

VOLUME 15, NOMOR 3 SEPTEMBER 2021

ISSN: 1907-8056  
e-ISSN: 2527-5410

# AGROINTEK

JURNAL TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN

JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN  
UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA

## **AGROINTEK: Jurnal Teknologi Industri Pertanian**

Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian is an open access journal published by Department of Agroindustrial Technology, Faculty of Agriculture, University of Trunojoyo Madura. Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian publishes original research or review papers on agroindustry subjects including Food Engineering, Management System, Supply Chain, Processing Technology, Quality Control and Assurance, Waste Management, Food and Nutrition Sciences from researchers, lecturers and practitioners. Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian is published four times a year in March, June, September and December.

Agrointek does not charge any publication fee.

Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian has been accredited by ministry of research, technology and higher education Republic of Indonesia: 30/E/KPT/2019. Accreditation is valid for five years. start from Volume 13 No 2 2019.

### **Editor In Chief**

Umi Purwandari, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

### **Editorial Board**

Wahyu Supartono, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

Michael Murkovic, Graz University of Technology, Institute of Biochemistry, Austria

Chananpat Rardniyom, Maejo University, Thailand

Mohammad Fuad Fauzul Mu'tamar, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Khoirul Hidayat, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Cahyo Indarto, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

### **Managing Editor**

Raden Arief Firmansyah, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

### **Assistant Editor**

Miftakhul Efendi, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Heri Iswanto, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Safina Istighfarin, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

### **Alamat Redaksi**

DEWAN REDAKSI JURNAL AGROINTEK

JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN

FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA

Jl. Raya Telang PO BOX 2 Kamal Bangkalan, Madura-Jawa Timur

E-mail: [Agrointek@trunojoyo.ac.id](mailto:Agrointek@trunojoyo.ac.id)

## KATA PENGANTAR

Salam,

Dengan mengucapkan syukur kepada Allah Tuhan Yang Maha Esa, kami terbitkan Agrotek edisi September 2021. Di tengah pandemi yang berkepanjangan ini, ilmuwan Indonesia masih tetap berkarya. Pada edisi kali ini 32 artikel hasil penelitian, yang terdiri dari 11 artikel dari bidang pengolahan pangan dan nutrisi, sistem manajemen, rantai pasok, dan pengendalian kualitas; 3 artikel tentang rekayasa pangan, dan 2 artikel tentang manajemen limbah. Para penulis berasal dari berbagai institusi pendidikan dan penelitian di Indonesia.

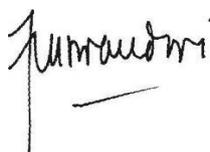
Kami mengucapkan terima kasih kepada para penulis dan penelaah yang telah bekerja keras untuk menyiapkan manuskrip hingga final. Kami juga berterimakasih kepada ibu dan bapak yang memberi kritik dan masukan berharga bagi Agrotek.

Untuk menyiapkan peringkat jurnal Agrotek di masa depan, kami berharap kontribusi para peneliti untuk mengirimkan manuskrip dalam bahasa Inggris. Semoga kita akan mampu menerbitkan sendiri karya-karya unggul para ilmuwan Indonesia.

Selamat berkarya.

Salam hormat

Prof. Umi Purwandari



## SIMULASI PENGADAAN USAHA TURUNAN BERBASIS BUAH DAN LIMBAH SALAK PONDOH UNTUK MENINGKATAN PENDAPATAN INDUSTRI SALAK PONDOH DI KABUPATEN SLEMAN

Mohammad Prasanto Bimantio<sup>1\*</sup>, Dian Pratama Putra<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Teknologi Hasil Pertanian, Institut Pertanian STIPER, Yogyakarta, Indonesia

<sup>2</sup>Agroteknologi, Institut Pertanian STIPER, Yogyakarta, Indonesia

### Article history

*Diterima:*

5 Januari 2021

*Diperbaiki:*

1 Mei 2021

*Disetujui:*

19 Mei 2021

### Keyword

*salacca zalacca; system dynamic; stock and flow diagram; derivative product*

### ABSTRACT

*The high production of salak pondoh in Sleman Regency is not in line with the welfare of the farmers. The farmers receive a low price during the main harvest season, where the selling price per kilogram drops below the cost of production, so that the profit margins of farmers are not met. Abundant production during the main harvest and characteristics of perishable fruit are the cause of this problem, so that most farmers sell their crops to the nearest traders. This condition makes the bargaining position of farmers weak and the price determined by the traders, thus impacting on the decline in their welfare level. The purpose of this study is to formulate the salak pondoh business model in Sleman Regency in the form of dynamic simulations to carry out various scenarios of procuring business products based on raw materials in the form of fruit and waste from salak pondoh. The results of this simulation are expected to provide an alternative picture of solutions, steps, and conditions for academics, business people, and government in the form of a simulation template for each scenario. Data collection was carried out through direct observation to the salak pondoh place of business in Sleman Regency, brainstorming, interviews with related parties such as the salak pondoh association and the Sleman District Agriculture Office, and secondary data documentation on research topics. Scenarios of derivative business procurement (fruit and waste-based raw materials) provide a significant increase in income compared to business as usual business conditions, ranging from 4% - 44% in various fractions tested and up to 293% in extreme conditions and able to reduce the number of unemployed in Sleman Regency. The scenario of supplying derivative business made from pondoh salak fruit provides a significant increase in income compared to procurement of derivative business made from pondoh salak plant waste. It takes a probability value of sales of derivative products of more than 48.97% so that the revenue value from the business procurement scenario is greater than business as usual.*

© hak cipta dilindungi undang-undang

---

\* Penulis korespondensi

Email : [bimantiomp@instiperjogja.ac.id](mailto:bimantiomp@instiperjogja.ac.id)

DOI 10.21107/agrointek.v15i3.9378

## PENDAHULUAN

Salak Pondoh (*salacca zalacca*) selalu menjadi bagian dominan dari produksi tanaman hortikultura di Kabupaten Sleman, sesuai dengan predikatnya sebagai produsen salak pondoh terbesar di Indonesia. Total produksi pada tahun 2016 mencapai 73 ribu ton, meningkat 4,33% dibandingkan tahun sebelumnya. Jumlah ini mengisi hingga 98% dari keseluruhan produksi salak pondoh di provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) (BPS Kabupaten Sleman 2017).

Tanaman salak mengalami tiga kali masa panen dalam setahun, yaitu pada bulan November hingga Januari (panen raya), Februari hingga April (panen kecil), dan Mei hingga Juli (panen sedang), namun disisi lain petani salak pondoh di wilayah tersebut justru menerima harga yang rendah ketika musim panen raya, dimana harga jual per kilogram anjlok hingga dibawah harga pokok produksi, sehingga margin keuntungan petani tidak terpenuhi (Bimantio 2018). Produksi yang melimpah ketika panen raya dan karakteristik buah yang mudah busuk menjadi penyebab terjadinya problema ini, sehingga kebanyakan dari petani menjual hasil panennya kepada pedagang pengumpul terdekat. Kondisi ini menjadikan posisi tawar petani lemah dan harga ditentukan oleh pedagang pengumpul, sehingga berimbas pada menurunnya tingkat kesejahteraan mereka. Hal ini makin diperburuk dengan adanya serbuan berbagai jenis salak dari luar Kabupaten Sleman. Pada bagian lain, jumlah lahan produktif yang semakin menurun sebagai akibat dari alih fungsi lahan untuk bangunan maupun konversi tanaman juga makin memperburuk keadaan di lapangan. Data BPS Kabupaten Sleman (2017) menunjukkan bahwa terjadi penurunan luas lahan yang diperuntukkan bagi pertanian dari tahun 2013 hingga 2016 dengan rata-rata penurunan sebesar 0,265% pertahun.

Beberapa penelitian untuk memanfaatkan dan meningkatkan nilai jual dari salak pondoh telah banyak dilakukan dan dapat dijadikan alternatif dalam mengatasi rendahnya nilai jual buah salak, terutama saat musim panen. Beberapa hasil penelitian terkait pemanfaatan salak pondoh diantaranya:

1. *Bioethanol* dengan kadar 49,92 % yang berguna sebagai gas masak atau bahan bakar mesin tani (Thamrin et al. 2011)
2. Respirasi buah salak dengan modifikasi udara penyimpanan dapat memperpanjang usia simpan buah salak menjadi 24 hari (Hartono et al. 1998)
3. Pelapis nanokomposit salak pondoh berbasis pektin untuk meningkat usia simpan buah salak (Lin dan Zhao 2007)
4. Sintesis *carboxy methyl cellulose* (CMC) dari biji salak (Setiyoko, 2016)
5. Substrat *nata de salacca* dari daging salak yang hampir busuk (Pratiwi et al. 2015)
6. Biji salak sebagai packing bed untuk menyerap H<sub>2</sub>S pada produksi biogas (Lestari et al. 2016)

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memformulasi model bisnis salak pondoh di Kabupaten Sleman ke dalam bentuk simulasi dinamis untuk menjalankan berbagai skenario dari pengadaan produk usaha turunan dengan basis bahan baku berupa buah dan limbah dari salak pondoh. Hasil simulasi ini diharapkan dapat memberikan gambaran alternatif solusi, langkah, dan keadaan bagi pihak akademisi, pelaku bisnis, dan pemerintahan dalam bentuk *template* simulasi dari tiap skenario. Secara umum kedepannya simulasi ini dapat dijadikan pengembangan strategi peningkatan pendapatan para petani salak pondoh di Kabupaten Sleman pada khususnya dan kegiatan hortikultura pada umumnya yang dapat diimplementasikan secara nyata.

Penelitian ini merupakan seri lanjutan dari penelitian yang telah penulis lakukan sebelumnya. Pertama, Bimantio (2018) melakukan tinjauan pendahuluan mengenai penggunaan sistem dinamis sebagai perspektif dalam merancang *causal loop diagram* (CLD) yang utuh untuk kondisi *business as usual* hingga skenario pengadaan usaha turunan dan alokasi penggunaan pajak dari pemerintah yang berbasis pada konsep *sinergi triple helix academic-business-government* (ABG). Hasil pembentukan CLD untuk skenario pembentukkan usaha turunan memperlihatkan bahwa konsep skenario tersebut dapat menjadi faktor yang mampu memberikan tambahan pendapatan bagi para petani diluar pendapatan dari *business as usual* dan menjadi faktor yang dapat mengurangi jumlah angka pengangguran di daerah sekitar lokasi usaha tersebut.

Kedua, Bimantio (2018) melakukan proses transformasi CLD *business as usual* ke bentuk *stock flow diagram* (SFD) dan disimulasikan

untuk merepresentasikan problema yang ada di lapangan. Hasil simulasi tersebut menunjukkan bahwa terdapat fenomena *pitfall* pada nilai pendapatan petani hingga jauh dibawah nilai rata-rata pendapatan yang sebesar Rp5,17 Juta dan secara lebih mendalam, *pitfalls* tersebut muncul secara seasonal pada periode waktu tertentu, dimana terjadi pada *time-span* bulan ke-15, 23, dan 35. *Pitfalls* ini disebabkan oleh anjloknya harga jual buah salak sebagai akibat dari stok buah yang membludak saat panen raya, dimana harga jual ditentukan oleh para pedagang pengumpul, sehingga petani tidak mempunyai posisi tawar dan rawan dengan kerugian akibat buah salak yang busuk justru akan membuat petani semakin rugi bila tidak segera dijual. Tingkat pendapatan yang rendah ini berpotensi membuat petani salak beralih untuk menanam buah lain yang lebih dapat menghasilkan keuntungan lebih, fenomena ini akan berimplikasi pada pengurangan jumlah rumpun salak pondoh sebagai akibat dari alih fungsi tanaman dan/atau lahan.

Sistem dinamis adalah metode yang digunakan untuk mempelajari dan mengatur suatu sistem kompleks yang memiliki skema feedback. Sistem dinamis adalah alat bantu untuk melakukan analisis dan evaluasi serta konsekuensi dari sebuah keputusan, baik jangka pendek maupun jangka panjang dan mempelajari interaksi dan behaviour antar komponen sepanjang waktu (Bouloiz et al. 2013; Špicar 2014).

Axella dan Suryani (2012) menyebutkan bahwa penggunaan model sistem dinamis dalam penelitian memiliki setidaknya lima keuntungan yaitu:

1. Penelitian dapat dilakukan lintas bidang ilmu dan sektoral
2. Ruang lingkup yang lebih luas
3. Dapat melakukan eksperimentasi terhadap sistem secara holistik
4. Mampu menentukan tujuan aktivitas pengelolaan dan perbaikan
5. Dapat menduga perilaku dan keadaan sistem pada masa yang akan datang

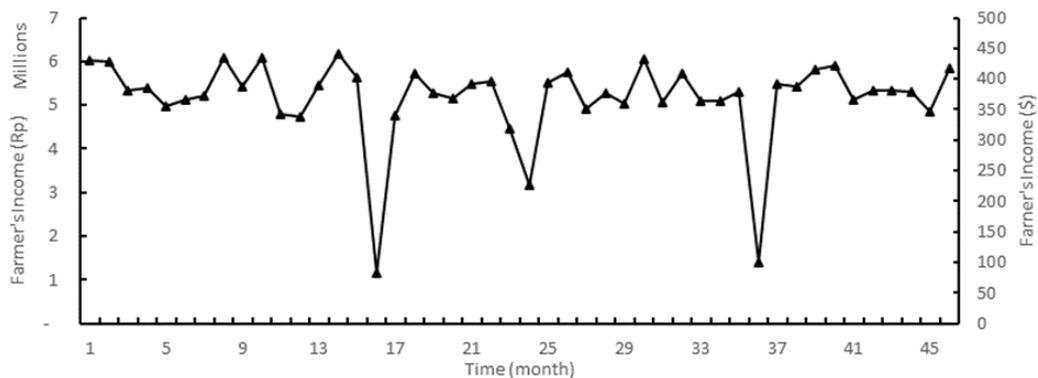
Penelitian terdahulu terkait dengan penggunaan model sistem dinamis dalam bidang pertanian telah banyak dilakukan. Formulasi model sistem dinamis pada sistem produksi kacang kedelai sebagai strategi swasembada dilakukan oleh Hasan dkk. (2015) dengan variabel

simulasi berupa produktifitas, luas lahan, permintaan produksi, pendapatan petani, pajak impor, dan kualitas pupuk. Berbagai skenario yang disimulasikan diantaranya: peningkatan produktivitas, perluasan lahan, regulasi biaya impor, dan kombinasinya.

Hasibuan *et al.* (2012) mengaplikasikan pendekatan simulasi dinamis untuk pengembangan industri kakao dengan berfokus pada perbandingan hasil dari pengembangan industri hilir kakao domestik dibandingkan dengan kebijakan ekspor biji kakao mentah. Skenario yang dikembangkan diantaranya: peningkatan bea ekspor, peningkatan produktivitas dan mutu, penghapusan bea ekspor, peningkatan kapasitas turunan, dan kombinasi diantaranya. Hasil dari penelitian tersebut memperlihatkan bahwa perkembangan industri pengolahan cenderung lebih lambat dibandingkan dengan perkembangan usaha di tingkat petani yang mengindikasikan bahwa industri hilir belum berkembang dengan baik.

Blumberga *et al.* (2016) memperkenalkan sistem *biotechonomy* yang berbasis pada penerapan simulasi dinamis untuk mendesain kebijakan efisiensi penggunaan sumber daya alam dan pengembangan ekonomi berbasis riset yang berkelanjutan. Hasil penelitiannya memaparkan bahwa pengadaan usaha turunan dari suatu bahan baku alami dapat memberikan peningkatan nilai tambah produk dan pendapatan yang keberlanjutannya dapat dikembangkan dalam bentuk investasi pada dana riset sebagai bentuk sinergi akademik dan menghasilkan teknologi-teknologi baru bagi usaha tersebut, hal ini akan membentuk suatu sistem *reinforce loop*. Model tersebut dianalogikan sebagai bentuk "*lego*" yang dapat saling dikombinasikan pada berbagai tingkat kebutuhan (mikro, meso, makro).

Walters *et al.* (2016) melakukan analisis sistem makro agrikultur di Amerika Serikat dengan pendekatan model sistem dinamis. Metode kualitatif dan kuantitatif digunakan pada penelitian tersebut dalam mengembangkan dan menyimulasikan model hingga diperoleh hasil interaksi antara ekonomi, lingkungan, dan sosial dari suatu sistem dan proses produksi agrikultur dengan skenario penggunaan lahan untuk pertanian dan/atau peternakan.



Gambar 1 Grafik Hasil Simulasi Pendapatan Petani Salak di Kabupaten Sleman (Bimantio 2019)

Di Indonesia sendiri, sistem dinamis juga telah digunakan sebagai salah satu metode penelitian, khususnya pada bidang pertanian, seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Widodo dan Rembulan (2010) yang meneliti sistem *supply chain* bawang merah di Kabupaten Bantul Provinsi DIY. Aminudin (2014) meninjau tentang ketahanan pasokan kentang nasional. Kusnadi dan Tinaprilla (2011) memformulasikan model sistem dinamis untuk upaya swasembada beras nasional. Dimana dari penelitian-penelitian tersebut dapat dipelajari faktor-faktor yang mempengaruhi permintaan, produksi, harga, dan pendapatan suatu komoditas pertanian.

Sistem dinamis, seperti pula metode pemodelan lainnya memiliki beberapa batasan, seperti yang dikemukakan oleh Hirsch (2007):

1. Sistem dinamis hanya berguna pada kondisi dan asumsi yang dibuat berdasarkan model tersebut
2. Pembuatan model sistem dinamis memerlukan skill dan pengalaman
3. Sistem dinamis tidak dapat merepresentasikan suatu sistem yang kompleks secara utuh (butuh beberapa penyederhanaan dan asumsi)
4. Sistem dinamis hanya berfungsi sebagai salah satu alat penunjang dalam pengambilan keputusan.

## METODE

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung ke tempat usaha salak pondoh di Kabupaten Sleman, *brainstorming*, wawancara dengan pihak-pihak terkait seperti asosiasi salak pondoh dan Dinas Pertanian Kabupaten Sleman, dan dokumentasi data sekunder tentang topik penelitian.

*Software* SPSS versi 23 digunakan sebagai alat uji analisis statistik dan validasi variabel dan hasil penelitian serta regresi persamaan. Tahapan formulasi *stock and flow diagram* dilakukan berdasar pada bentuk CLD yang telah dibuat sebelumnya dan kemudian di-input persamaan matematis ke dalam SFD yang telah dibuat. Selain itu, dimasukkan pula nilai dan satuan (unit) dari setiap variabel ke dalam masing-masing submodel.

Langkah validasi mengikuti langkah yang dipaparkan oleh Sterman (2000), diantaranya: (i) Validasi struktur dengan penentuan batasan atau lingkup simulasi dan uji coba struktur dengan cara *brainstorming* dan uji coba struktur secara parsial bertahap agar struktur yang dikembangkan konsisten terhadap fakta yang ada di dunia nyata, seperti tidak melanggar hukum fisika dan kekekalan masa dan/atau energi, dan memperhatikan agar nilai *stock* tidak menjadi negatif. (ii) Validasi unit dan formula meliputi konsistensi dimensi (*unit check*), penggunaan data berbasis pada pengolahan statistik (uji normalitas) dan meminimalkan penggunaan data berbasis estimasi pribadi, dan pengetestan pada kondisi ekstrim, dimana struktur model yang valid akan tetap memiliki behavior yang konsisten meski pada kondisi ekstrim. (iii) Validasi hasil simulasi dilakukan dengan metode *t-test* secara statistik dan melakukan perbandingan nilai signifikansi yang diperoleh terhadap confidence level yang ditetapkan.

Uji kondisi ekstrim diperlukan untuk mejamin bahwa model dan skenario yang dikembangkan dapat *robust* pada berbagai kondisi skenario. Dalam hal ini model yang dikembangkan harus memiliki *behavior* yang realistis dengan logika dan keadaan di dunia nyata,

serta tidak melanggar hukum fisika yang ada (Sterman, 2000). Uji ekstrim pada penelitian ini dilakukan dengan melakukan respon tes dengan nilai ekstrim untuk beberapa variabel inputan, diantaranya:

1. Subskenario ekstrim 1: kondisi dimana 100% hasil produksi buah salak diolah menjadi produk turunan dan tidak ada pengolahan limbah menjadi produk turunan (bahan baku produk turunan berbasis buah segar saja).
2. Subskenario ekstrim 2: kondisi dimana 100% limbah hasil usaha perkebunan salak diolah menjadi produk turunan dan 100% produk buah salak dijual dalam bentuk buah segar.
3. Subskenario ekstrim 3: kombinasi dari subskenario ekstrim 1 dan 2, dimana seluruh produk buah segar dan limbah diolah menjadi produk turunan (tidak ada penjualan buah segar).

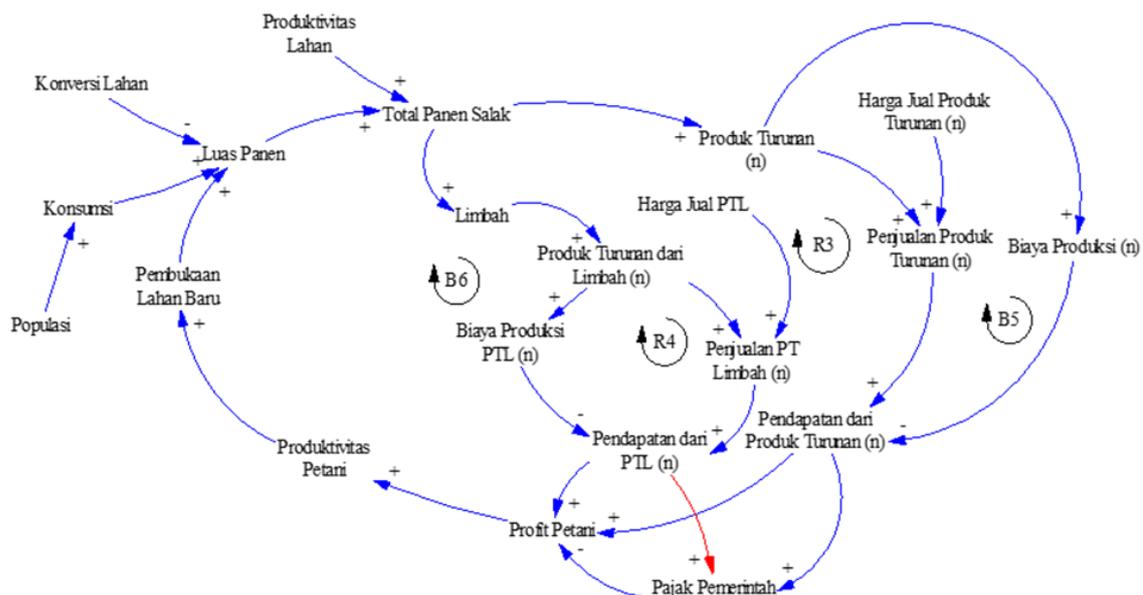
Perbandingan antara hasil simulasi skenario-skenario dengan hasil simulasi awal kemudian dilakukan untuk mengetahui skenario mana yang memberikan hasil terbaik terhadap peningkatan pendapatan petani salak pondoh di Kabupaten Sleman.

Hasil simulasi ini kemudian diinterpretasikan lebih jauh dengan menganalisis hasilnya dengan parameter-parameter yang terkait di dunia nyata seperti angka kemiskinan, pengangguran, PDRB, dan analisis sensitivitas untuk probabilitas penjualan produk turunan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Submodel pengadaan usaha turunan merupakan bentuk analisis skenario dari submodel *business as usual* dan *causal loop diagram* untuk pengadaan usaha turunan yang telah dikembangkan dan divalidasi sebelumnya oleh Bimantio (2018, 2019, 2018). Submodel yang dikembangkan kali ini menggambarkan kegiatan usaha penjualan salak pondoh di Kabupaten Sleman yang diintegrasikan dengan penambahan usaha lain berupa penjualan produk turunan. Skenario yang dijalankan pada submodel ini bertujuan untuk melihat seberapa besar perubahan yang terjadi pada pendapatan petani salak pondoh di Kabupaten Sleman bila menerapkan skenario pengadaan usaha turunan. Asumsi yang diambil penulis dalam skenario ini adalah bahwa seluruh produk usaha turunan yang disimulasikan terjual seluruhnya.

Pada penelitian ini penulis melakukan skenario dengan membentuk 6 jenis usaha turunan yang terbagi menjadi 3 usaha turunan berbasis bahan baku buah salak pondoh segar dan 3 usaha turunan berbasis bahan baku limbah salak. Hal ini dilakukan agar dapat memberikan gambaran yang holistik dan mendekati dengan keadaan di dunia nyata, sehingga error dalam hasil simulasi dapat diminimalisir. Data yang digunakan berasal dari data empiris berbagai penelitian terdahulu, antara lain:



Gambar 2 *Causal Loop Diagram* Submodel Pengembangan Usaha Turunan dengan Penambahan Variabel Usaha Turunan Berbasis Limbah (Bimantio, 2018)

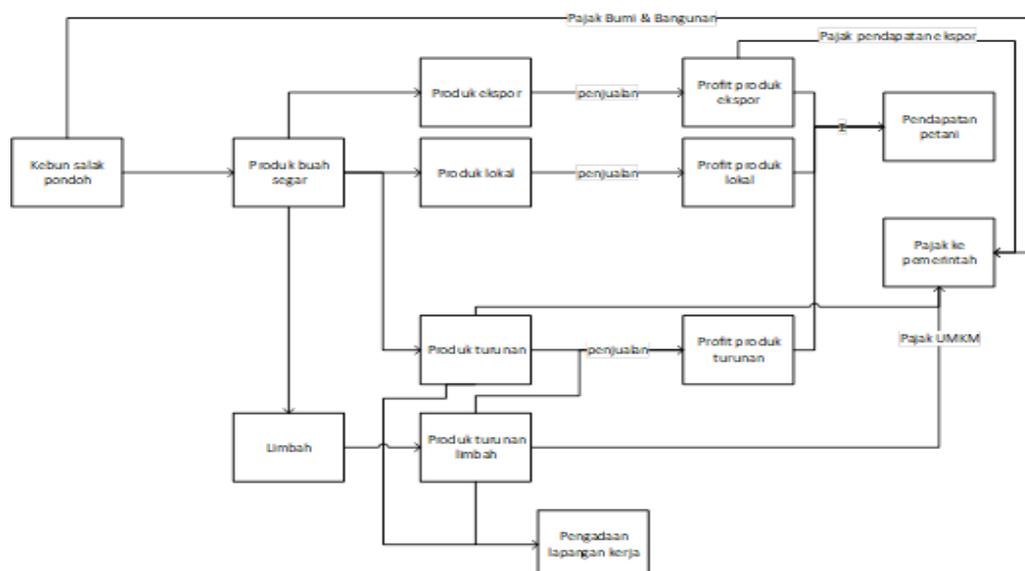
1. Usaha turunan 1 (UT1): usaha produksi dodol salak berbahan baku daging buah salak (Purba, 2015)
2. Usaha turunan 2 (UT2): usaha produksi keripik salak berbahan baku daging buah salak (Purba, 2015)
3. Usaha turunan 3 (UT3): usaha produksi karamel salak berbahan baku daging buah salak (Purba, 2015)
4. Produk turunan limbah 1 (PTL1): usaha produksi kopi salak berbahan baku biji limbah buah salak busuk (Purba, 2015)
5. Produk turunan limbah 2 (PTL2): usaha produksi bioetanol berbahan baku daging salak busuk dari limbah buah salak (Gusti, 2010)
6. Produk turunan limbah 3 (PTL3): usaha produk kerajinan olahan berbahan baku dahan/bilah pohon salak yang sudah tua (Willy, 2012)

Produksi produk turunan akan memberi nilai tambah pada produk yang melebihi nilai dari produk awal yang masih mentah. Hal ini akan menggiatkan perekonomian masyarakat sekitar dengan adanya iklim investasi dan peningkatan kebutuhan tenaga kerja untuk memenuhi kegiatan produksi usaha turunan tersebut, berimplikasi pada pengurangan pengangguran. Secara sudut pandang pengendalian pencemaran lingkungan, produk turunan yang menggunakan bahan baku berupa limbah dari produk bahan mentah dapat membantu mengurangi beban limbah ke lingkungan (Blumberga et al. 2016).

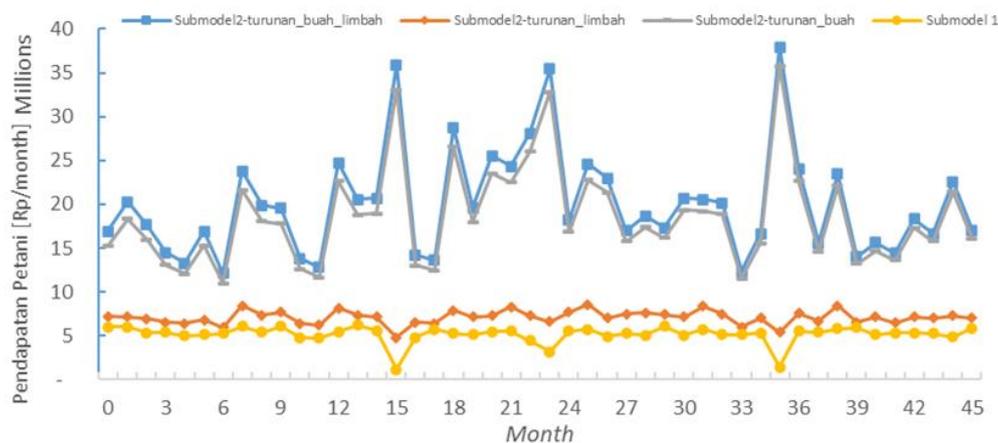
Hasil dari simulasi uji ekstrim untuk submodel ini ditunjukkan seperti pada gambar 4. Pembuatan usaha turunan berbahan baku limbah memberikan nilai tambah yang membuat rataan pendapatan petani meningkat sebesar 37 %, begitupun dengan nilai minimum dan maksimum dari pendapatan petani yang meningkat pula. Hasil lebih signifikan diperoleh dengan uji ekstrim untuk pengadaan usaha turunan berbasis buah segar saja (subskenario ekstrim 1) dan pengadaan seluruh usaha turunan tanpa penjualan buah segar (subskenario ekstrim 3), dimana peningkatan pendapatan reratanya mencapai 259 % dan 287 % berturut-turut.

Dari segi *behavior* model yang dikembangkan, tidak terdapat *error*, baik *error* pada model maupun pada unit setelah dilakukan "check model" dan "units check" yang merupakan fitur dalam program Vensim. Pengecekan pada *stock* variabel "Jumlah penganggur" menunjukkan bahwa nilai variabel tersebut tidak menyentuh angka negatif untuk tiap skenario ekstrim yang diujikan, sesuai dengan logika dunia nyata.

Walaupun berdasarkan hasil uji ekstrim pada gambar 4 menunjukkan bahwa mengonversi secara keseluruhan buah segar menjadi produk turunan dapat memberikan peningkatan pendapatan bagi petani hingga lebih dari 250%, pergerakan nilai pendapatan petani untuk subskenario ekstrim 1 dan 3 ini sangat fluktuatif sepanjang time-span simulasi. Hal ini disebabkan karena dalam simulasi, harga jual produk turunan bersifat tetap, tidak seperti harga buah salak yang fluktuatif mengikuti jumlah buah yang dipanen.



Gambar 3 Skema Model Simulasi Pengadaan Usaha Turunan Salak Pondoh



Gambar 4 Hasil Uji Ekstrim Submodel 2 untuk Variabel Pendapatan Petani

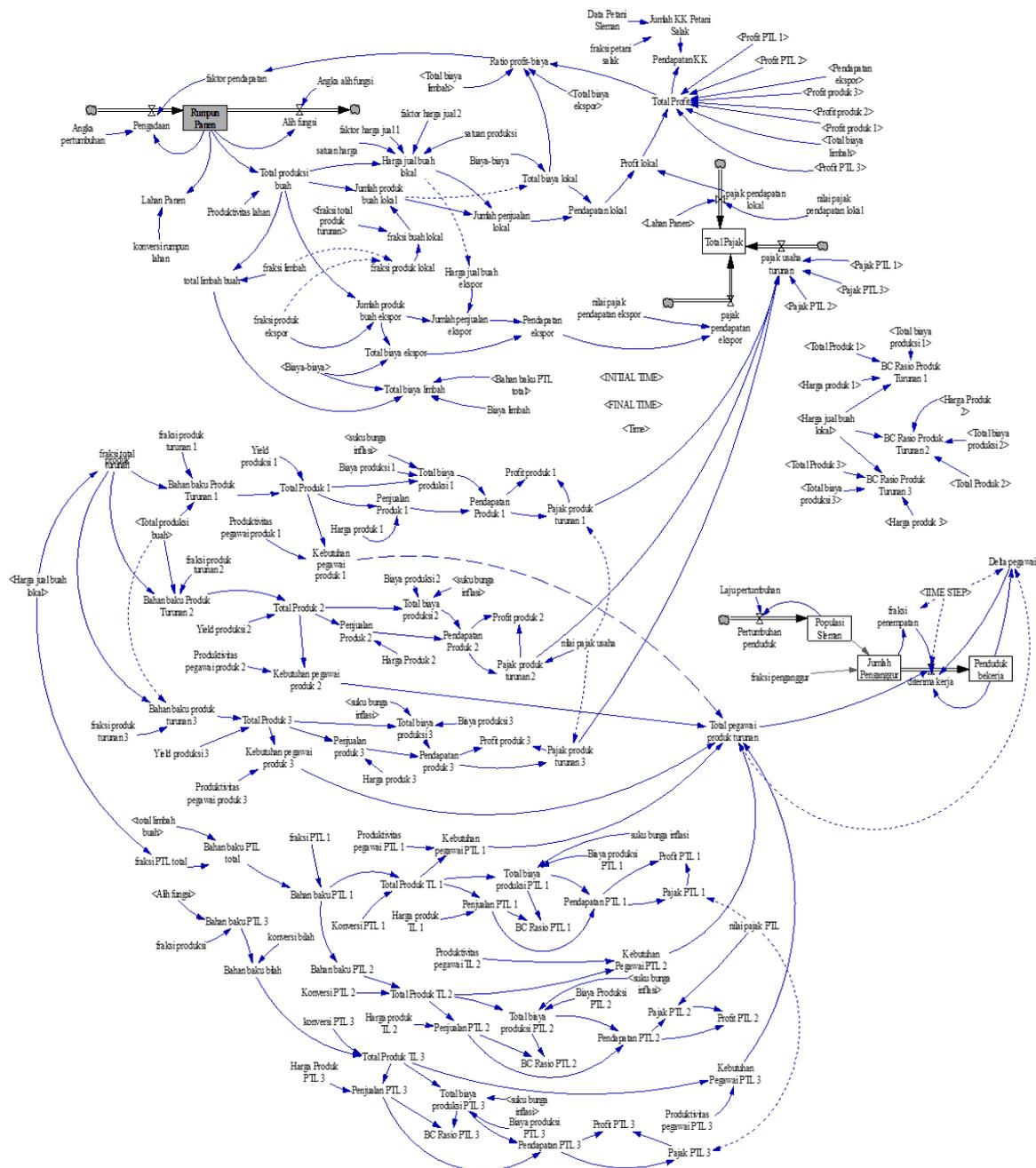
Pengadaan usaha turunan secara masif memberikan lompatan pendapatan yang signifikan, seperti hasil uji ekstrim sebelumnya. Namun kondisi di lapangan berdasar hasil wawancara penulis dengan salah satu pengurus kelompok tani salak di Kabupaten Sleman, diperoleh fakta bahwa kegiatan produksi usaha turunan dari salak pondoh ini masih bersifat insidental, belum memiliki organisasi atau bentuk usaha terpisah. Hal-hal yang menjadi penghambat dalam produksi usaha turunan tersebut diantaranya: kurangnya sumber daya manusia (SDM) baik dari segi kualitas maupun kuantitas, kurangnya penyuluhan teknologi usaha turunan yang berkelanjutan dari pemerintah dan/atau akademisi, kurangnya lahan yang dapat dijadikan tempat usaha turunan, kurangnya modal usaha untuk membuat usaha turunan ini dapat bertahan lama, dan tradisi turun temurun para petani yang lebih senang melakukan budidaya buah salak dibandingkan memproduksi produk turunan.

Dari hasil uji ekstrim diketahui bahwa pembentukan usaha turunan berbahan baku buah salak pondoh segar memberikan peningkatan pendapatan yang sangat signifikan dibandingkan dengan hanya membentuk usaha turunan berbahan baku limbah dan menjual buah segar saja. Sehingga penulis melakukan simulasi skenario pada penelitian ini dengan variabel independent berupa fraksi buah segar yang dialokasi untuk produk turunan (1%, 5%, dan 10%) dan fraksi limbah yang dialokasi untuk diolah (10%, 30%, dan 50%), hal ini dilakukan agar hasil simulasi dapat mendekati dan diaplikasikan pada usaha salak pondoh yang aktual di Kabupaten Sleman.

Berdasarkan gambar 5 dan 6, nilai standar deviasi terendah diperoleh pada nilai fraksi buah

untuk produk turunan 5% dan fraksi limbah untuk diolah 30%. Hal ini menandakan bahwa konfigurasi tersebut dapat memberikan kestabilan pendapatan bagi petani salak pondoh. Hal ini sesuai dengan hasil uji ekstrim dimana fluktuasi nilai pendapatan semakin besar seiring dengan meningkatnya fraksi buah segar untuk produk olahan. Sehingga usaha penjualan dalam bentuk buah dapat meredam fluktuasi pendapatan dan menjaga pangsa pasar yang telah ada, dikarenakan harga jual produk turunan bersifat tetap sepanjang tahun, tidak seperti harga buah salak yang fluktuatif mengikuti jumlah buah dan masa panen. Konfigurasi ini memberikan peningkatan pendapatan yang dapat menghilangkan *pitfalls* pada pendapatan petani yang terjadi sebelumnya pada simulasi *business as usual* yang dilakukan oleh Bimantio (2018), dimana *pitfalls* akibat anjloknya harga buah salak pondoh saat panen raya dapat ditutupi dengan mengonversi buah salak pondoh dan limbahnya menjadi produk turunan yang bernilai lebih.

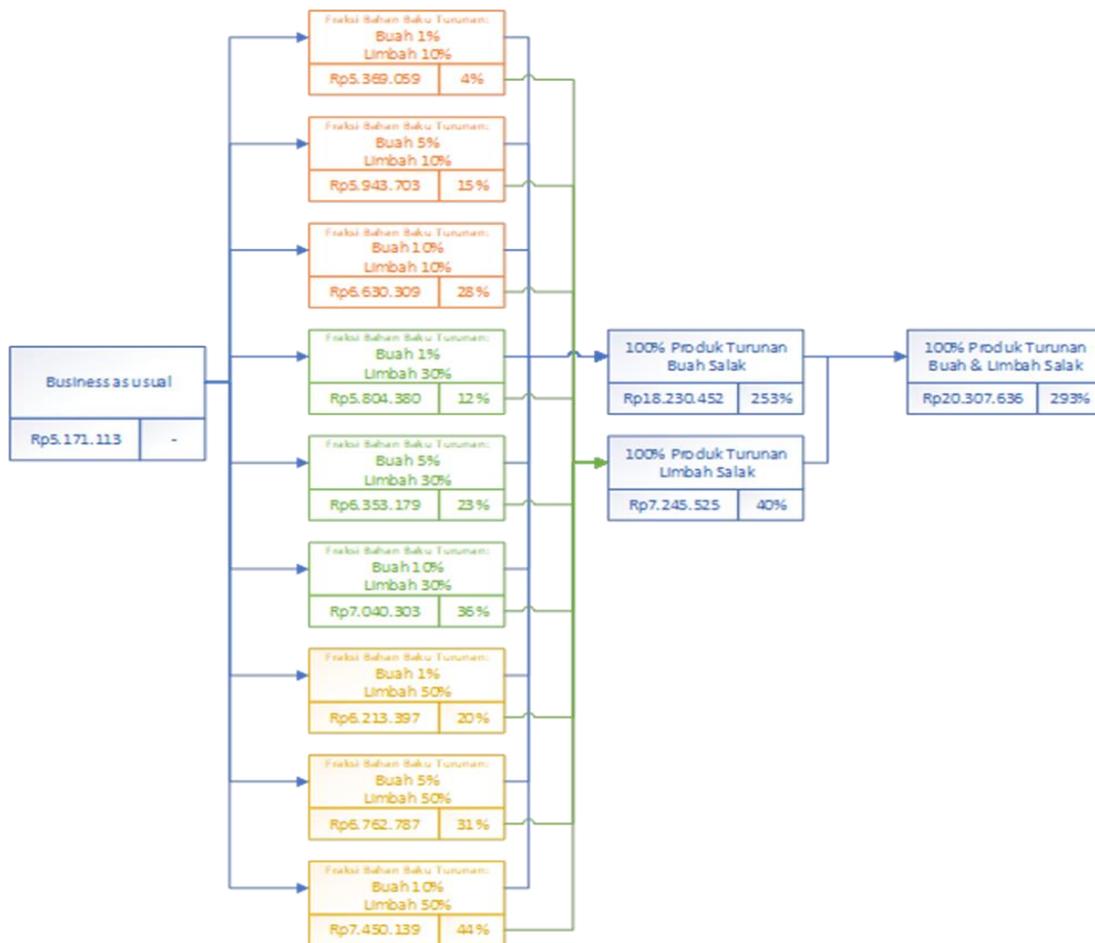
Simulasi skenario pengadaan usaha turunan ini menggunakan asumsi bahwa seluruh produk turunan yang diproduksi terjual, namun dalam keadaan dunia nyata hal ini sangat sulit untuk terjadi, banyak faktor yang dapat memengaruhi penjualan produk turunan ini seperti kemampuan pemasaran, daya beli masyarakat, produk pesaing, dll. Sehingga dilakukan analisis sensitivitas untuk melihat sejauh apa probabilitas penjualan produk turunan ini dapat memengaruhi pendapatan petani dibandingkan dengan *business as usual*. Faktor-faktor yang memengaruhi penjualan produk turunan dalam simulasi dan analisis ini direpresentasikan dalam nilai probabilitas penjualan produk yang akan memengaruhi nilai penjualan produk tersebut.



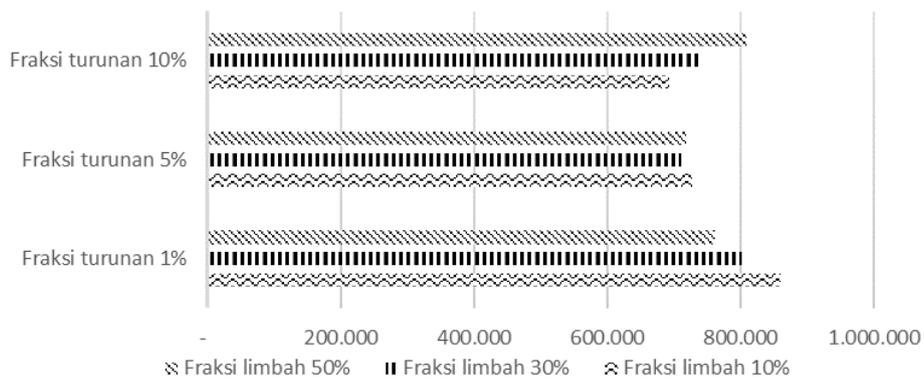
Gambar 5 SFD Model Pengembangan Usaha Turunan Salak Pondoh

Hasil dari gambar 7 menunjukkan bahwa titik impas antara skenario pengadaan usaha turunan dengan *business as usual* berada pada nilai probabilitas penjualan produk turunan sebesar 48,97%. Hal ini menunjukkan bahwa penjualan produk turunan yang diusahakan harus dapat memenuhi minimal sebesar 48,97% dari total kapasitas produk turunan yang diproduksi. Kerugian atau nilai pendapatan yang lebih rendah dari *business as usual* akan terjadi apabila produk turunan yang terjual kurang dari 48,97% dari total yang diproduksi.

Skenario pengadaan usaha turunan memberikan efek pada penurunan jumlah pengangguran di Kabupaten Sleman. Hal ini merupakan efek dari penerapan kegiatan usaha turunan pengolahan buah salak pondoh dan limbahnya, dimana untuk dapat berproduksi, suatu usaha membutuhkan sejumlah pegawai. Semakin banyak jumlah usaha dan kapasitas produk turunan yang diproduksi maka semakin banyak kebutuhan pegawai dan secara bertahap dapat mengurangi jumlah angka pengangguran di sekitar lokasi usaha.



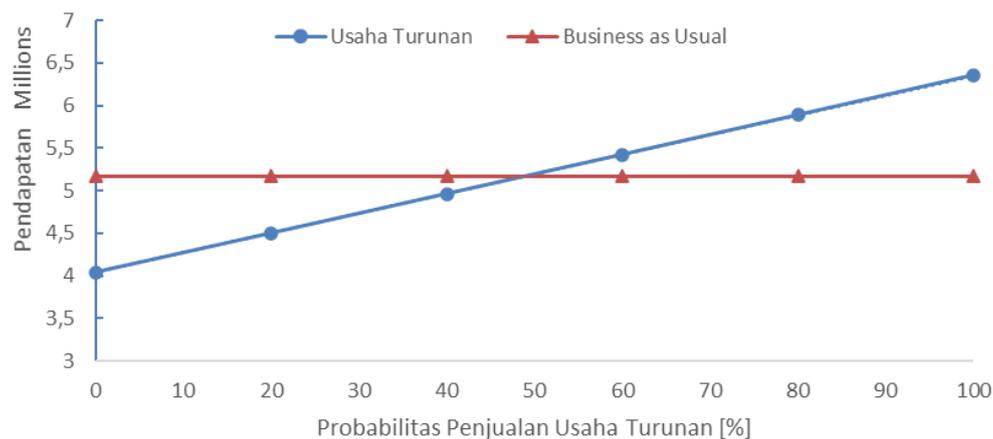
Gambar 6 Hasil Simulasi Peningkatan Pendapatan Petani dengan Skenario Pengadaan Usaha Turunan



Gambar 7 Grafik Standar Deviasi Pendapatan Petani Salak Pondoh dengan Pengadaan Usaha Turunan dengan Variasi Fraksi Produk Turunan

Berdasarkan hasil simulasi berbagai skenario, jumlah awal pengangguran di Kabupaten Sleman adalah sebesar 34.251 orang (3% dari total penduduk Kabupaten Sleman) (BPS Kabupaten Sleman 2017). Skenario pengadaan usaha turunan mampu mengurangi jumlah pengangguran untuk tiap skenario diantaranya: (i) Fraksi turunan buah 1% - turunan limbah 10%,

mampu mengurangi jumlah pengangguran hingga 4263 orang (12,45%), (ii) Fraksi turunan buah 5% - turunan limbah 30% sebesar 18.170 orang (53,05%), hingga kondisi paling ekstrim (iii) 100% buah dan limbah diolah menjadi produk turunan mampu mengurangi jumlah pengangguran hingga 34.247 orang (99,99%).



Gambar 8 Grafik Analisis Sensitivitas Probabilitas Penjualan Produk Turunan terhadap Nilai Pendapatan Petani

Pengolahan limbah salak pondoh sebesar 30% dari total seluruh limbah yang ada mampu mengurangi biaya yang harus ditanggung petani untuk membersihkan dan mengangkut limbah apabila tidak diolah (*submodel business as usual* yang dilakukan oleh Bimantio (2018)). Skenario ini mengurangi total biaya limbah yang ditanggung seluruh petani dari sebelumnya Rp623,72 Juta/bulan menjadi Rp436,26 Juta/bulan.

Skenario pengadaan usaha turunan memberikan efek pada persentase jumlah penduduk miskin di Kabupaten Sleman. Hal ini merupakan efek dari penerapan kegiatan usaha turunan pengolahan buah salak pondoh dan limbahnya, dimana untuk dapat memproduksi, suatu usaha membutuhkan sejumlah pegawai. Jumlah awal penduduk miskin di Kabupaten Sleman adalah sebesar 96.630 orang (8,2% total penduduk Kabupaten Sleman) [1]. Jumlah penduduk miskin ini dapat dikurangi untuk tiap skenario diantaranya: (i) Fraksi turunan buah 1% - turunan limbah 10%, mampu mengurangi jumlah penduduk miskin hingga menjadi 92.367 orang (7,82%), (ii) Fraksi turunan buah 5% - turunan limbah 30% sebesar 78.460 orang (6,65%), hingga kondisi paling ekstrim (iii) 100% buah dan limbah diolah menjadi produk turunan mampu mengurangi jumlah penduduk miskin hingga menjadi 62.383 orang (5,28%).

## KESIMPULAN

Pengadaan usaha turunan berbahan baku buah salak segar dapat meningkatkan pendapatan secara signifikan, namun tetap diperlukan penjualan dalam bentuk buah segar untuk meredam fluktuasi pendapatan dan menjaga

pangsa pasar yang telah ada. Pengadaan usaha turunan berbasis limbah tanaman/buah salak dapat menjadi alternatif untuk meningkatkan pendapatan petani dan juga sebagai filler dari trade off antara penjualan usaha turunan dan penjualan buah segar. Dari segi lingkungan, usaha turunan berbasis limbah ini dapat menjadi langkah untuk membentuk industri bisnis salak pondoh yang go green dan berbasis zero waste. Maka dari itu, dalam aplikasinya di dunia nyata harus ada kompromi atau pembagian kuota antara penjualan buah segar, usaha turunan berbahan baku buah, dan usaha turunan berbahan baku limbah.

Skenario pengadaan usaha turunan (bahan baku berbasis buah dan limbah) memberikan peningkatan pendapatan yang signifikan dibandingkan dengan keadaan usaha business as usual, mulai dari 4% - 44% pada berbagai fraksi yang diuji dan hingga 293% pada kondisi ekstrim dan mampu mengurangi jumlah pengangguran di Kabupaten Sleman. Skenario pengadaan usaha turunan berbahan baku buah salak pondoh memberikan peningkatan pendapatan yang signifikan dibandingkan dengan pengadaan usaha turunan berbahan baku limbah tanaman salak pondoh.

Dibutuhkan nilai probabilitas penjualan produk turunan lebih dari 48,97% agar nilai pendapatan dari skenario pengadaan usaha turunan lebih besar dari *business as usual*.

## DAFTAR PUSTAKA

Aminudin, M. 2014. Simulasi Model Sistem Dinamis Rantai Pasok Kentang dalam Upaya Ketahanan Pangan Nasional. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.

- Axella, O., Suryani, E. 2012. Aplikasi Model Sistem Dinamik untuk Menganalisis Permintaan dan Ketersediaan Listrik Sektor Industri (Studi Kasus: Jawa Timur). *Jurnal Teknik ITS* 1:339–344.
- Bimantio, M. P. 2018. Perspektif Sistem Dinamis Dalam Usaha Peningkatan Pendapatan Industri Salak Pondoh Di Kabupaten Sleman Dengan Sinergi Academic-Business-Government (ABG). Pages 145–158 in A. W. Krisdiarto, Y. Wijayanti, and Y. Allanto, editors. *Prosiding Seminar Instiper Tahun 2018 Perkembangan Penelitian INSTIPER dalam Menanggapi Era Teknologi Maju Bidang Perkebunan I*. INSTIPER Press, Yogyakarta.
- Bimantio, M. P. 2019. System Dynamic Simulation of Salacca-Pondoh's Business as Usual Condition in Sleman District, Yogyakarta Province, Indonesia. *Jurnal Teknik Industri* 21:25–32.
- Bimantio, M. P., Tontowi, A. E., Asih, A. M. S. 2018. System Dynamic Simulation of Salacca-Pondoh's Business as Usual Condition in Sleman District, Yogyakarta Province, Indonesia. Pages 1–8 *The 12th SEATUC Symposium*. Yogyakarta.
- Blumberga, A., Bazbauers, G., Davidsen, P., Blumberga, D., Gravelins, A., Prodanuks, T. 2016. System dynamics model of a biotechnomy. *Journal of Cleaner Production*:1–15.
- Bouloiz, H., Garbolino, E., Tkiouat, M., Guarnieri, F. 2013. A system dynamics model for behavioral analysis of safety conditions in a chemical storage unit. *Safety Science* 58:32–40.
- BPS Kabupaten Sleman. 2017. Kabupaten Sleman dalam Angka 2017. BPS Kabupaten Sleman, Sleman.
- Gusti. 2010. Mahasiswa UGM Kembangkan Kompor Bioetanol dari Limbah Salak Pondoh. <https://www.ugm.ac.id/id/berita/2689-mahasiswa.ugm.kembangkan.kompor.bioetanol.dari.limbah.salak.pondoh>.
- Hartono, R., Suprodjo, Rahardjo, B., Tranggono. 1998. The Respiration Modelling of Salacca (Salacca zalacca cv. Pondoh) Fruit Stored In The Modified Atmosphere Based on Enzyme Kinetics. *Agritech* 23:170–173.
- Hasan, N., Suryani, E., Hendrawan, R. 2015. Analysis of Soybean Production and Demand to Develop Strategic Policy of Food Self Sufficiency: A System Dynamics Framework. *Procedia Computer Science* 72:605–612.
- Hasibuan, A. M., Nurmalina, R., Wahyudi, A. 2012. Policy Analysis of Cocoa Downstream Industry Development (A System Dynamic Approach). *Informatika Pertanian* 21:59–70.
- Hirsch, G. B., Levine, R., Miller, R. L. 2007. Using system dynamics modeling to understand the impact of social change initiatives. *American Journal of Community Psychology* 39:239–253.
- Kusnadi, N., Tinaprilla, N. 2011. Indonesia Rice Supply and Demand Dynamic Model. *AFBE Journal* 4:502–520.
- Lestari, R. A. S., Sediawan, W. B., Syamsiah, S., Sarto, Teixeira, J. A. 2016. Hydrogen sulfide removal from biogas using a salak fruit seeds packed.pdf. *Journal of Environmental Chemical Engineering* 4:2370–2377.
- Lin, D., Zhao, Y. 2007. Innovations in the Development and Application of Edible Coatings for Fresh and Minimally Processed Fruits and Vegetables. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 6:60–75.
- Pratiwi, R., Lestari, F. B., Widiyanto, D. 2015. Pemanfaatan Limbah Buah Salak Pondoh Sebagai Substrat Nata De Salacca Melalui Aplikasi Bioteknologi Di Dusun Tegal Domban, Sleman, Yogyakarta. *Indonesian Journal of Community Engagement* 1:39–52.
- Purba, F. 2015. Analisis Kelayakan dan Efisiensi Usaha Agroindustri Salak Pondoh di Kecamatan Turi Kabupaten Sleman. Universitas Gadjah Mada.
- Setiyoko, A. 2016. Sintesis dan Karakterisasi Carboxy Methyl Cellulose (CMC) Dari Biji Salak (Salacca edulis Reinw) Pondoh Super. Universitas Gadjah Mada.
- Špicar, R. 2014. System dynamics archetypes in capacity planning. *Procedia Engineering* 69:1350–1355.
- Sterman, J. D. 2000. *Business Dynamics. System Thinking and Modeling for A Complex*

- World. McGraw-Hill Education. Boston:982 pp.
- Thamrin, R., Runtuwene, M., Sangi, M. 2011. Production of Bio-Ethanol From Flesh Of Salak Fruit ( *Salacca zalacca* ). *Jurnal Ilmiah Sains* 11:249–252.
- Walters, J. P., Archer, D. W., Sassenrath, G. F., Hendrickson, J. R., Hanson, J. D., Halloran, J. M., Vadas, P., Alarcon, V. J. 2016. Exploring agricultural production systems and their fundamental components with system dynamics modelling. *Ecological Modelling* 333:51–65.
- Widodo, K. H., Rembulan, D. 2010. Basic Supply Chain Bawang Merah Daerah Istimewa Yogyakarta Dari Perspektif Sistem Dinamis. *INASEA* 11:87–95.
- Willy, D. 2012. Pemanfaatan Dahan Salak (*Salacca Edulis*) Untuk Komponen Interior Dan Kerajinan. <https://apikayu.wordpress.com/2012/05/24/pemanfaatan-dahan-salak/>.

## AUTHOR GUIDELINES

### Term and Condition

1. Types of paper are original research or review paper that relevant to our Focus and Scope and never or in the process of being published in any national or international journal
2. Paper is written in good Indonesian or English
3. Paper must be submitted to <http://journal.trunojoyo.ac.id/agrointek/index> and journal template could be download here.
4. Paper should not exceed 15 printed pages (1.5 spaces) including figure(s) and table(s)

### Article Structure

1. Please ensure that the e-mail address is given, up to date and available for communication by the corresponding author
2. Article structure for original research contains

**Title**, The purpose of a title is to grab the attention of your readers and help them decide if your work is relevant to them. Title should be concise no more than 15 words. Indicate clearly the difference of your work with previous studies.

**Abstract**, The abstract is a condensed version of an article, and contains important points of introduction, methods, results, and conclusions. It should reflect clearly the content of the article. There is no reference permitted in the abstract, and abbreviation preferably be avoided. Should abbreviation is used, it has to be defined in its first appearance in the abstract.

**Keywords**, Keywords should contain minimum of 3 and maximum of 6 words, separated by semicolon. Keywords should be able to aid searching for the article.

**Introduction**, Introduction should include sufficient background, goals of the work, and statement on the unique contribution of the article in the field. Following questions should be addressed in the introduction: Why the topic is new and important? What has been done previously? How result of the research contribute to new understanding to the field? The introduction should be concise, no more than one or two pages, and written in present tense.

Material and methods, “This section mentions in detail material and methods used to solve the problem, or prove or disprove the hypothesis. It may contain all the terminology and the notations used, and develop the equations used for reaching a solution. It should allow a reader to replicate the work”

**Result and discussion**, “This section shows the facts collected from the work to show new solution to the problem. Tables and figures should be clear and concise to illustrate the findings. Discussion explains significance of the results.”

**Conclusions**, “Conclusion expresses summary of findings, and provides answer to the goals of the work. Conclusion should not repeat the discussion.”

**Acknowledgment**, Acknowledgement consists funding body, and list of people who help with language, proof reading, statistical processing, etc.

**References**, We suggest authors to use citation manager such as Mendeley to comply with Ecology style. References are at least 10 sources. Ratio of primary and secondary sources (definition of primary and secondary sources) should be minimum 80:20.

#### Journals

Adam, M., Corbeels, M., Leffelaar, P.A., Van Keulen, H., Wery, J., Ewert, F., 2012. Building crop models within different crop modelling frameworks. *Agric. Syst.* 113, 57–63. doi:10.1016/j.agsy.2012.07.010

Arifin, M.Z., Probawati, B.D., Hastuti, S., 2015. Applications of Queuing Theory in the Tobacco Supply. *Agric. Sci. Procedia* 3, 255–261. doi:10.1016/j.aaspro.2015.01.049

#### Books

Agrios, G., 2005. *Plant Pathology*, 5th ed. Academic Press, London.