

Pendekatan Sistem Dinamik dalam Kebijakan Pengembangan Peternakan Sapi Perah di Indonesia

(A System Dynamics Approach for Policy of Dairy Cattle Development in Indonesia)

Priyono^{1,3}, R Nurmalina², Burhanuddin², dan N Ilham³

¹Program Studi Ilmu Ekonomi Pertanian, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, IPB University

²Departemen Agribisnis, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, IPB University

³Pusat Riset Ekonomi Perilaku dan Sirkuler, Organisasi Riset Tata Kelola Pemerintahan, Ekonomi, dan Kesejahteraan Masyarakat, Badan Riset dan Inovasi Nasional

Kontributor utama: priyonopriyono@apps.ipb.ac.id

(Diterima 4 April 2022 – Direvisi 23 Agustus 2022 – Disetujui 2 September 2022)

ABSTRACT

Most farmers conduct small-scale dairy farming in Indonesia, so the appropriate policies are required for its development. Problems in the development of dairy farming in Indonesia cannot be solved partially but need to be solved holistically from the upstream-downstream subsystem. Existing conditions indicate that the rate of milk consumption has not been followed by milk production, so imports are still required. This paper aims to describe a systems dynamic approach model to obtain policy recommendations for dairy farming development in Indonesia. The development of the dairy cattle population and milk production in the four periods of the strategic plan of the Ministry of Agriculture for the period 2000-2019 and the development of the dairy cattle population and milk production in Indonesia for the period 2000-2021 showed positive growth. In the same period, the share of the dairy cattle population was 98.47%, and milk production was 98.93% in Java. Problem-solving in dairy cattle development has been modeled by researchers using a systems dynamic approach. Policy recommendations for dairy farming development using a system dynamic approach: good dairy farming practices, optimizing local resources, empowering farmers and institutions, utilizing appropriate technology, controlling productive dairy cows slaughter, strengthening dairy cooperatives, training for farmers, increasing business scale, and imports of dairy cows. However, improving a holistic model from the upstream to downstream subsystems is still necessary to provide alternative of present policy recommendations for dairy farming development in Indonesia.

Key words: System dynamics, dairy cow, milk, policy recommendations

ABSTRAK

Usaha ternak sapi perah nasional masih dilakukan oleh mayoritas peternak rakyat sehingga diperlukan kebijakan yang tepat dalam pengembangannya. Pemecahan permasalahan pengembangan peternakan sapi perah di Indonesia tidak lagi dapat diselesaikan secara parsial, dibutuhkan pendekatan secara holistik dari hulu-hilir. Kondisi eksisting menunjukkan bahwa laju konsumsi susu sapi nasional belum mampu diimbangi oleh laju produksi susu nasional sehingga masih dilakukan impor. Makalah ini bertujuan untuk mendeskripsikan model pendekatan sistem dinamik dalam menghasilkan rekomendasi kebijakan pengembangan peternakan sapi perah di Indonesia. Perkembangan populasi sapi perah dan produksi susu dalam 4 periode renstra Kementerian Pertanian periode tahun 2000-2019 dan perkembangan populasi sapi perah dan produksi susu tahun 2000-2021 secara nasional menunjukkan tren pertumbuhan positif. Dalam periode yang sama, populasi sapi perah sebesar 98,47% dan produksi susu sebesar 98,93% masih tertumpu di Pulau Jawa. Pemecahan permasalahan dalam pengembangan sapi perah telah dimodelkan dengan baik oleh peneliti-peneliti dengan menggunakan pendekatan sistem dinamik. Rekomendasi kebijakan pengembangan peternakan sapi perah pendekatan sistem dinamik dapat dilakukan melalui penerapan *good dairy farming practices*, optimalisasi sumber daya lokal, pemberdayaan peternak dan kelembagaan, pemanfaatan teknologi tepat guna, pengendalian pematangan sapi betina produktif, penguatan koperasi susu, pelatihan bagi peternak, peningkatan skala usaha; dan peningkatan populasi melalui impor induk sapi perah. Namun demikian, dibutuhkan pengembangan model dari hulu-hilir secara holistik untuk memberikan alternatif rekomendasi kebijakan terkini dalam pengembangan peternakan sapi perah di Indonesia.

Kata kunci: sistem dinamik, sapi perah, susu, rekomendasi kebijakan

PENDAHULUAN

Kesenjangan produksi susu dalam negeri dengan permintaan susu menunjukkan bahwa pengembangan

peternakan sapi perah di Indonesia memiliki peluang sekaligus menjadi tantangan untuk dikembangkan. Produksi susu dalam negeri baru berkontribusi sebesar 997,35 ribu ton dari jumlah permintaan susu sebesar

4.385,73 ribu ton pada tahun 2020 (BPS 2021, Ditjen PKH 2021). Kondisi ini menunjukkan bahwa sebesar 77,26% permintaan susu nasional masih bergantung pada impor, terutama dari New Zealand, Australia, USA dan Eropa. Bahkan laju permintaan yang diprosi dari laju konsumsi susu sebesar 5%/tahun belum mampu diimbangi dengan laju produksi susu dalam negeri yang tumbuh hanya sekitar 3%/tahun. Selain itu, realisasi volume impor produk susu dalam satu dekade terakhir selalu berada jauh diatas volume realisasi ekspornya.

Pertumbuhan populasi dan produktivitas sapi perah merupakan determinan utama yang menentukan volume produksi susu dalam negeri. Pertumbuhan populasi dan produktivitas sapi perah periode 1980-2020 masing-masing tumbuh 2,97%/tahun dan 1,65%/tahun, diikuti dengan pertumbuhan produksi susu segar sebesar 4,22%/tahun. Di sisi lain, konsumsi susu Indonesia termasuk produk olahan yang mengandung susu sebesar 16,27 kg/kapita/tahun (BPS 2021, Ditjen PKH 2021), memiliki tren yang semakin meningkat. Oleh karena itu, kesenjangan produksi susu dalam negeri terhadap permintaan susu akan terus terjadi jika tidak ada upaya akselerasi penyediaan susu segar nasional.

Upaya akselerasi penyediaan susu segar di Indonesia, dihadapkan pada berbagai permasalahan terutama pada subsistem *on-farm*. Masih relatif rendahnya rasio jumlah sapi laktasi terhadap sapi non laktasi dan relatif rendahnya produktivitas susu menjadi determinan penting bagi perkembangan produksi susu Indonesia dari tahun ke tahun. Produktivitas sapi perah nasional mengalami stagnasi dengan rata-rata produksi susu antara 8-12 liter/ekor/hari dan skala pemeliharaan 2-3 ekor induk per rumah tangga peternak (Tiesnamurti et al. 2017). Biaya pakan yang tinggi dalam operasional usaha sapi perah tetap harus dikeluarkan oleh peternak, di sisi lain harga susu cenderung stagnan di tingkat peternak. Hertanto (2014) menyatakan bahwa rendahnya margin peternak dan tingginya biaya pakan dalam operasional produksi sapi perah turut menjadi determinan yang mempengaruhi kuantitas dan kualitas susu.

Pelaku usaha sapi perah yang sebagian besar merupakan peternakan rakyat juga dihadapkan pada belum massifnya penerapan usaha sapi perah yang baik (*good dairy farming practices*). Penerapan *good dairy farming practices* terdiri atas beberapa komponen yaitu pengelolaan kesehatan hewan, kebersihan proses pemerahan susu, kecukupan nutrisi pakan dan ketersediaan air, kesejahteraan hewan, pengelolaan lingkungan, dan manajemen sosial ekonomi (FAO & IDF 2011). Bahkan, peternak sapi perah pada subsistem *on-farm* masih mengalami kesulitan dalam mengadopsi perkembangan teknologi, konsep bisnis, dan penciptaan nilai tambah secara berkelanjutan,

sehingga daya tawar peternak sapi perah cenderung mengalami stagnasi hingga kini.

Selain itu, belum tergeraknya peternak sapi perah dalam menciptakan nilai tambah dalam penyediaan produk susu, proses produksi, dan distribusi produk susu juga turut menyebabkan peternak sapi perah hingga kini masih menempati posisi tawar yang rendah. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Arjakusuma et al. (2013) bahwa dalam penciptaan nilai tambah, peternak dihadapkan pada beberapa faktor penghambat meliputi keterbatasan adopsi teknologi, kualitas pakan, kandang tidak terisi penuh, kesulitan akses sanitasi, padatnya jalur transportasi, dan rendahnya kualitas bahan pendukung. Bahkan masih terdapat dominasi IPS dalam penciptaan nilai tambah di sepanjang rantai dan menurunnya produksi susu di tingkat peternak sapi perah di KPBS Pangalengan Indonesia (Ramadanti et al. 2017), turut menempatkan posisi tawar peternak yang lebih rendah.

Permasalahan dalam penyediaan susu di Indonesia sampai dengan saat ini tidak dapat lagi diselesaikan secara parsial, namun membutuhkan pendekatan sistem secara holistik. Pendekatan sistem dinamik menjadi salah satu solusi untuk membangun model interaktif yang terintegrasi secara holistik yang mampu menangkap perubahan dari waktu ke waktu (Stermann 2000) dan mampu mengelaborasi kompleksitas analisis kebutuhan dan permasalahan *stakeholders* terkait (Nurmalina 2007). Output model dapat diperoleh informasi kondisi eksisting (*business as usual*), prediksi capaian target, dan dampak intervensi kebijakan yang sifatnya dinamis.

Pendekatan sistem dinamik menggunakan konsep sistem yang meliputi subsistem-subsistem yang saling terkait pada peternakan sapi perah. Pendekatan berpikir sistem didahului dengan pemotretan sistem sesuai fenomena nyata untuk dimodelkan dan dilakukan simulasi implementasi perubahan kebijakan melalui proses pemodelan yang dilakukan secara iteratif (Forrester 1994). Menurut Marimin & Maghfiroh (2010) sistem tersebut merupakan satu kesatuan subsistem-subsistem dalam lingkungan yang kompleks dan saling terkait, berinteraksi, dan berhubungan dalam mencapai tujuan. Dalam kehidupan nyata termasuk dalam sistem agribisnis sapi perah, upaya pemecahan masalah yang sifatnya kompleks dan beragam tidak dapat berhasil diselesaikan dengan baik jika hanya menggunakan satu atau dua metode spesifik (Nurmalina 2007). Hal ini diperkuat oleh Stermann (2000) bahwa permasalahan yang sifatnya kompleks dan dinamis dalam kehidupan nyata dapat diselesaikan melalui pendekatan sistem.

Model sistem dinamik dapat digunakan untuk membuat solusi, mitigasi, pengendalian maupun antisipasi kebijakan dalam pengembangan peternakan sapi perah mendukung akselerasi penyediaan susu

segar di Indonesia. Makalah ini bertujuan untuk mengulas model pendekatan sistem dinamik dalam menghasilkan rekomendasi kebijakan pengembangan peternakan sapi perah di Indonesia. Melalui ulasan peran model sistem dinamik ini diharapkan dapat berkontribusi secara komprehensif dalam memberikan alternatif pendekatan pemecahan permasalahan, perumusan strategi, dan rekomendasi kebijakan untuk mengakselerasi ketersediaan susu segar di Indonesia melalui pendekatan sistem dinamik.

PERKEMBANGAN PETERNAKAN SAPI PERAH DI INDONESIA

Populasi sapi perah di Indonesia sebagian besar berada di Pulau Jawa. Rata-rata populasi sapi perah sebanyak 98,47% dibudidayakan di Pulau Jawa dengan sentra berada di Provinsi Jawa Timur, Jawa Tengah, dan Jawa Barat. Pada periode renstra 2000-2004, kontribusi populasi Jawa Timur terhadap populasi nasional hanya 4,3% lebih tinggi dibandingkan Jawa Tengah, namun pada periode renstra 2015-2019 Jawa Timur berkembang pesat sehingga kontribusi populasinya menjadi 24,55% lebih tinggi dibandingkan Jawa Tengah. Populasi sapi perah di Jawa Timur mengalami peningkatan tiap periode renstra dari sebelumnya memiliki pangsa 37,5% pada periode renstra 2000-2004 meningkat menjadi 50,29% pada periode renstra 2015-2019. Selain itu, tren pertumbuhan populasi sapi perah di Jawa Timur sebesar 4,43%/tahun pada periode 2000-2021 menunjukkan laju pertumbuhan populasi yang lebih tinggi dibandingkan Jawa Tengah dan Jawa Timur dengan tren 1,20%/tahun dan 1,59%/tahun secara berturut-turut. Perkembangan populasi sapi perah per

provinsi berdasarkan empat periode renstra dapat dilihat pada Tabel 1.

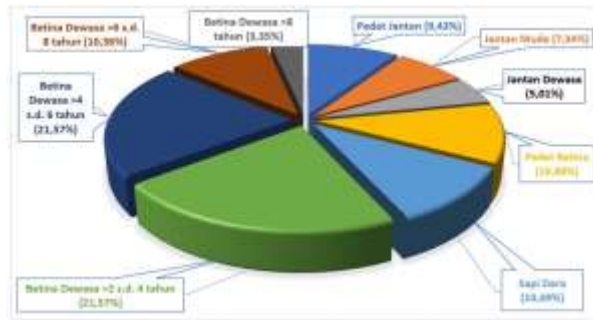
Pada periode renstra 2010-2014 terjadi penurunan tren populasi sapi perah nasional sebesar -2,36%/tahun. Jawa Timur sebagai sentra populasi sapi perah tertinggi di Indonesia pada periode 2010-2014, juga menunjukkan tren pertumbuhan negatif sebesar -1,75%/tahun. Sementara itu, pada periode yang sama Jawa Tengah dan Jawa Barat menunjukkan tren penurunan yang lebih tinggi sebesar -3,52%/tahun dan -2,47%/tahun secara berturut-turut. Kondisi ini disebabkan karena populasi sapi perah menurun cukup tinggi dari sebelumnya 611.940 ekor pada tahun 2012 turun menjadi 444.266 ekor pada tahun 2013. Namun demikian, secara nasional tren pertumbuhan populasi sapi perah di Jawa Timur, Jawa Tengah, dan Jawa Barat pada periode 2000-2021 memiliki tren pertumbuhan positif. Di sisi lain meskipun kontribusi populasi sapi perah luar Jawa terhadap populasi sapi perah nasional kurang dari 5%, tren pertumbuhan populasi sapi perah di Sulawesi Selatan dan provinsi lainnya meningkat positif secara berturut-turut sebesar 4,03%/tahun dan 4,33%/tahun.

Pertumbuhan produksi susu di Indonesia ditentukan oleh pertumbuhan populasi dan produktivitas sapi perah. Populasi sapi perah nasional periode tahun 1980 – 2020 mengalami pertumbuhan positif sebesar 2,97%/tahun (BPS 2021), namun jumlah induk laktasi terhadap sapi non laktasi di Indonesia proporsinya baru mencapai 56,85% (BPS 2017). Struktur populasi sapi perah di Indonesia berdasarkan hasil survei struktur ongkos usaha tani (BPS 2017) yang mengambil sampel rumah tangga peternak sapi perah di Indonesia dapat dilihat Gambar 1.

Tabel 1. Perkembangan populasi sapi perah per provinsi berdasarkan empat periode renstra di Indonesia

Provinsi	Populasi sapi perah di Indonesia per periode renstra (ekor)								Tren 2000-2021 (%/thn)
	2000- 2004	Tren (%/thn)	2005- 2009	Tren (%/thn)	2010- 2014	Tren (%/thn)	2015- 2019	Tren (%/thn)	
Jawa Timur	133.175	-0,88	168.776	14,89	260.951	-1,75	275.567	3,39	4,43
Jawa Tengah	117.718	0,63	116.927	1,40	130.636	-3,52	141.057	2,03	1,20
Jawa Barat	91.082	4,27	104.443	6,03	124.694	-2,47	118.625	0,96	1,59
DI Yogyakarta	5.571	17,23	6.480	-10,82	3.848	4,81	3.947	-1,68	-2,79
Sumatera Utara	6.537	1,29	3.946	-32,12	1.516	-13,86	2.369	36,69	-4,97
DKI Jakarta	3.752	-3,58	3.330	-2,53	2.813	-4,42	2.158	-5,59	-3,47
Sulawesi Selatan	338	57,22	1.540	17,04	1.745	-10,02	1.510	-4,62	4,03
Provinsi Lainnya	1.316	5,35	1.898	13,41	2.674	3,68	2.735	4,31	4,33
Indonesia	359.490	1,29	407.341	7,74	528.877	-2,36	547.969	2,57	2,69

Sumber: BPS (2021) diolah



Gambar 1. Struktur populasi sapi perah di Indonesia (BPS 2017, diolah).

Berdasarkan struktur populasi sapi perah yang terdiri dari 21,57% betina dewasa >2-4 tahun; 21,57% betina dewasa >4-6 tahun; 10,36% betina dewasa >6-8%; dan 3,35% betina dewasa >8 tahun akan menentukan jumlah produksi susu yang dihasilkan. Kondisi ini menunjukkan bahwa di Indonesia, rasio induk laktasi terhadap non laktasi masih dibawah 60%. Haloho et al. (2013) melaporkan hasil penelitian di Kabupaten Semarang Jawa Tengah bahwa rasio sapi laktasi terhadap non laktasi sebesar 55,9%. Lebih lanjut Asmara et al. (2016) juga melaporkan rasio sapi laktasi terhadap non laktasi di Jawa Barat dan Jawa Timur sebesar 44,75% (skala kecil) dan 61,14% (skala besar).

Proporsi induk laktasi terhadap total populasi sapi perah yang semakin tinggi akan menghasilkan produksi susu yang semakin tinggi. Produksi susu sapi periode tahun 1980 – 2020 mengalami pertumbuhan sebesar 4,22%/tahun (BPS 2021) dengan sentra produksi susu 98,93% berada di Pulau Jawa. Provinsi Jawa Timur, Jawa Barat, dan Jawa Tengah juga merupakan sentra produksi susu di Indonesia dengan rata-rata produksi secara berturut-turut sebesar 51,22%; 33,54%; dan 12,59%. Selaras dengan tren populasi sapi perah, produksi susu di Jawa Timur pada periode 2000-2021 juga menunjukkan tren laju pertumbuhan produksi susu yang lebih tinggi

dibandingkan Jawa Tengah dan Jawa Timur. Produksi susu di Jawa Timur tumbuh sebesar 4,83%/tahun, sedangkan produksi susu Jawa Tengah dan Jawa Barat tumbuh sebesar 1,27%/tahun dan 2,36%/tahun. Perkembangan produksi susu segar per provinsi berdasarkan empat periode renstra dapat dilihat pada Tabel 2.

Provinsi Jawa Timur mampu menghasilkan produksi susu yang paling tinggi dibandingkan dengan provinsi yang lainnya. Sama seperti pada populasi, produksi susu pada periode 2010-2014 mengalami laju pertumbuhan negatif sebesar -4,57%/tahun. Kondisi ini diikuti dengan tren pertumbuhan negatif produksi susu pada wilayah sentra produksi susu di Jawa Timur sebesar -6,85%/tahun, Jawa Tengah sebesar -0,98%/tahun, dan Jawa Barat sebesar -1,96%/tahun. Namun demikian pada empat periode renstra 2000-2019, ketiga wilayah sentra susu tersebut menunjukkan tren pertumbuhan produksi susu positif. Jumlah produksi susu yang dihasilkan masing-masing wilayah di Indonesia akan ditentukan oleh jumlah populasi sapi perah dan produktivitasnya. Tren pertumbuhan produksi susu di luar Jawa khususnya di Sulawesi Selatan dan provinsi lainnya (kecuali Sumatera Utara) juga memiliki tren pertumbuhan positif.

Faktor produksi pada subsistem *on-farm* merupakan faktor utama yang perlu diperhatikan peternak sapi perah sebagai kontributor utama produksi susu dalam negeri. Faktor produksi yang terdiri dari input hijauan pakan ternak, pakan konsentrat, tenaga kerja, dan jumlah sapi laktasi merupakan determinan utama yang mempengaruhi produksi susu (Asmara et al. 2016). Usaha sapi perah dengan skala kepemilikan sapi lebih besar akan memberikan produksi susu yang lebih tinggi dan menunjukkan efisiensi teknis usaha yang lebih tinggi, sehingga peternak juga didorong untuk meningkatkan kepemilikan sapi perah. Pada aspek pakan, kuantitas dan kualitas susu bergantung pada ketersediaan pakan.

Tabel 2. Perkembangan produksi susu segar per provinsi berdasarkan empat periode renstra di Indonesia

Provinsi	Produksi susu segar di Indonesia per periode renstra (ton)								Tren 2000-2021 (%/thn)
	2000- 2004	Tren (%/thn)	2005- 2009	Tren (%/thn)	2010- 2014	Tren (%/thn)	2015- 2019	Tren (%/thn)	
Jawa Timur	216.518	3,93	301.527	16,98	495.412	-6,85	499.512	2,37	4,83
Jawa Tengah	198.209	0,00	223.909	0,11	272.153	-0,98	296.462	1,59	1,27
Jawa Barat	80.348	4,27	90.704	5,37	101.176	-1,96	99.813	3,95	2,36
DI Yogyakarta	5.889	3,28	7.798	-14,78	4.991	7,02	5.705	-4,71	-1,23
Sumatera Utara	5.593	-0,15	6.111	-37,67	5.513	-18,69	5.022	36,69	-5,17
DKI Jakarta	4.619	-0,40	3.593	2,21	1.305	-4,41	1.706	2,06	-1,12
Sulawesi Selatan	176	73,44	1.751	40,26	2.693	-7,46	2.719	-4,62	7,34
Provinsi Lainnya	3.120	30,02	3.486	-10,06	3.068	1,62	3.364	7,25	1,37
Indonesia	514.471	3,54	638.878	9,59	886.311	-4,57	914.302	2,81	3,44

Sumber: BPS (2021) diolah

Dalam perkembangan peternakan sapi perah hingga saat ini, peternak sangat bergantung pada kelembagaan koperasi susu yang memiliki peran strategis dalam membantu peternak. Di sisi lain, Industri Pengolahan Susu (IPS) yang monopsoni (Priyono & Priyanti 2015) berdampak kurang baik terhadap kemandirian peternak dan koperasi susu. Optimasi produksi dengan sumberdaya terbatas dan peningkatan efisiensi maksimum diperlukan untuk mencapai output maksimum (Tuguz et al. 2015). Upaya untuk mendorong pengembangan peternakan sapi perah sudah dilakukan melalui pemberdayaan koperasi. Menurut Rusdiana & Sejati (2009), pemberdayaan koperasi dapat dilakukan melalui penyediaan sumber bibit induk sapi perah dan pakan konsentrat berkualitas dengan harga terjangkau. Namun demikian, koperasi juga dihadapkan pada keterbatasan pengembangan pasar secara mandiri.

Peran IPS pada subsistem hilir di Indonesia hingga saat ini masih dominan menentukan harga susu yang diterima peternak. Ketatnya margin yang diterima masing-masing pelaku dan kualitas susu yang dihasilkan diduga menjadi penyebab perusahaan pengolah susu pada subsistem hilir harus menentukan batasan harga (Godfrey et al. 2018). Dalam menjalankan usahanya, IPS juga mempertimbangkan *input* dan *output* nya dalam persaingan internasional, khususnya produk susu impor. Di sisi lain, pemerintah dalam mendorong pengembangan industri susu di Indonesia perlu tetap memperhatikan keberlangsungan usaha peternakan sapi perah rakyat. Penetapan tarif impor merupakan salah satu proteksi yang dilakukan oleh pemerintah untuk melindungi peternak dan mendorong peningkatan produksi susu sapi perah di Indonesia.

Namun demikian, peternakan sapi perah di Indonesia hingga kini belum mampu menghasilkan produksi susu yang mampu mengimbangi permintaan susu nasional. Bahkan, produksi susu dalam negeri hanya mencapai 22,74% dari jumlah permintaan susu nasional (BPS 2021; Ditjen PKH 2021). Kebijakan pengembangan peternakan sapi perah di Indonesia diperlukan untuk mendukung akselerasi penyediaan susu segar nasional sesuai target yang ditetapkan pemerintah. Target pemerintah dalam capaian pangsa penyediaan susu segar dalam negeri sebesar 60% terhadap jumlah permintaan nasional (Kemenko Ekon 2013) dapat didekati melalui suatu pemodelan dengan pendekatan sistem dinamik.

REKOMENDASI KEBIJAKAN PENGEMBANGAN PETERNAKAN SAPI PERAH MELALUI PENDEKATAN SISTEM DINAMIK

Pemecahan permasalahan di subsektor peternakan menggunakan pendekatan sistem dinamik telah banyak

dilakukan baik di dalam negeri dan di luar negeri. Melalui model dengan pendekatan sistem dinamik dapat dirumuskan rekomendasi kebijakan menggunakan beberapa skenario kebijakan yang disimulasikan dalam model. Beberapa rekomendasi kebijakan dalam pengembangan peternakan sapi perah di Indonesia diantaranya diperoleh dari Asmarantaka et al. (2012) yang membangun model swasembada susu dengan pendekatan sistem dinamik. Beberapa parameter yang digunakan dalam rancang bangun model yaitu sebaran populasi sapi betina, *calf crop*, *survival rate*, produktivitas susu, pengurangan betina dewasa, *sex ratio*, jumlah susu rusak, dan jumlah impor sapi betina. Hasil simulasi merekomendasikan bahwa jika kebijakan kondisi eksisting dipertahankan maka swasembada susu tidak akan tercapai, namun jika dilakukan penambahan sapi perah betina dewasa impor, peningkatan *calfing rate* menjadi 75%, dan *survival rate* menjadi 90% pangsa produksi susu nasional sebesar 50% dapat dicapai.

Soedjana et al. (2013) membangun model penyediaan susu segar dalam negeri dengan pendekatan sistem dinamik yang terdiri dari submodel produksi, impor, ekspor, dan submodel konsumsi. Hasil simulasi merekomendasikan bahwa intervensi penurunan tingkat kematian pedet dari 7% menjadi 5% dan penurunan tingkat kematian sapi laktasi dari 9% menjadi 7% mampu meningkatkan pasokan produksi susu dalam negeri terhadap kebutuhan susu nasional sebesar 52,5% pada tahun 2020. Model rantai pasok susu di Indonesia dengan pendekatan sistem dinamik juga telah dibangun oleh Susanty et al. (2019) yang terdiri dari subsistem produksi susu, populasi sapi perah, pakan sapi perah, konsumsi susu, kebijakan pemerintah, dan subsistem profit peternak. Kombinasi skenario kebijakan impor induk sapi perah, penguatan operasional koperasi susu, pelatihan peternak, dan bantuan untuk operasional koperasi dan peternak memberikan dampak terbaik. Kombinasi skenario tersebut disimulasikan mampu meningkatkan profit peternak menjadi Rp 124.177/hari, kepemilikan induk menjadi 10 ekor/peternak, dan pangsa produksi susu dalam negeri mencapai 45% terhadap permintaan susu.

Beberapa model pendekatan sistem dinamik di luar negeri, diantaranya dibangun oleh Lie et al. (2018) yang melakukan evaluasi empiris kebijakan pengembangan sapi perah di Nikaragua dengan pendekatan sistem dinamik. Model dibangun dari komponen subsistem populasi sapi perah, pakan, manajemen pastura, pengolahan susu dan penjualan, biaya dan penerimaan, dan subsistem investasi. Skenario kebijakan intensifikasi pastura dan kebijakan peningkatan pemberian konsentrat bagi induk secara berturut-turut mampu meningkatkan produktivitas susu sebesar 5% dan 11%, namun akan menurunkan profit peternak secara berturut-turut sebesar 1% dan 3%.

Tabel 3. Rekomendasi kebijakan pengembangan peternakan sapi perah melalui pendekatan sistem dinamik

Lokasi	Model sistem dinamik	Rekomendasi kebijakan pengembangan peternakan sapi perah	Sumber
Indonesia	Model swasembada susu	Penambahan induk impor, peningkatan <i>calfing rate</i> menjadi 75%, dan peningkatan <i>survival rate</i> menjadi 90%.	Asmarantaka et al. (2012)
Indonesia	Model penyediaan susu segar dalam negeri	Penurunan mortalitas pedet dari 7% menjadi 5% dan penurunan mortalitas sapi laktasi dari 9% menjadi 7%.	Soedjana et al. (2013)
Indonesia	Model rantai pasok susu	Kebijakan impor induk sapi perah, penguatan operasional koperasi susu, pelatihan peternak, dan bantuan untuk operasional koperasi dan peternak	Susanty et al. (2019)
Meksiko	Model koperasi susu	Aksesibilitas pasar dan lingkungan yang terkontrol bagi koperasi susu	McRobert et al. (2013)
Amerika Serikat	Model Margin Protection Program	Memastikan pasar produk susu dan pengaturan harga agar diperoleh margin yang kompetitif	Nicholson & Stephenson (2014)
Nikaragua	Model rantai nilai susu	Kebijakan intensifikasi pastura, pemberian konsentrat bagi induk, dan investasi pengembangan sapi perah.	Lie et al. (2018); Lie et al. (2017)
Tanzania	Model rantai nilai susu	Kebijakan inseminasi buatan dan kemudahan akses pasar	Dizyee et al. (2019)
Brazil	Model rantai pasok susu	Kebijakan adopsi teknologi di <i>farm</i> sapi perah	Simoes et al. (2019)
Afrika Selatan	Model industri susu	Pembentukan kawasan peternakan dan penerapan digitalisasi	Munien & Telukdarie (2021)
Inggris	Model rantai pasok produk susu	Mitigasi faktor risiko yang mengganggu produksi, logistik, dan ritel pada rantai pasok	Azizsafaei et al. (2022)

Di sisi lain, skenario kebijakan investasi pengembangan sapi perah dan intensifikasi pastura disimulasikan mampu meningkatkan produksi susu sebesar 30% dan 35% selama musim hujan dan kemarau.

Pendekatan sistem dinamik juga digunakan McRobert et al. (2013) di Meksiko untuk mengelaborasi penerapan beberapa skenario kebijakan dalam meningkatkan kinerja finansial koperasi susu. Hasil simulasi menunjukkan bahwa kebijakan aksesibilitas pasar dan lingkungan yang terkontrol akan mendukung peningkatan performa kinerja finansial koperasi. Model industri susu dibangun Nicholson dan Stephenson (2014) di USA dengan pendekatan sistem dinamik untuk memperoleh informasi dinamika pasar terhadap *Margin Protection Program* (MPP). Hasil simulasi menunjukkan bahwa kebijakan MPP akan melemahkan umpan balik pasar melalui harga dan margin lebih rendah, serta pengeluaran pemerintah lebih besar. Di Kilosa Tanzania, intervensi kebijakan inseminasi buatan pada sapi perah disimulasikan berdampak pada penurunan pendapatan peternak pada jangka waktu kurang dari 5 tahun, namun dalam jangka panjang akan meningkatkan pendapatan peternak (Dizyee et al. 2019).

Digitalisasi dan introduksi teknologi untuk mengakselerasi pengembangan peternakan sapi perah beberapa sudah dimodelkan melalui pendekatan sistem dinamik. Pembentukan kawasan industri susu dan dampak penerapan digitalisasi terhadap struktur biaya selama pandemi covid-19 di Afrika Selatan dimodelkan oleh Munien & Telukdarie (2021). Hasil simulasi menunjukkan bahwa kebijakan pembentukan kawasan industri susu akan meningkatkan biaya, namun kebijakan penerapan digitalisasi dalam kawasan tersebut disimulasikan mampu meningkatkan efisiensi sehingga dapat menurunkan biaya rata-rata secara keseluruhan. Selanjutnya, adopsi teknologi pada *farm* penghasil susu di Brazil disimulasikan berdampak pada peningkatan produksi susu, pendapatan dan profitabilitas yang lebih tinggi dibandingkan *farm* yang tidak mengadopsi teknologi (Simoes et al. 2019).

Efisiensi rantai pasok dan rantai nilai dilaporkan berperan strategis dalam pengembangan peternakan sapi perah. Pendekatan sistem dinamik digunakan Azizsafaei et al. (2022) untuk mengukur dampak beberapa risiko pada rantai pasok produk susu. Rantai pasok produk susu meliputi produksi, logistik, dan ritel disimulasikan dapat terganggu jika terjadi bencana alam, pandemi penyakit, pemogokan tenaga kerja, fluktuasi permintaan, dan penurunan kualitas susu.

Lebih lanjut, Lie et al. (2017) menyatakan bahwa untuk membangun model sistem dinamik dengan tujuan meningkatkan nilai tambah bagi peternak sapi perah pada rantai nilai susu, pemerintah dan stakeholders perlu merumuskan masalah bersama secara partisipatif.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya menggunakan model dengan pendekatan sistem dinamik, dapat dirumuskan rekomendasi kebijakan pengembangan peternakan sapi perah yang secara terinci dapat dilihat pada Tabel 3.

Berdasarkan penelitian-penelitian pengembangan peternakan sapi perah menggunakan model sistem dinamik semakin menguatkan bahwa model dengan pendekatan sistem dinamik memiliki kontribusi yang tinggi dalam menyediakan solusi permasalahan melalui rancang bangun model interaktif yang terintegrasi, holistik, *non linier*, dan mampu menangkap kompleksitas pada dunia nyata. Model dengan pendekatan sistem dinamik juga dapat disimulasi dampak intervensi kebijakan yang mampu menangkap perubahan dari waktu ke waktu secara dinamik sehingga dapat dirumuskan strategi dan rekomendasi dalam merancang kebijakan pengembangan usaha sapi perah kedepan dengan target yang tepat.

IMPLIKASI KEBIJAKAN DAN PROGRAM PENGEMBANGAN PETERNAKAN SAPI PERAH DENGAN PENDEKATAN SISTEM DINAMIK

Berbagai upaya telah dilakukan Pemerintah untuk menindaklanjuti kondisi perkembangan persusuan di Indonesia. Cetak Biru Persusuan Indonesia 2013 – 2025 telah dicanangkan Pemerintah melalui Kemenko Bidang Perekonomian pada tahun 2014 dan kemudian direvisi tahun 2016 dengan target produksi susu dalam negeri mampu mencapai 60% terhadap permintaan susu di Indonesia pada tahun 2025. Program ini juga sekaligus mendukung visi Indonesia menjadi lumbung pangan dunia pada tahun 2045. Sebagai upaya untuk mengakselerasi penyediaan susu di Indonesia, Kementerian Pertanian juga telah menerbitkan Permentan No. 26/2017 tentang Penyediaan dan Peredaran Susu pasca dicabutnya Inpres No. 2/1985 tentang Koordinasi Pembinaan dan Pengembangan Persusuan Nasional. Implementasi rencana aksi dalam Permentan dimaksud dilakukan dengan mendorong serapan pasar susu segar dalam negeri dan regulasi program Gerakan Minum Susu (GERIMIS) dan program Gerakan Minum Susu bagi Anak Usia Sekolah (GERIMIS BAGUS).

Berselang satu tahun kemudian, Permentan ini direvisi menjadi Permentan No. 33/2018 yang salah satu poinnya menghapuskan kewajiban kemitraan IPS dan importir dengan koperasi susu atau kelompok peternak sapi perah. Hal ini dilakukan untuk merespons regulasi kebijakan *World Trade Organization* (WTO).

Pemerintah melalui Kementerian Perindustrian sebelumnya juga membangun *roadmap* industri susu periode 2010 – 2025 dengan target sasaran jangka panjang diantaranya: (a) peningkatan produksi susu dalam negeri menjadi 50 – 60% dari permintaan susu nasional; (b) peningkatan produktivitas susu hingga 20 liter/ekor/hari; dan (c) peningkatan populasi sapi perah hingga 1,587 juta ekor. Pembenahan dan pengembangan sistem agribisnis dari subsistem hulu-hilir menjadi bagian tidak terpisahkan dalam upaya pencapaian target produksi susu dalam negeri sebanyak 60% terhadap jumlah permintaan susu nasional sekaligus mendukung visi Indonesia sebagai lumbung pangan dunia tahun 2045.

Berkaitan dengan target akselerasi peningkatan produksi susu nasional, sumber penawaran susu nasional berasal dari produksi susu ditambah impor dan stok, dikurangi ekspor. Determinan utama produksi susu dalam negeri ditentukan oleh jumlah populasi induk dan produktivitas induk. Rasio induk laktasi terhadap sapi non laktasi akan menentukan kuantitas produksi susu yang mampu dihasilkan. Upaya yang kini didorong untuk dilakukan peternak yaitu intensifikasi program pembesaran pedet menjadi induk (program *rearing*) dan pencegahan pemotongan induk sapi betina produktif. Ditjen PKH (2020) menyatakan bahwa dalam kegiatan Upsus Siwab dan Sikomandan Kementerian Pertanian telah dimulai upaya intensifikasi pembesaran pedet menjadi induk dan optimasi inseminasi buatan. Lebih lanjut, mendatangkan induk bibit sapi perah berkualitas dari negara sentra susu dunia (impor induk) dapat dilakukan untuk mendorong akselerasi peningkatan produksi susu segar dalam negeri. Berdasarkan yang telah disampaikan sebelumnya, pencapaian target dan pemecahan permasalahan dalam pengembangan sapi perah secara holistik dapat menggunakan pendekatan sistem dinamik.

Kebijakan pengembangan peternakan sapi perah dengan pendekatan sistem dinamik diawali dengan analisis kebutuhan dan formulasi masalah dari *stakeholders* terkait. Menurut Nuralina (2007); Harmini et al. (2014); Nuralina & Harmini (2014), dalam membangun model sistem dinamik meliputi beberapa tahapan yaitu analisis kebutuhan, formulasi masalah, identifikasi sistem, pemodelan sistem, pengujian dan validasi model, dan implementasi. Implementasi pengembangan peternakan sapi perah dengan pendekatan sistem dinamik perlu selaras dengan *system thinking* bahwa dalam akselerasi peningkatan produksi susu nasional akan bergantung pada pertumbuhan populasi dan produktivitas sapi perah nasional. Data menunjukkan bahwa pada periode tahun 1980 – 2020, populasi sapi perah tumbuh 2,97%/tahun, produktivitas tumbuh 1,65%/tahun dan produksi susu tumbuh 4,22%/tahun (BPS 2021).

Namun demikian, konsumsi susu juga cenderung meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan pendapatan.

Berdasarkan beberapa model dengan pendekatan sistem dinamik, produktivitas susu yang tinggi mampu diperoleh jika didukung dengan ketersediaan bibit berkualitas dan juga didukung dengan kontinuitas ketersediaan pakan. Pakan yang tersedia kontinu secara kuantitas dan kualitas akan menentukan performa produksi dan kualitas susu. Pemenuhan kebutuhan hijauan pakan dan konsentrat akan mendukung performa produksi dan kualitas susu segar dalam negeri. Hal ini sesuai dengan penelitian Asmara et al. (2016) yang menyatakan bahwa *input* hijauan pakan dan konsentrat merupakan salah satu determinan jumlah produksi susu.

Pada beberapa model sistem dinamik yang dibangun Asmarantaka et al. (2012), Soedjana et al. (2013), Susanty et al. (2019) dan Lie et al. (2018), sebagian besar peternak sapi perah baik di Indonesia maupun di luar negeri bermitra dengan koperasi dalam distribusi dan penjualan susu. Dengan menjadi anggota koperasi, peternak memperoleh manfaat lain mulai dari layanan pendampingan budidaya, penanganan susu, sampai dengan penyediaan kredit untuk peningkatan skala usaha. Priyono & Priyanti (2015) menyatakan bahwa dalam sistem industri susu di Indonesia, susu segar dari peternak didistribusikan secara vertikal ke koperasi yang tergabung dalam GKSI dan selanjutnya didistribusikan ke IPS.

Kondisi yang masih perlu diperhatikan oleh semua *stakeholders* dalam pengembangan peternakan sapi perah yaitu permasalahan kualitas susu. Anugrah et al. (2021) melaporkan bahwa harga susu antar *Milk Collection Points* (MCP) di Pangalengan-Bandung Selatan, berbeda-beda menyesuaikan dengan kualitas susu dengan standar deviasi Rp 200 – Rp 300/liter. Dalam pengembangan peternakan sapi perah, harga susu segar yang kompetitif sangat diperlukan. Meskipun di Indonesia harga susu segar di tingkat konsumen tahun 2008 –2018 tumbuh cukup signifikan sebesar 7,12%/tahun (Pusdatin 2019), namun hasil penelitian Ginting (2020) diperoleh informasi bahwa rata-rata harga susu tingkat peternak Rp 4.820/liter untuk skala besar, Rp 4.811,63/liter untuk skala sedang, dan Rp 4.786,82/liter untuk skala kecil. Lebih lanjut Setiyowati (2020) memperoleh hasil bahwa harga susu di tingkat peternak di Kecamatan Getasan Kabupaten Semarang sebesar Rp 4.558,46/liter.

Model sistem dinamik pada komoditas sapi perah yang telah disusun, umumnya lebih dominan mengelaborasi lebih rinci dari subsistem *on-farm*. Pada subsistem hilir dan dukungan kebijakan pemerintah juga merupakan faktor yang saling terkait dengan subsistem hulu dan *on-farm*. Pada subsistem hilir, permasalahan utama yang dihadapi adalah harga susu

(bubuk) internasional yang lebih murah dibandingkan susu bubuk dalam negeri. Hal ini dapat disebabkan karena pada negara eksportir, memiliki skala usaha yang lebih tinggi dan didukung dengan ketersediaan lahan penggembalaan sistem *ranch* sehingga biaya pakan lebih efisien. Ozawa et al. (2005) menyatakan bahwa persentase biaya pakan per kg susu segar di New Zealand hanya sebesar 16%-nya biaya pakan di Hokkaido Jepang. Dengan demikian, meskipun harga jual susu peternak di negara eksportir lebih rendah dibandingkan harga susu di negara pengimpor namun *net income* yang diperoleh peternak di negara eksportir tetap kompetitif.

Berdasarkan model dengan pendekatan sistem dinamik yang telah dibangun oleh peneliti sebelumnya, belum banyak yang mengulas peran kebijakan proteksi yang dilakukan pemerintah. Berdasarkan Permenkeu No 6 Tahun 2017 tentang Penetapan Sistem Klasifikasi Barang dan Pembebanan Tarif Bea Masuk atas Barang Impor, ditetapkan bahwa tarif impor susu ditetapkan sebesar 5%. Kebijakan ini sejalan dengan UU Nomor 19 Tahun 2013 tentang perlindungan dan pemberdayaan petani dan UU Nomor 41 Tahun 2014 tentang perubahan atas UU Nomor 18 Tahun 2009 tentang peternakan dan kesehatan hewan. Pada pasal 13 UU Nomor 19 Tahun 2013 dinyatakan bahwa pemerintah sesuai dengan kewenangannya bertanggung jawab atas perlindungan (proteksi) terhadap petani dan pada pasal 15 dinyatakan bahwa untuk memenuhi kebutuhan pangan, pemerintah wajib mengutamakan produksi dalam negeri dan kekurangannya dipenuhi dari impor.

Rekomendasi kebijakan pengembangan peternakan sapi perah berdasarkan model sistem dinamik yang telah dibangun Asmarantaka et al. (2012), Soedjana et al. (2013), dan Susanty et al. (2019) dapat disintesis sebagai berikut: (a) penerapan *good dairy farming practices*, pengaturan sentra sapi perah, optimalisasi sumber daya lokal, pemberdayaan peternak dan kelembagaan, serta pemanfaatan teknologi tepat guna; (b) peningkatan pengetahuan dan keterampilan peternak serta penyediaan benih tanaman leguminosa yang terjangkau; (c) peningkatan populasi melalui pencegahan pemotongan sapi betina produktif; (d) penguatan koperasi susu, pelatihan bagi anggota koperasi, dan dukungan peningkatan skala usaha peternak; dan (e) peningkatan populasi melalui impor induk sapi perah.

Tindak lanjutnya, masih diperlukan pengembangan model dengan pendekatan sistem dinamik untuk mendukung kebijakan pengembangan sapi perah di Indonesia. Model tersebut dapat dikembangkan dalam penelitian lanjutan yang mengelaborasi secara holistik dari hulu-hilir sehingga dapat dirumuskan rekomendasi pilihan alternatif kebijakan untuk mitigasi, pengendalian maupun

antisipasi kebijakan dalam pengembangan peternakan sapi perah di Indonesia.

KESIMPULAN

Pertumbuhan populasi sapi perah dan produksi susu Indonesia tahun 2000-2021 tumbuh positif. Dalam kurun waktu 4 periode rencana strategis 2000-2019, provinsi Jawa Timur, Jawa Tengah, dan Jawa Barat merupakan sentra populasi dan produksi susu di Indonesia. Namun demikian, pertumbuhan produksi susu belum mampu mengimbangi pertumbuhan permintaan susu. Pemecahan permasalahan dalam pengembangan peternakan sapi perah tidak dapat lagi dapat diselesaikan secara parsial, namun perlu diselesaikan secara holistik dari hulu-hilir. Berbagai penelitian dengan menggunakan model sistem dinamik dinyatakan mampu memberikan solusi permasalahan melalui rancang bangun model interaktif yang terintegrasi, holistik, non linier, dan mampu menangkap kompleksitas dunia nyata secara dinamik. Pada model pengembangan peternakan sapi perah telah cukup baik dielaborasi pada subsistem *on-farm*, namun subsistem hilir dan dukungan kebijakan pemerintah masih perlu dielaborasi lebih dalam. Dengan demikian, dibutuhkan pengembangan model dengan pendekatan sistem dinamik yang mengelaborasi secara holistik dari hulu-hilir sehingga dapat dirumuskan rekomendasi pilihan alternatif kebijakan untuk mitigasi, pengendalian maupun antisipasi kebijakan dalam pengembangan peternakan sapi perah di Indonesia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian dan kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) untuk dukungan pembiayaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anugrah IS, Purwantini TB, Erwidodo. 2021. Milk collection points: inovasi kemitraan usaha ternak sapi perah di Pangalengan-Bandung Selatan. *Analisis Kebijakan Pertanian*. 19:1-18.
- Arjakusuma RS, Hartoyo S, Fahmi I. 2013. Rantai nilai pada industri susu studi kasus PT Cisarua Mountain Dairy (Cimory). *J Manajemen Agribisnis*. 10:22-31.
- Asmara A, Purnamadewi YL, Lubis D. 2016. Keragaan produksi susu dan efisiensi usaha peternakan sapi perah rakyat di Indonesia. *J Manajemen Agribisnis*. 13:14-25.
- Asmarantaka RW, Atmakusuma J, Jahroh S, Harmini. 2012. Simulasi kebijakan swasembada susu di Indonesia dengan pendekatan model sistem dinamik [Laporan

Akhir Penelitian Unggulan IPB]. Bogor (Indonesia): Departemen Agribisnis Fakultas Ekonomi dan Manajemen Institut Pertanian Bogor.

- Azizsafaei M, Hosseinian-Far A, Khandan R, Sarwar D, Daneshkhah A. 2022. Assessing risks in dairy supply chain system: a system dynamics approach. *Systems*. 10:1-30.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2017. Hasil survey struktur ongkos usaha peternakan. Jakarta (Indonesia): Badan Pusat Statistik.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2021. Statistik Indonesia 2021. Jakarta (Indonesia): Badan Pusat Statistik.
- [Ditjen PKH] Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. 2020. Laporan kinerja 2020. Jakarta (Indonesia): Ditjen PKH Kementerian Pertanian.
- [Ditjen PKH] Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. 2021. Statistik Peternakan 2021. Jakarta (Indonesia): Ditjen PKH Kementerian Pertanian.
- Dizyee K, Baker D, Omoro A. 2019. Upgrading the smallholder dairy value chain: a system dynamics ex-ante impact assesment in Tanzania's Kilosa District. *J Dairy Res*. 86:440-449.
- [FAO, IDF] Food and Agriculture Organization of the United Nations, International Dairy Federation. 2011. Guide to good dairy farming practice. Animal Production and Health Guidelines. No 8. Rome (Italy): Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Forrester JW. 1994. System dynamics, systems thinking, and soft OR. *System Dynamics Rev*. 10:245-256.
- Ginting LN. 2020. Analisis daya saing susu sapi segar dalam negeri. *J Ekonomi Pertanian Agribisnis*. 4:774-782.
- Godfrey SS, Ramsay GC, Behrendt K, Wynn PC, Nordblom TL, Aslam N. 2018. Analysis of agribusiness value chains servicing small-holder dairy farming communities in Punjab, Pakistan: three case studies. *Int Food Agribus Manage Rev*. 22:119-136.
- Haloho RD, Santoso SI, Marzuki S. 2013. Analisis profitabilitas pada usaha peternakan sapi perah di Kabupaten Semarang. *J Pengembangan Humaniora*. 13:65-72.
- Harmini, Asmarantaka RW, Atmakusuma J. 2011. Model dinamis sistem ketersediaan daging sapi nasional. *J Ekonomi Pembangunan*. 12:128-146.
- Hertanto BS. 2014. Kajian komparatif parameter ekonomi (harga susu dan pakan) terhadap efisiensi penggunaan teknologi pakan pada usaha sapi perah. *Sains Peternakan*. 12:49-55.
- [INPRES] Instruksi Presiden. Nomor 2 Tahun 1985 tentang Koordinasi Pembinaan dan Pengembangan Persusuan Nasional. Jakarta (Indonesia) Sekretariat Presiden Republik Indonesia.
- [Kemenko Ekon] Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian. 2013. Cetak biru persusuan Indonesia

- 2013-2025. Jakarta (Indonesia): Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian.
- Kementerian Perindustrian. 2009. Roadmap industri susu. Jakarta (Indonesia): Departemen Perindustrian.
- Lie H, Rich KM, Burkart S. 2017. Participatory system dynamics modelling for dairy value chain development in Nicaragua. *Develop Pract.* 27:785-800.
- Lie H, Rich KM, Hoek RVD, Dizyee K. 2018. An empirical evaluation of policy options for inclusive dairy value chain development in Nicaragua: a system dynamics approach. *Agric Systems.* 164:193-222.
- Marimin, Maghfiroh N. 2010. Aplikasi teknik pengambilan keputusan dalam manajemen rantai pasok. Bogor (Indonesia): IPB Press.
- McRoberts KC, Nicholson CF, Blake RW, Tucker TW, Padilla GD. 2013. Group model building to assess rural dairy cooperative feasibility in South-Central Mexico. *Int Food Agribus Manage Rev.* 16:55-98.
- Munien I, Telukdarie A. 2021. Covid-19 supply chain resilience modelling for the dairy industry. *Procedia Comp Sci.* 180:591-599.
- Nicholson CF, Stephenson MW. 2014. Dynamic market impacts of the dairy Margin Protection Program. *J Agribus.* 32:101-128.
- Nurmalina R. 2007. Model neraca ketersediaan beras yang berkelanjutan untuk mendukung ketahanan pangan nasional [Disertasi]. [Bogor (Indonesia)]: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Nurmalina R, Harmini. 2014. Model swasembada beras yang berkelanjutan untuk mendukung kedaulatan dan ketahanan pangan nasional. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Institut Pertanian Bogor.* Bogor (Indonesia): Institut Pertanian Bogor. hlm. 741-761.
- Ozawa T, Lopez-Villalobos N, Blair HT. 2005. Dairy farming financial structures in Hokkaido, Japan and New Zealand. *Anim Sci J.* 76:391-400.
- [Permenkeu] Peraturan Menteri Keuangan. Nomor 6 Tahun 2017 tentang Penetapan Sistem Klasifikasi Barang dan Pembebanan Tarif Bea Masuk atas Barang Impor. Jakarta (Indonesia): Kementerian Keuangan.
- [Permentan] Peraturan Menteri Pertanian. Nomor 26/Permentan/PK.450/7/ 2017 tentang Penyediaan dan Peredaran Susu. Jakarta (Indonesia): Kementerian Pertanian.
- [Permentan] Peraturan Menteri Pertanian. Nomor 33/Permentan/PK.450/7/ 2018 tentang Perubahan Kedua atas Permentan Nomor 26/Permentan/PK.450/7/2017 tentang Penyediaan dan Peredaran Susu. Jakarta (Indonesia): Kementerian Pertanian.
- Priyono, Priyanti A. 2015. Penguatan kelembagaan koperasi susu melalui pendekatan pengembangan kawasan peternakan nasional. *Wartazoa.* 25:85-94.
- [Pusdatin] Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2019. Outlook komoditas pertanian subsektor peternakan: susu. Jakarta (Indonesia): Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian.
- Ramadanti A, Daryanto A, Sukardi. 2017. The dairy value chain, inclusive business model, and inclusiveness improvement of Southern Bandung dairy cooperative (KPBS) Pangalengan. *J Manajemen Agribisnis.* 14:240-249.
- Rusdiana S, Sejati WK. 2009. Upaya pengembangan agribisnis sapi perah dan peningkatan produksi susu melalui pemberdayaan koperasi susu. *Forum Penelitian Agro Ekonomi.* 27:43-51.
- Setiyowati L. 2020. Rantai pasok dan nilai tambah susu sapi perah. *Indones J Develop Econom.* 3:780-798.
- Simoes ARP, Nicholson CF, Novakovic AM, Protil RM. 2019. Dynamic impacts of farm-level technology adoption on the Brazilian dairy supply chain. *Int Food Agribus Manage Rev.* 23:71-84.
- Soedjana TD, Priyanti A, Handiwirawan E, Puastuti W, Susanti T, Rosyid M, Tiesnamurti B. 2013. Model penyediaan daging sapi/kerbau dan susu menggunakan metode system dynamics. Bogor (Indonesia): IAARD Press.
- Sterman JD. 2000. Business dynamics: system thinking and modelling for a complex world. USA (US): Mcgraw-Hill.
- Susanty A, Bakhtiar A, Puspitasari NB, Susanto N, Handjoyo DKS. 2019. The Performance of dairy supply chain in Indonesia: a system dynamics approach. *International J Prod Perf Manage.* 68:1141-1163.
- Tiesnamurti B, Bahri S, Saptati RA, Priyono, Magrianti T, Priyanti A. 2017. Strategi percepatan produksi susu segar dalam negeri. Bogor (Indonesia): Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan.
- Tuguz RK, Tsalov GV, Hachemizpva EA. 2015. Application of methods of optional planning in the meat and dairy subsector of the agribusiness. *Asian Soc Sci.* 11:277-283.
- Undang-Undang Nomor 19 Tahun 2013 tentang Perlindungan dan Pemberdayaan Petani.
- Undang-Undang Nomor 41 Tahun 2014 tentang Perubahan Atas Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2009 tentang Peternakan dan Kesehatan Hewan.
- Walters JP, Archer DW, Sassenrath GF, Hendrickson JR, Hanson JD, Halloran JM, Vadas P, Alarcon VJ. 2016. Exploring agricultural production systems and their fundamental components with system dynamics modelling. *Ecol Modelling.* 333:51-65.