

ALGORITMA SINKRONISASI JADWAL PEMBIMBITAN DAN PENANAMAN DENGAN RENCANA PENJUALAN PRODUK SAYUR ORGANIK DALAM SUATU RANTAI PASOK

Dewie Saktia Ardiantono, Ahmad Rusdiansyah

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

Email: arusdian@ie.its.ac.id

Abstrak-Penelitian ini akan mengembangkan algoritma sinkronisasi jadwal pembibitan dan penjadwalan dalam suatu rantai pasok sayuran segar. Algoritma yang dibuat diaplikasikan pada dua eselon *agricultural supply chain* yaitu Urban Farming Center dan Petani. Urban Farming Center merupakan sebuah organisasi yang mengembangkan kerjasama dengan petani dengan menggunakan konsep *contract farming*. Urban Farming Center mempunyai tanggung jawab untuk menerima permintaan sayur dari pelanggan, kemudian membuat jadwal pembibitan dan penanaman sayur kepada petani berdasarkan rencana penjualan yang telah dibuat. Setelah jangka aktu tertentu, petani membawa hasil panen ke Urban Farming Center untuk kemudian ditukar dengan bibit sayur siap tanam pada periode berikutnya. Dikarenakan lahan di perkotaan semakin terbatas, maka proses penanaman yang ditugaskan kepada petani menggunakan konsep *mixed cropping* untuk memaksimalkan produktivitas lahan dan mengoptimalkan *revenue sharing* dari keuntungan yang diperoleh. Pada penelitian ini akan dilakukan uji numerik dengan menggunakan empat skenario utama, yaitu perubahan ketersediaan lahan terhadap kombinasi *mixed cropping*, perubahan produktivitas dan perubahan target produksi terhadap keuntungan yang diperoleh.

Kata Kunci: *Contract Farming; Mixed Cropping; Penjadwalan Tanam; Rantai Pasok Sayuran Segar*

1. PENDAHULUAN

Indonesia pada hakikatnya merupakan negara agraris yang kaya akan hasil pertanian, kehutanan, perkebunan, peternakan dan perikanan. Secara geografis, Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki potensi alam yang besar, tidak hanya dalam bidang kelautan tetapi juga dalam pengolahan pertanian. Hal ini dikarenakan wilayah Indonesia yang sangat subur. Kondisi ini memberikan peluang bagi sebagian besar masyarakat Indonesia untuk melakukan kegiatan usaha di bidang pertanian. Produk pertanian merupakan kebutuhan primer dari manusia, sehingga pertambahan penduduk juga mempengaruhi peningkatan permintaan produk pertanian. Hal ini menjadi satu alasan, pengembangan usaha pertanian menjadi pilihan yang sangat strategis dan sejalan dengan upaya pemerintah untuk mengembangkan sumber – sumber pertumbuhan ekonomi baru di luar bidang perminyakan dan gas.

Keseimbangan antara pasokan dan permintaan terhadap suatu produk merupakan permasalahan yang sangat penting bagi semua industri. Pada industri pertanian, perencanaan produksi dibuat beberapa bulan sebelum permintaan yang sebenarnya diwujudkan dengan kemungkinan tidak ada fleksibilitas untuk meningkatkan

jumlah pasokan setelahnya (Tan dan Comden, 2012). Penelitian ilmiah tentang rantai pasok masih didominasi oleh peneliti-peneliti dari negara maju seperti Amerika Serikat dan negara-negara di Eropa (Sachan, 2005). Dengan demikian kasus yang dibahas juga sebagian besar berasal dari negara-negara maju tersebut. Masih sedikit kasus yang diambil dari negara-negara berkembang seperti Indonesia. Disamping itu penelitian tentang rantai pasok sebagian besar menggunakan industri manufaktur sebagai studi kasus. Masih sedikit yang membahas rantai pasok produk *perishable*, seperti sayuran dan buah-buahan. Padahal produk-produk *perishable* tersebut memerlukan penanganan khusus sebelum tiba di konsumen. Penelitian pada produk *perishable* ini sangat menarik untuk dilakukan karena memiliki karakteristik yang sensitif terhadap temperatur, dimana umur produk sendiri dipengaruhi oleh karakteristik produk, kondisi lingkungan, dan waktu (Wang dan Li, 2012).

Salah satu sistem pertanian yang saat ini menjadi tren di dunia adalah *Urban Farming* atau pertanian perkotaan. *Urban Farming* merupakan pertanian yang dilakukan dengan memanfaatkan seefisien mungkin lahan sempit di perkotaan. Di negara – negara maju, *Urban Farming* tidak hanya sebagai hobi tetapi juga menjadi bisnis. Baik yang dikelola oleh individu, komunitas, perusahaan komersial maupun perguruan tinggi. Produk – produk tersebut dirupakan dalam bentuk sayuran organik yakni sayuran yang penanamannya tidak menggunakan pestisida ataupun bahan pupuk kimia yang lainnya. Sehingga dalam penangannya membutuhkan perlakuan khusus misalnya menggunakan *green house* untuk menghindari serangan hama.

Pada penelitian ini, pengelolaan *urban farming* akan diatur oleh suatu organisasi yang disebut dengan Urban Farming Center. Urban Farming Center berfungsi untuk menerima permintaan produk *perishable* dari konsumen, melakukan pembenihan serta membuat penjadwalan tanam untuk petani urban sesuai dengan permintaan dari konsumen. konsumen tersebut merupakan *retailer* yang memesan dalam jumlah yang pasti pada setiap periode tertentu. Setelah itu dibuat jadwal pembenihan dan penanaman berdasarkan jumlah permintaan dari konsumen tersebut. Pembibitan dilakukan langsung oleh Urban Farming Center. Media pembibitan yang digunakan adalah *tray* pembibitan. Setelah proses pembibitan selesai, bibit tersebut ditanam pada *green house* yang terdapat pada Urban Farming Center. Apabila kapasitas lahan tidak mencukupi, maka Urban Farming Center akan menyewa lahan dari petani untuk menanam sisa bibit tersebut, sehingga permintaan konsumen dapat terpenuhi. Untuk skema sewa lahan yang digunakan, Urban Farming Center menggunakan konsep *contract farming* dengan tipe *centralized model* yang telah disepakati oleh kedua belah pihak . Sedangkan untuk proses penanaman, baik pada lahan *green house* maupun lahan

petani diterapkan konsep *mixed cropping*, yaitu sistem tanam yang mengkombinasikan beberapa tanaman dalam satu lahan sekaligus sehingga dapat mengoptimalkan produktivitas lahan.

Permasalahan yang kerap terjadi pada sistem tersebut adalah tidak sinkronnya jadwal pembibitan dan penanaman produk sayuran organik, sehingga Urban Farming Center harus menanggung kerugian akibat kekurangan dan kelebihan produksi. Pada penelitian sebelumnya, terdapat beberapa penelitian mengenai perencanaan produksi pada produk *perishable*. Tan dan Comden (2012) membuat model pengembangan perencanaan produksi pertanian tahunan terhadap permintaan, waktu pemasakan, panen dan risiko produktivitas. Rusdiansyah dan Dinillah (2012) mengembangkan rencana produksi gula dan jadwal tanam-tebang terintegrasi untuk multi varietas kombinasi tebu pertama dan tebu keprasan dengan mempertimbangkan biaya produksi, kapasitas, produktivitas dan ketersediaan lahan. Dengan merujuk pada penelitian sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan penjadwalan pembibitan dan penanaman untuk mengetahui profit pada Urban Farming Center. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan perancangan model sinkronisasi jadwal pembibitan dan penanaman dengan rencana penjualan produk sayur organik dalam suatu rantai pasok dengan mempertimbangkan ketersediaan lahan, produktivitas dan aspek biaya.

2. MODEL PENELITIAN

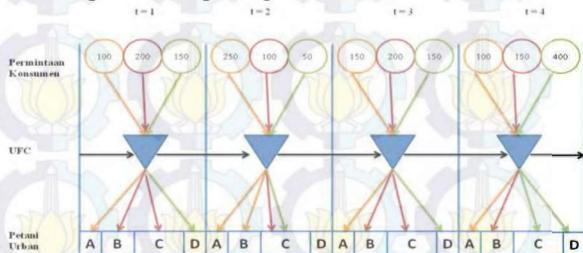
Pada penelitian ini akan dikembangkan sebuah model *mixed cropping* yang dapat mengoptimalkan keuntungan yang akan didapatkan oleh Urban Farming Center dan petani urban dalam satu periode musim tanam. Output dari model *mixed cropping* ini adalah algoritma sinkronisasi jadwal pembibitan dan jadwal penanaman dengan rencana penjualan produk sayur organik dengan mempertimbangkan keterbatasan lahan, produktivitas, dan aspek biaya dengan tujuan untuk memaksimalkan keuntungan yang didapat oleh Urban Farming Center dan petani urban.

Berdasarkan studi lapangan yang dilakukan pada ITS Eco Urban Farming, ditemukan beberapa hal yang masih dapat dikembangkan dari model Tan dan Comden (2012) yang disesuaikan dengan proyeksi kebutuhan Urban Farming Center di masa yang akan datang. Pengembangan yang akan dilakukan adalah dengan menambahkan faktor kendala keterbatasan lahan petani urban yang akan ditanami sayur organik, faktor produktivitas lahan, serta adanya rencana target produksi dengan menggunakan model Rusdiansyah dan Dinillah (2014) sebagai model acuan.

Pada penelitian ini, sistem *contract farming* diterapkan antara Urban Farming Center dengan petani urban. Fokus utama yang diharapkan adalah sinkronisasi jadwal pembibitan dan penanaman oleh petani urban dengan mempertimbangkan konsep *mixed cropping* untuk memaksimalkan produktivitas lahan.

Dalam skema *contract farming* yang dilakukan oleh Urban Farming Center dan petani urban, jumlah permintaan dari konsumen telah diketahui. Selanjutnya Urban Farming Center membuat sinkronisasi jadwal pembibitan yang akan

dilakukan oleh Urban Farming Center dan jadwal penanaman yang akan dilakukan oleh Urban Farming Center dan kepada petani urban. Ilustrasi alur penugasan tanam kepada petani urban dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Alur Distribusi Bibit kepada Petani Urban

Selain itu Urban Farming Center juga harus membuat kombinasi *mixed cropping* yang akan diterapkan pada lahan petani urban yang telah disesuaikan dengan permintaan dari konsumen dan disinkronisasikan dengan luas lahan yang dimiliki oleh petani urban. Dalam model ini, jenis sayuran yang akan disimulasikan adalah sayuran berdaun diantaranya adalah caisim, sawi, kalian dan horenzo. Keempat jenis sayur tersebut mempunyai karakteristik dan cara budidaya yang hampir sama. Sawi, caisim kailan dan horenzo dapat dipanen setelah ditanam selama 7, 8, 9, dan 7 minggu. Lahan harus diistirahatkan selama satu minggu untuk menetralisir unsur hara pada tanah. Proses pembibitan dilakukan penuh oleh Urban Farming Center pada lahan UFC. Setelah satu sampai dengan dua minggu, bibit siap tanam akan ditanam pada 4 *green house* sesuai dengan sinkronisasi jadwal pembibitan dan penanaman yang telah dibuat sebelumnya. Pada masing-masing *green house* terdapat dua blok tanam. Tiap blok mempunyai luas lahan sebesar 25 m² dan hanya dapat ditanami satu jenis sayur saja. GH 1 dan GH 2 merupakan tempat untuk melakukan pembibitan, dimana pembibitan tersebut dilakukan dengan menggunakan *tray*.



Gambar 2 Media Pembibitan dengan Menggunakan *Tray*

Sedangkan GH 3, GH 4, GH 5, GH 6 merupakan *green house* yang tersedia untuk penanaman bibit yang sudah siap tanam. Masing-masing *green house* hanya dapat ditanami oleh dua jenis sayur yang telah ditentukan dengan batas minimum tanam adalah satu blok tanam. GH 3 dan GH 5 hanya dapat digunakan untuk menanam sayur sawi dan caisim. Sedangkan GH 4 dan GH 6 hanya dapat digunakan untuk menanam sayur kalian dan horenzo.

Konsumen dari sayur organik yang diproduksi oleh Urban Farming Center ini adalah *retailer* atau minimarket yang akan melakukan pemesanan terhadap sayur i secara berkala setiap minggunya. Pada penelitian ini, permintaan tersebut akan disimulasikan selama periode satu tahun. Urban Farming Center harus dapat memenuhi permintaan dari

konsumen tersebut. Sehingga apabila lahan *green house* sudah tidak mampu lagi ditanami sayur i pada periode tertentu dikarenakan lahan yang tersedia masih digunakan, maka Urban Farming Center akan menyewa lahan petani yang dapat ditanami sayur sejumlah yang tidak dapat ditanam pada *green house*. Konsekuensi yang harus ditanggung dari penyewaan lahan ini adalah harga sewa yang cukup tinggi, mengingat lahan di perkotaan semakin sempit sehingga harga sewa pun semakin mahal. Pemilihan lahan petani diutamakan kepada petani yang mempunyai harga sewa lahan yang lebih rendah terlebih dahulu untuk meminimalkan biaya tetap dari produksi sayur tersebut.

Dalam proses perencanaan penjadwalan, jumlah sayur yang dipanen harus mampu memenuhi rencana penjualan yang telah diproyeksikan dari permintaan konsumen. Selain itu, jumlah perencanaan tanam dan panen sayur juga harus mempertimbangkan produktivitas lahan dari Urban Farming Center dan petani. Pada saat proses panen, jumlah sayur yang dipanen lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah yang ditanam. Hal ini dikarenakan adanya faktor kegagalan yang terjadi selama pemeliharaan dan pertumbuhan sayur. Dalam penelitian ini, diasumsikan tiap jenis sayur yang ditanam pada lahan yang sesuai memiliki besar produktivitas lahan yang sama. Apabila produktivitas lahan dari sayur i memiliki nilai 0,9 artinya dalam 100 m^2 sayur yang ditanam terdapat 90 m^2 sayur yang dapat dipanen.

Algoritma sinkronisasi pembibitan dan penjadwalan yang dikembangkan dengan menggunakan aplikasi VBA dapat dilihat pada gambar 3 dan gambar 4.

Penyelesaian model *linear programming* dilakukan untuk menjadwalkan waktu pembibitan dan penanaman sesuai dengan yang ada di lapangan. Konsep ini dikembangkan dari model Tan dan Comden (2012) serta model Rusdiansyah dan Dinillah (2014) dengan menambahkan konsep sinkronisasi antara jadwal pembibitan dan jadwal penanaman yang disesuaikan dengan kapasitas lahan yang tersedia. Fungsi tujuan dari algoritma sinkronisasi jadwal pembibitan dan penanaman dengan rencana penjualan dengan mempertimbangkan luas lahan, produktivitas dan aspek biaya adalah untuk menghasilkan model penjadwalan yang dapat digunakan Urban Farming Center guna memudahkan sistem proses produksi sayur dan mengetahui biaya serta profit yang akan dihasilkan.

Notasi Model

Berikut ini notasi model yang akan digunakan dalam penelitian ini.

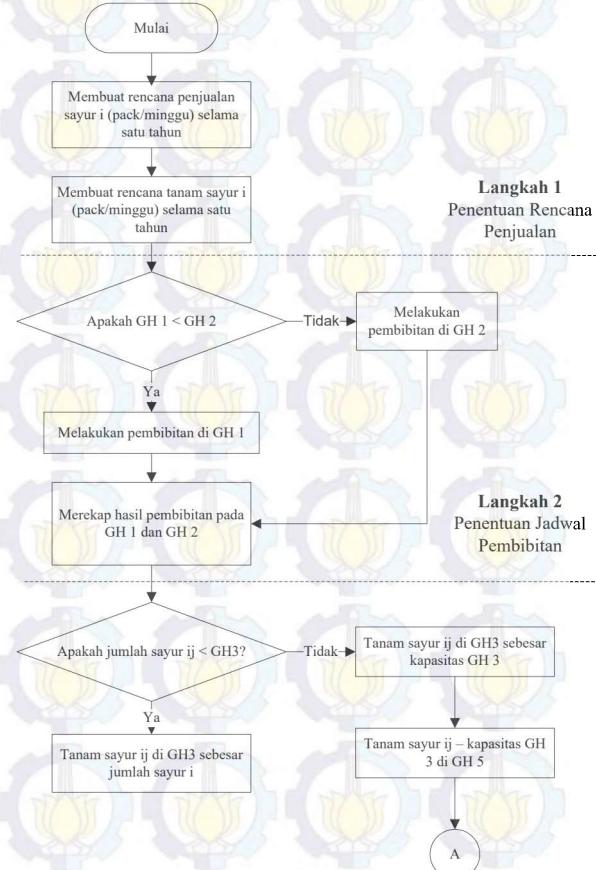
Indeks

- i Jenis sayur
- j Periode pembibitan dan penanaman sayur
- k *Green House*

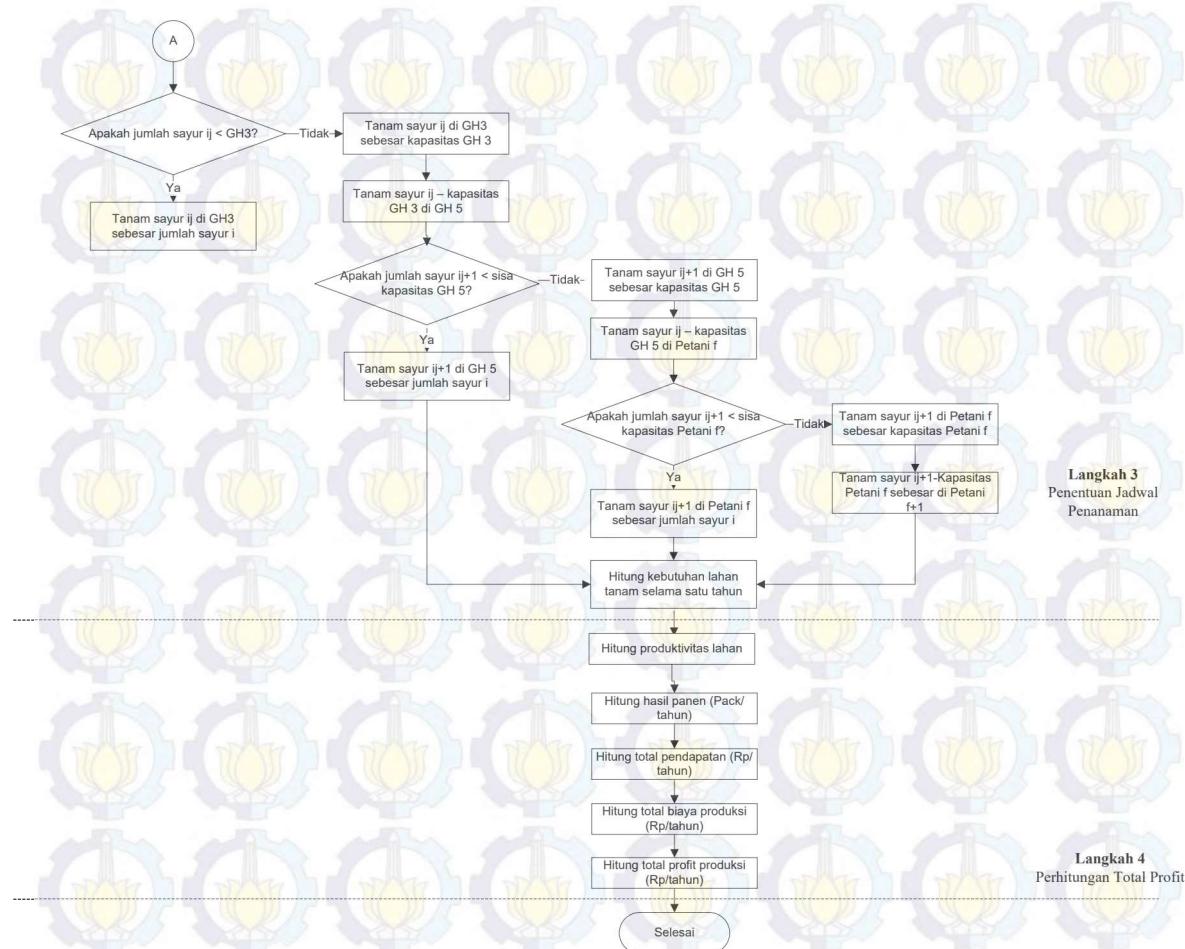
f	Petani
n_1	Total jenis sayur
n_2	Total periode
n_3	Total <i>green house</i>
n_4	Total Petani

Variabel Keputusan

QP_{ijk}	Jumlah sayur i yang akan ditanam pada periode j pada lahan <i>green house</i> k (<i>pack</i>)
QP_{ijf}	Jumlah sayur i yang akan ditanam pada periode j pada lahan petani f (<i>pack</i>)
QH_{ijk}	Jumlah sayur i yang dipanen pada periode j pada lahan <i>green house</i> k (<i>pack</i>)
QH_{ijf}	Jumlah sayur i yang dipanen pada periode j pada lahan petani f (<i>pack</i>)



Gambar 3. Algoritma sinkronisasi jadwal pembibitan dan penanaman (1)



Gambar 4. Algoritma sinkronisasi jadwal pembibitan dan penanaman (2)

Parameter

L_k	Luas lahan yang dimiliki oleh <i>green house</i> k (m^2)
L_f	Luas lahan petani yang dimiliki oleh petani f (m^2)
YL	Produktivitas lahan (%)
LT_i	Lama waktu produksi sayur i (minggu)
	Jumlah produksi minimal sayur i dalam satu periode (<i>pack</i>)
LZ_i	
FC_k	Biaya penyusutan <i>green house</i> k (Rp/tahun)
	Biaya sewa dan penyusutan lahan petani f (Rp/tahun)
FC_f	Biaya pemeliharaan sayur i selama proses penanaman sampai dengan panen pada periode j di lahan <i>green house</i> k (Rp/ m^2)
VC_{ijk}	Biaya pemeliharaan sayur i selama proses penanaman sampai dengan panen pada periode j di lahan <i>green house</i> k (Rp/ m^2)
VC_{ijf}	Biaya peluang sayur i yang hilang akibat sayur yang busuk pada periode i di lahan <i>green house</i> k (Rp/ <i>pack</i>)
OC_{ijk}	Biaya peluang sayur i yang hilang akibat sayur yang busuk pada periode i di lahan petani f (Rp/ <i>pack</i>)
OC_{ijf}	Total biaya keseluruhan sayur i pada lahan <i>green</i>

 $house$ k (Rp/m^2)Total biaya keseluruhan sayur i pada lahan *petani* f (Rp/m^2)

Total biaya keseluruhan

 P_i Harga jual sayur i (Rp/*pack*)

Pendapatan yang diperoleh Urban Farming Center (Rp)

 $RUFC$ Profit yang diperoleh Urban Farming Center (Rp) $PUFC$ Pendapatan yang diperoleh Urban Farming Center (Rp) L_{ijk} Luas lahan penanaman sayur i pada periode j pada *green house* k L_{ijf} Luas lahan penanaman sayur i pada periode j pada petani f**Formulasi Model**

Fungsi Tujuan:

$$PUFC = \sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^{n_2} \sum_{k=1}^{n_3} RUFC_{ijk}$$

$$+ \sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^{n_2} \sum_{f=1}^{n_4} RUFC_{ijf} - \sum_{k=1}^{n_3} FC_k$$

$$\begin{aligned}
 & - \sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^{n_2} \sum_{k=1}^{n_3} VC_{ijk} - \sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^{n_2} \sum_{k=1}^{n_3} OC_{ijk} \\
 & - \sum_{f=1}^{n_4} FC_f - \sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^{n_2} \sum_{f=1}^{n_4} VC_{ijf} - \sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^{n_2} \sum_{f=1}^{n_4} OC_{ijf}
 \end{aligned} \quad \dots \dots \dots \quad (4.1)$$

Fungsi tujuan tersebut digunakan untuk mengetahui profit yang diperoleh Urban Farming Center dalam kurun waktu satu tahun. Perhitungan profit tersebut terdiri dari total pendapatan yang diperoleh dari hasil panen pada *green house* Urban Farming Center dan lahan petani dikurangi dengan total biaya produksi yang terdiri dari total biaya tetap, total biaya variable dan total biaya peluang dari *green house* Urban Farming Center dan lahan petani.

Kendala:

1. Kendala ketersediaan lahan

Kendala ketersediaan lahan berkaitan dengan kesesuaian lahan yang ada untuk menanam jenis sayur tertentu, dimana tidak semua jenis sayur dapat ditanam dalam satu *green house*.

a. *Green House*

$$\sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^{n_2} \sum_{k=1}^{n_3} L_{ijk} \leq L_k$$

$$\dots \dots \dots \quad (4.2)$$

Total luas lahan yang dibutuhkan untuk penanaman sayur i pada periode j di lahan *green house* k harus kurang dari sama dengan kapasitas total luas *green house* k.

b. Petani

$$\sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^{n_2} \sum_{f=1}^{n_4} L_{ijf} \leq L_f$$

$$\dots \dots \dots \quad (4.3)$$

Total luas lahan yang dibutuhkan untuk penanaman sayur i pada periode j di lahan petani f harus kurang dari sama dengan kapasitas total lahan petani f.

2. Kendala produktivitas lahan

Produktivitas lahan berhubungan dengan kemampuan lahan untuk menghasilkan sayur yang dapat dipanen pada periode tertentu. Produktivitas lahan dapat dihitung dari total jumlah *pack* sayur yang dihasilkan dari tiap lahan sesuai dengan jumlah sayur yang dipanen.

a. *Green House*

$$\sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^{n_2} \sum_{k=1}^{n_3} (QP_{ijk} \cdot PL) - \sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^{n_2} \sum_{k=1}^{n_3} QH_{ijk} \geq 0$$

Jumlah total sayur i yang ditanam pada periode j di lahan *green house* k dikalikan dengan produktivitas lahan harus lebih besar daripada Jumlah total sayur i yang dipanen pada periode j di lahan *green house* k

b. Petani

$$\sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^{n_2} \sum_{f=1}^{n_4} (QP_{ijf} \cdot PL) - \sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^{n_2} \sum_{f=1}^{n_4} QH_{ijf} \geq 0$$

$$\dots \dots \dots \quad (4.5)$$

Jumlah total sayur i yang ditanam pada periode j di lahan petani f dikalikan dengan produktivitas lahan harus lebih besar daripada jumlah total sayur i yang dipanen pada periode j di lahan petani f.

3. Kendala biaya

Proses penanaman sayur merupakan suatu aktivitas yang membutuhkan biaya di dalamnya. Komponen biaya yang dibutuhkan dalam proses ini adalah biaya tetap dalam bentuk biaya penyusutan pada lahan *green house* dan biaya sewa lahan serta biaya penyusutan pada lahan petani. Biaya variabel yang mencakup biaya persiapan lahan, biaya pembibitan, biaya penanaman, biaya pemupukan, biaya pemeliharaan, biaya panen serta biaya pasca panen.

$$\begin{aligned}
 & a. \text{ Green House} \\
 & \sum_{k=1}^{n_1} FC_k + \sum_{i=1}^{n_2} \sum_{j=1}^{n_3} \sum_{k=1}^{n_4} VC_{ijk} \\
 & + \sum_{i=1}^{n_2} \sum_{j=1}^{n_3} \sum_{k=1}^{n_4} OC_{ijk} - TC_{ik} = 0
 \end{aligned} \quad \dots \dots \dots \quad (4.6)$$

Total biaya produksi pada lahan *green house* k merupakan penjumlahan dari total biaya tetap, biaya variable dan biaya peluang sayur i yang ditanam pada lahan *green house* k selama satu tahun.

$$\begin{aligned}
 & b. \text{ Petani} \\
 & \sum_{f=1}^{n_4} FC_f + \sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^{n_2} \sum_{k=1}^{n_3} VC_{ijf} \\
 & + \sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^{n_2} \sum_{f=1}^{n_4} VC_{ijf} - TC_{if} = 0
 \end{aligned} \quad \dots \dots \dots \quad (4.7)$$

Total biaya produksi pada lahan petani f merupakan penjumlahan dari total biaya tetap, biaya variable dan biaya peluang sayur i yang ditanam pada lahan lahan petani f selama satu tahun.

Biaya Total

$$TC = TC_{ik} + TC_{if}$$

$$\dots \dots \dots \quad (4.8)$$

Sedangkan biaya total yang dikeluarkan oleh Urban Farming Center merupakan total dari biaya produksi pada lahan *green house* Urban Farming Center dan lahan petani

4. Kendala kapasitas produksi

Proses penanaman sayur hanya dapat dilakukan minimal satu blok tanam atau 25 m^2 untuk *green house* 3, *green house* 4, *green house* 5, *green house* 6, Petani A, B, C dan D.

a. *Green House*

$$\sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^{n_2} \sum_{k=1}^{n_3} L_{ijk} \geq 25, \forall i \quad \dots \quad (4.9)$$

Total sayur i yang ditanam pada periode j di lahan green house k minimal adalah satu blok tanam yaitu 25 m^2

b. Petani

$$\sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^{n_2} \sum_{f=1}^{n_4} L_{ijk} \geq 25, \forall i \quad \dots \quad (4.10)$$

Total sayur i yang ditanam pada periode j di lahan petani f minimal adalah satu blok tanam yaitu 25 m^2 .

Keempat kendala tersebut telah dimasukkan kedalam algoritma sinkronisasi jadwal pembibitan dan penanaman dengan menggunakan aplikasi VBA pada Ms. Excel.

3. PERCOBAAN NUMERIK

Pada percobaan ini dilakukan perubahan pada besar rencana penjualan sayur organic dari Urban Farming Center setiap minggunya dengan tingkat produktivitas sebesar 90%. Rencana penjualan dibagi menjadi tiga bagian, yaitu rencana penjualan rendah pada permintaan 50 dan 100 pack/minggu, rencana penjualan medium pada permintaan 400 dan 500 pack/minggu dan rencana penjualan tinggi pada permintaan 900 dan 1000 pack/minggu. Tujuan dari percobaan ini adalah untuk mengetahui perubahan yang terjadi terhadap jadwal pembibitan dan jadwal penanaman, biaya produksi dan profit yang dihasilkan. Tabel 5.4 berikut ini adalah perubahan nilai parameter rencana penjualan yang akan diuji.

Tabel 1. Perubahan Nilai Parameter Rencana Penjualan Sayur Organik

Jenis Sayur	Rencana Penjualan (Pack/minggu)					
	Rendah		Medium		Tinggi	
	1	2	3	4	5	6
Sawi	50	100	400	500	900	1000
Caisim	50	100	400	500	900	1000
Kailan	50	100	400	500	900	1000
Horenzo	50	100	400	500	900	1000

Contoh Rencana Penjualan Rendah

a. Rencana Penjualan Sayur i = 50 pack/minggu

Langkah 1. Penentuan rencana penjualan

Pada percobaan ini permintaan masing-masing sayur adalah 50 pack/minggu. Agar dapat mengetahui waktu penanaman maka dilakukan perhitungan rencana produksi untuk masing-masing produk sayur organik. Perhitungan rencana produksi untuk permintaan sayur sebesar 50 pack/minggu selama satu tahun dapat dilihat pada tabel 2.

Berdasarkan tabel rencana produksi tersebut, permintaan sawi pada minggu ke 8 sebesar 50 pack, lama waktu proses produksi sawi adalah 8 minggu dengan jumlah minimal sayur yang harus ditanam dalam satu periode adalah

350 pack. Sehingga, walaupun permintaan pada periode tersebut kurang dari 350 pack, maka Urban Farming Center akan memproduksi sebanyak 350 pack pada minggu pertama. Hal serupa dilakukan untuk periode berikutnya.

Tabel 2. Rencana Produksi Sayur i Sebesar 50 pack/minggu

Sawi	PO Receipts	PO Releases	LT		8 LZ		350					
			Periode	1	2	3	4	5	6	7	8	9
			Permintaan							50	50	50
			PO Receipts							350	0	350
			PO Releases	350	0	350	0	350	0	350	0	350
			Inventory							0	300	250

Caisim	PO Receipts	PO Releases	LT		7 LZ		250					
			Periode	1	2	3	4	5	6	7	8	9
			Permintaan							50	50	50
			PO Receipts							250	0	250
			PO Releases	250	0	250	0	250	0	250	0	250
			Inventory							0	200	150

Kailan	PO Receipts	PO Releases	LT		9 LZ		188					
			Periode	1	2	3	4	5	6	7	8	9
			Permintaan							50	50	50
			PO Receipts							188	0	0
			PO Releases	188	0	188	0	188	0	188	0	188
			Inventory							0	138	88

Horenzo	PO Receipts	PO Releases	LT		7 LZ		125					
			Periode	1	2	3	4	5	6	7	8	9
			Permintaan							50	50	50
			PO Receipts							125	0	125
			PO Releases	125	0	125	0	125	0	125	0	125
			Inventory							0	75	25

Langkah 2. Penentuan jadwal pembibitan

Setelah dilakukan perhitungan rencana produksi, kemudian dibuat jadwal pembibitan dan jadwal penanaman. Jadwal pembibitan dilakukan dilakukan pada minggu pertama, waktu proses pembibitan sawi adalah 2 minggu, sehingga bibit pada GH 1 dan GH 2 yang sudah siap tanam dapat ditanam pada GH 3, GH 5, atau ke lahan petani pada minggu ke 2. Jadwal tanam ditugaskan kepada GH terlebih dahulu. Apabila jumlah sayur yang ditanam di GH telah melebihi kapasitas, maka akan dialihkan kepada petani. Lahan petani yang dapat ditanami sawi hanya lahan petani A, B dan D. Jadwal pembibitan dan penanaman dapat dilihat pada tabel berikut ini. Kondisi yang sama diterapkan untuk sayur berikutnya yaitu caisim, kalian dan horenzo.

Tabel 3. Rencana Tanam untuk Rencana Penjualan 50 pack/minggu

Sayur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sawi	25	0	25	0	25	0	25	0	25	0
Caisim	25	0	25	0	25	0	25	0	25	0
Kailan	25	0	25	0	25	0	25	0	25	0
Horenzo	25	0	25	0	25	0	25	0	25	0

Tabel 4. Jadwal Pembibitan untuk Rencana Penjualan 50 pack/minggu

Green House	Jenis Sayur	LT (minggu)	Rencana Penjualan									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
GH 1	Sawi	2	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	Caisim	2	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	Kailan	1	25	0	25	0	25	0	25	0	25	0
	Horenzo	1	25	0	25	0	25	0	25	0	25	0
GH 2	Sawi	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Caisim	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kailan	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Horenzo	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 5. Hasil Pembibitan Siap Tanam untuk Rencana Penjualan 50 pack/minggu

Green House	Jenis Sayur	LT (minggu)	Rencana Penjualan									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
GH 1	Sawi	2	0	25	0	25	0	25	0	25	0	25
	Caisim	2	0	25	0	25	0	25	0	25	0	25
	Kailan	1	25	0	25	0	25	0	25	0	25	0
	Horenzo	1	25	0	25	0	25	0	25	0	25	0
GH 2	Sawi	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Caisim	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kailan	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Horenzo	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Langkah 3. Penentuan jadwal penanaman

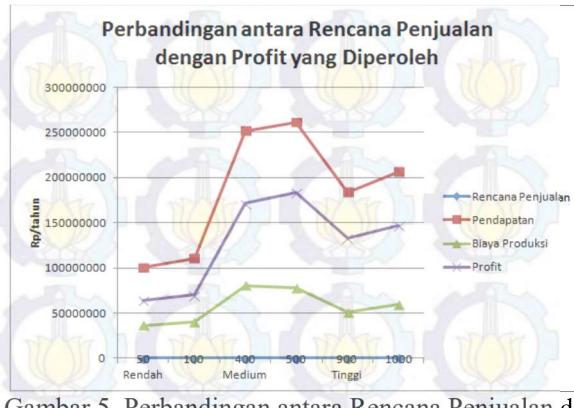
Tabel 6. Jadwal Penanaman untuk Rencana Penjualan 50 pack/minggu

Green House	Jenis Sayur	LT (minggu)	Luas Lahan (m ²)	Rencana Penjualan									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
GH 3	Sawi	6	50	0	25	25	50	50	50	50	50	50	50
	Caisim	5		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GH 4	Kailan	8	50	25	25	50	50	50	50	50	50	50	50
	Horenzo	6		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GH 5	Sawi	6	50	0	0	0	0	0	25	25	50	50	50
	Caisim	5		0	25	25	25	25	25	25	25	0	0
GH 6	Kailan	8	50	0	0	0	0	25	25	50	50	50	50
	Horenzo	6		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Petani A	Sawi	6	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Caisim	5		0	0	0	25	25	50	50	75	75	75
Petani B	Kailan	8	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sawi	6		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Petani C	Caisim	5	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kailan	8		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Petani D	Horenzo	6	250	25	25	50	50	75	75	100	75	100	75
	Caisim	5		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Langkah 4. Perhitungan total profit

Hasil percobaan 1 untuk rencana penjualan rendah, medium dan tinggi tersebut kemudian dibandingkan terhadap biaya produksi dan total profit masing-masing dan dianalisa. Perbandingan rencana penjualan dengan biaya produksi dan total profit dapat dilihat pada gambar 5.

Dari produksi secara keseluruhan diperoleh total pendapatan, biaya produksi dan profit total dalam satu tahun. Hasil panen dan profit berbanding lurus meningkat sampai pada rencana penjualan 500 pack/minggu, kemudian menurun sedikit pada rencana penjualan 900 pack/minggu, dan meningkat kembali pada rencana penjualan 1000 pack/minggu.

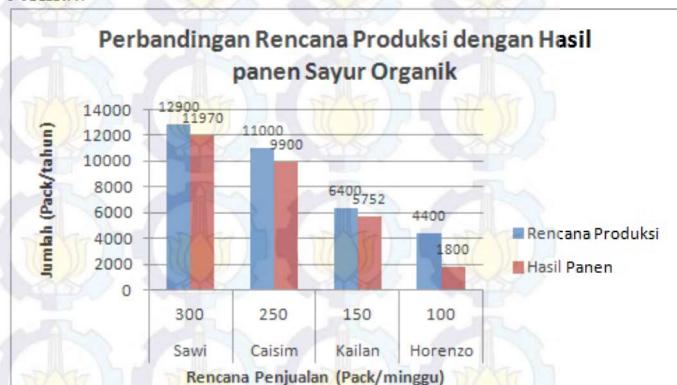


Gambar 5. Perbandingan antara Rencana Penjualan dengan Total Profit yang Diperoleh

4. DISKUSI

Percobaan Perubahan Rencana Penjualan untuk Masing-masing Jenis Sayur (Percobaan 2)

Pada percobaan ini, dilakukan perubahan terhadap rencana penjualan pada masing-masing jenis sayur. Permintaan sawi adalah 300 pack/minggu, permintaan caisim adalah 250 pack/minggu, permintaan kailan adalah 150 pack/minggu dan permintaan horenzo 100 pack/minggu. Jumlah permintaan ini berubah seiring dengan sifat manusia yang cenderung ingin membeli produk yang lebih murah. Sawi dan caisim merupakan produk sayur dengan harga paling murah yaitu Rp. 5000 per pack, oleh karena itu permintaan terhadap kedua sayur tersebut cukup tinggi. Sedangkan horenzo merupakan produk sayur dengan harga paling mahal yaitu Rp. 8000 per pack, sehingga permintaan terhadap sayur tersebut cenderung lebih rendah. Perbandingan antara rencana penjualan dengan hasil panen dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 6. Perbandingan antara Rencana Produksi dengan Hasil panen Sayur Organik

Ketika rencana penjualan disesuaikan dengan preferensi konsumen terhadap harga sayur, maka rencana produksi dengan hasil panen berbanding lurus, dan semua rencana penjualan akan terpenuhi.

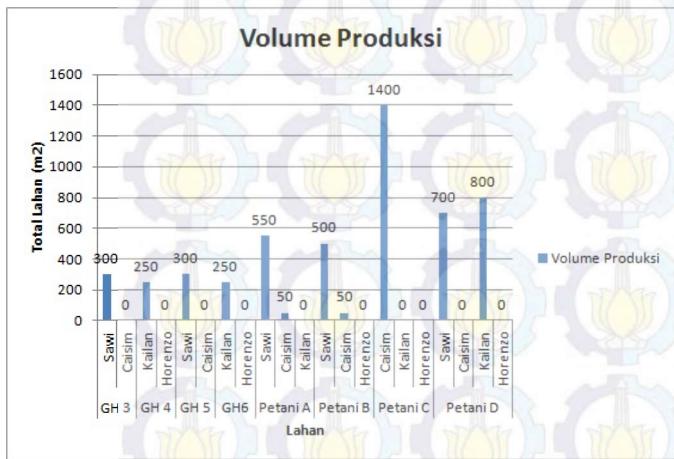
Percobaan Perubahan Luas Lahan Petani (Percobaan 3)

Pada percobaan ini dilakukan perubahan terhadap luas lahan petani, dimana luas lahan masing-masing petani

meningkat dua kali lipat dengan harga satuan yang lebih rendah. Dengan menggunakan data rencana penjualan yang konstan seperti pada percobaan 2 yaitu 500 pack/minggu. Utilisasi dari lahan dapat dilihat pada penjelasan berikut.

Lahan Petani Eksisting

Percobaan ini dilakukan dengan menggunakan luas lahan petani eksisting, yaitu lauas lahan petani A adalah 100 m², lahan petani B adalah 100 m², lahan petani C adalah 200 m², dan lahan petani D adalah 250 m². Biaya sewa lahan petani seluas 100 m², 200 m² dan 250 m² adalah sebesar Rp. 1.000.000, Rp. 1.600.000 dan Rp. 1.875.000. Total penggunaan lahan selama satu tahun dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Total Penggunaan Lahan Eksisting

Dengan skema rencana penjualan 500 pack/minggu total luas lahan yang digunakan dalam satu tahun seluas 5150 m². Biaya produksi yang dibutuhkan sebesar Rp. 77,760,000 dan total profit yang dihasilkan dalam satu tahun sebesar Rp. 154,364,800.

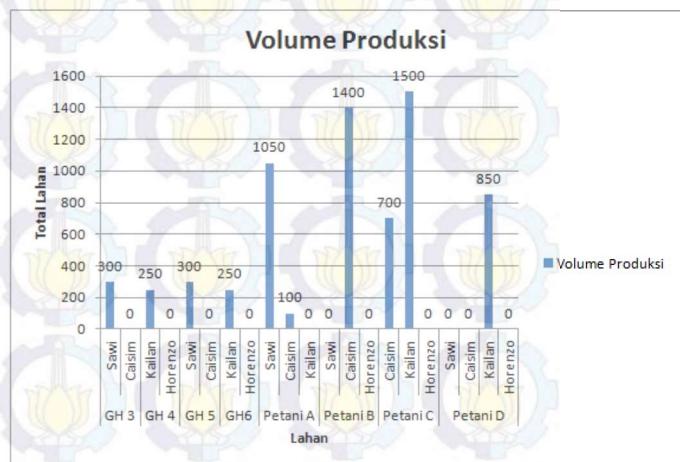
Lahan Petani Baru

Percobaan ini dilakukan dengan menggunakan luas lahan petani baru dengan menambah luas lahan sebesar dua kali lipat dari lahan eksisting yaitu lauas lahan petani A adalah 200 m², lahan petani B adalah 200 m², lahan petani C adalah 400 m², dan lahan petani D adalah 500 m². Semakin luas lahan petani yang disewa maka biaya sewa lahan per satuan semakin murah. Harga sewa lahan petani seluas 200 m², 400 m² dan 500 m² adalah sebesar Rp. 1800.000, Rp. 3.000.000 dan Rp. 3.550.000. Total penggunaan lahan selama satu tahun dapat dilihat pada gambar 8.

Dengan skema rencana penjualan 500 pack/minggu total luas lahan yang digunakan dalam satu tahun seluas 6700 m². Biaya produksi yang dibutuhkan sebesar Rp. 139,137,500 dan total profit yang dihasilkan dalam satu tahun sebesar Rp. 208,936,100.

Dengan rencana penjualan yang sama yaitu 500 pack/minggu, biaya sewa lahan untuk skema kedua lebih tinggi daripada skema eksisting, dan total profit yang dihasilkan lebih tinggi. Sehingga skema perluasan lahan dapat

memberikan keuntungan yang lebih tinggi kepada Urban Farming Center.



Gambar 8. Total Penggunaan Lahan Baru

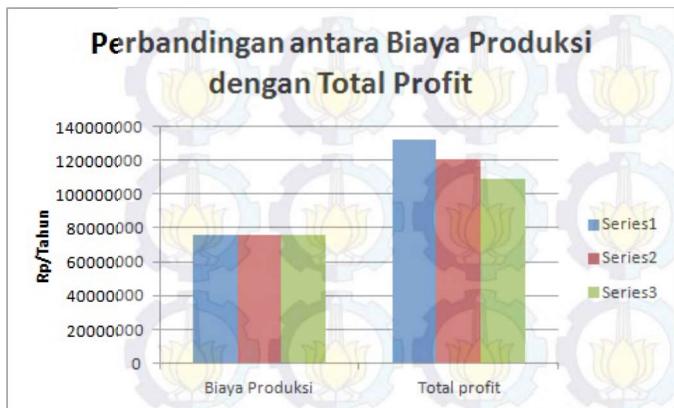
Percobaan Perubahan Produktivitas Lahan (Percobaan 4)

Pada percobaan ini, dilakukan perubahan produktivitas terhadap lahan GH Urban Farming Center maupun lahan petani. Percobaan ini dilakukan dengan menggunakan permintaan konstan yaitu 200 pack/minggu dengan menggunakan 3 perubahan parameter produktivitas yaitu 90%, 85% dan 80%. Dengan melakukan penjadwalan seperti pada prosedur sebelumnya, profit yang dihasilkan untuk masing-masing produktivitas dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 9. Perbandingan antara rencana Produksi dengan Hasil Panen

Berdasarkan grafik pada gambar 9, emakin tinggi produktivitasnya, maka semakin tinggi pula hasil panennya.



Gambar 10. Perbandingan antara Biaya Produksi Dan Total Profit

Berdasarkan grafik pada gambar 10, semakin tinggi produktivitasnya, maka semakin tinggi pula profit yang dihasilkan.

5. KESIMPULAN

1. Pada penelitian ini telah dikembangkan algoritma sinkronisasi jadwal pembibitan dan penanaman dengan rencana penjualan sayur organik dalam suatu rantai pasok dengan mempertimbangkan target produksi, ketersediaan lahan, produktivitas dan aspek biaya dengan menggunakan VBA pada Ms. Excel.
2. Perubahan target produksi atau rencana penjualan berpengaruh terhadap total biaya produksi dan total profit yang dihasilkan dalam periode satu tahun. Pada percobaan numerik skenario 1, perubahan rencana penjualan untuk semua jenis sayur menunjukkan perbandingan peningkatan biaya produksi dengan profit yang dihasilkan yang cukup signifikan sampai rencana penjualan 500 pack/minggu dan kemudian menurun. Pada percobaan numerik skenario 2, perubahan rencana penjualan untuk masing-masing jenis sayur menunjukkan perbandingan yang cukup seimbang antara biaya produksi dan profit yang dihasilkan dalam periode satu tahun. Hal ini dikarenakan, rencana penjualan disesuaikan dengan karakter konsumen yang cenderung memilih produk sayur dengan harga yang murah dibandingkan dengan sayur yang harganya lebih mahal.
3. Perubahan kapasitas lahan berpengaruh terhadap penggunaan lahan dan profit yang diperoleh. Pada percobaan numerik skenario 3 dibandingkan antara lahan petani pada skenario awal dengan lahan petani yang kapasitasnya dinaikkan dua kali lipat dengan jumlah rencana penjualan yang tetap. Percobaan ini menunjukkan bahwa apabila sewa lahan petani kapasitasnya ditingkatkan maka utilitasnya akan semakin meningkat juga, karena untuk rencana penjualan tinggi, seluruh permintaan akan terpenuhi sehingga profit yang dihasilkan juga lebih tinggi. Pada percobaan numeric skenario 4, yaitu perubahan produktivitas lahan menunjukkan bahwa semakin tinggi utilitas lahan maka semakin tinggi pula profit yang dihasilkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Orang tua, Dosen Pembimbing dan Teman-teman tercinta yang telah banyak memberikan dukungan dan doa dalam penyelesaian penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rusdiansyah, A., Dinillah, N. I., (2014). *Pemodelan rencana produksi gula dan jadwal tanam-tebang terintegrasi untuk multi varietas kombinasi tebu pertama dan tebu keprasan*. Jurnal Manajement Agribisnis. Institut Pertanian Bogor
- [2] Sachan, Amit., Datta, Subhash. (2005), *Review of supply chain management and logistics research*. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol. 35, No. 9/10, Academic Research Library pp. 664.
- [3] Tan, Baris., Comden, Nihan. (2012). *Agricultural Planning of Annual Plants under Demand, Maturation, Harvest, And Yield Risk*. European Journal of Operational Research 220 (2012) 539–549
- [4] Yamit, Z. (2007), *Manajemen Kuantitatif untuk Bisnis*. BPFE, Yogyakarta