kebutuhan kedelai berdasarkan hasil simulasi model dengan data aktual produktivitas 1,03 ton/ha, harga kedelai 9.000 Rp/kg, luas panen 560 ha/tahun, persentase luas panen 90%, dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 5. Prediksi kebutuhan dan produksi kedelai di Papua Barat.

Tahun	Kebutuhan (Ton/thn)	Produksi (Ton/thn)	Defisit (Ton/thn)	Nilai (Rp)	
2014	6,988	568	6,420	57,780,987,511	▲
2015	7,254	566	6,687	60,186,472,514	
2016	7,529	565	6,965	62,682,728,132	
2017	7,815	563	7,253	65,273,205,588	
2018	8,112	561	7,551	67,961,487,245	▼

Pada kondisi tanpa kebijakan maka produksi kedelai 5 tahun ke depan di Papua Barat tidak berbeda jauh dengan kondisi saat ini. Sesuai dengan hasil survey bahwa tingkat produktivitas saat ini sebesar ±1 ton/ha. Kondisi ini masih sangat jauh dibandingkan dengan produktivitas varietas unggul baru kedelai saat ini yang bisa mencapai 2 ton/ha. Hal lain yang menyebabkan rendahnya

produksi adalah tingkat serangan hama yang belum ditangani secara baik sehingga bisa menyebabkan kehilangan hasil 1-5%, bahkan sampai 50% bila terjadi outbreak OPT.

Prediksi jumlah biaya produksi, pendapatan, dan keuntungan yang diperoleh pada usahatani kedelai di Provinsi Papua Barat berdasarkan kondisi aktual (tanpa skenario kebijakan) dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 6. Prediksi biaya produksi, pendapatan, dan keuntungan usahatani kedelai di Papua Barat tanpa skenario kebijakan.

Tahun	biaya produksi (Rp)	Pendapatan (Rp)	Keuntungan (Rp)
2010	3,671,449,384	5,174,908,490	1,503,459,106
2011	3,689,806,631	5,159,176,769	1,469,370,137
2012	3,708,255,665	5,143,492,871	1,435,237,207
2013	3,726,796,943	5,127,856,653	1,401,059,710
2014	3,745,430,928	5,112,267,969	1,366,837,041
2015	3,764,158,082	5,096,726,674	1,332,568,592
2016	3,782,978,873	5,081,232,625	1,298,253,752
2017	3,801,893,767	5,065,785,678	1,263,891,911
2018	3,820,903,236	5,050,385,689	1,229,482,453

Keuntungan bersih yang diperoleh dengan luasan panen saat ini (± 500 ha/tahun) untuk 5 tahun kedepan sekitar Rp. 1,2 – 1,3 milyar. Tingkat pendapatan dan keuntungan cenderung menurun untuk 5 tahun ke depan dibandingkan dengan 5 tahun sebelumnya. Hal ini terjadi karena kondisi saat ini luas tanam kedelai di Papua Barat cenderung mengalami penurunan untuk 5 tahun terakhir.

b. Model dengan kebijakan peningkatan produktivitas (skenario 1)

Untuk meningkatkan kemampuan dalam memenuhi kebutuhan kedelai di Papua

Barat maka dilakukan peningkatan produksi kedelai melalui penggunaan bibit unggul, penggunaan pupuk berimbang, penerapan sistem pascapanen yang baik serta penggunaan saprodi lainnya yang menunjang. Badan Litbang Pertanian telah mengembangkan kedelai varietas unggul yang produktivitasnya bisa mencapai >2 ton/ha seperti Anjasmoro, Grobogan, Argopuro, Gepak kuning, Gepak Ijo, dan Mitani. Jika diasumsikan dengan kebijakan skenario 1, produktivitas yang semula 1,03 ton/ha dapat ditingkatkan menjadi 1,7 ton/ha maka capaian produksi kedelai dapat terlihat pada tabel berikut :

Tabel 7. Prediksi selisih jumlah produksi usahatani kedelai di Papua Barat tanpa skenario kebijakan dengan skenario kebijakan 1.

Tahun	Produksi aktual (Ton/thn)	Produksi Skenario 1 (Ton/thn)	Selisih (Ton/thn)
2010	575	603	28
2011	573	606	33
2012	571	609	38
2013	570	612	43
2014	568	616	48
2015	566	915	349
2016	565	920	355
2017	563	924	362
2018	561	929	368

Produktivitas Skenario 1 (Ton/ha)	1.70	Persentase panen	90.00%
Harga kedelai (Rp/ton)	9,000,000	Luas panen (Ha/tahun)	560.52
Luas lahan baku	6,228.04	Biji tercecer	2.50%
Luas tanam (Ha/tahun)	622.80		

Prediksi jumlah biaya produksi, pendapatan, dan keuntungan yang diperoleh pada usahatani kedelai di Provinsi Papua Barat

berdasarkan kebijakan skenario 1 melalui peningkatan produktivitas dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 8. Prediksi analisis usahatani kedelai di Papua Barat tanpa skenario kebijakan dengan skenario kebijakan 1.

Prediksi analisis Usahatani kedelai di Provinsi Papua Barat dengan kebijakan skenario 1			
Tahun	Biaya produksi (Rp)	Pendapatan (Rp)	Keuntungan (Rp)
2010	4,862,351,466.83	5,430,410,264	568,058,797
2011	4,886,663,224.16	5,457,562,315	570,899,091
2012	4,911,096,540.28	5,484,850,127	573,753,587
2013	4,935,652,022.99	5,512,274,378	576,622,355
2014	4,960,330,283.10	5,539,835,749	579,505,466
2015	4,985,131,934.52	8,237,432,009	3,252,300,074
2016	5,010,057,594.19	8,278,619,169	3,268,561,574
2017	5,035,107,882.16	8,320,012,264	3,284,904,382
2018	5,060,283,421.57	8,361,612,326	3,301,328,904

Dari tabel 7, dengan penerapan kebijakan ini kemampuan produksi kedelai di Papua Barat untuk tahun 2015 dapat mencapai 915 ton. Penerapan kebijakan ini ternyata mampu meningkatkan produksi sebesar 61,7% dari produksi kedelai tanpa penerapan kebijakan. Pada tahun 2018 terjadi peningkatan produksi sebesar 65,6% (dari 561 ton bila tidak ada kebijakan naik menjadi 929 ton bila kebijakan skenario 1 diterapkan). Demikian juga dari segi pendapatan akan meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah produksi sehingga keuntungan juga lebih besar (tabel 8).

c. Model dengan kebijakan pengurangan biji tercecer (skenario 2)

Upaya yang bisa lain yang diterapkan berkaitan dengan peningkatan kemampuan untuk memenuhi kebutuhan kedelai di Papua Barat adalah dengan upaya mengurangi kehilangan hasil pada saat panen dengan mengurangi biji tercecer. Jika diasumsikan dengan kebijakan skenario 2 kehilangan hasil pada saat panen yang semula 2,5% dapat diturunkan menjadi 2,25% maka capaian produksi kedelai dapat terlihat pada tabel berikut :

Tabel 9. Prediksi selisih jumlah produksi usahatani kedelai di Papua Barat tanpa skenario kebijakan dengan skenario kebijakan 2.

Tahun	Produksi aktual (Ton/thn)	Produksi skenario 2 (Ton/thn)	Selisih (Ton/thn)
2010	575	603	28
2011	573	606	33
2012	571	609	38
2013	570	612	43
2014	568	616	48
2015	566	620	54
2016	565	623	59
2017	563	626	64
2018	561	630	68

Produktivitas (Ton/ha)	1.03
Harga kedelai (Rp/ton)	9,000,000
Luas_lahan_baku	6,228.04
Luas tanam (Ha/tahun)	622.80

Persentase_panen	90.00%
Luas panen (Ha/tahun)	560.52
Biji tercecer skenario 2	2.25%

Prediksi jumlah biaya produksi, pendapatan, dan keuntungan yang diperoleh pada usahatani kedelai di Provinsi Papua Barat

berdasarkan kebijakan skenario 2 melalui pengurangan biji tercecer pada saat panen dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 10. Prediksi analisis usahatani kedelai di Papua Barat tanpa skenario kebijakan dengan skenario kebijakan 2.

Tahun	Biaya produksi (Rp)	Pendapatan (Rp)	Keuntungan (Rp)
2010	4,593,052,001	5,430,410,264	837,358,263
2011	4,616,017,261	5,457,562,315	841,545,054
2012	4,639,097,347	5,484,850,127	845,752,780
2013	4,662,292,834	5,512,274,378	849,981,544
2014	4,685,604,298	5,539,835,749	854,231,451
2015	4,709,032,320	5,581,810,659	872,778,339
2016	4,732,577,481	5,609,719,712	877,142,231
2017	4,756,240,369	5,637,768,311	881,527,942
2018	4,780,021,571	5,665,957,152	885,935,582

Dengan penerapan kebijakan ini kemampuan produksi kedelai di Papua Barat untuk tahun 2015 dapat mencapai 620 ton. Penerapan kebijakan ini ternyata mampu meningkatkan produksi sebesar 9,5% dari produksi kedelai tanpa penerapan kebijakan. Pada tahun 2018 terjadi peningkatan produksi sebesar 12,3% (dari 561 ton bila tidak ada kebijakan naik menjadi 630 ton bila kebijakan skenario 2 diterapkan). Demikian juga dari segi pendapatan akan meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah produksi namun keuntungan yang diperoleh lebih kecil daripada kondisi aktual.

Kebijakan lain yang bisa diterapkan yaitu dengan mengurangi tingkat gagal panen yang bisa disebabkan oleh pemeliharaan yang tidak baik atau serangan organisme pengganggu tanaman (OPT). Upaya yang bisa dilakukan yaitu dengan menggunakan varietas tahan, penambahan input pestisida, dan penanganan pertanaman dengan baik. Jika diasumsikan dengan kebijakan skenario 3 luas panen yang semula 90% dapat ditingkatkan menjadi 95%, maka capaian produksi kedelai dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 11. Prediksi selisih jumlah produksi usahatani kedelai di Papua Barat tanpa skenario kebijakan dengan skenario kebijakan 3.

Tahun	Produksi aktual (Ton/thn)	Produksi Skenario 3 (Ton/thn)	Selisih (Ton/thn)
2010	575	603	28
2011	573	606	33
2012	571	609	38
2013	570	612	43
2014	568	616	48
2015	566	653	87
2016	565	656	92
2017	563	660	97
2018	561	663	102

Produktivitas (Ton/ha)	1.03	Persentase_panen	90.00%
Harga kedelai (Rp/ton)	9,000,000	Luas panen (Ha/tahun)	560.52
Luas_lahan_baku	6,228.04	Biji tercecer	2.50%
Luas tanam (Ha/tahun)	622.80	Persentase luas panen skenario 3	95.00%

Prediksi jumlah biaya produksi, pendapatan, dan keuntungan yang diperoleh pada usahatani kedelai di Provinsi Papua Barat

berdasarkan kebijakan skenario 3 melalui peningkatan luas panen dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 12. Prediksi analisis usahatani kedelai di Papua Barat tanpa skenario kebijakan dengan skenario kebijakan 3.

Prediksi analisis usahatani kedelai di Provinsi Papua Barat dengan kebijakan skenario 3			
Tahun	Biaya produksi (Rp)	Pendapatan (Rp)	Keuntungan (Rp)
2010	4,518,246,594	5,430,410,264	912,163,670
2011	4,540,837,827	5,457,562,315	916,724,489
2012	4,563,542,016	5,484,850,127	921,308,111
2013	4,586,359,726	5,512,274,378	925,914,652
2014	4,609,291,525	5,539,835,749	930,544,225
2015	4,632,337,982	5,876,842,424	1,244,504,442
2016	4,655,499,672	5,906,226,636	1,250,726,964
2017	4,678,777,170	5,935,757,769	1,256,980,599
2018	4,702,171,056	5,965,436,558	1,263,265,502

Dengan penerapan kebijakan ini kemampuan produksi kedelai di Papua Barat untuk tahun 2015 dapat mencapai 653 ton. Penerapan kebijakan ini ternyata mampu meningkatkan produksi sebesar 15,4% dari produksi kedelai tanpa penerapan kebijakan. Pada tahun 2018 terjadi peningkatan produksi sebesar 18,2% (dari 561 ton bila tidak ada kebijakan naik menjadi 663 ton bila kebijakan skenario 3 diterapkan). Demikian juga dari segi pendapatan akan meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah produksi sehingga keuntungan juga lebih besar. Walaupun kebijakan ini tidak meningkatkan produksi sebesar kebijakan skenario 1, tapi masih lebih tinggi jika dibandingkan dengan skenario 2. Dari segi keuntungan yang diperoleh juga lebih kecil daripada kondisi aktual.

d. Model dengan kebijakan peningkatan luas tanam (skenario 4)

Kebijakan lain yang bisa diterapkan yaitu dengan meningkatkan jumlah luas tanam. Upaya yang bisa dilakukan yaitu dengan memasukkan kedelai pada pola tanam padi (padi-kedelai-padi). Luas sawah di Provinsi Papua Barat yang bisa ditanami kedelai secara optimal yaitu sekitar 5.800 hektar per tahun. Dengan demikian tidak perlu penambahan biaya untuk pembukaan lahan baru, melainkan hanya tambahan biaya produksi kedelai pada pola tanam padi-kedelai-padi. Jika diasumsikan dengan kebijakan skenario 4 luas tanam yang semula 10% dari lahan baku dapat ditingkatkan menjadi 77%, maka capaian produksi kedelai dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 13. Prediksi selisih jumlah produksi usahatani kedelai di Papua Barat tanpa skenario kebijakan dengan skenario kebijakan 4.

Tahun	Produksi aktual (Ton/thn)	Produksi skenario 4 (Ton/thn)	Selisih (Ton/thn)
2010	575	603	28
2011	573	606	33
2012	571	609	38
2013	570	612	43
2014	568	616	48
2015	566	4,763	4,197
2016	565	4,787	4,223
2017	563	4,811	4,248
2018	561	4,835	4,274

Produktivitas (Ton/ha)	1.03	Persentase_panen	90.00%
Harga kedelai (Rp/ton)	9,000,000	Luas panen (Ha/tahun)	560.52
Luas_lahan_baku	6,228.04	Biji tercecir	2.50%
Luas tanam (Ha/tahun)	622.80	Persentase lahan tertanami skenario 4	77.00%

Prediksi jumlah biaya produksi, pendapatan, dan keuntungan yang diperoleh pada usahatani kedelai di Provinsi Papua Barat

berdasarkan kebijakan skenario 4 melalui peningkatan luas tanam dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 14. Prediksi selisih jumlah produksi usahatani kedelai di Papua Barat tanpa skenario kebijakan dengan skenario kebijakan 4.

Tahun	Biaya produksi (Rp)	Pendapatan (Rp)	Keuntungan (Rp)
2010	4,697,779,571	5,430,410,264	732,630,693
2011	4,721,268,469	5,457,562,315	736,293,846
2012	4,744,874,811	5,484,850,127	739,975,316
2013	4,768,599,185	5,512,274,378	743,675,192
2014	4,792,442,181	5,539,835,749	747,393,568
2015	37,086,313,819	42,870,018,947	5,783,705,128
2016	37,271,745,388	43,084,369,042	5,812,623,653
2017	37,458,104,115	43,299,790,887	5,841,686,771
2018	37,645,394,636	43,516,289,841	5,870,895,205

Dengan penerapan kebijakan ini kemampuan produksi kedelai di Papua Barat untuk tahun 2015 dapat mencapai 4.763 ton. Penerapan kebijakan ini ternyata mampu meningkatkan produksi sebesar 741,5% dari produksi kedelai tanpa penerapan kebijakan. Pada tahun 2018 terjadi peningkatan produksi sebesar 761,8% (dari 561 ton bila tidak ada kebijakan naik menjadi 4.835 ton bila kebijakan skenario 4 diterapkan). Demikian juga dari segi pendapatan akan meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah produksi sehingga keuntungan secara kumulatif juga lebih besar. Penerapan kebijakan ini meningkatkan produksi dan memberikan keuntungan yang lebih besar dibandingkan dengan kondisi aktual dan kebijakan skenario 1, 2, dan 3.

e. Model kebijakan gabungan (skenario 1 sampai dengan 4)

Skenario kebijakan 1, 2, dan 3 merupakan perbaikan produksi melalui intensifikasi. Sehingga kebijakan tersebut sangat memungkinkan untuk diterapkan secara bersamaan. Begitupula dengan skenario 4 bisa diterapkan secara bersamaan dengan skenario 1, 2, dan 3. Tinggal menentukan pada tahun ke berapa skenario 4 bisa diterapkan. Pada tulisan ini model skenario kebijakan disimulasikan mulai tahun 2015, dengan harapan sosialisasi dapat dilaksanakan pada tahun 2014. Prediksi jumlah Produksi capaian produksi bila skenario diterapkan secara bersamaan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 15. Prediksi selisih jumlah produksi usahatani kedelai di Papua Barat tanpa skenario kebijakan dengan gabungan skenario kebijakan 1 sampai dengan 4.

Tahun	Biaya Produksi	Pendapatan	Keuntungan	R/C Ratio
Kondisi Aktual				
2015	3.764.158.082	5.096.726.674	1.332.568.592	1,35
2016	3.782.978.873	5.081.232.625	1.298.253.752	1,34
2017	3.801.893.767	5.065.785.678	1.263.891.911	1,33
2018	3.802.903.236	5.050.385.689	1.247.482.453	1,33
Skenario 1				
2015	4.985.131.934	8.237.432.009	3.252.300.075	1,65
2016	5.010.057.594	8.278.619.169	3.268.561.575	1,65
2017	5.035.107.882	8.320.012.264	3.284.904.382	1,65
2018	5.060.283.421	8.361.612.326	3.301.328.905	1,65

Skenario 2				
2015	4.709.032.320	5.581.810.659	872.778.339	1,19
2016	4.732.577.481	5.609.719.712	877.142.231	1,19
2017	4.756.240.369	5.637.768.311	881.527.942	1,19
2018	4.780.021.571	5.665.957.152	885.935.581	1,19
Skenario 3				
2015	4.632.337.982	5.876.842.424	1.244.504.442	1,27
2016	4.655.499.672	5.906.226.636	1.250.726.964	1,27
2017	4.678.777.170	5.935.757.769	1.256.980.599	1,27
2018	4.702.171.056	5.965.436.558	1.263.265.502	1,27
Skenario 4				
2015	37.086.313.819	42.870.018.947	5.783.705.128	1,16
2016	37.271.745.388	43.084.369.042	5.812.623.654	1,16
2017	37.458.104.115	43.299.790.887	5.841.686.772	1,16
2018	37.645.394.636	43.516.289.841	5.870.895.205	1,16
Skenario Gabungan				
2015	41.220.138.608	67.123.688.663	25.903.550.055	1,63
2016	41.426.239.301	67.459.307.107	26.033.067.806	1,63
2017	41.633.370.498	67.796.603.642	26.163.233.144	1,63
2018	41.841.537.350	68.135.586.660	26.294.049.310	1,63

Prediksi jumlah biaya produksi, pendapatan, dan keuntungan yang diperoleh pada usahatani kedelai di Provinsi Papua Barat

berdasarkan gabungan skenario kebijakan 1 sampai dengan 4 dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 16. Prediksi analisis usahatani kedelai di Papua Barat tanpa skenario kebijakan dengan gabungan skenario kebijakan 1 sampai dengan 4.

Tahun	Produksi aktual (Ton/thn)	Produksi skenario gabungan (Ton/thn)	Selisih (Ton/thn)	
2010	575	603	28	▲
2011	573	606	33	
2012	571	609	38	
2013	570	612	43	
2014	568	616	48	
2015	566	7,458	6,892	
2016	565	7,495	6,931	
2017	563	7,533	6,970	
2018	561	7,571	7,009	▼

Produktivitas skenario gabungan (Ton/ha)	1.70	Luas_lahan_baku	6,228.04
Biji tercecer skenario gabungan	2.25%	Luas tanam skenario gabungan	4,795.59
Persentase lahan tertanami skenario gabungan	77.00%	Harga kedelai (Rp/ton)	9,000,000
Persentase luas panen skenario gabungan	95.00%		

Dengan penerapan kebijakan ini kemampuan produksi kedelai di Papua Barat Analisis Peningkatan Produksi Kedelai di Papua Barat

untuk tahun 2015 dapat mencapai 7458 ton. Penerapan kebijakan ini ternyata mampu

meningkatkan produksi sebesar 1217,7% dari produksi kedelai tanpa penerapan kebijakan. Pada tahun 2018 terjadi peningkatan produksi sebesar 1249,5% (dari 561 ton bila tidak ada kebijakan naik menjadi 7571 ton bila kebijakan skenario 4 diterapkan). Demikian juga dari segi pendapatan akan meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah produksi sehingga keuntungan juga lebih besar. Penerapan kebijakan ini meningkatkan

produksi dan memberikan keuntungan yang paling besar dibandingkan dengan skenario kebijakan lainnya.

f. Imbangan Penerimaan dan Biaya (R/C Ratio)

Untuk melihat kelayakan penerapan skenario kebijakan, maka nilai penerimaan dan biaya produksi di analisis dengan *R/C Ratio* seperti yang ditampilkan pada tabel berikut :

Tabel 17. Ratio penerimaan dan biaya (R/C Ratio) antara kondisi aktual dan penerapan skenario kebijakan pada usaha tani kedelai di Provinsi Papua Barat.

Tahun	Biaya produksi (Rp)	Pendapatan (Rp)	Keuntungan (Rp)
2010	5,221,417,421	5,430,410,264	208,992,843
2011	5,247,524,508	5,457,562,315	210,037,807
2012	5,273,762,131	5,484,850,127	211,087,996
2013	5,300,130,942	5,512,274,378	212,143,436
2014	5,326,631,596	5,539,835,749	213,204,153
2015	41,220,138,608	67,123,688,663	25,903,550,055
2016	41,426,239,301	67,459,307,107	26,033,067,806
2017	41,633,370,498	67,796,603,642	26,163,233,145
2018	41,841,537,350	68,135,586,660	26,294,049,310

Pada tabel 17 terlihat bahwa nilai *R/C ratio* kondisi aktual 1,3 yang artinya bahwa setiap penggunaan biaya produksi sebesar Rp.1,0 akan memberikan penerimaan sebesar Rp. 1,3. Dari segi kelayakan usahatani, maka semua skenario yang disimulasikan layak untuk diterapkan karena nilai *R/C ratio* > 1. Namun bila dibandingkan dengan kondisi aktual maka skenario 1 dan skenario gabungan yang paling menguntungkan. Sedangkan untuk pencapaian target produksi sebesar >7.000 ton per tahun, maka skenario kebijakan gabungan harus diterapkan.

Selain peningkatan produksi biji kedelai, juga diharapkan adanya pemanfaatan limbah jerami kedelai sebagai hasil sampingan dari usahatani kedelai. Kebijakan pertanian *zero waste* juga bisa diterapkan pada usaha tani kedelai mengingat jerami kedelai sangat cocok untuk dikelola menjadi pakan ternak seperti pakan ternak sapi.

Berdasarkan data penelitian produksi jerami kedelai mencapai 2 kali lipat dari produksi biji (200% dari bobot hasil biji). Sehingga bila skenario kebijakan peningkatan produksi kedelai diterapkan, maka prediksi potensi produksi jerami dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 18. Potensi produksi jerami kedelai pada usahatani kedelai di Papua Barat.

Tahun	Prod aktual	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3	Skenario 4	Skenario gabungan
2012	1,172	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250
2013	1,169	1,256	1,256	1,256	1,256	1,256
2014	1,165	1,263	1,263	1,263	1,263	1,263
2015	1,162	1,877	1,269	1,339	9,771	15,260
2016	1,158	1,887	1,275	1,346	9,820	15,336
2017	1,155	1,896	1,282	1,353	9,869	15,413
2018	1,151	1,906	1,288	1,360	9,918	15,490

Jika diasumsikan rata-rata bobot sapi 250 kg/ekor, dan kebutuhan pakan dalam bentuk bahan kering adalah 2,5% dari bobot Analisis Peningkatan Produksi Kedelai di Papua Barat

badan per ekor sapi/hari (National Research Council, 1984), maka daya dukung pakan

limbah jerami untuk ternak sapi dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 19. Potensi daya dukung limbah pakan jerami kedelai untuk pengembangan sapi di Papua Barat.

Tahun	Aktual	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3	Skenario 4	Skenario gabungan
2012	514	548	548	548	548	548
2013	512	551	551	551	551	551
2014	511	553	553	553	553	553
2015	509	823	556	587	4,283	6,689
2016	508	827	559	590	4,305	6,723
2017	506	831	562	593	4,326	6,756
2018	505	835	565	596	4,348	6,790

Tabel 20 menunjukkan bahwa bila tanpa penerapan skenario kebijakan daya dukung pakan limbah jerami hanya 509 ekor sapi pada tahun 2015 dan menurun menjadi 505 ekor sapi pada tahun 2018. Produksi jerami yang menurun terjadi pada kondisi aktual karena berdasarkan data statistik produksi cenderung menurun karena penurunan jumlah luas panen pada kondisi aktual. Namun bila skenario kebijakan diterapkan maka daya dukung pakan limbah jerami dapat ditingkatkan.

Skenario kebijakan yang memberikan kontribusi terkecil dalam peningkatan produksi kedelai adalah skenario 3 (pengurangan biji tercecer). Pada skenario 3, daya dukung pakan limbah jerami dapat mencapai 556 ekor sapi pada tahun 2015 dan 565 ekor sapi pada tahun 2018. Daya dukung pakan pada skenario ini sudah mampu meningkatkan jumlah populasi sapi yang dapat dikembangkan pada tahun 2015 dan 2018 sebesar 9,2 dan 11,8 % dari kondisi tanpa skenario kebijakan.

Skenario 4 (peningkatan luas tanam) memberikan hasil limbah jerami yang dapat mendukung pengembangan sapi sebanyak 4.283 ekor sapi pada tahun 2015 dan 4.348 ekor sapi pada tahun 2018. Dan bila skenario 1, 2, 3, dan 4 diterapkan secara bersamaan, maka daya dukung pakan limbah jerami dapat mencapai 6.689 ekor sapi pada tahun 2015 dan 6.790 ekor sapi pada tahun 2018. Hasil simulasi ini menunjukkan kinerja pengembangan sapi yang cukup menjanjikan. Dengan demikian diharapkan pemerintah setempat dapat mempertimbangkan hasil simulasi ini dan melakukan langkah konkrit yang dapat mendukung terlaksananya pencapaian swasembada kedelai di Papua Barat yang secara tidak langsung juga akan mendukung pengembangan ternak sapi di Provinsi Papua Barat.

KESIMPULAN

Peningkatan produksi kedelai yang menguntungkan secara ekonomi di Papua Barat dengan nilai $RC > 1$ dapat ditempuh melalui lima skenario kebijakan yaitu :

1. Peningkatan produktivitas yang semula 1,03 ton/ha menjadi 1,7 ton/ha, dengan tambahan biaya produksi Rp. 1.075.000,- per hektar dari biaya produksi tanpa skenario kebijakan.
2. Mengurangi kehilangan hasil pada saat panen (biji tercecer) yang semula 2,5% menurun menjadi 2,25%, dengan tambahan biaya produksi Rp. 625.000,- per hektar dari biaya produksi tanpa skenario kebijakan.
3. Peningkatan persentase luas panen yang semula 90% menjadi 95%, dengan tambahan biaya produksi Rp. 500.000,- per hektar dari biaya produksi tanpa skenario kebijakan.
4. Peningkatan luas tanam yang semula 10% menjadi 77%, dengan tambahan biaya produksi Rp. 800.000,- per hektar dari biaya produksi tanpa skenario kebijakan.
5. Skenario gabungan antara peningkatan produktivitas, mengurangi kehilangan hasil pada saat panen, peningkatan persentase luas panen, dan peningkatan luas tanam dengan dengan tambahan biaya produksi Rp. 1.675.000,- per hektar dari biaya produksi tanpa skenario kebijakan. Dengan skenario ini, target produksi > 7.000 ton/tahun dapat tercapai dengan kelayakan usahatani yang juga sangat menguntungkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian, 2008. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian Vol. 30. No. 1; p 3-5.
- BPS Papua Barat 2012. Papua Barat dalam Angka 2012.
- BPS Papua Barat 2013. Papua Barat dalam Angka 2013.
- BPS Papua Barat, 2013. Berita Resmi Statistik Provinsi Papua Barat No.30/07/91/Th. VII, 1 Juli 2013.
- Forrester, J.W., 1958. Industrial dynamics: a major breakthrough for decision makers. Harvard Business Review 36 (4), 37–66.
- Forrester, J. W. . 1999. System Dynamics: the Foundation Under Systems Thinking. Sloan School of Management Massachusetts Institute of Technology. Cambridge, MA 02139. <ftp://sysdyn.mit.edu/ftp/sdep/papers/D-4828.html>
- Muhammadi, E. Aminullah, dan B. Soesilo. 2001. Analisis Sistem Dinamis Lingkungan Hidup, Sosial, Ekonomi, Manajemen. UMJ Press, Jakarta.
- National Research Council, 1984. Nutrient requirements of beef cattle. 6th ed. National Academy Press, Washington, DC.
- Richardson, G.P. and A.L. Pugh. 1986. Introduction to System Dynamics Modelling with Dynamo. The MIT Press, Cambridge, Massachusete, and London, England.
- Somantri, A. S., E.Y. Purwani dan Ridwan Thahrir. 2005. Simulasi Model Dinamik Ketersediaan Sagu Sebagai Sumber Karbohidrat Mendukung Ketahanan Pangan Kasus Papua. Makalah. Balai Besar Pasca Panen, Bogor. 23 hal.