

# Model Optimasi Pengembangan Agroindustri Komoditas Apel di Kecamatan Poncokusumo Kabupaten Malang

Mayang Puspita Salim dan Cahyono Susetyo

Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

*e-mail*: cahyono\_s@urplan.its.ac.id

**Abstrak**—Kecamatan Poncokusumo memiliki potensi komoditas unggulan apel yang baik untuk dikembangkan. Tetapi masih terdapat permasalahan pemanfaatan apel yang harus dihadapi. Sejauh ini program kawasan agropolitan di Kecamatan Poncokusumo masih berorientasi pada usahatani (*on-farm*) dibandingkan aspek pasca produksinya (*off-farm*). Pasalnya, peningkatan kesejahteraan keluarga tani tidak bisa hanya mengandalkan pendapatan dari hasil usahatani (*on-farm*). Melihat kondisi tersebut kesempatan kerja di pedesaan harus mulai mengarah pada kegiatan pasca produksi (*off-farm*) yakni usaha pengolahan melalui agroindustri pengolahan komoditas apel dengan mempertimbangkan keterbatasan sumber daya yang ada agar dapat meraih keuntungan yang maksimal. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menyusun model optimasi pengembangan agroindustri komoditas apel di Kecamatan Poncokusumo Kabupaten Malang. Penelitian ini menggunakan 2 metode analisis. Pertama, analisis delphi untuk menentukan variabel yang berpengaruh terhadap model optimasi pengembangan agroindustri. Kedua analisis *linear programming* untuk merumuskan model optimasi pengembangan agroindustri. Dari hasil analisis yang telah dilakukan didapatkan 6 variabel yang berpengaruh terhadap model optimasi pengembangan agroindustri yaitu kuantitas bahan baku, kebutuhan bahan baku, pendanaan, harga produk, jumlah hasil produksi, dan keuntungan produk serta didapatkan 2 skenario model optimasi. Sehingga agar agroindustri berkembang secara optimal berdasarkan hasil dari model optimasinya perlu memanfaatkan bahan baku sebesar 51.263.000 Kg dengan modal yang dibutuhkan sebesar Rp.31.567.251.405 dan keuntungan maksimal yang diperoleh sebesar Rp131.034.161.079 pertahunnya berdasarkan skenario 1. Sedangkan berdasarkan skenario 2 perlu memanfaatkan bahan baku sebesar 48.845.529 Kg dengan modal yang dibutuhkan sebesar Rp.13.802.400.000 dan keuntungan maksimal yang diperoleh sebesar Rp117.443.167.162 pertahunnya.

**Kata Kunci**—Agroindustri Komoditas Unggulan Apel, Delphi, Keuntungan Maksimal, *Linear Programming*, Model Optimasi.

## I. PENDAHULUAN

**P**ENGEMBANGAN wilayah adalah upaya pembangunan serta pemerataan wilayah berdasarkan fungsi tertentu dari suatu unit wilayah yang mencakup fungsi ekonomi, sosial, budaya, politik, pertahanan dan keamanan guna mencapai pemerataan kesejahteraan antar wilayah dengan memanfaatkan berbagai sumber daya alam yang dimiliki baik itu sumber daya manusia, sumber daya kelembagaan, sumber daya teknologi dan prasarana fisik secara efektif, optimal, dan berkelanjutan [1-2]. Rujukan dari E.Rustiadi (2009) menjelaskan, konsep pengembangan agropolitan merupakan salah satu konsep pengembangan wilayah yang berbasis ekonomi [3].

Peraturan Presiden No 80 Tahun 2019 terkait Percepatan Pembangunan Ekonomi menyatakan, bahwa kegiatan yang mendukung percepatan Kawasan Bromo Tengger Semeru salah satunya adalah pengembangan kawasan agropolitan Poncokusumo. Hal tersebut mendukung Keputusan Bupati Malang No. 180/1146/KEP/421.013/2007 yang menyatakan bahwa Poncokusumo merupakan Sentra Kawasan Agropolitan Kabupaten Malang dan telah ditetapkan dalam Masterplan Agropolitan Kabupaten Malang 2007. Selain itu berdasarkan RTRW Kabupaten Malang 2010-2030 menyatakan bahwa Poncokusumo memiliki potensi industri pengolahan hasil pertanian dan merupakan pusat sistem agropolitan.

Kecamatan Poncokusumo memiliki potensi komoditas unggulan dari subsektor tanaman hortikultura yaitu komoditas apel [1-2]. Dimana pada tahun 2019 telah menyumbangkan 70,94% terhadap produksi apel di seluruh Kabupaten Malang [4]. Produksi apel meningkat dari tahun 2015-2018 sebesar 35%, namun sempat mengalami penurunan pada tahun 2019 sebesar 12%. Selain itu, apel merupakan identitas dan ciri khas dari Kecamatan Poncokusumo dimana telah meraih sertifikasi dari Otoritas Kompetensi Keamanan Pangan (OKKP) daerah [5].

Namun, di balik potensinya, terdapat permasalahan yang harus dihadapi diantaranya, terjadi penurunan luas lahan apel produktif sebesar 220 Ha atau sebesar 35% lahan apel sudah dialihfungsikan yang disebabkan oleh masalah perubahan cuaca yang ekstrem dan rendahnya harga buah apel yang dijual langsung pada saat panen raya, akhirnya mengakibatkan petani beralih menjadikan lahan apel yang dimilikinya untuk sayuran atau tanaman lain [4-6]. Selain itu, produktivitas tanaman apel mengalami penurunan disebabkan pola budidaya petani di masa lalu yang kurang memperhatikan aspek kelestarian lingkungan dan penggunaan pupuk kimia secara terus menerus tanpa diimbangi pupuk organik dapat merusak stuktur tanah [6]. Selain itu, apel juga merupakan salah satu produk hortikultura yang mudah rusak dan busuk [7]. Pasalnya daerah jangkauan pemasaran apel Poncokusumo tidak hanya meliputi wilayah lokal Malang saja akan tetapi sampai ke daerah Surabaya, Jakarta, Semarang, Solo, Yogyakarta, Bogor, Cianjur, Bandung, Bali, Kalimantan, Ujungpandang, Medan dan kota-kota lain yang membutuhkan waktu cukup lama dalam pendistribusiannya [8]. Dengan kondisi tersebut apel yang dijual dalam bentuk buah dirasa kurang menguntungkan bagi petani. Oleh sebab itu, perlu adanya suatu upaya pengolahan untuk bisa meningkatkan nilai tambah dan nilai jual apel [7]. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan mendukung dan mendorong

industrialisasi pertanian melalui agroindustri pengolahan hasil pertanian. Hal tersebut dikarenakan melalui agroindustri pengolahan hasil pertanian dapat meningkatkan nilai tambah terhadap hasil pertanian, mendukung upaya pembangunan pertanian dan memberikan efek berganda pada penciptaan lapangan pekerjaan [9].

Namun sejauh ini, pelaksanaan program Kawasan Agropolitan di Poncokusumo masih cenderung berorientasi pada aspek produksi (*on-farm*), sementara aspek pasca produksi (*off-farm*) belum ditangani secara optimal [5]. Hal tersebut dikarenakan keterbatasan modal dan juga kendala lain seperti penurunan hasil produksi apel sehingga terbatasnya ketersediaan dari sumber daya bahan baku apel yang digunakan sebagai input untuk kegiatan pasca produksi [5-6]. Berkaitan dengan hal tersebut, berdasarkan observasi lapangan dan wawancara, komoditas apel di Kecamatan Poncokusumo memang dimanfaatkan untuk 4 kegiatan, yaitu 3 kegiatan pengolahan agroindustri sari apel, kripik apel dan carangmas apel, serta ada pula apel segar yang dijual secara langsung. Nantinya dengan sumberdaya bahan baku dan modal yang tersedia harus dapat dialokasikan secara optimal di 4 kegiatan tersebut dan bisa menghasilkan keuntungan yang maksimal. Berkaitan dengan keuntungan yang maksimal, berdasarkan argumen dari Anindita (2009) menyatakan bahwa keberhasilan petani dalam peningkatan aspek produksi (*on-farm*) tidak serta merta meningkatkan pendapatan petani karena nilai tambah ekonomi tidak hanya berasal dari aspek produksi (*on-farm*) tapi juga dari kegiatan pasca produksi (*off-farm*) nya. Sehingga, berangkat dari argumen rujukan Anindita (2009) mengindikasikan bahwa peningkatan kesejahteraan keluarga tani tidak bisa hanya mengandalkan pendapatan dari hasil usahatani atau aspek produksi (*on-farm*), dan melihat kondisi tersebut kesempatan kerja di pedesaan harus mulai mengarah pada kegiatan pasca produksi (*off-farm*) yakni usaha pengolahan dalam penelitian ini adalah agroindustri pengolahan hasil pertanian dari komoditas apel [10]. Dalam rangka pencapaian keuntungan yang maksimal dari pengembangan agroindustri akan selalu dihadapkan pada keterbatasan seperti sumber daya modal, tenaga kerja, bahan baku, serta teknologi yang digunakan [9-11]. Seperti kondisi pengembangan agroindustri di Kecamatan Poncokusumo yang terkendala keterbatasan sumber daya bahan baku dan modal [5-6].

Sehubungan dengan kondisi ketersediaan sumber daya yang terbatas perlu diupayakan bagaimana caranya agar masukan (input) dapat mencapai keluaran (output) berupa produksi barang atau jasa yang optimal [12]. Oleh karena itu diperlukan alat analisis data untuk mencari, memilih dan menentukan alternatif yang tepat dari berbagai alternatif grafis dan metode analisis secara aljabar (metode simpleks) yang nantinya dapat mendesain perencanaan terbaik agar dapat mengoptimalkan keluaran (output) yang dapat diperoleh [12]. Salah satu alat analisis yang tepat adalah *linear programming*. Secara matematis, optimasi dengan menggunakan *linear programming* akan menghasilkan keuntungan yang maksimal dari fungsi tertentu dengan memperhatikan faktor-faktor pembatasnya. Optimasi menggunakan *linear programming* adalah suatu alat analisis yang tepat dalam menentukan keputusan agar hasil penyelesaian yang didapatkan bisa optimal sesuai dengan

kendala “state of nature” yang harus dipenuhi [12].

Sehingga untuk mencapai keberhasilan usaha agroindustri pengolahan hasil pertanian komoditas apel dengan mempertimbangkan keterbatasan sumber daya yang ada, perlu mengkombinasikan sumber daya yang dimiliki secara optimal untuk menghasilkan sebuah produk agar dapat diperoleh keuntungan yang maksimal. Berdasarkan hal tersebut dalam upaya pencapaiannya memerlukan perencanaan yang tepat. Perencanaan yang tepat untuk menentukan alternatif yang terbaik dapat dicapai dengan merumuskan sebuah model optimasi pengembangan agroindustri di Kecamatan Poncokusumo Kabupaten Malang.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan survei primer dan sekunder. Survei primer dalam penelitian ini dilakukan dengan pengumpulan data dengan melakukan pengamatan secara langsung (observasi lapangan), wawancara serta kuesioner. Sedangkan pengumpulan data sekunder bersumber dari dokumen yang dimiliki oleh instansi antara lain: Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah Kabupaten Malang, Badan Pusat Statistik, Dinas Tanaman Pangan dan Hortikultura, dan instansi terkait lainnya.

### B. Metode Analisis

#### 1) Analisis Variabel-variabel yang Berpengaruh terhadap Model Optimasi Pengembangan Agroindustri Komoditas Apel.

Untuk mencari variabel yang berpengaruh terhadap model optimasi pengembangan agroindustri komoditas apel dalam penelitian ini digunakan analisis delphi. Analisis delphi berfungsi untuk menguji validasi variabel yang telah ditentukan dan bertujuan untuk menemukan konsensus dalam suatu variabel berdasarkan pandangan dari beberapa stakeholder. Output yang dihasilkan adalah variabel yang berpengaruh terhadap model optimasi pengembangan agroindustri komoditas apel.

Sebelum melakukan analisis delphi dilakukan pemetaan stakeholder untuk menentukan stakeholder kunci yang terlibat dalam pembangunan dan pengembangan agroindustri di Kecamatan Poncokusumo Kabupaten Malang. Berdasarkan pemetaan stakeholder didapatkan 5 stakeholder terpilih dari Bappeda Kabupaten Malang, Dinas Tanaman Pangan, Hortikultura dan Perkebunan Kabupaten Malang, Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Malang, serta Pengusaha Agroindustri KUM Lestari Makmur.

#### 2) Analisis Model Optimasi Pengembangan Agroindustri Komoditas Apel Menggunakan Linear Programming

Model optimasi pengembangan agroindustri komoditas apel pada penelitian ini menggunakan metode *linear programming* dengan *software Excel Solver* yang disebut juga dengan formulasi model. Model program linear memperlihatkan karakteristik umum seperti: (1) fungsi tujuan untuk dimaksimalkan dan diminimalkan, (2) kumpulan batasan-batasan atau bisa disebut dengan fungsi kendala (3) variabel-variabel keputusan untuk mengukur

tingkatan aktivitas, dan (4) semua hubungan batasan dan fungsi tujuan adalah linear. Output yang dihasilkan dari analisis *linear programming* adalah skenario model optimasi pengembangan agroindustri komoditas apel. Untuk langkah-langkah yang dilakukan pemodelan optimasi *linear programming* diantaranya:

a. Merumuskan model fungsi tujuan yang diperoleh dari persamaan linear matematis. Dalam penelitian ini yang menjadi fungsi tujuan adalah maksimasi keuntungan yang dapat diraih dari agroindustri sari apel, kripik apel, carangmas apel dan apel yang dijual langsung. Maka dapat dicari nilai dari total keuntungan pada fungsi tujuan yang dapat diformulasikan sebagai berikut :

$$Z = C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + C_4X_4 + \dots + C_nX_n \quad (1)$$

Keterangan :

Z : Total Pendapatan

C<sub>1</sub> : Keuntungan sari apel

X<sub>1</sub> : Jumlah hasil produksi sari apel

C<sub>2</sub> : Keuntungan kripik apel

X<sub>2</sub> : Jumlah hasil produksi kripik apel

C<sub>3</sub> : Keuntungan carangmas

X<sub>3</sub> : Jumlah hasil produksi carangmas apel

C<sub>4</sub> : Keuntungan buah apel

X<sub>4</sub> : Jumlah hasil produksi apel yang dijual langsung

b. Merumuskan fungsi kendala yang diperoleh dari perhitungan matematis yang terdiri dari hal-hal yang membatasi keputusan yang diambil

Kendala bahan baku yaitu banyaknya bahan baku (a<sub>1n</sub>) yang dibutuhkan untuk agroindustri sari apel, kripik apel, carangmas apel, dan apel yang dijual langsung formulasinya ditulis sebagai berikut:

$$(a_{11} \cdot X_1) + (a_{12} \cdot X_2) + (a_{13} \cdot X_3) + (a_{14} \cdot X_4) + \dots + (a_{1n} \cdot X_n) \leq b_1 \quad (2)$$

Kendala modal, yaitu banyaknya modal (a<sub>2n</sub>) yang dibutuhkan untuk mengerjakan agroindustri sari apel, kripik apel, carangmas apel dan apel yang dijual langsung. Dalam fungsi kendala modal ini dibagi menjadi 2 skenario, dimana skenario 1 batasan modal yang digunakan adalah lebih dari sama dengan (≥) ketersediaan modal. Sedangkan skenario 2 batasan modal kurang dari sama dengan (≤) modal yang tersedia. Sehingga berdasarkan kedua skenarui tersebut rumus matematikanya adalah:

$$(a_{21} \cdot X_1) + (a_{22} \cdot X_2) + (a_{22} \cdot X_3) + (a_{24} \cdot X_4) + \dots + (a_{2n} \cdot X_n) \geq b_2 \quad (3)$$

$$(a_{21} \cdot X_1) + (a_{22} \cdot X_2) + (a_{22} \cdot X_3) + (a_{24} \cdot X_4) + \dots + (a_{2n} \cdot X_n) \leq b_2 \quad (4)$$

Kendala non negatif yaitu untuk kapasitas produksi, yaitu kapasitas bahan baku apel (Kg) yang dapat diproduksi tiap industri pengolahan untuk menghasilkan sari apel, kripik apel, carangmas apel serta jumlah maksimal apel yang dapat dijual secara langsung tiap bulannya:

$$X_1, X_2, X_3, X_4, \dots, X_n \geq 0 \quad (5)$$

Keterangan :

X<sub>1</sub> : Jumlah hasil produksi sari apel (Kg)

X<sub>2</sub> : Jumlah hasil produksi kripik apel (Kg)

X<sub>3</sub> : Jumlah hasil produksi carangmas apel (Kg)

Tabel 1.  
Kompilasi Hasil Kuesioner Delphi

No	Variabel	Responden				
		1	2	3	4	5
1	Kuantitas Bahan Baku	S	S	S	S	S
2	Kontinuitas Bahan Baku	TS	TS	TS	TS	TS
3	Kebutuhan Bahan Baku	S	S	S	S	S
4	Kuantitas Tenaga Kerja	TS	TS	TS	TS	TS
5	Tingkat Pendidikan Tenaga Kerja	TS	TS	TS	TS	TS
6	Ketersediaan Kelompok Usaha Tani	TS	TS	TS	TS	TS
7	Ketersediaan KUD/KUM	TS	TS	TS	TS	TS
8	Ketersediaan Bank	TS	TS	TS	TS	TS
9	Pendanaan	S	S	S	S	S
10	Teknologi/mesin	TS	TS	TS	TS	TS
11	Pasar	TS	TS	TS	TS	TS
12	Jaringan Jalan	TS	TS	TS	TS	TS
13	Jaringan Listrik	TS	TS	TS	TS	TS
14	Jaringan Air	TS	TS	TS	TS	TS
15	Rencana Tata Ruang	TS	TS	TS	TS	TS
16	Kebijakan Pengembangan Agroindustri	TS	TS	TS	TS	TS
17	Harga Produk	S	S	S	S	S
18	Jumlah Hasil Produksi	S	S	S	S	S
19	Keuntungan Produk	S	S	S	S	S

X<sub>4</sub> : Jumlah hasil produksi apel yang dijual langsung (Kg)

C<sub>1</sub> : Keuntungan sari apel (Rp)

C<sub>2</sub> : Keuntungan kripik apel (Rp)

C<sub>3</sub> : Keuntungan carangmas apel (Rp)

C<sub>4</sub> : Keuntungan apel yang dijual langsung (Rp)

a<sub>11</sub> : Bahan baku untuk pembuatan sari apel (Kg)

a<sub>12</sub> : Bahan baku untuk pembuatan kripik apel (Kg)

a<sub>13</sub> : Bahan baku untuk pembuatan carangmas apel (Kg)

a<sub>14</sub> : Bahan baku apel untuk dijual langsung (Kg)

b<sub>1</sub> : Ketersediaan bahan baku apel (Kg)

a<sub>21</sub> : Modal untuk pembuatan sari apel (Rp)

a<sub>22</sub> : Modal untuk pembuatan kripik apel (Rp)

a<sub>23</sub> : Modal untuk pembuatan carangmas apel (Rp)

a<sub>24</sub> : Modal unruk apel yang dijual langsung (Rp)

b<sub>2</sub> : Ketersediaan modal (Rp)

c. Pemodelan *linear programming*.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Analisis Variabel-variabel yang Berpengaruh Terhadap Model Optimasi Pengembangan Agroindustri Komoditas Apel.

Hasil dari wawancara didapatkan konsensus pada seluruh responden sehingga tidak dilakukan tahap iterasi. Hasil dari wawancara delphi variabel yang berpengaruh terhadap model optimasi pengembangan agroindustri komoditas apel di Kecamatan Poncokusumo Kabupaten Malang dapat dilihat pada Tabel 1.

#### B. Model Optimasi Pengembangan Agroindustri Komoditas Apel Menggunakan Linear Programming.

Untuk menemukan besar keuntungan yang maksimal dengan penggunaan bahan baku dan modal yang optimal untuk kegiatan agroindustri sari apel, kripik apel dan carangmas apel, serta apel yang dijual secara langsung dapat diperoleh melalui perumusan model matematis. Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu optimasi pengembangan agroindustri sari apel, kripik apel, carangmas apel dan apel yang dijual secara langsung untuk mengetahui keuntungan maksimal yang dapat diperoleh denganmempertimbangkan keterbatasan sumber daya bahan

Tabel 2.  
Input Fungsi Tujuan dan Fungsi Kendala untuk Proses *Linear Programming* berdasarkan Skenario 1

	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	Constraints	Digunakan	Slack
Profit (Rupiah)	9.203	140.236	69228,5	4772,3			
FK bahan baku (Kg)	3,514	42,7	42,702	1	4.271.917	≤	4.271.917
FK modal (Rupiah)	6796,78	9.764	5771,47	10227,7	1.150.200.000	≥	2.630.604.284
Kendala non negative (Kg)	1	0	0	0	230.318	≤	230.318
	0	1	0	0	43.000	≤	43.000
	0	0	1	0	51.300	≤	37.102
	0	0	0	1	42.160	≤	42.160

baku dan modal yang dimiliki agroindustri sari apel, kripik apel, carangmas apel dan apel yang dijual secara langsung. Proses optimasi dilakukan dengan metode *linear programming* dengan bantuan *software Excel Solver*.

1) *Perumusan Fungsi Tujuan*

Perumusan fungsi tujuan bertujuan untuk menggambarkan suatu sistem yang terbentuk dari inti permasalahan dalam suatu penelitian. Selanjutnya, permasalahan tersebut diterjemahkan ke dalam bentuk model matematis secara kuantitatif sebagai representasi dari fungsi tujuan dan fungsi pembatas.

Berdasarkan hasil identifikasi kondisi awal pada wilayah penelitian, diketahui bahwa inti permasalahan yaitu ketersediaan bahan baku apel yang merupakan komoditas unggulan di Poncokusumo yang mengalami penurunan, sedangkan terdapat kegiatan yang memanfaatkan bahan baku apel dan harus terbagi secara merata dan optimal sehingga dapat menghasilkan keuntungan yang maksimal pula yaitu kegiatan agroindustri sari apel, kripik apel, carangmas apel dan apel yang dijual langsung. Selain permasalahan keterbatasan ketersediaan bahan baku apel, dalam pengembangan kegiatan agroindustri pun terkendala oleh pendanaanya.

Oleh karena itu dirumuskan optimasi pengembangan agroindustri dengan mempertimbangkan keterbatasan sumber daya bahan baku dan modal yang ada agar dapat meraih keuntungan maksimal dari hasil agroindustri sari apel, kripik apel, carangmas apel dan apel yang dijual langsung dengan cara mengkombinasikan sumber daya bahan baku dan modal yang dimiliki secara optimal untuk menghasilkan sebuah produk agar dapat meraih keuntungan yg maksimal menggunakan *linear programming* dengan fungsi tujuan seperti berikut ini :

$$Z = 9203X_1 + 140236X_2 + 69228,5X_3 + 4772,3X_4 \quad (1)$$

2) *Perumusan Fungsi Kendala*

Perumusan fungsi pembatas (*constraints*) terdiri dari rumusan fungsi linear dimana dalam rumus fungsinya terdapat variabel-variabel keputusan yang menjelaskan batasan atas keputusan yang diambil. Dalam fungsi ini terdapat beberapa bentuk model pembatas yang bisa terdiri dari persamaan (=) atau pertidaksamaan (≥ atau ≤). Model persamaan dalam fungsi pembatas memiliki nilai konstanta yang berfungsi sebagai koefisien maupun nilai yang terletak di sebelah persamaan/pertidaksamaan. Nilai tersebut dapat dikatakan sebagai parameter model yang mempengaruhi hasil optimasi. Adapun *constraint* teknis dan mutlak yang harus dipenuhi berupa ketentuan untuk hasil keputusan *nonnegative* atau memiliki nilai ≥ 0. *Constraint* yang digunakan dalam penelitian, dapat dilihat di bawah ini:

a. Kendala bahan baku yaitu banyaknya bahan baku (a<sub>1n</sub>) yang dibutuhkan untuk agroindustri sari apel, kripik apel,

carangmas apel, dan apel yang dijual langsung formulasinya ditulis sebagai berikut :

$$3,5X_1 + 42,7X_2 + 42,7X_3 + X_4 \leq 4271917 \quad (2)$$

b. Kendala modal, yaitu banyaknya modal (a<sub>2n</sub>) yang dibutuhkan untuk mengerjakan agroindustri sari apel, kripik apel, carangmas apel dan apel yang dijual langsung. Dalam fungsi kendala modal ini dibagi menjadi 2 skenario, dimana skenario 1 batasan modal yang digunakan adalah lebih dari sama dengan (≥) ketersediaan modal. Sedangkan skenario 2 batasan modal kurang dari sama dengan (≤) modal yang tersedia. Sehingga berdasarkan kedua skenario tersebut rumus matematikanya adalah:

$$6796,78X_1 + 9746X_2 + 5771,47X_3 + 10227,7X_4 \geq 1.150.200.000 \quad (3)$$

$$6796,78 X_1 + 9746X_2 + 5771,47X_3 + 10227,7X_4 \leq 1.150.200.000 \quad (4)$$

Kendala non negatif yaitu untuk kapasitas produksi, yaitu kapasitas bahan baku apel (Kg) yang dapat diproduksi tiap industri pengolahan untuk menghasilkan sari apel, kripik apel, carangmas apel serta jumlah maksimal apel yang dapat dijual secara langsung tiap bulannya :

$$X_1 \leq 230.318 \quad (5)$$

$$X_2 \leq 43.000 \quad (6)$$

$$X_3 \leq 51.300 \quad (7)$$

$$X_4 \geq 42.160 \quad (8)$$

$$X_1, X_2, X_3, X_4 \geq 0 \quad (9)$$

3) *Optimasi Pengembangan Agroindustri Komoditas Apel*

Dalam penelitian ini, proses analisis optimasi dilakukan menggunakan *software linear programming simplex method* dengan bantuan *software Excel Solver*. Fungsi tujuan dan fungsi pembatas yang telah dirumuskan di input ke dalam *excel solver*. Kemudian *excel solver* melakukan perhitungan dan iterasi model matematis *linear programming* yang telah disusun yang akhirnya akan menghasilkan output yaitu hasil solusi optimal dari setiap variabel yang merupakan alokasi jumlah produksi, penggunaan bahan baku dan modal yang digunakan untuk kegiatan agroindustri sari apel, kripik apel, carangmas apel, dan apel yang dijual secara langsung sehingga dapat menghasilkan keuntungan yang maksimal.

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, fungsi tujuan dan fungsi pembatas (*constraint*) yang sebelumnya telah dirumuskan akan dijadikan sebagai input dalam proses optimasi pengembangan agroindustri. Berikut ini merupakan hasil dari optimasinya.

1. Skenario 1

Tabel 2 merupakan tabel input fungsi tujuan dan fungsi kendala untuk proses *linear programming* menggunakan metode *excel solver*. Dimana terdapat fungsi tujuannya yaitu

Tabel 3.  
Hasil Optimasi Pengalokasian Jumlah Produksi dan Bahan Baku berdasarkan Skenario 1

Variabel	Jumlah Produksi/bulan (dus)	Bahan Baku/bulan (Kg)	Final Value		
			Jumlah Produksi/tahun (dus)	Bahan Baku/tahun (Kg)	Jumlah Produksi/bulan (dus)
X <sub>1</sub>	230.318	809.337	2.763.816	9.712.049	230.318
X <sub>2</sub>	43.000	1.836.100	516.000	22.033.200	43.000
X <sub>3</sub>	37.102	1.584.319	445.221	19.011.831	37.102
X <sub>4</sub>	42.160	42.160	505.920	505.920	42.160

Tabel 4.

Hasil Optimasi Keuntungan Maksimal yang Dapat Diperoleh dengan Pengembangan Agroindustri Komoditas Apel di Kecamatan Poncokusumo berdasarkan Skenario 1

Name	Final Value	
	Jumlah Produksi/bulan (dus)	Bahan Baku/bulan (Kg)
Profit	10.919.513.423	131.034.161.079

memperoleh keuntungan maksimal, oleh karena itu input yang dituliskan pada excel adalah profit untuk masing-masing kegiatan yang memanfaatkan bahan baku apel yaitu agroindustri sari apel (X<sub>1</sub>), kripik apel (X<sub>2</sub>), carangmas apel (X<sub>3</sub>) dan apel segar yang dijual langsung (X<sub>4</sub>) dengan satuan rupiah untuk per dusnya. Kemudian dilanjutkan dengan fungsi kendala dimana inputnya disini ada 3 fungsi kendala yang pertama yaitu fungsi kendala bahan baku dengan satuan kilogram untuk per dusnya dengan *constraints* (batasan) yaitu apel yang tersedia untuk didistribusikan di Kecamatan Poncokusumo sebesar 4.271.917 Kg perbulannya. Kedua fungsi kendala modal dengan satuan rupiah untuk per dusnya dengan *constraints* (batasan) yaitu modal yang tersedia sebesar Rp. 1.150.200.000 per bulannya dimana pada skenario 1 batasan yang digunakan adalah lebih dari sama dengan ( $\geq$ ) modal yang tersedia. Serta yang terakhir adalah kendala non negative yaitu untuk kapasitas bahan baku per bulannya yang dapat diolah untuk masing-masing kegiatan agroindustri dengan satuan kilogram per dusnya dimana untuk kapasitas pengolahan agroindustri sari apel per bulannya adalah 230.318 Kg, kripik apel sebesar 43.000, carangmas apel sebesar 51.300 dan apel segar yang dijual langsung menggunakan *constraints* (batasan) sesuai dengan kondisi eksisting apel segar secara yang dijual secara langsung yaitu sebesar 42.160 Kg per bulannya. Setelah dilakukan proses *input* akan menghasilkan seperti pada tabel 3 dan tabel 4.

Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa agar dapat memperoleh pendapatan dan keuntungan maksimal maka harus diproduksi:

- Sari Apel (X<sub>1</sub>): 2.763.816 dus dengan memanfaatkan 9.712.049 Kg bahan baku apel dalam 1 tahun.
- Kripik Apel (X<sub>2</sub>): 516.000 dus dengan memanfaatkan 22.033.200 Kg bahan baku apel dalam 1 tahun.
- Carangmas Apel (X<sub>3</sub>): 445.221 dus dengan memanfaatkan 19.011.831 Kg bahan baku apel dalam 1 tahun.
- Serta menjual apel segar (X<sub>4</sub>) di dalam Kecamatan Poncokusumo sebanyak 505.920 Kg apel dan mendistribusikan apel segar ke luar Malang Raya dan ekspor ke Luar Negeri sebesar 48.500.000 Kg dalam 1 tahun.

Secara keseluruhan total bahan baku apel yang dimanfaatkan oleh Kecamatan Poncokusumo untuk memproduksi sari apel, kripik apel, carangmas apel dan apel segar yang dijual secara langsung sebesar 51.263.000 Kg per tahun dari ketersediaan apel yang dapat didistribusikan di

dalam Kecamatan Poncokusumo sebesar 51.263.000 Kg per tahun. Sehingga berdasarkan hal tersebut dapat dinyatakan bahwa bahan baku apel yang tersedia untuk didistribusikan di kecamatan Poncokusumo semua teralokasikan untuk pengembangan agroindustri komoditas apel di Kecamatan Poncokusumo Kabupaten Malang. Sedangkan modal yang diperlukan untuk memproduksi bahan baku sejumlah 51.263.000 Kg per tahunnya sebesar Rp. 31.567.251.405 dari ketersediaan dana yang dimiliki per tahunnya sebesar Rp.13.802.400.000. Oleh karena itu perlunya penambahan alokasi dana sebesar Rp.17.764.851.405 agar ketersediaan bahan baku dapat diolah secara optimal. Hal tersebut dapat diwujudkan dengan meningkatkan dukungan dan jalinan kemitraan dengan lembaga penyedia jasa permodalan serta promosi investasi untuk pengembangan agroindustri berbahan baku apel dalam pembangunan sistem perbankan. Selain itu perlu juga mengadakan dan mengoptimalkan lembaga keuangan (bank perkreditan) sebagai akses petani (penyedia bahan baku apel) dan pengusaha agroindustri apel dalam pengembangan kegiatan agroindustri di Kecamatan Poncokusumo.

Adapun secara berturut-turut besarnya pendapatan dan keuntungan maksimum yang didapatkan Kecamatan Poncokusumo dengan memproduksi sari apel, kripik apel carangmas apel dan menjual apel segar di dalam Kecamatan Poncokusumo dalam 1 tahun yakni Rp162.601.412.484 dan Rp131.034.161.079.

## 2. Skenario 2

Tabel 5 merupakan tabel input fungsi tujuan dan fungsi kendala untuk proses *linear programming* menggunakan metode *excel solver*. Dimana terdapat fungsi tujuannya yaitu memperoleh keuntungan maksimal, oleh karena itu input yang dituliskan pada excel adalah profit untuk masing-masing kegiatan yang memanfaatkan bahan baku apel yaitu agroindustri sari apel (X<sub>1</sub>), kripik apel (X<sub>2</sub>), carangmas apel (X<sub>3</sub>) dan apel segar yang dijual langsung (X<sub>4</sub>) dengan satuan rupiah untuk per dusnya. Kemudian dilanjutkan dengan fungsi kendala dimana inputnya disini ada 3 fungsi kendala yang pertama yaitu fungsi kendala bahan baku dengan satuan kilogram untuk per dusnya dengan *constraints* (batasan) yaitu apel yang tersedia untuk didistribusikan di Kecamatan Poncokusumo sebesar 4.271.917 Kg perbulannya. Kedua fungsi kendala modal dengan satuan rupiah untuk per dusnya dengan *constraints* (batasan) yaitu modal yang tersedia sebesar Rp. 1.150.200.000 per bulannya dimana pada skenario 2 batasan yang digunakan adalah kurang dari sama dengan ( $\leq$ ) modal yang tersedia. Serta yang terakhir adalah kendala *nonnegative* yaitu untuk kapasitas bahan baku per bulannya yang dapat diolah untuk masing-masing kegiatan agroindustri dengan satuan kilogram per dusnya dimana untuk kapasitas pengolahan agroindustri sari apel per bulannya adalah 230.318 Kg,

Tabel 5.  
Input Fungsi Tujuan dan Fungsi Kendala untuk Proses *Linear Programming* berdasarkan Skenario 2

	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	Constraints	Digunakan	Slack
Profit (Rupiah)	9.203	140.236	69228,5	4772,3			
FK bahan baku (Kg)	3,514	42,7	42,702	1	4.271.917	≤ 4.271.917	0
FK modal (Rupiah)	6796,78	9.764	5771,47	10227,7	1.150.200.000	≤ 1.150.200.000	0
Kendala non negative (Kg)	1	0	0	0	230.318	≤ 452	229.866
	0	1	0	0	43.000	≤ 43.000	0
	0	0	1	0	51.300	≤ 51.300	0
	0	0	0	1	42.160	≤ 42.160	0

Tabel 6.  
Hasil Optimasi Pengalokasian Jumlah Produksi dan Bahan Baku Berdasarkan Skenario 2

Variabel	Jumlah Produksi/bulan (dus)	Bahan Baku/bulan (Kg)	Final Value		Jumlah Produksi/bulan (dus)
			Jumlah Produksi/tahun (dus)	Bahan Baku/tahun (Kg)	
X <sub>1</sub>	452	1.588	5.423	19.058	452
X <sub>2</sub>	43.000	1.836.100	516.000	22.033.200	43.000
X <sub>3</sub>	51.300	2.190.613	615.600	26.287.351	51.300
X <sub>4</sub>	42.160	42.160	505.920	505.920	42.160

Tabel 7.

Hasil Optimasi Keuntungan Maksimal yang Dapat Diperoleh dengan Pengembangan Agroindustri Komoditas Apel di Kecamatan Poncokusumo berdasarkan Skenario 2

Name	Final Value	
	Jumlah Produksi/bulan (dus)	Bahan Baku/bulan (Kg)
Profit	9.786.930.597	117.443.167.162

kripik apel sebesar 43.000, carangmas apel sebesar 51.300 dan apel segar yang dijual langsung menggunakan *constraints* (batasan) sesuai dengan kondisi eksisting apel segar secara yang dijual secara langsung yaitu sebesar 42.160 Kg per bulannya. Setelah dilakukan proses *input* akan menghasilkan seperti pada tabel 6 dan tabel 7.

Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa agar dapat memperoleh pendapatan dan keuntungan maksimal maka harus diproduksi:

- Sari Apel (X<sub>1</sub>): 5.423 dus dengan memanfaatkan 19.058 Kg bahan baku apel dalam 1 tahun.
- Kripik Apel (X<sub>2</sub>): 516.000 dus dengan memanfaatkan 22.033.000 Kg bahan baku apel dalam 1 tahun.
- Carangmas Apel (X<sub>3</sub>): 615.600 dus dengan memanfaatkan 26.287.351 Kg bahan baku apel dalam 1 tahun.
- Serta menjual apel segar (X<sub>4</sub>) di dalam Kecamatan Poncokusumo sebanyak 505.920 Kg apel dan mendistribusikan apel segar ke luar Malang Raya dan ekspor ke Luar Negeri sebesar 48.500.000 Kg dalam 1 tahun.

Secara keseluruhan, bahan baku apel yang dimanfaatkan oleh Kecamatan Poncokusumo untuk memproduksi sari apel, kripik apel, carangmas apel dan apel segar yang dijual secara langsung sebesar 48.845.529 Kg per tahun dari ketersediaan apel yang dapat didistribusikan di dalam Kecamatan Poncokusumo sebesar 51.263.000 Kg per tahun. Sehingga terdapat 2.417.471 Kg per tahun atau 201.456 Kg apel per bulannya yang belum dimanfaatkan. Hal tersebut disebabkan ketersediaan modal yang dimiliki perusahaan hanya sebesar Rp.13.802.400.000 per tahunnya, sehingga tidak cukup untuk memproduksi 2.417.471 Kg apel sisanya. Karena modal sebesar Rp.13.802.400.000, hanya cukup untuk memproduksi sari apel, kripik apel, carangmas apel dan apel segar 48.845.529 Kg.

Adapun secara berturut-turut besarnya pendapatan dan keuntungan maksimum yang didapatkan Kecamatan Poncokusumo dengan memproduksi sari apel, kripik apel

carangmas apel dan menjualkan apel segar di dalam Kecamatan Poncokusumo dalam 1 tahun yakni Rp131.245.567.162 dan Rp117.443.167.162

#### IV. KESIMPULAN

Variabel yang berpengaruh terhadap model optimasi pengembangan agroindustri adalah kuantitas bahan baku, kebutuhan bahan baku, pendanaan, harga, jumlah hasil produksi dan keuntungan produk. Berdasarkan model optimasi dihasilkan 2 skenario untuk solusi optimal pengembangan agroindustri komoditas apel di Kecamatan Poncokusumo.

Pada skenario 1, agar pengembangan agroindustri komoditas apel di Kecamatan Poncokusumo optimal, maka harus tersedia bahan baku apel sebesar 51.263.000 Kg per tahunnya. Dimana dari angka tersebut alokasi kebutuhan bahan baku yang harus dipenuhi untuk agroindustri sari apel sebesar 9.712.049 Kg dengan jumlah produksi sebesar 2.763.816 dus, agroindustri kripik apel sebesar 22.033.200 Kg, dengan jumlah produksi sebesar 516.000 dus, agroindustri carangmas apel sebesar 19.011.835 Kg, dengan jumlah produksi sebesar 445.221 dus dan apel segar yang dijual langsung di Kecamatan Poncokusumo sebesar 505.920 Kg serta mendistribusikan apel segar ke luar Malang Raya dan ekspor ke Luar Negeri sebesar 48.500.000 Kg. Sedangkan pendanaan yang diperlukan untuk memproduksi bahan baku sejumlah 51.263.000 Kg sebesar Rp.31.567.251.405 dari ketersediaan dana yang dimiliki saat ini sebesar Rp. 13.802.400.000. Oleh karena itu perlunya penambahan alokasi dana sebesar Rp.17.764.851.405 agar ketersediaan bahan baku dapat diolah secara optimal. Hal tersebut dapat diwujudkan dengan meningkatkan dukungan dan jalinan kemitraan dengan lembaga penyedia jasa permodalan serta promosi investasi untuk pengembangan agroindustri berbahan baku apel dalam pembangunan sistem perbankan. Selain itu perlu juga mengadakan dan mengoptimalkan lembaga keuangan (bank perkreditan) sebagai akses petani (penyedia bahan baku apel) dan pengusaha agroindustri apel dalam pengembangan kegiatan agroindustri di Kecamatan Poncokusumo. Adapun secara berturut-turut besarnya pendapatan dan keuntungan maksimum yang didapatkan Kecamatan Poncokusumo dengan memproduksi sari apel, kripik apel carangmas apel dan menjualkan apel segar di dalam Kecamatan

Poncokusumo dalam 1 tahun yakni Rp162.601.412.484 dan Rp131.034.161.079 dan selisih pendapatan dan keuntungan antara kondisi actual dan solusi optimal secara berturut-turut sebesar Rp140.659.592.484 dan Rp118.975.301.079.

Pada skenario 2, agar pengembangan agroindustri komoditas apel di Kecamatan Poncokusumo optimal dengan memperoleh pendapatan dan keuntungan maksimal, maka harus tersedia bahan baku apel sebesar 48.845.529 Kg per tahunnya. Dimana dari angka tersebut alokasi kebutuhan bahan baku yang harus dipenuhi untuk agroindustri sari apel sebesar 19.058 Kg dengan jumlah produksi sebesar 5.432 dus, agroindustri kripik apel sebesar 22.033.200 Kg, dengan jumlah produksi sebesar 516.000 dus, agroindustri carangmas apel sebesar 26.287.351 Kg, dengan jumlah produksi sebesar 615.600 dus dan apel segar yang dijual langsung di Kecamatan Poncokusumo sebesar 505.920 Kg serta mendistribusikan apel segar ke luar Malang Raya dan ekspor ke Luar Negeri sebesar 48.500.000 Kg. Sedangkan pendanaan yang diperlukan untuk memproduksi bahan baku sejumlah 48.845.529 Kg sebesar Rp. 13.802.400.000. Adapun secara berturut-turut besarnya pendapatan dan keuntungan maksimum yang didapatkan Kecamatan Poncokusumo dengan memproduksi sari apel, kripik apel carangmas apel dan menjualkan apel segar di dalam Kecamatan Poncokusumo dalam 1 tahun yakni Rp131.245.567.162 dan Rp117.443.167.162 dan selisih pendapatan dan keuntungan antara kondisi actual dan solusi optimal secara berturut-turut Rp109.303.747.162 dan Rp105.384.307.162.

Hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan pemerintah dalam pengembangan ekonomi wilayah dengan memanfaatkan dan memaksimalkan potensi dan sumber daya lokal untuk meningkatkan nilai ekonomi. Serta diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam

pengolahan hasil produksi komoditas apel untuk memaksimalkan keuntungan dari hasil produksi komoditas apel bagi masyarakat di Kecamatan Poncokusumo Kabupaten Malang.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] E.Rustiadi, S.Saefulhakim, dan D.R.Panuju, *Perencanaan dan Pengembangan Wilayah*. Jakarta: Crestpent Press, 2011.
- [2] A.K.Mahi, *Pengembangan Wilayah Teori dan Aplikasi*. Jakarta: Kencana, 2016.
- [3] E. Rustiadi and S. Pranoto, *Agropolitan Membangun Ekonomi Perdesaan*. Bogor: Crespent Press, 2007.
- [4] Badan Pusat Statistik, *Kecamatan Poncokusumo dalam Angka 2019*. Malang: Badan Pusat Statistik, 2019.
- [5] N.Baladina, R.Anindita, dan R.Putri, "Identifikasi potensi komoditi pertanian unggulan dalam penerapan konsep agropolitan di kecamatan poncokusumo, kabupaten malang," *J. Agrise*, vol. XIII No.2, no. 1412-1425, 2013.
- [6] Kuntari, Y.Budhi, dan R.Madiyanto, "Pemulihan tanaman apel di desa gubugklakah, poncokusumo sebagai implementasi sistem inovasi daerah (SIDA) kabupaten malang," *J. Karta Raharja*, vol. 1 No.1, hal. 47-55, 2019.
- [7] G.H.Anggraini, N.Hanani, dan W.A.Gutama, "Strategi pengembangan sari apel lestari: (studi kasus di koperasi lestari makmur, desa wonomulyo, kecamatan poncokusumo, kabupaten malang)," *J. Ekon. Pertan. dan Agribisnis*, vol. 1 No.1, hal. 33-43, 2017.
- [8] I.Akhadiyah, "Pola Distribusi Apel (*Malus Sylvestris* Mill.) Poncokusumo." Universitas Brawijaya, 2008.
- [9] Supriyanti dan E.Suryani, "Peranan, peluang dan kendala pengembangan agroindustri di Indonesia," *Forum Penelit. Agro Ekon.*, vol. 24 No.2, 2006.
- [10] R. Anindita, *Industrialisasi Pertanian : Suatu Perspektif Menuju Pertanian Yang Tangguh*. Malang: Pidato Ilmiah dalam rangka Dies Natalis ke-46 Universitas Brawijaya, 2009.
- [11] A.S.Rusdiyana, "Analisis masalah pengembangan perbankan syariah di Indonesia: aplikasi metode analytic network process (ANP)," *J. Bisnis dan Manaj.*, vol. 6 No.2, hal. 237-246, 2016.
- [12] Rofatin, Betty, H.Nuryaman, dan S.Suyudi, "Optimasi agroindustri stroberi Optimization Agroindusri Strawberries," *J. Mimb. Agribisnis*, vol. 1 No.3, hal. 281-290, 2018.