Available *online* at : http://josi.ft.unand.ac.id/

Jurnal Optimasi Sistem Industri

| ISSN (Print) 2088-4842 | ISSN (Online) 2442-8795 |

Artikel Penelitian

Model Kebijakan Peningkatan Produksi Perkebunan Nilam dengan Pendekatan Sistem Dinamik

Dina Rahmayanti [1], Rika Ampuh Hadiguna [1], Santosa [2], Novizar Nazir [3]

[1] *Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Kampus Limau Manis, Padang 25163, Sumatera Barat, Indonesia*
[2] *Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas, Kampus Limau Manis, Padang 25163, Sumatera Barat, Indonesia*
[3] *Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas, Kampus Limau Manis, Padang 25163, Sumatera Barat, Indonesia*

ARTICLE INFORMATION

Received: April 8, 19
Revised: May 13, 19
Available online: May 15, 19

KEYWORDS

System dynamic, policies, patchouli oil

CORRESPONDENCE

Phone: -

E-mail: rahmayantidina@gmail.com

A B S T R A C T

This study aims to design a model by providing several policy alternatives that are useful to assist the government in determining appropriate policies in increasing patchouli oil production from the supply aspect. The supply to be studied is patchouli plantations. The plantation is one of the important aspects affecting patchouli oil production. The choice of alternatives is based on testing alternative policies on a computerized model. Patchouli plantation models are made in line with real systems using system dynamics. From the results of the study, there are several policy alternatives that can be taken by the government, policies related to land expansion and conversion, policies related to increasing agricultural production, policies related to human resource improvement, policies related to agricultural equipment assistance and policies related to the use of superior seeds in plantations.

PENDAHULUAN

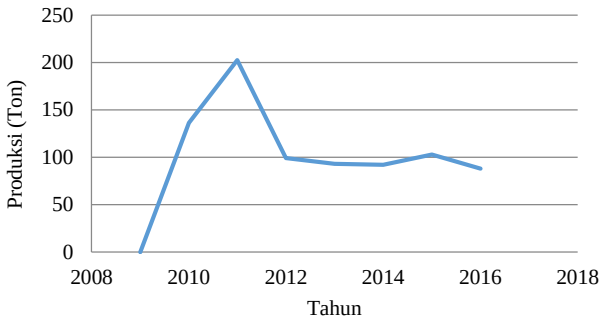
Nilam (*Pogostemon cablin benth*) merupakan salah satu tanaman perdu yang saat ini banyak dilirik karena memiliki nilai ekonomistinggi. Tanaman ini memiliki keunggulan karena multi manfaat dan kasiat yang cukup bagus dibanding dengan tanaman perdu yang lainnya. Minyak nilam merupakan jenis minyak atsiri yang memiliki kemampuan fiksasi tinggi sehingga banyak digunakan dalam pembuatan parfum, detergen dan kondisioner rambut [1]. Minyak atsiri merupakan jenis minyak yang disuling dari berbagai macam tumbuhan seperti serai, akar wangi, cengkeh, kayu manis, nilam, mawar dll. Minyak atsiri diperoleh dari akar, batang dan daun tanaman yang diekstraksi terlebih dahulu [2, 3].

Proses produksi minyak nilam dimulai dari pemanenan nilam basah berupa daun dan batang nilam. Proses selanjutnya adalah proses pengeringan nilam dengan bantuan sinar matahari, proses pengeringan berlangsung 2-3 hari jika cuaca mendukung. Selanjutnya nilam kering dicincang menjadi bagian-bagian kecil agar minyak dapat keluar dengan sempurna ketika melakukan proses penyulingan. Proses penyulingan dengan memasukkan nilam kering pada wadah dan dikukus selama 5-7 jam. Selanjutnya minyak akan dialirkan bersama air menggunakan pipa-pipa, kemudian dilakukan pemisahan minyak dan air [4].

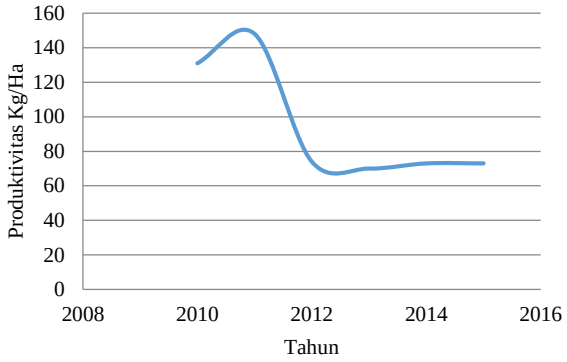
Industri pengolahan minyak nilam memiliki banyak keuntungan bagi masyarakat sekitar jika dikembangkan dengan baik. Mengenai bahan baku, keberadaan industri pengolahan minyak nilam dapat meningkatkan nilai tambah tanaman nilam yang belum digunakan secara optimal [5, 6], meningkatkan lapangan kerja lokal [7, 8]. Dampak perkembangan nilam terhadap sosial antara lain: (1). Membuka pekerjaan baru baik tentang budidaya dan; (2) Peningkatan kualitas petani; (3) Peningkatan pengetahuan dan keterampilan petani dalam budidaya dan pengolahan nilam; (4) Kemampuan berorganisasi dengan pembentukan koperasi nilam di beberapa desa [9]. Di sisi lain, kehadiran agroindustri dapat membuka bidang usaha baru bagi masyarakat sekitar.

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Nasional (BPS) menyatakan jumlah produksi dan produksifitas minyak nilam Sumatera Barat khususnya Pasaman Barat cenderung mengalami penurunan beberapa tahun terakhir, Gambar 1 dan 2 menunjukkan produksi dan produktivitas minyak nilam Sumatera Barat**.** Dunia internasional mengenal Indonesia sebagai pengeksport minyak nilam terbesar di dunia, dimana 90% minyak nilam dunia dipasok dari Indonesia [10]. Melihat potensi pasar yang cukup bagus dari minyak nilam, maka diperlukan suatu rancangan kebijakan oleh pemerintah untuk mempertahankan posisi Indonesia melalui peningkatkan produksi minyak nilam.

DOI: 10.25077/josi.v18.n2.p65-74.2019
Attribution-NonCommercial 4.0 International. Some rights reserved



Gambar 1. Produksi Minyak Nilam Sumatera Barat [10]



Gambar 2. Produktivitas Nilam Sumatera Barat [12]

Penelitian ini bertujuan membuat model sistem dinamis dengan memberikan beberapa alternatif kebijakan yang berguna untuk membantu pemerintah dalam menentukan kebijakan yang tepat dalam meningkatkan produksi minyak nilam dari aspek pasokan. Pasokan yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah perkebunan nilam. Perkebunan merupakan salah satu aspek penting yang mempengaruhi produksi minyak nilam. Model sistem dinamis digunakan karena dapat mengakomodir perubahan-perubahan yang terjadi pada sistem sepanjang waktu sehingga efek dari setiap kebijakan dapat dilihat untuk beberapa waktu mendatang.

METODE

Kebijakan perkebunan nilam dirancang dari beberapa alternatif kebijakan. Pemilihan alternatif didasarkan pada pengujian alternatif kebijakan pada model yang dibuat terkomputerisasi. Model perkebunan nilam dibuat sesuai dengan sistem nyata dengan menggunakan sistem dinamis. Sistem dinamik merupakan suatu *tools* yang digunakan untuk menggambarkan, memodelkan, dan mensimulasikan suatu sistem yang cenderung berubah setiap waktu.

Sistem dinamik mengajarkan bagaimana berpikir secara sistem, artinya dalam menyelesaikan suatu masalah tidak dapat dipandang pada satu bagian saja, tetapi harus dilihat keseluruhan, semua hal yang mempengaruhi dan berhungan dengan masalah tersebut [13]. Sistem dinamik memiliki beberapa keunggulan jika dibandingkan dengan pendekatan lain, diantaranya sistem dinamik mampumemberikan perkiraan yang lebih akurat pada model statistik, adanya teknik yang disediakan oleh sistem dinamik untuk memahami penyebab perilaku industri, sistem dinamis mampu mendeteksiperubahan dini dalam struktur industri dan penentuan faktor-faktor yang menentukan perilaku secara signifikan dan sensitif [14]. Skenario dapat dibangun pada model sistem dinamik untuk menentukan keputusan dan kebijakan dalam perusahaan [15].

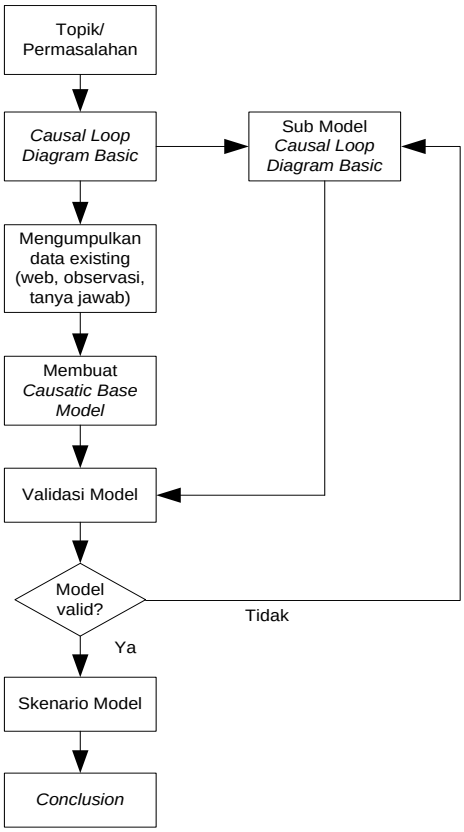
Beberapa penelitian terkait sistem dinamis telah banyak dilakukan antara lain oleh Ariadi [16] mengembangkan model sistem dinamis untuk menganalisis kinerja manajemen dan kinerja petani ubi kayu. Rahmah [17] melakukan analisis terhadap sistem produksi Jagung di Indonesia dengan menggunakan sistem dinamis. Hal yang sama juga dilakukan oleh Ferreira [18] dengan komoditi yang berbeda yaitu jeruk citrus. Penelitian yang menngunakan sistem dinamis mampu menyelesaikan berbagai persoalan yang kompleks [19, 20]. Dari sisi komoditas, penelitian ini mengkaji jenis produk pertanian yaitu nilam. Lampiran 1 memperlihatkan berbagai penelitian terkait tanaman nilam, penelitian yang telah dilakukan dikategorikan lima kelompok yaitu penelitian kelompok budidaya, teknologi proses, mesin peralatan, pengembangan produk, kajian finansial, bisnis pemasaran dan perdagangan serta litbang. Penelitian ini masuk pada kelompok bisnis, pemasaran dan perdagangan.

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah: (1) Survei dan wawancara kepada petani nilam di Kabupaten Pasaman Barat; (2) Studi Literatur yang dilakukan meliputi arahan kebijakan perkebunan Indonesia, sistem dinamis dan penanaman nilam; (3) Menentukan variabel-variabel yang mempengaruhi produksi minyak nilam dari sisi pasokan perkebunan, sehingga dapat menjadi dasar untuk membangun model sistem dinamis; (4) Menentukan hubungan antar variabel untuk membangun *causal loop diagram* (CLD); (5) Merancang CLD perkebunan nilam di Kabupaten Paasaman Barat; (6) Merancang *Stock Flow Diagram* (SFD) sebagai rincian yang lebih detail dari model. SFD juga memuat hubungan matematis antara level, variabel dan konstanta; (7) Membuat model secara komputerisasi dengan menggunakan *software Powersim;* (8) Melakukan verifikasi dan validasi terhadap model sistem dinamis perkebunan nilam; (9) Memunculkan beberapa alternatif kebijakan berdasarkan model sistem dinamik yang telah dirancang. Tahap dalam sistem dinamis dapat dilihat pada Gambar 3.

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder, data primer diperoleh melalui interview ke petani, sedangkan data primer diperoleh dari BPS. Data primer yang digunakan sebagai berikut: (1) Data cara penanaman, perawatan dan pemanenan nilam. Berdasarkan wawancara dengan petani diketahui bahwa tanaman nilam dapat dipanen setelah berumur 8 bulan untuk pertama kalinya, untuk panen selanjutnya dapat dilakukan 3-4 bulan kemudian. Sedangkan untuk umur tanaman nilam sebelum diremajakan adalah tiga tahun; (2) Kegagalan panen nilam. Sama halnya dengan tanaman pertanian lainnya, ternyata tanaman nilam juga tidak berhasil sepenuhnya, sekitar 30% nilam biasanya terkena serangan hama dan biasanya dilakukan penanaman kembali; (3) Lama waktu penyulingan. Lama waktu penyulingan bervariasi 5-7 jam tergantung jenis kayu bakar dan jenis nilam; (4) Produktivitas. Produktivitas yang dimaksudkan dalam penelitian ini adalah rata-rata perolehan nilam basah dan minyak nilam dalam satu hektar lahan per tahunnya.Berdasarkan wawancara dengan petani dan hasil penelitian sebelumnya diketahui produkstivitas nilam basah adalah 20 ton per hektar setiap tahunnya. Sedangkan minyak

DOI: 10.25077/josi.v18.n2.p65-74.2019

nilam yang dihasilkan rata-rata 0,07 ton per hektar per tahunnya; (5) Perolehan nilam kering. Biasanya berat nilam kering akan menyusut 70% dari nilam basah; (6) Jumlah minyak nilam yang dihasilkan dalam setiap penyulingan. Jumlah minyak nilam yang dihasilkan tergantung kepada jenis tanaman nilam. Biasanya satu kali penyulingan mengasilkan 0,8-1,2 kg minyak nilam.



Gambar 3. Tahapan Sistem Dinamis [21]

Data sekunder sekunder yang digunakan sebagai berikut:

1. Produksi minyak nilam per tahun di Kabupaten Pasaman Barat beberapa tahun terakhir

Tabel 1. Produksi Nilam Pasaman Barat [11]

Tahun	Jumlah (Ton)
2009	150,45
2010	136,42
2011	202,50
2012	99
2013	93
2014	92
2015	103
2016	88

2. Luas area tanam nilam per tahun di Kabupaten Pasaman Barat beberapa tahun terakhir

Tabel 2. Luas Area Tanam Nilam [10]

Tahun	Luas Area Tanam (Ha)
2011	1190
2012	2363
2013	2089
2014	2024
2015	1990

HASIL DAN DISKUSI

Hasil

Rantai hulu pasokan minyak nilam adalah perkebunan. Nilam merupakan jenis tumbuhan perdu yang tumbuh pada berbagai jenis tanah dengan kondisi gembur dan subur. Tanaman nilam sangat cocok tumbuh di daerah dengan ketinggian 10 mdpl hingga 700 mdpl. Di perkebunan terdapat tiga kondisi tanaman nilam yaitu tanaman belum menghasilkan (PN), tanaman menghasilkan (MN) dan tanaman tidak menghasilkan (IMN). Tanaman nilam dapat di panen dalam waktu delapan bulan sejak mulai ditanam, selama delapan bulan pertama kondisi ini disebut dengan tanaman belum menghasilkan (PN). Memasuki delapan bulan nilam sudah dapat dipanen pertama, empat bulan kemudian telah dapat dipanen untuk tahap kedua hingga tanaman nilam berusia tiga tahun. Setelah itu tanaman nilam tergolong tidak menghasilkan lagi (IMN) dan harus segera dilakukan peremajaan. Tanaman nilam tidak menghasilkan seratus persen, dalam pertumbuhannya terdapat beberapa bagian tanaman nilam yang tidak produktif karena serangan hama. Beberapa tanaman yang terkena serangan hama dilakukan penanaman kembali.

Causal Loop Diagram (CLD)

Penambahan luas tanam nilam tergantung pada permintaan nilam Pasaman Barat. Sayangnya tidak ada data khusus tentang permintaan nilam Pasaman Barat. Dalam penelitian ini permintaan nilam Pasaman Barat di prediksi berdasarkan produksi minyak nilam bebrapa tahun terakhir yang ditambah dengan komitmen kenaikan produksi minyak nilam dari pemerintah dalam persentase tertentu. Penambahan area tanam baru tentunya akan berdapak pada penurunan area lahan pertanian dan perkebunan di Pasaman Barat.

Tanaman nilam yang baru ditaman akan meningkatkan luas area tanaman nilam yang belum menghasilkan meskipun persentasenya tidak mencapai seratus persen. Karena terdapat beberapa persen nilam yang terkena serangan hama. Peningkatan serangan hama juga mengakibatkan menurunnya area tanam nilam menghasilkan. Tanaman nilam yang menghasilkan setelah beberapa tahun akan meningkatkan luas tanam nilam yang tidak menghasilkan sehingga perlu dilakukan peremajaan. Selain luas area tanaman tidak menghasilkan, peremajaan juga dipengaruhi oleh serangan hama. Selanjutnya tanaman nilam yang sudah mengalami peremajaan akan meningkatkan area tanam nilam yang belum menghasilkan, begitu seterusnya sehingga membentuk siklus.

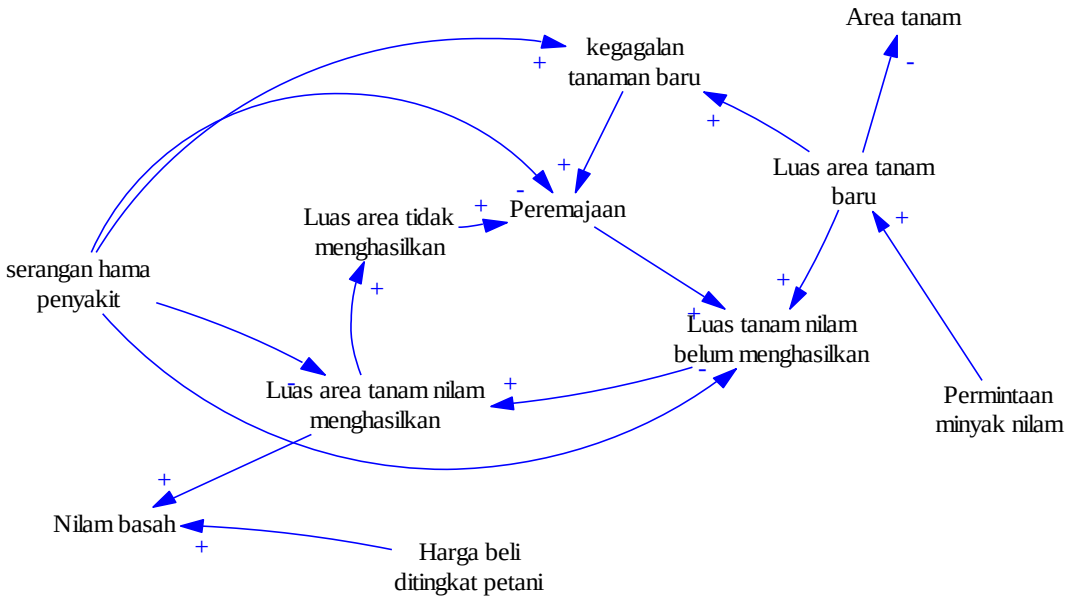
Area tanam nilam menghasilkan akan meningkatkan jumlah pannen berupa nilam basah, akan tetapi jumlah panen nilam juga dipengaruhi oleh harga. Kecenderungan petani akan memanen tanaman nilam saat harga beli minyak nilam tinggi di tingkat petani, jika harga rendah petani lebih cenderung membiarkan begitu saja. Gambar 4 memperlihatkan CLD Sub Sistem Perkebunan nilam.

Stock Flow Diagram (SFD)

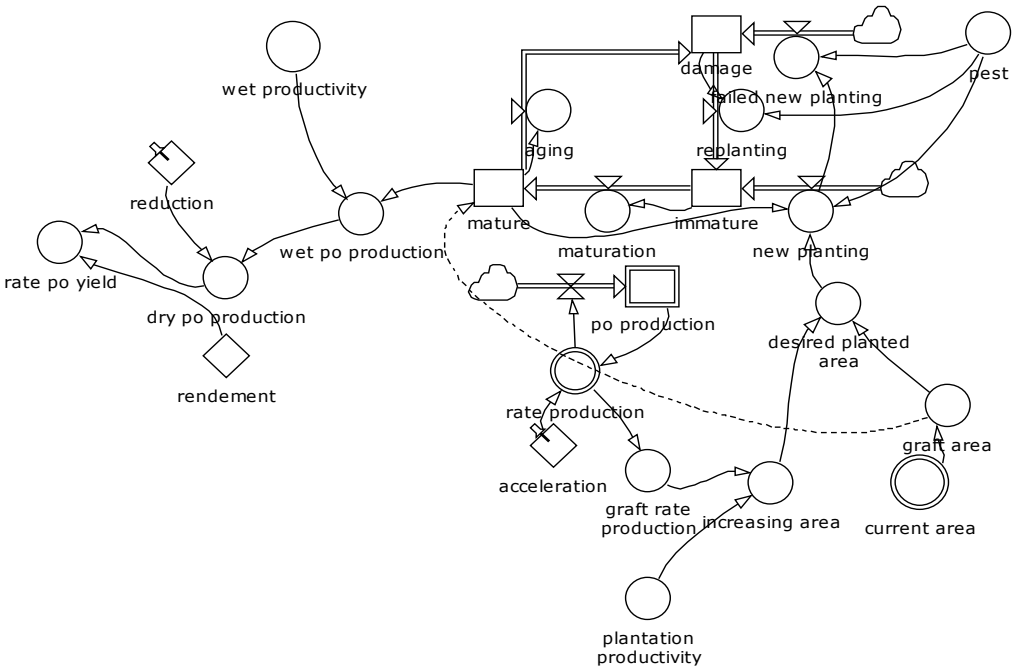
Tahap selanjutnya adalah *Stock Flow Diagram* (SFD) yang dibuat mengacu pada CLD. SFD dirancang lebih detail dari pada CLD karena memuat logika-logika matematis, persamaan-persamaan

yang mampu mengkalkulasi perubahan nilai variabel dari waktu ke waktu. Gambar 5 memperlihatkan SFD perkebunan nilam.

Penanaman area tanam baru dilakukan jika jumlah area tanam yang diinginkan lebih besar dari jumlah area tanam yang ada saat ini, terdapat fungsi pilihan pada model matematis yang dibangun. Sedangkan jumlah area tanam yang diinginkan diperoleh dari penjumlahan jumlah produksi rata-rata minyak nilam dalam satu hektar lahan dikali dengan penggunakaan data historis area tanam nilam rata rata per tahun, yang diperoleh dari BPS. Nilam yang ditanam akan memasuki masa tunggu selama delapan bulan untuk dapat produktif, dan ini akan berlangsung selama tiga tahun. Nilai ini tentunya akan berpengaruh pada pembangunan model matematis sebagaimana yang telihat pada model matematis berikut.



Gambar 4. *Causal Loop Diagram* Perkebunan Nilam



Gambar 5. *Stock Flow Diagram Plantation Section*

Hubungan matematis antar level, variabel dan konstanta dapat dilihat sebagai berikut :

$$Immature\ (t) = \int_{to}^{t}[new\ planting(s) + replanting(s) - maturation(s)]ds + immature(t0) \quad (1)$$

$$mature(t) = \int_{t0}^{t}[maturation(s) - aging(s)]ds + damage(t)mature(t0) \quad (2)$$

$$= \int_{t0}^{t}[aging(s) + failed\ new\ planting(s) - replanting(s)]ds + damage(t0) \quad (3)$$

DOI: 10.25077/josi.v18.n2.p65-74.2019

$$desired\ planted\ area_t = \frac{desired\ po\ stock_t}{plantation\ productivity_t}$$

$$desired\ po\ stock_t = \frac{po\ demand_t}{time\ to\ adjust\ po\ stock}$$

$$new\ planting_t = if\ available\ area_t > desired\ planted\ area_t, desired\ planted\ area_t\ else\ available\ area_t$$

$$failed\ new\ planting_t = \frac{new\ planting_t x pest}{(1 - pest)}$$

$$maturation_t = \frac{immature_t}{maturation\ period}$$

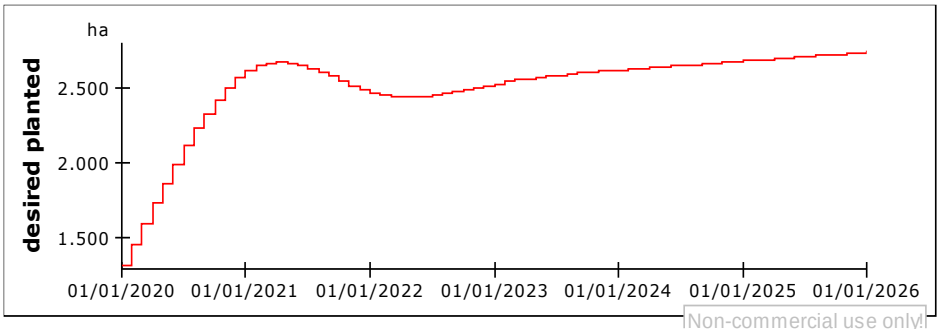
$$aging_t = \frac{mature_t}{aging\ period}$$

$$replanting_t = \frac{damage_t}{replanting\ period}$$

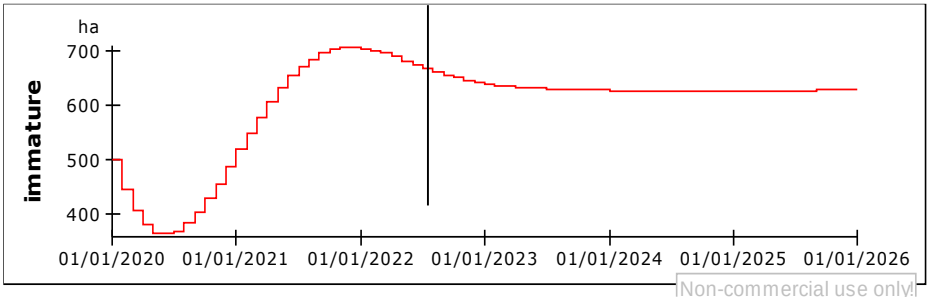
Diskusi

Simulasi dalam penelitian ini dilakukan untuk memprediksi kondisi perkebunan nilam dari tahun 2020 hingga 2026**.** Gambar 6 memperlihatkan jumlah area tanam yang diinginkan untuk mencapai target produksi. Berdasarkan Gambar 6 dapat dilihat bahwa jumlah area tanaman nilam yang diharapkan cenderung mengalami peningkatan walaupun tidak signifikan. Hal ini dikarenakan perancangan model dinamis perkebunanan nilam dibuat berdasarkan data historis produksi minyak nilam beberapa tahun terakhir. Jum\lah area tanam nilam yang diharapkan memiliki tiga kemungkinan yaitu penanaman baru, sedang ditanam dan belum menghasilkan dan penanaman kembali dari area lama yang sudah tidak produktif. Gambar 7, 8 dan 9 memperlihatkan ketiga kemungkinan tersebut.

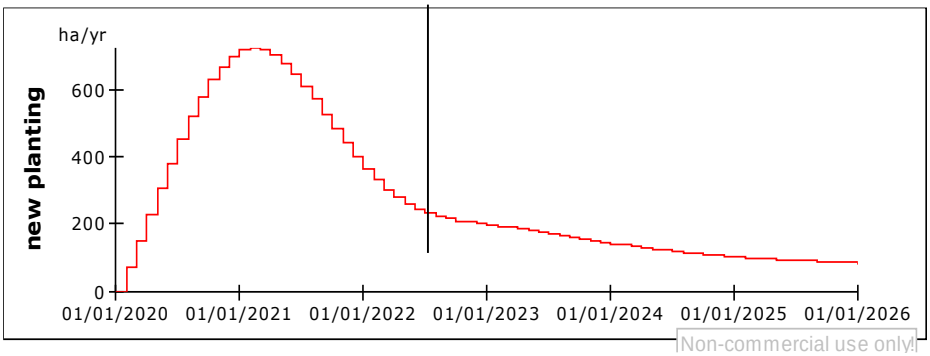
Gambar 8 memperlihatkan hasil simulasi jumlah area penanaman tanaman baru untuk beberapa tahun ke depan mengalami penurunan, area tanam nilam mengalami peningkatan untuk penanaman kembali. Peningkatan penanaman kembali diduga dikarenakan banyakanya serangan hama pada tanaman sehingga dilakukan penyisipan tanaman dan banyaknya jumlah nilam yang sudah tidak produktif sehingga harus diganti. Sedangkan Gambar 7 menunjukkan jumlah tanaman nilam yang belum produktif cenderung meningkat untuk beberapa tahun ke depan, sedangkan untuk tahun berikutnya cenderung menurun.



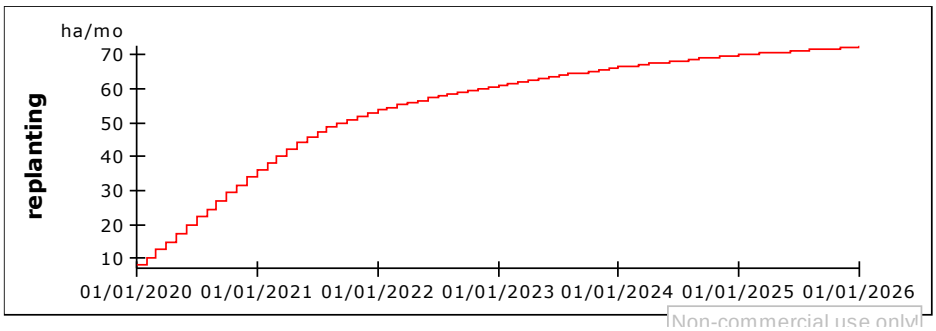
Gambar 6. Area Tanam Nilam yang Diinginkan



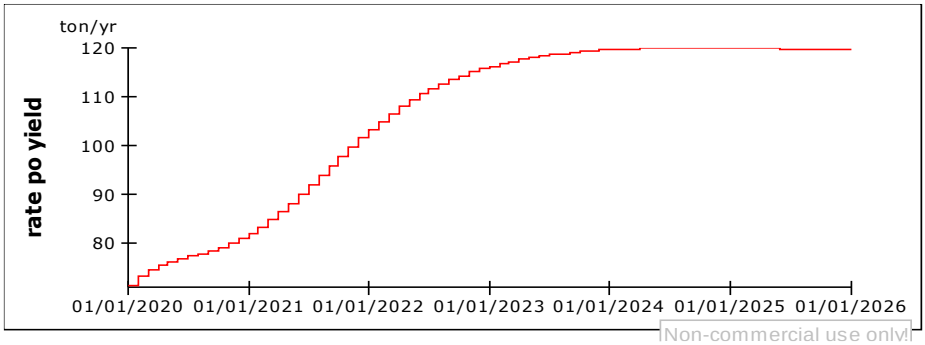
Gambar 7. Area Tanam Nilam Belum Menghasilkan



Gambar 8. Area Tanam Nilam Baru



Gambar 9. Area Penanaman Kembali



Gambar 10. Produksi Minyak Nilam Pasaman Barat

Nilam Basah yang telah di panen akan memasuki tahap pengeringan lebih kurang 2-3 hari yang selanjutnya akan dilakukan proses penyulingan. Terdapat penyusutan nilam bsah ke kering hingga 70% , sedangkan untuk jumlah minyak nilam yang diperoleh biasanya sekitar 2%. Produksi minyak nilam untuk beberapa tahun ke depan diramalkan dengan mengguanakan sistem dinamis seperti pada Gambar 10.

Gambar 6 memperlihatkan produksi minyak nilam di Kabupaten Pasaman Barat cenderung mengalami peningkatkan untuk beberapa tahun mendatang yaitu dari tahun 2020 hingga 2024, sedangkan untuk dua tahun berturut-turut berikutnya cenderung stabil. Hasil simulasi ini memberikan harapan bahwa minyak nilam di Kabupaten Pasaman Barat akan terus berkembang beberapa tahun mendatang.

Validasi Verifikasi

Pencapaian tingkat keyakinan yang diterapkan terhadap model sistem dinamis dapat dilakukan melalui uji verifikasi dan validasi [14]. Verifikasi merupakan proses pengecekan kesesuaian antara logika model dengan kesesuaian alur program atau dengan kata lain apakah masih terdapat error pada program yang telah dibuat. Sedangkan validasi adalah proses penentuan apakah model sesuai dengan representasi sistem nyata.

Verifikasi sistem dinamis dapat dilakukan dengan *software Powersim* itu sendiri. Perangkat lunak *Powersim Studio* 2005 telah memenuhi keperluan verifikasi secara otomatis dan *real-time*. *Question mark* atau tanda tanya berwarna merah pada SFD mengidentifikasikan adanya kesalahan dalam program. Kesalahan bisa terjadi akibat sintak atau logika antar variabel yang tidak tepat. Dalam penelitian ini SFD yang dirancang sudah bebas dari kesalahn karena tidak ditemukannya *question mark*, dapat disimpulkan bahwa program sudah diverifikasi.

Validasi dilakukan dengan membandingkan kondisi saat ini dengan hasil peramalan yang di dapat. Ada banyak metode yang digunakan dalam validasi, dalam penelitian ini metode validasi yang digunakan adalah *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) melalui perhitungan *error*. MAPE mengidentifikasi seberapa besar kesalahan meramal dibandingkan dengan nilai nyata [16].

$$MAPE = \frac{\sum\frac{|e_i|}{X_i}x100\%}{n} = \frac{\sum\left|\frac{X_i - F_i}{X_i}\right|x100\%}{n} \quad (1)$$

Pengujian validasi dilakukan dengan membandingkan luas area panen nilambeberapa tahun mendatang sebagai hasil akhir dari perkebunan nilam dengan luas area aktual panen nilam beberapa tahun terakhir di Kabupaten Pasaman Barat. Data aktualpanen nilam dapat dilihat dari BPS Sumatera Barat, sedangkan luas area panen nilam beberapa tahun mendatang diperoleh dari output *Powersim.* Tabel 3 memperlihatkan perhitungan *error* menggunakan metode MAPE.

Tabel 3. Perhitungan Error dengan Metode MAPE

Periode	Aktual (Ha)	Peramalan (Ha)	Deviasi	Kesalahan Persen Absolute
1	1.190	1.190	0	0,00%
2	2.363	1.368	995	72,73%
3	2.089	1.721	368	21,38%
4	2.024	1.937	87	4,49%
5	1.990	1.994	4	0,20%

$$MAPE = \frac{0{,}00\% + 72{,}73\% + 21{,}38\% + 4{,}49\% + 0{,}20\%}{5} = 19{,}76\%$$

Hasil perhitungan tingkat error terhadap model sebesar 19,76%, nilai yang diperoleh cukup besar hal ini diduga terjadi karena jumlah area tanam produktif dipengaruhi oleh banyak faktor

DOI: 10.25077/josi.v18.n2.p65-74.2019

seperti serangan hama, jumlah area belum menghasilkan serta adanya proses penuaan tanaman sehingga tidak menghasilkan. Model sistem dinamis yang dirancang ini telah mempertimbangkan pengaruh-penvgaruh faktor-faktor tersebut. Ini merupakan salah satu keunggulan sistem dinamis dalam melakukan peramalan kondisi mendatang dibandingkan dengan metoda peramalan yang ada. Sistem dinamis mampu mengakomodir perubahan yang terjadi setiap waktu dan mengakomodir kompleksitas sistem.

Analisis Kebijakan Perkebunan Nilam

Model sistem dinamis perkebunan nilam yang dirancang dianggap mampu merepresentasikan sistem nyata sehingga dapat membantu kepentingan jika ingin membuat kebijakan. Model dibangun mulai dari penanaman hingga penyulingan minyak nilam. Luas aarea tanam di dasarkan pada jumlah area tanam saat ini dan jumlah peningkatan produksi yang diharapkan setiap tahunnya. Persentase peningkatan produksi setiap tahunnya pada model dibuat nol, jumlah produksi dibuat mengikuti data historis beberapa tahun terakhir. Selanjutnya nilam yang siap ditanam akan memasuki nilam non produktif karena belum siap panen, sementara nilam yang telah siap panen dan mengalami beberapa kali panen akan memasuki masa penuaan atau aging dan akan dilakukan penanaman kembali begitu seterusnya. Tahapan yang lalui oleh tanaman nilam membentuk siklus.

Berbagai pilihan kebijakan dalam suatu sistem perlu disimulasikan terlebih dahulu untuk menentukan pilihan kebijakan terbaik. Berbagai penelitian terdahulu telah banyak dilakukan terkait simulasi kebijakan. Penggunaan model matematik dalam mensimulasikan dampak penerapan kebijakan mandatori blending biodiesel–solar terhadap kebutuhan lahan perkebunan kelapa sawit dan tingkat emisi CO_2 [22]. Penelitian lain yaitu menggunakan simulasi untuk menguji kebijakan pemanfaatan empat komoditas perkebunan sebagai sumber bahan baku biodiesel untuk pemenuhan target konsumsi biodiesel nasional [23].

Terdapat beberapa alternatif kebijakan yang dapat diambil oleh pemerintah berdasarkan model sistem dinamis perkebunan nilam yang telah dirancang. Diantaranya kebijakan terkait ekspansi lahan dan alih fungsi lahan, kebijakan terkait peningkatan produksi pertanian, kebijakan terkait peningkatan sumber daya manusia, kebijakan terkait bantuan peralatan pertanian dan kebijakan terkait pengunaan bibit unggul dalam perkebunan.

Kebijakan ekspansi lahan dan alih fungsi lahan dapat dilakukan mengubah nilai variabel jumlah lahan yang diinginkan atau *desired plant.* Kebijakan dapat berupa persentase dengan nilai yang dapat divariasikan, kemudian akan dikonversikan ke dalam bentuk angka. Pengaruh kebijakan ekspansi atau alih fungsi lahan dapat dilihat dari output *Powersim* setelah dilakukan *running*.

Kebijakan terkait peningkatan produksi pertanian bisa dilakukan pemerintah dengan menetapkan target peningkatan produksi Usaha Kecil Menengah (UKM), karena agroindustri minyak nilam merupakan salah satu jenis UKM. Perubahan dapat dilakukan pada variabel peningkatan produksi atau *increasing production.* Nilai yang diinputkan berupa persentase yang dapat divariasikan, selanjutnya dilakukan *running* sehingga dapat dilihat perubahan yang terjadi pada *ouput.*

Kebijakan terkait SDM dapat dilakukan pemerintah melalui pelatihan, pelatihan yang dimaksudkan adalah pelatihan dalam perawatan tanaman nilam. Meskipun keterampilan bertanam nilam cukup sederhana dan dapat diperoleh secara turun temurun, namun peninngkatan keilmuan dalam bercocok tanam perlu ditingkatkan. Pelatihan ini nantinya diharapkan dapat memberi pengaruh pada pengecilan persentase serangan hama nilam. Persentase serangan hama nilam dapat dirobah pada sistem dengan memvariasikan nilai variabel *pest.* Setelah dilakukan perubahan nilai, program dapat di *running* dan dapat dilihat *output.*

Kebijakan terkait bantuan alat dapat dilakukan pemerintah dengan memberikan bantuan alat penyulingan nilam yang telah memiliki standard. Saat ini penggunaan alat produksi nilam masih sederhanya yaitu memanfaatkan barang-barang bekas seperti drum bekas. Penggunaan alat yang tidak standard tentunya memberi pengaruh pada jumlah dan kualitas rendemen. Diharapkan dengan adanya kebijakan penggunaan alat yang telah terstandard jumlah rendemen meningkat. Model sistem dinamis yang dirancang mampu mengakomodir persentase perubahan rendemen, nilai dapat divariasikan dengan mengubah nilai variabel *rendement.* Hal yang sama juga terjadi pada kebijakan penggunaan bibit unggul yang berpengaruh langsung pada jumlah rendemen.

KESIMPULAN

Tanaman nilam merupakan bahan baku utama pembuatan minyak nilam, minyak nilam merupakan salah satu komoditi ekspor utama Indonesia karena hampir 90% minyak nilam dunia dipasok dari Indonesia. Melihat potensi pasar yang sangat bagus maka industri pengolahan minyak nilam perlu untuk dikembangkan. Dibutuhkan peran serta pemerintah dalam menetapkan kebijakan-kebijakan yang dapat meningkatkan produksi dan menjaga kualitas minyak nilam. Perkebunan merupakan rantai paling hulu dari pasokan minyak nilam yang menentukan kualitas dan kuantitas minyak nilam yang akan dihasilkan. Penelitian ini mampu memodelkan perkebunan nilam dengan menggunakan sistem dinamis, sehingga nantinya dapat digunakan sebagai *tools* bagi pemerintah untuk mengambil keputusan. Program yang dibuat telah dilakukan verifikasi dan validasi sehingga layak digunakan sebagai alat pemilihan keputusan. Berdasarkan model sistem dinamis perkebunan nilam terdapat beberapa alternatif kebijakan yang dapat diambil oleh pemerintah. Diantaranya kebijakan terkait ekspansi lahan dan alih fungsi lahan, kebijakan terkait peningkatan produksi pertanian, kebijakan terkait peningkatan sumber daya manusia, kebijakan terkait bantuan peralatan pertanian dan kebijakan terkait pengunaan bibit unggul dalam perkebunan. Kebijakan tersebut pada program dapat diterjemahkan kedalam variabel-variabel, yang nantinya akan berpengaruh pada *output. Output* bisa berupa jumlah area tanam yang produktif, jumlah area tanam yang tidak menghasilkan/non produktif, jumlah produksi nilam basah, jumlah produksi nilam kering dan jumlah perolehan minyak nilam. Keputusan dapat diambil dengan membandingkan nilai *ouput* yang didapat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapakan terima kasih kepada Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) sebagai sponsor peneliti dalam Beasiswa Unggulan Dosen Indonesia 2016.

DAFTAR PUSTAKA

[1] M. K. Swamy and U. R. Sinniah. "Patchouli (Pogostemon cablin Benth): Botany, agrotechnology and biotechnological aspects". Industrial Crops and Products, vol. 87, pp. 161–176, 2016. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.04.032.

[2] H. S. Kusuma and M. Mahfud, "Microwave Hydrodistillation For Extraction of Essential Oil From Pogostemon Cablin Sbenth: Analysis And Modelling Of Extraction Kinetics".Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants, vol. 4, pp. 46–54, Mar. 2017. https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2016.08.001.

[3] Z. Bey, et al. "Essential oils composition, antibacterial and antioxidant activities of hydro distillated extract of Eucalyptus globulus fruits". Industrial Crops and Products, vol 89, pp 167–175, 2016. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.05.018.

[4] D. Rahmayanti, R. A Hadiguna, Santosa, and N. Nazir. "Model Konseptual Pengembangan Agroindustri Minyak Nilam di Pasaman Barat Menggunakan Sistem Dinamik". Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri, vol 6(3), 126-132, 2017. https://doi.org/10.21776/ub.industria.2017.006.03.3.

[5] M. T. J. Hardian, M. Antara, and Hadayani. "Analisis Produksi Nilam dan Nilai Tambah Penyulingan Minyak Atsiri di Kabupaten Banawa Selatan, Kabupaten Donggala. Tadulako". Journal of Science and Technology 4(2):68-78, 2015.

[6] B. Gotama and Mahfud. "studi peningkatan nilai tambah produk minyak nilam". Seminar Nasional Pendidikan Kimia, Seminar V1 ISBN: 979363174, 2014.

[7] A. Junaedi and A. Hidayat. "Uji asal sumber benih nilam (pogostemon cablin benth) di Pasaman Barat, Sumatera Barat". Journal of Forest Product Research 28(3), 241–254, 2010. https://doi.org/10.20886/jphh.2010.28.3.241-254.

[8] Nurhilal and S. H. Saruman. "Penilaian Penyerapan Tenaga Kerja di Industri Kecil Minyak Nilam", 2013.

[9] C. Winarti, M. P. Laksmanahardja, and D. Sumangat. "Studi status pengembangan tingkat kepuasan petani agroindustri minyak nilam di Majalengka". J.Pascapanen 2 (2), 36-44, 2005.

[10] Badan Pusat Statistik. Statistik Indonesia 2015. Jakarta: Badan Pusat Statistik.

[11] Badan Pusat Statistik. Statistik Indonesia 2018. Jakarta: Badan Pusat Statistik

[12] Direktorat Jenderal Perkebunan. Statistik Perkebunan Indonesia Komoditas Nilam 2015-2017. Jakarta: Kementerian Pertanian.

[13] D. Wijaya. Perencanaan Produksi Menggunakan Teknik Simulasi Dinamis(Studi Kasus Pt.Agro Palindo Sakti Sumatera Selatan). Tugas Akhir. Fakultas Teknik Program Studi Teknik Industri. Universitas Bina Darma Palembang.

[14] Y. Tian, K. Govindan, and Q. Zhu. "A system dynamics model based on evolutionary game theory for green supply chain management diffusion among Chinese manufacturers". Journal of Cleaner Production, vol. 80, pp. 96-105, 2014. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.076.

[15] R. L. Poor and M. Amiri. Expert Systems With Applications, vol. 51, pp. 231–244. 2016. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2015.12.043.

[16] B. Y. Ariadi, K. M Haeruman, D. Rochdiani, and E. Rasmikayati. "Model dinamik manajemen usahatani ubikayu". AGRARIS: Journal of Agribusiness and Rural Development Research, vol. 1(1), pp.25–31, 2015. https://doi.org/10.18196/agr.114.

[17] D. M. Rahmah, F. Rizal, and A. Bunyamin. "Model dinamis produksi jagung di Indonesia". Jurnal Teknotan, vol. 11(1), pp.30–40, 2017. https://doi.org/10.24198/jt.vol11n1.4.

[18] J. O. Ferreira, M. O. Batalha, and J. C. Domingos. "Integrated planning model for citrus agribusiness system using systems dynamics". Computers and Electronics in Agriculture, vol. 126, pp.1–11, 2016. https://doi.org/10.1016/j.compag.2016.04.029.

[19] Sterman, John. D. Business Dynamics Systems Thinking and Modeling for a Complex World. McGraw-Hill Companie,Inc., 2000.

[20] A. Chapman and S. Darby. "Evaluating sustainable adaptation strategies for vulnerable mega-deltas using system dynamics modelling: Rice agriculture in the Mekong Delta's An Giang Province, Vietnam". Science of the Total Environment, vol. 559, pp. 326–338, 2016. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.02.162.

[21] D. Rahmayanti, R. A Hadiguna, Santosa, and N. Nazir. Dinamika Sistem Pendapatan Petani dan Produksi Minyak Nilam. In Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri (SNTIKI) 9 (pp. 18–19). Pekanbaru: Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau, 2017.

[22] P. Papilo dan H. Hartrisari. "Simulasi model matematik dampak penerapan kebijakan mandatori blending biodiesel–solar terhadap kebutuhan lahan perkebunan kelapa sawit dan tingkat emisi CO2". Journal of Industrial Engineering & Management Systems, vol. 9, no 2, August 2016. https://doi.org/10.30813/jiems.v9i2.44.

[23] A. M Hasibuan and A. L. N. Sayekti. Model simulasi pemanfaatan empat komoditas perkebunan sebagai sumber bahan baku biodiesel untuk pemenuhan target konsumsi biodiesel nasional. SIRINOV, vol. 1, no 1, pp. 21-30, April 2013.

[24] K. H. Widodo, H. Abdullah, and K. P. Dwi. Jurnal Teknik Industri, vol. 12(1) , pp. 47−54, ISSN 1411-2485, Juni 2010.

[25] A. B. Putra and B. Nugroho. "Peramalan Produksi Kedelai Menggunakan Pendekatan Sistem Dinamik". Jurnal Sistem Informasi Dan Bisnis Cerdas (SIBC), vol. 9(1). Februari 2016.

[26] E. Teimoury, H. Nedaei, S. Ansari, and M. Sabbaghi. "A multi-objective analysis for import quota policy making in a perishable fruit and vegetable supply chain: A system dynamics approach". Computers and Electronics in Agriculture, 93, 37–45, 2013. https://doi.org/10.1016/j.compag.2013.01.010.

[27] A. Mahbubi. "Rantai Pasok Industrialisasi Gula Berkelanjutan di Pulau Madura Sistem Dinamis". Agriekonomika, ISSN 2301-9948-ISSN 2407-6260, vol. 4(2), 2015.

[28] S. N Arimurti and E. Suryani. "Penerapan Sistem Dinamik Untuk Meningkatkan Efektivitas dan Efisiensi Pada Manajemen Rantai Pasok Terhadap Ketersediaan Beras dan Gula di Subdivre 1 Jawa Timur Surabaya, Sidoarjo dan Gresik. Jurnal Teknik Pomits, vol. 1(1), 2014.

[29] M. A. Ghiffari, B. H. Purnomo, and N. Novijanto."Model Sistem Dinamis Penilaian Kinerja Agroindustri Tembakau Di Pt Gading Mas Indonesia Tobacco". Jurnal Agroteknologi, vol. 10(1), 2016.

 DOI: 10.25077/josi.v18.n2.p65-74.2019

[30] B. Wardono and B. P. Utomo.'Rancang Bangun Kebijakan Pengembangn Budidaya Lele melalui Pendekatan Model Dinamik". Jurnal Kebijakan Sosek KP, vol. 3(2), 2013. https://doi.org/10.15578/jksekp.v3i2.322.

NOMENKLATUR

Immature (t) = Area tanam nilam belum menghasilkan
new planting(s) = Area tanam nilam baru
replanting (s) =Area penanaman kembali
maturation(s) = Laju panen nilam
mature(t) = Area panen nilam
aging(s) = Area tanam nilam yang tidak produktif
damage(t) = Area tanam nilam terserang hama
failed new planting(s) = Area tanam nilam baru yang mengalami kegagalan tanam
desired planted area$_t$ = Jumlah area tanam nilam yang diharapkan
desired po stock$_t$ = Jumlahstok nilam yang didinginkan
Plantation productivity$_t$ = Produkstifitas minyak nilam dalam satu hektar area tanam
po demand$_t$= po demand$_t$ = Jumlah permintaan minyak nilam
time to adjust po stock = Lama penyimpanan minyak nilam
pest = Persentase serangan hama
maturation period = Lama panen pertama
aging period = Waktu pemanenanan nilam pertama kali
replanting period = Umur nilam untuk dilakukan penggantian tanam baru.
X_i = Nilai hasil peramalan
F_i = Nilai aktual
E_i = Nilai absolut selisih hasil peramalan dan aktual
N = Periode

BIODATA PENULIS

Dina rahmayanti is currently taking the doctoral program at Andalas University about the development of patchouli oil agroindustry under Prof. Dr. Rika Ampuh Hadiguna and Co-Promoter Prof. Dr. Satosa and Prof. Dr. Novizar Nazir. Dina Rahmayanti is a permanent lecturer in the Industrial Engineering Department of Andalas University, Padang Indonesia.

LAMPIRAN. Penggunaan Sistem Dinamis di Bidang Pertanian dan Peternakan

Peneliti	Topik Penelitian	Tujuan	Aspek Output							Komo-ditas
			Keun-tungan	Jumlah Produksi	Permin-taan	Sosial	Ling-kungan	Tekno-logi	Lain nya	
[16]	Dinamik manajemen usahatani ubi kayu	1). Melakukan maping dari sistem nyata usahatani dan kinerja petani ubi kayu, 2) menganalisis unsur-unsur dan relevansinya dalam usahatani dan kinerja petani ubi kayu; dan 3) merancang model manajemen usahatani dan kinerja petani ubi kayu dalam perspektif sistem dinamik	x	x						Ubi kayu
[18]	Model perencanaan terintegrasi untuk bisnis jeruk citrus	Membangun Sebuah model dinamika sistem untuk menilai apakah mekanisme terpadu perencanaan produksi pertanian dan industri dapat meningkatkan kinerja kompetitif dari sistem agris citrus di Brasil	x	x					Harga	Citrus
[20]	Evaluasi strategi mega-delta berkelanjutan pada industri beras di vietnam	Menetukan pengaruh strategi baru yang diterapkan terhadap keuntungan, hasil panen, sosial masyarakat, penyusutan teknologi	x	x		x		x		Beras

Peneliti	Topik Penelitian	Tujuan	Aspek Output							Komo-ditas
			Keun-tungan	Jumlah Produksi	Permin-taan	Sosial	Ling-kungan	Tekno-logi	Lain nya	
[20]	Evaluasi strategi mega-delta berkelanjutan pada industri beras di vietnam	Menetukan pengaruh strategi baru yang diterapkan terhadap keuntungan, hasil panen, sosial masyarakat, penyusutan teknologi	x	x		x		x		Beras
[24]	Sistem rantai pasok minyak sawit mentah di Indonesia	Analisis sistem makro *supply chain* CPO dengan pendekatan model dinamik yang mempertimbangkan aspek economical revenue, *social welfare* dan *environment*	x			x	x			Minyak sawit
[25]	Peramalan produksi kedelai	Apakah penambahan luas lahan baru atau disebut perluasan areal tanam baru (PATB) dapat meningkatkan produksi komoditas kedelai		x						Kedelai
[26]	Analisis kebijakan import sayuran dan buah-buahan yang mudah membusuk	Mengembangkan multi objektif model untuk membuat kebijakan import sayuran dan buah-buahan yang mudah membusuk		x	x				Harga	Sayuran dan buah-buahan yang mudah membusuk
[27]	Rantai pasok ndustrialisasi gula Berkelanjutan di Pulau Madura	Analisis perilaku sistem dinamis rantai pasok industrialisasi gula di Pulau Madura sampai beberapa tahun ke depan berdasar aspek ekonomi, sosial dan lingkungan	x			x	x			Gula
[28]	Manajemen rantai pasok terhadap ketersediaan beras dan gula di Subdivre 1 Jawa Timur –Surabaya, Sidoarjo dan Gresik	Mengatasi masalah ketersediaan beras dan gula dan memberikan skenario-skenario dalam meningkatkan pemenuhan ketersediaan beras dan gula serta meningkatkan efektivitas dan efisiensi dari manajemen rantai pasok		x						Beras dan gula
[29]	Penilaian kinerja agroindustri tembakau	Membangun model sistem dinamis penilaian kinerja untuk mendapatkan skenario kebijakan terbaik di PT. GMIT Jembe	x	x						Tembakau
[30]	Rancang bangun kebijakan pengembangan budidaya lele	Menyusun model kebijakan pengembangan perikanan budidaya Ikan Lele untuk mendukung produksi perikanan budidaya melalui pendekatan model dinamik		x	x				harga	Lele

 DOI: 10.25077/josi.v18.n2.p65-74.2019