

MINIMALISASI BIAYA TRANSPORTASI PADA SISTEM PASOKAN SALAK PONDOKH (*SALACCA EDULIS*, REINW.CV.) DI KABUPATEN SLEMAN, YOGYAKARTA

Agus Supriatna Somantri¹, Retno Utami², dan Wisnu Broto¹

¹Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian

²Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, DIY

Email : agussomantri962@yahoo.com

Salak pondokh saat ini menjadi komoditas prospektif bagi petani di Kabupaten Sleman, Yogyakarta. Permintaan Salak dari negara-negara importir setiap tahunnya terus meningkat sehingga kualitas, kuantitas, kontinuitas dan bahkan komitmen setiap pemasok mutlak diperlukan. Salah satu isu penting dalam rantai pasokan agribisnis salak adalah pengelolaan salak dari petani ke asosiasi yang belum efisien dan terstruktur dengan baik, sehingga perlu dikaji secara mendalam dengan melibatkan para pelaku rantai pasokan. Penelitian ini bertujuan untuk meminimalkan biaya transportasi dan implikasinya terhadap manajemen transportasi yang terkait dengan waktu panen salak. Metode yang digunakan adalah *Spanning Tree Minimum* (MST) dan *Linear Programming Fuzzy* (FLP). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan FLP untuk analisis biaya transportasi lebih rendah dari pada menggunakan *Linear Programming* konvensional, meskipun ada beberapa batasan sistem yang dilanggar. Biaya transportasi minimum untuk Mitra Turindo dan Prima Sembada setiap tahunnya masing-masing sebesar Rp547.522.200 dan Rp.422.030.200, dan fungsi keanggotaannya masing-masing adalah 0,9 dan 0,8.

Kata kunci: *Salaccaedulis*, Reinw, transportasi, biaya minimal.

ABSTRACT. Agus Supriatna Somantri, Retno Utami and Wisnu Broto. 2013. **Minimizing of Transportation Cost on Supply Chain of Salak Pondok In The District of Sleman, Yogyakarta.** Salak pondokh is now a prospective commodity for the farmers in the district of Sleman, Yogyakarta. Demand of Salak from the importers countries from year to year increasing continuesly, so the quality, quantity, continuity and even the commitment of suppliers are absolutely necessary. One of the important issues in agribusiness supply chain of salak is management of salak from the farmer to the association that has not yet efficient and well structured, so it needs to be studied in depth by engaging the actors of its supply chain. This study aimed to minimize transportation costs and its implications to the management of transport-related to control the harvesting of salak. The method used was the Minimum Spanning Tree (MST) and Fuzzy Linear Programming (FLP). The results showed that the using of FLP for analysis of transport costs was lower than using conventional Linear Programming, although there are some changes inside the boundaries of system. The minimum transportation cost for Mitra Turindo and Prima Sembada were Rp 547.522.200/year and Rp. 422.030.200/year respectively, and it can be reached at possibility 0,9 and 0,8 respectively.

Keywords : *Salacca edulis*, Reinw, transportation, minimizing cost

PENDAHULUAN

Agribisnis salak memiliki prospek pengembangan yang baik dan mampu menjadi tumpuan bagi petani dan pelaku usaha terkait. Salak tidak lagi hanya menjadi komoditas sampingan melainkan telah berkembang menjadi usaha bisnis yang berorientasi profit berkesinambungan. Hal tersebut tersirat dari permintaan buah salak per tahun sebesar 420 ribu ton/tahun atau 35 ribu ton/bulan dan permintaan tersebut belum termasuk permintaan ekspor, olahan dan pasar modern¹. Perdagangan salak Pondok dari kawasan salak di Kabupaten Sleman, D.I Yogyakarta memberikan

dampak positif dan mendorong munculnya aktivitas usaha lainnya, seperti pengolahan buah salak, pembuatan kemasan untuk konsumen akhir maupun pengiriman buah, usaha transportasi, kios *agroinput*, usaha pembibitan salak, dan pelatihan agribisnis. Peningkatan perputaran perekonomian masyarakat di kawasan salak Pondok tersebut memberikan *multiplier effect* sebagai salah satu indikator pembangunan pertanian yang berkelanjutan.

Berdasarkan informasi yang dikumpulkan dari asosiasi, pedagang, petani dan Dinas Pertanian Sleman dan Magelang, sebagian besar buah salak (60 – 70%) yang dihasilkan dipasarkan untuk memenuhi kebutuhan pasar tradisional dan pasar modern di Jakarta dan

sekitarnya. Dari sejumlah produk yang didistribusikan ke Jakarta, 10 - 20% diantaranya digunakan untuk memenuhi kebutuhan pasar modern². Produk yang telah diseleksi dan memenuhi kriteria persyaratan untuk ekspor dikirim langsung oleh pedagang atau asosiasi yang telah membangun jaringan pemasaran melalui internet. Volume pengiriman untuk pasar Singapura, Hongkong dan Malaysia dapat mencapai 4 – 6 ton per minggu. Dengan telah ditandatangani nota kesepakatan perjanjian perdagangan ke China pada tahun 2008, maka peluang pemasaran salak yang dihasilkan dari kebun yang telah ter-registrasi akan terbuka. Inisiasi awal diperlukan 8 – 10 ton buah salak per minggu dan volume ini akan terus meningkat, khususnya pada bulan Agustus dan Februari².

Sistem rantai pasok salak Pondoh adalah usaha pertanian bernilai tambah tinggi dan terintegrasi dalam suatu rantai pasokan berdasarkan relasi kemitraan yang sinergis. Selain lebih kompleks, manajemen rantai pasok salak pondoh bersifat probabilistik dan dinamis. Tujuan pengaturan sistem pengendalian rantai pasok adalah untuk menyesuaikan kebutuhan konsumen dengan cara mengatur keseimbangan aliran barang dari *supplier* antara perbedaan kepentingan antara tingkat pelayanan konsumen yang tinggi, permintaan persediaan rendah, serta biaya yang rendah per barang³. Hal ini sejalan dengan pendapat Pibernik⁴ yang mengungkapkan bahwa sistem persediaan (*stock systems*) dapat didesain dengan lebih efisien²⁷. Keamanannya pun dapat dikelola melalui pengintegrasian *demand* dan *supply*⁵.

Model rantai pasok juga dimaknai sebagai serangkaian keterkaitan antara pemasok dan pembeli barang dan jasa. Sebuah mode rantai pasok yang lengkap melibatkan seluruh proses yang bermula dari aktivitas menghasilkan bahan baku hingga penyajiannya pada pengguna akhir (*end-users*) dari produk barang atau jasa yang dihasilkan tersebut⁶.

Transportasi merupakan komponen biaya yang sangat penting dalam menentukan efektifitas rantai pasok. Demikian halnya dengan rantai pasok produksi pertanian di Indonesia memiliki biaya yang mahal akibat kondisi geografis dan terbatasnya jumlah ruas jalan serta permasalahan kemacetan. Permasalahan penting dalam rantai pasok salak Pondoh di Sleman adalah 1) Kondisi geografis sentra produksi salak di lereng gunung Merapi, terutama daerah Pakem, Cangkringan dan Turi dengan topografi yang cukup berat; 2) Belum adanya aturan dalam pemetikan dan pengambilan salak terutama ketika terjadi kelangkaan buah salak; 3) Belum adanya rute baku dalam pengambilan salak, sehingga ketika panen sering terjadi persaingan dalam pengambilan salak; dan 4) Belum adanya kajian tentang sistem transportasi di tingkat asosiasi salak, sehingga perlu diketahui apakah sistem yang sedang berjalan saat ini sudah optimal.

Berdasarkan permasalahan ini timbul pertanyaan bagaimana mengatur datangnya pasokan dari kebun salak yang letaknya terpencar di setiap kecamatan di seluruh wilayah kabupaten Sleman? Bagaimana pula caranya untuk meminimalkan biaya transportasinya? Hal ini tentunya membutuhkan suatu manajemen pasokan yang efektif, efisien dan optimal dalam pembiayaannya. Sehubungan dengan hal tersebut diperlukan sebuah kajian tentang manajemen transportasi buah salak yang dapat meminimalkan biaya transportasinya. Penggunaan *Linear Programming* (LP) dalam mengkaji manajemen transportasi masih memiliki kelemahan⁷. Kelemahan dari metode ini adalah terlalu kaku dalam perhitungan, terutama pada penerapan kendala sehubungan dengan tujuan meminimalkan biaya transportasi. Pelanggaran kendala yang sangat kecilpun tidak dapat dilakukan, sehingga solusi optimum yang diperoleh belum memuaskan. Pada saat ini perkembangan metode penelitian begitu pesat termasuk juga metode untuk memaksimalkan atau meminimalkan fungsi tujuan yang melibatkan unsur yang bersifat *fuzzy*⁸, seperti pengembangan *single item* model pemrograman linier yang bertujuan untuk meminimumkan biaya agregat dengan berbagai kendala kualitas, tingkat pelayanan, dan waktu tunggu⁹, serta pengembangan sistem pendukung keputusan untuk mengintegrasikan AHP dan Pemrograman linier¹⁰.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji upaya minimalisasi biaya transportasi salak Pondoh di Kabupaten Sleman melalui penerapan *fuzzy linear programming* untuk mendapatkan model transportasi salak pondoh yang optimum dengan mempertimbangkan faktor-faktor pembatas yang tidak tegas sehingga mendekati sistem yang sebenarnya.

BAHAN DAN METODE

Ruang lingkup dari penelitian ini meliputi kajian minimalisasi biaya transportasi salak di tingkat asosiasi salak di kawasan Kabupaten Sleman, DI Yogyakarta. Pendekatan *fuzzy* yang digunakan adalah dengan *Fuzzy Linear Programming* (FLP). Beberapa asumsi yang digunakan meliputi : 1) Bentuk imperatif pada fungsi tujuan tidak lagi benar-benar maksimum atau minimum, karena adanya beberapa hal yang perlu mendapat pertimbangan dalam suatu sistem, dan 2) Tanda $\leq$ atau $\geq$ pada batasan sistem tidak lagi bermakna *crisp* secara matematis, namun sedikit mengalami pelanggaran makna.

Linear Programming (LP)

Linear Programming (LP) merupakan penggunaan model matematika untuk menggambarkan problem yang memiliki fungsi linier. Aplikasi umum LP adalah untuk

mengalokasikan sumber daya yang terbatas dengan cara yang paling optimal. Jika model ini akan mencari nilai $x_1, x_2, \dots, x_n$ (variabel keputusan) maka model standar LP adalah sebagai berikut :

Maksimumkan atau minimumkan

$$Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

Dengan kendala :

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq, \geq \text{atau} = b_m$$

Dan $x_j \geq 0$

Dimana Z adalah nilai fungsi tujuan, c_j konstanta harga variabel ke j , x_j variabel keputusan ke j , a_{ij} koefisien teknis kendala ke i variabel ke j , b_i nilai batas kendala ke i , n jumlah variabel keputusan dan m adalah jumlah kendala.

Fuzzy Linear Programming (FLP)

Setiap pengambilan keputusan biasanya diselubungi oleh hal yang samar-samar dan fakta yang tidak lengkap dan menyebabkan terjadinya ketidakpastian (*uncertainty*). Memodelkan bentuk ini secara persis membutuhkan suatu skema representatif yang dapat menangkap proses yang nyata dan alamiah. Dalam hal ini *fuzzy logic* dapat membantu dalam menyelesaikan persoalan seperti ini, karena ia dapat memfasilitasi representasi pengetahuan yang tidak pasti dengan fleksibel dan alamiah. Model umum FLP menurut Zimmerman⁷ disajikan sebagai berikut :

Maksimumkan : λ

Dengan batasan : $\lambda(f_0 - f_1) - c^T x \leq -f_1$

$$\lambda p + Ax \leq b + p$$

$$\lambda \leq 1$$

$$\lambda, x \geq 0$$

dimana λ merupakan derajat keanggotaan solusi optimum, p adalah toleransi kendala yang boleh dilanggar, f_1 dan f_0 adalah solusi optimum berturut-turut jika kendala mempunyai derajat keanggotaan $\lambda = 1$ dan $\lambda = 0$. Nilai f_1 diperoleh dengan model LP berikut :

Maksimisasi : $f(x) = c^T x$

Dengan kendala : $Ax \leq$ atau $\geq b$

$$x \geq 0$$

sedangkan f_0 diperoleh dengan cara:

Maksimisasi : $f(x) = c^T x$

Dengan kendala : $Ax \leq$ atau $\geq b + p$

$$x \geq 0$$

dimana b adalah kendala, sedangkan p adalah toleransi kendala.

Rantai pasok salak merupakan persoalan sistem yang sangat kompleks melibatkan sejumlah pelaku bisnis dan *stakeholder* lainnya. Terdapat beberapa alasan adanya kompleksitas ini yaitu: (1) adanya informasi dan pengetahuan yang mendukung keputusan tidak lengkap, tidak pasti atau tidak tepat atau bahkan tidak konsisten; (2) terdapat berbagai tujuan bahkan tujuan yang bertentangan dan terdapat banyak tipe batasan yang berbeda; (3) terdapat batasan waktu untuk pengambilan keputusan pada lingkungan yang selalu berubah; dan (4) terdapat kecenderungan pada pengambilan keputusan kelompok dimana berbagai tipe konsensus terjadi di dalam prosesnya.

Minimum Spanning Tree

Untuk mengetahui alternatif jalur pengambilan salak yang terpendek adalah dengan menggunakan metode *Minimum Spanning Tree*. Prosedur algoritma pelabelan untuk *Minimum Spanning Tree (MST)* adalah sebagai berikut:

- (1) Berikan nilai untuk $L_i = 0$ untuk semua simpul
- (2) Berikan label di setiap simpul, katakanlah i dan $L_i = 1$, yaitu label simpul i
- (3) Dari semua simpul yang berlabel i ($L_i = 1$) ke simpul yang tidak berlabel j ($L_j = 0$), temukan C_{ij} minimum. Hubungkan arc (i, j) dan label simpul j , yaitu $L_j = 1$
- (4) Ulangi langkah (3) sampai semua simpul terlabeli

Penelitian dilakukan di Kabupaten Sleman pada tahun 2011 dan 2012. Data yang dikumpulkan meliputi data luas kebun, data populasi pohon salak, data produksi, data harga salak, data jarak kebun ke asosiasi, data upah tenaga kerja, data harga bahan bakar, kapasitas gudang penyimpanan serta batasan untuk masing-masing kendala. Data tersebut diperoleh melalui survey, data sekunder dan wawancara dengan *stakeholder*. Analisis data dilakukan dengan menggunakan software WINQSB.

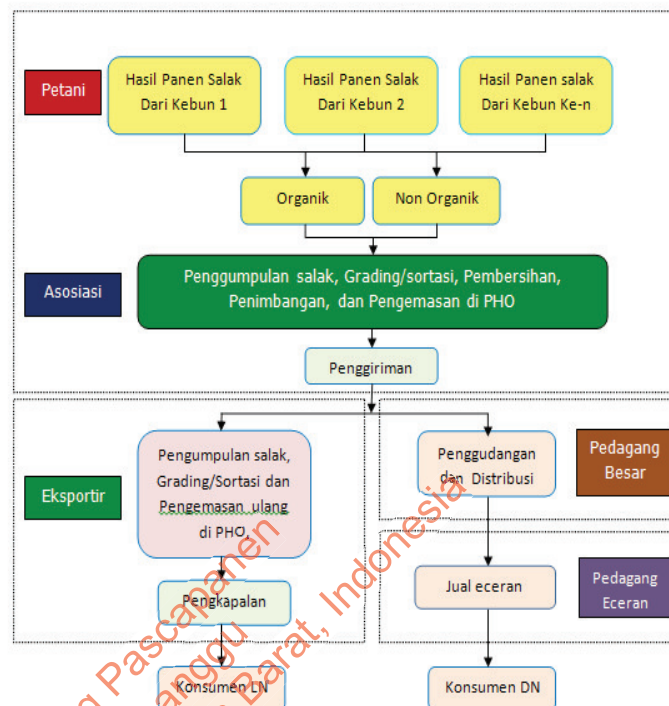
HASIL DAN PEMBAHASAN

Manajemen Rantai Pasok Buah Salak Pondoh di Kabupaten Sleman

Salak Pondoh merupakan salah satu produk buah-buahan yang cukup potensial untuk dikembangkan sebagai komoditas unggulan, akan tetapi daya saingnya masih rendah yang disebabkan oleh belum mempunya *stakeholders* yang terlibat memenuhi jaminan pasokan dalam hal mutu, jumlah dan waktu penyampaian ke konsumen^{11,12}. Rantai pasok agroindustri dibangun berdasarkan cakupan proses produksi, distribusi dan pemasaran baik produk segar maupun olahan sampai ke konsumen^{13,14}.

Secara umum rantai pasok salak pondoh yang dimulai dari petani, kelompok tani, asosiasi, pedagang besar, pedagang eceran dan konsumen. Disamping itu asosiasi juga menjual salak ke eksportir. Transaksi salak antara asosiasi dan eksportir diikat dalam bentuk kemitraan. Kemitraan ini dirintis dengan memanfaatkan sistem kontrak antara asosiasi dengan pasar modern yang diketahui oleh anggota kelompok. Asosiasi dan beberapa pedagang besar di Kabupaten Sleman dalam memasarkan produknya sudah mulai memanfaatkan kemajuan teknologi informasi (internet) untuk menjangkau konsumen di dalam maupun luar negeri. Selain memasarkan buah salak yang dihasilkan dari anggota kelompok binaannya, mereka juga mengemas kebun salak yang dimiliki dalam bentuk wisata agro. Beberapa hasil dari upaya yang telah dilakukan antara lain pesanan salak dari beberapa negara, namun belum dapat direalisasikan yang terjadi sebagai akibat belum dapat dipenuhinya persyaratan impor dari negara dimana salak tersebut diinginkan, seperti Belanda, Jepang, dan Amerika Serikat. Sistem rantai pasok buah salak Pondoh yang sekarang ini berjalan di kabupaten Sleman seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

Gambar 1 memperlihatkan bahwa asosiasi memiliki peran strategis dalam mendistribusikan buah salak, baik untuk pasar domestik maupun ekspor. Besarnya distribusi salak ini sangat tergantung pada besarnya harga yang berlaku dan besarnya pasokan yang sudah disepakati di dalam kontrak antara pihak asosiasi salak dan pihak eksportir. Selanjutnya pedagang besar maupun eksportir akan meneruskan rantai pasok ini sampai pada konsumen. Permintaan salak dari eksportir ke petani dilakukan melalui asosiasi petani salak “Mitra Turindo” dan “Prima Sembada” yang berlokasi di kecamatan Turi dan Tempel, kabupaten Sleman. Fungsi strategis dari asosiasi ini adalah: 1) Sebagai wadah bagi kelompok tani, agar petani mempunyai posisi tawar yang baik terhadap pembeli; 2) Sebagai koordinator kelompok tani, dalam hal penentuan jadwal petik (umur panen), penentuan jadwal penjualan, penentuan *grade* (A1, A2, AB), dan penentuan harga salak per kg dari masing-masing *grade*; dan 3) Sebagai pengumpul hasil produksi salak dari kelompok tani yang tergabung dalam asosiasi tersebut. Asosiasi tersebut akan membagikan kuota permintaan salak ke setiap kelompok tani yang menjadi anggota asosiasi tersebut. Pembagian kuota tersebut telah berlangsung lama semenjak dilakukan kontrak kesepakatan kerjasama antara asosiasi sebagai pemasok salak ke eksportir pada tahun 2008. Konsekuensi dari kesepakatan kerjasama pasokan ini asosiasi salak harus selalu menyediakan dalam jumlah, kualitas dan waktu seperti yang sudah disepakati.



Gambar 1. Rantai pasok salak Pondoh di kabupaten Sleman, Yogyakarta

Figure 1. Supply chain of salacca fruit cv. Pondoh in Sleman District, Yogyakarta

Pelaku rantai pasok sebaiknya meningkatkan kepuasan pelanggan dalam rantai kemitraan dengan pemasok yang bertujuan meningkatkan kinerja setiap pelakuyang ada dengan tujuan pengurangan biaya bahan baku yang terbuang, perbaikan kualitas berkelanjutan dengan tujuan menekan jumlah cacat sampai nol (*zero defects*), peningkatan fleksibilitas untuk mendapatkan informasi kebutuhan konsumen tingkat akhir, dan mengurangi *lead time* dalam rantai pasok¹⁵.

Pada titik ini mode rantai pasok perlu didorong keras untuk menghadirkan sistem transportasi salak yang sanggup mempersingkat *lead time*, sehingga biaya yang ditimbulkan pun akan lebih murah. Dengan kemampuan memaksimalkan model transportasi, termasuk membangun *Demand-Supply Matrix*¹⁶, diharapkan sanggup menghadirkan bisnis salak pondoh yang lebih efektif dan efisien.

Bahkan pemanfaatan teknologi informasi untuk penguatan proses bisnis dapat diarahkan pula pada pengalokasian perhatian yang lebih banyak untuk mengenali konsumen dan memberikan layanan terbaik yang dibutuhkan. Pendekatan seperti ini akan memberikan peluang cukup besar bagi upaya menjaga dan memelihara pelanggan¹⁷. Pemanfaatan teknologi informasi memberikan warna sangat positif bagi pengelolaan Model Rantai Pasok. Efisiensi yang ditumbuhkan oleh

kinerja teknologi informasi memungkinkan pengelolaan berdasarkan *real time data*¹⁸.

Gregory¹⁹ menggunakan suatu pendekatan dengan membuat matriks yang mewakili pelaku rantai pasok yang berbeda, dan alokasi kuota setiap pelaku rantai pasok. Monozka, & Trecha²⁰ mengemukakan kriteria majemuk pelayanan setiap pemasok, dengan menggunakan faktor peringkat dan indeks penampilan supplier secara keseluruhan.

Alternatif rute pengambilan salak

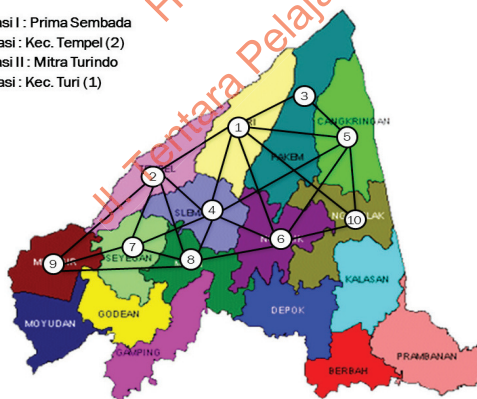
Pengambilan salak dari kebun petani di seluruh kabupaten Sleman membutuhkan strategi yang baik mengingat topografi lokasi kebun salak berada di lereng gunung Merapi. Kondisi ini mendorong asosiasi untuk melakukan strategi transportasi salak sehingga biayanya minimal. Berdasarkan analisis jarak tempuh terpendek dengan menggunakan metode *Minimum Spanning Tree* memberikan gambaran tentang alternatif jalur pengambilan salak oleh kedua asosiasi salak seperti ditunjukkan pada Gambar 2, 3, dan 4.

Berdasarkan analisis dengan menggunakan *Minimum Spanning Tree*, penentuan lintasan pengambilan salak terpendek seperti terlihat pada Gambar 3. Alternatif jalur pengambilan salak untuk Mitra Turindo berdasarkan jarak lintasan terpendek adalah sebagai berikut :

6. Turi – Pakem – Cangkringan – Turi
7. Turi – Sleman – Ngaglik – Ngemplak – Turi
8. Turi – Sleman – Mlati – Seyegan – Minggir – Turi

Sementara jalur pengambilan salak oleh asosiasi Prima Sembada disajikan dalam Gambar 4 yaitu dengan alternatif jalur pengambilan salak berdasarkan jarak lintasan terpendek adalah sebagai berikut :

Asosiasi I : Prima Sembada
• Lokasi : Kec. Tempel (2)
Asosiasi II : Mitra Turindo
• Lokasi : Kec. Turi (1)



Gambar 2. Peta kebun salak di kabupaten Sleman dan alternative rute pengambilannya

Figure 2. Map of salacca fruit orchards in Sleman District and its alternative pathway of fruit taken

1. Tempel – Sleman – Ngaglik – Ngemplak – Cangkringan – Pakem – Turi – Tempel
2. Tempel – Sleman – Mlati – Seyegan – Minggir – Tempel

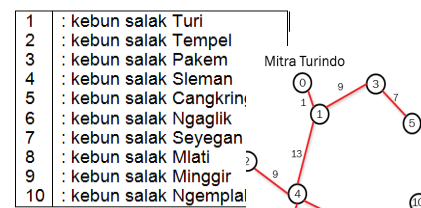
Model Transportasi

Alat analisis yang sering digunakan untuk melakukan analisis secara kuantitatif adalah dengan menggunakan *Linear Programming* (LP) dan *Goal Programming* (GP). Model LP menawarkan kesempatan yang luas untuk diaplikasikan pada kegiatan manajemen yang berspektrum luas, mulai dari layanan manajemen usaha tani sampai dengan masalah pemasaran.

Pada kasus ini, model transportasi yang dibangun adalah untuk meminimumkan biaya transportasi yang ditanggung oleh asosiasi salak. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan LP dan FLP. Model LP dan FLP yang telah dibangun selanjutnya diselesaikan dengan menggunakan perangkat lunak WinQSB. Biaya transportasi untuk masing-masing asosiasi disajikan dalam Tabel 1 dan 2.

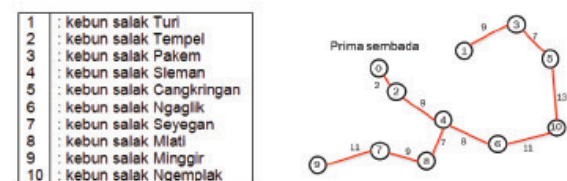
Pemodelan *Linear Programming*

Pemodelan *linear programming* untuk meminimumkan biaya transportasi buah salak Pondoh seperti pada Tabel 3 di bawah ini. Pemodelan ini diasumsikan bahwa 1) Fungsi tujuan merupakan minimisasi dari biaya transportasi salak dari kebun ke asosiasi; 2) biaya transportasi salak per ton merupakan penjumlahan dari biaya sewa kendaraan, biaya bahan bakar dan biaya tenaga kerja; dan 3) Kemampuan menyerap produksi salak dari masing-masing kebun adalah 10% dari total produksi untuk setiap tahunnya.



Gambar 3. Alternatif jalur pengambilan salak oleh asosiasi Mitra Turindo

Alternative pathways of salacca fruits taken by the association of Mitra Turindo



Gambar 4. Alternatif jalur pengambilan salak oleh asosiasi Prima Sembada

Alternative pathways of salacca fruits taken by the association of Prima Sembada

Tabel 1. Biaya transportasi salak dari kebun ke asosiasi Mitra Turindo (Desa Wonokerto, Turi, Sleman)

Table 1. Cost of salacca fruits transportation from orchard to the association of Mitra Turindo (Desa Wonokerto, Turi – Sleman)

Lokasi kebun salak Location of salacca fruits orchard	Biaya sewa kendaraan Vehicle Rental cost (Rp/ton)	Biaya bahan bakar Fuel cost (Rp/ton)	Biaya tenaga angkut Porter fee (Rp/ton)	Total biaya Total cost (Rp/ton)
Turi	133.333	150	50.000	183.483
Tempel	133.333	2.250	50.000	185.583
Pakem	133.333	1.350	50.000	184.683
Sleman	133.333	2.100	50.000	185.433
Cangkringan	133.333	1.950	50.000	185.283
Ngaglik	133.333	2.850	50.000	186.183
Seyegan	133.333	3.750	50.000	187.083
Mlati	133.333	4.950	50.000	188.283
Minggir	133.333	5.250	50.000	188.583
Ngemplak	133.333	3.450	50.000	186.783

Tabel 2. Biaya transportasi salak dari kebun ke asosiasi Prima Sembada (Desa Merdikorejo Tempel – Sleman)

Table 2. Cost of salacca fruits transportation from orchard to the association of Prima Sembada (Desa Merdikorejo, Tempel – Sleman)

Lokasi kebun salak Location of salacca fruits orchard	Biaya sewa kendaraan Vehicle rental cost (Rp/ton)	Biaya bahan bakar Fuel Cost (Rp/ton)	Biaya tenaga angkut (Porter fee)(Rp/ton)	Total biaya (Total cost) (Rp/ton)
Turi	133.333	2.250	50.000	185.583
Tempel	133.333	300	50.000	183.633
Pakem	133.333	3.750	50.000	187.083
Sleman	133.333	1.650	50.000	184.983
Cangkringan	133.333	5.100	50.000	188.433
Ngaglik	133.333	3.150	50.000	186.483
Seyegan	133.333	1.350	50.000	184.683
Mlati	133.333	2.550	50.000	185.883
Minggir	133.333	1.650	50.000	184.983
Ngemplak	133.333	4.500	50.000	187.833

Variabel Keputusan

Variabel keputusan dalam model linier ini adalah sebagai berikut :

X1	: Pengiriman salak dari kecamatan Turi
X2	: Pengiriman salak dari kecamatan Tempel
X3	: Pengiriman salak dari kecamatan Pakem
X4	: Pengiriman salak dari kecamatan Sleman
X5	: Pengiriman salak dari kecamatan Cangkringan
X6	: Pengirimansalak dari kecamatan Ngaglik
X7	: Pengiriman salak dari kecamatan Seyegan
X8	: Pengiriman salak dari kecamatan Mlati
X9	: Pengiriman salak dari kecamatan Minggir
X10	: Pengiriman salak dari kecamatan Ngemplak

Tabel 3. Pemodelan *Linear Programming* untuk meminimumkan

Table 3. Linear Programming Modelling for minimize

Mitra Turindo	Prima Sembada
Fungsi Tujuan Minimumkan : <i>Function of minimize</i> $Z = 183.483 X_1 + 185.583 X_2 + 184.683 X_3 + 185.433 X_4 + 185.283 X_5 + 186.183 X_6 + 187.083 X_7 + 188.283 X_8 + 188.583 X_9 + 186.783 X_{10}$	Fungsi Tujuan Minimumkan : <i>Function of minimize</i> $Z = 185.583 X_1 + 183.633 X_2 + 187.083 X_3 + 184.983 X_4 + 188.433 X_5 + 186.483 X_6 + 184.683 X_7 + 185.883 X_8 + 184.983 X_9 + 187.833 X_{10}$
Fungsi Kendala : <i>Function of constraint</i> $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} \geq 3.000$ $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} \leq 12.000$ $X_1 \leq 2.685,3$ $X_2 \leq 1.973,5$ $X_3 \leq 215,9$ $X_4 \leq 53,9$ $X_5 \leq 29,2$ $X_6 \leq 17,4$ $X_7 \leq 4,7$ $X_8 \leq 2,1$ $X_9 \leq 1,6$ $X_{10} \leq 1,3$ $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10} \geq 0$	Fungsi Kendala : <i>Function of constraint</i> $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} \geq 2.500$ $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} \leq 10.000$ $X_1 \leq 2.685,3$ $X_2 \leq 1.973,5$ $X_3 \leq 215,9$ $X_4 \leq 53,9$ $X_5 \leq 29,2$ $X_6 \leq 17,4$ $X_7 \leq 4,7$ $X_8 \leq 2,1$ $X_9 \leq 1,6$ $X_{10} \leq 1,3$ $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10} \geq 0$

Pemodelan *Fuzzy Linear Programming*

Fungsi tujuan pada kasus ini bersifat tegas yaitu meminimumkan biaya transportasi, sedangkan kendala-kendala bersifat *fuzzy* seperti disajikan pada Tabel 4. Pada tabel terlihat ada dua titik ekstrim nilai keanggotaan (λ), yaitu $\lambda = 1$ dan $\lambda = 0$. Nilai ekstrim $\lambda = 1$ berarti semua kendala dipenuhi dengan sempurna atau dapat dikatakan bahwa hal ini sama dengan *LP non fuzzy*. Sebaliknya

nilai keanggotaan $\lambda = 0$ berarti bahwa kendala dilanggar sama sekali.

Solusi optimum dengan kendala *fuzzy* diperoleh dengan cara memaksimumkan derajat keanggotaannya. Jika solusi optimum pada $\lambda=1$ dan $\lambda=0$ berturut-turut adalah $f_1(x)$ dan $f_0(x)$, maka dengan menggunakan nilai p pada Tabel 4 di atas disusun model FLP seperti pada Tabel 5 di bawah ini:

Tabel 4. Batasan *fuzzy* untuk sistem transportasi salak Pondoh

Table 4. The fuzzy boundaries for transportation system of salacca fruit cv. Pondoh

1	Realisasi Penjualan <i>Sale realization</i>	3.000	2.925	2.500	2.437,5	-75	-62,5
2.	Kapasitas gudang <i>Warehouse capacity</i>	12.000	13.000	10.000	11.000	1.000	1.000
3.	Prod. dari kec. Turi <i>Production of Turi subdistrict</i>	2.685,6	2.819,6	2.685,6	2.819,6	134,3	134,3
4.	Prod. dari kec. Tempel <i>Production of Tempel subdistrict</i>	1.973,5	2.072,2	1.973,5	2.072,2	98,7	98,7
4	Prod. dari kec. Pakem <i>Production of Pakem subdistrict</i>	215,9	226,7	215,9	226,7	10,8	10,8
5	Prod. dari kec. Sleman <i>Production of Sleman subdistrict</i>	53,9	56,6	53,9	56,6	2,7	2,7
6	Prod. dari kec. Cangkringan <i>Production of Cangkringan subdistrict</i>	29,2	30,6	29,2	30,6	1,5	1,5
7	Prod. dari kec. Ngaglik <i>Production of Ngaglik subdistrict</i>	17,4	18,3	17,4	18,3	0,9	0,9
8	Prod. dari kec. Seyegan <i>Production of Sayegan subdistrict</i>	4,7	4,9	4,7	4,9	0,2	0,2
9	Prod. dari kec. Mlati <i>Production of Mlati subdistrict</i>	2,1	2,2	2,1	2,2	0,1	0,1
10	Prod. dari kec. Minggir <i>Production of Minggir subdistrict</i>	1,6	1,7	1,6	1,7	0,08	0,08
11	Prod. dari kec. Ngemplak <i>Production of Ngemplak subdistrict</i>	1,3	1,3	1,3	1,3	0,06	0,06

Tabel 5. Model minimalisasi biaya dengan *Fuzzy Linear Programming*Table 5. The model of cost minimizing by *Fuzzy Linear Programming*

Mitra Turindo	Prima Sembada
Fungsi Tujuan : Function of aim	Fungsi Tujuan : Function of aim
Maksimumkan derajat keanggotaan (λ) Maximize of membership degree	Maksimumkan derajat keanggotaan (λ) Maximize of membership degree
Fungsi Kendala (Function of constraint) :	Fungsi Kendala (Function of constraint) :
$183.483 X_1 + 185.583 X_2 + 184.683 X_3 + 185.433 X_4 + 185.283 X_5 +$ $186.183 X_6 + 187.083 X_7 + 188.283 X_8 + 188.583 X_9 + 186.783 X_{10}$ $+ (f_0 - f_1) \lambda \leq f_1$ $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} - 75 \lambda \geq 2.925$ $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + 2.500 \lambda \leq$ 13.000 $X_1 + 134,3\lambda \leq 2.819,6$ $X_2 + 98,7 \lambda \leq 2.072,2$ $X_3 + 10,8 \lambda \leq 226,7$ $X_4 + 2,7 \lambda \leq 56,6$ $X_5 + 1,5 \lambda \leq 30,6$ $X_6 + 0,9 \lambda \leq 18,3$ $X_7 + 0,2 \lambda \leq 4,9$ $X_8 + 0,1 \lambda \leq 2,2$ $X_9 + 0,08 \lambda \leq 1,7$ $X_{10} + 0,06 \lambda \leq 1,3$ $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10} \geq 0$	$185.583 X_1 + 183.633 X_2 + 187.083 X_3 + 184.983 X_4 + 188.433 X_5$ $+ 186.483 X_6 + 184.683 X_7 + 185.883 X_8 + 184.983 X_9 + 187.833$ $X_{10} + (f_0 - f_1) \lambda \leq f_1$ $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} - 75 \lambda \geq$ 2.437,5 $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + 1.000 \lambda \leq$ 11.000 $X_1 + 134,3\lambda \leq 2.819,6$ $X_2 + 98,7 \lambda \leq 2.072,2$ $X_3 + 10,8 \lambda \leq 226,7$ $X_4 + 2,7 \lambda \leq 56,6$ $X_5 + 1,5 \lambda \leq 30,6$ $X_6 + 0,9 \lambda \leq 18,3$ $X_7 + 0,2 \lambda \leq 4,9$ $X_8 + 0,1 \lambda \leq 2,2$ $X_9 + 0,08 \lambda \leq 1,7$ $X_{10} + 0,06 \lambda \leq 1,3$ $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10} \geq 0$

A. Nilai Optimal Variabel Keputusan

Hasil penelitian optimasi untuk menentukan variabel keputusan pengambilan buah salak di masing-masing kebun petani baik oleh asosiasi Mitra Turindo maupun Prima Sembada seperti ditunjukkan pada Tabel 6.

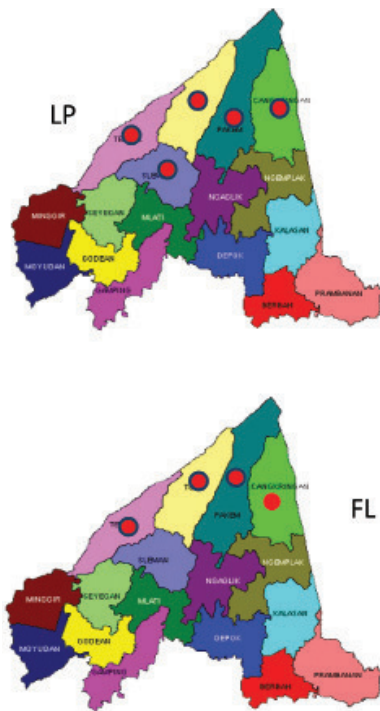
Berdasarkan hasil keluaran model LP dan FLP seperti pada Tabel 7 di atas, diperoleh biaya transportasi minimal untuk asosiasi Mitra Turindo sebesar Rp 550.878.300,- / tahun dengan LP dan Rp 547.522.200,- /tahun dengan FLP. Biaya transportasi ini lebih kecil jika dibandingkan dengan cara LP konvensional, meskipun ada batas-batas sistem yang dilanggar, namun pelanggaran ini masih dapat ditolerir. Biaya transportasi minimum tersebut dapat dicapai pada fungsi keanggotaan 0,9.

Dilihat dari solusi variabel keputusannya diketahui bahwa untuk meminimumkan biaya transportasi tersebut pengambilan salak dapat dilakukan dari 4 kebun yaitu dari kebun salak Turi, Tempel, Pakem, dan Cangkringan, sedangkan untuk kebun salak yang terletak di kecamatan Tempel, Minggir, Seyegan, Mlati, Ngaglik dan Ngemplak yang berjarak 20 – 40 km sebaiknya tidak diambil oleh asosiasi ini, karena jika produksi salak daerah tersebut diangkut, maka biaya transportasi akan bertambah Rp 184.983,- /ton dari Sleman, Rp 186.183,- /ton dari Ngaglik, Rp 187.083,- /ton dari Seyegan, Rp. 188.283,- /ton dari Mlati, Rp188.583,- /ton dari Minggir, dan Rp 186.783,- /ton dari Ngemplak. Peta pengambilan salak dari masing-masing kebun salak seperti pada Gambar 5.

Tabel 6. Variabel keputusan untuk asosiasi Mitra Turindo

Table 6. Decision variable for the association of Mitra Turindo

Non-Fuzzy (LP)	Fuzzy (FLP)
X1 = 2.685 ton	X1 = 2.698,8 ton
X2 = 16 ton	X2 = 47,7 ton
X3 = 216 ton	X3 = 217 ton
X4 = 54 ton	X5 = 29 ton
X5 = 29 ton	Z = Rp 547.522.200/tahun
Z = Rp. 550.899.300,- /tahun	$\lambda = 0,9$



Gambar 5. Peta pengambilan salak oleh asosiasi Mitra Turindo
Figure 5. Map of fruit taken by the association of Mitra Turindo



Gambar 6. Peta pengambilan salak oleh asosiasi Prima Sembada
Figure 6. Map of fruit taken by the association of Prima Sembada

Tabel 7. Variabel keputusan untuk asosiasi Prima Sembada
Table 7. Decision variable for the association of Prima Sembada

Non-Fuzzy (LP)	Fuzzy (FLP)
X1 = 465 ton	X1 = 439,7 ton
X2 = 1974 ton	X2 = 1993,7 ton
X4 = 54 ton	X4 = 54,6 ton
X7 = 5 ton	X7 = 5 ton
X9 = 2 ton	X9 = 2 ton
Z = Rp. 460.070.100/tahun	Z = Rp. 422.030.200/tahun
	$\lambda = 0,8$

Variabel keputusan untuk asosiasi Prima Sembada seperti tersaji pada Tabel 7. Pada Tabel tersebut disajikan perbedaan hasil perhitungan variabel keputusan dengan menggunakan *Linear Programming* dan *Fuzzy Linear Programming*.

Berdasarkan variabel keputusan pada Tabel 7 terlihat bahwa untuk asosiasi Prima Sembada biaya transportasi minimal adalah sebesar Rp. 460.070.100,- /tahun dengan model LP dan Rp. 422.030.200,- /tahun dengan model

FLP, dan untuk meminimumkan biaya transportasi tersebut hanya dapat melakukan pengambilan salak dari kebun salak di Turi, Tempel, Seyegan, Minggir dan Sleman, sedangkan salak dari kebun Pakem, Cangkringan, Ngaglik, Mlati dan Ngemplak yang berjarak 19 – 40 km sebaiknya tidak diambil, karena jika produksi salak dari daerah tersebut diangkut, maka biaya transportasi akan bertambah Rp. 187.083,- /ton dari kebun salak Pakem, Rp. 188.433,- /ton dari Cangkringan, Rp. 186.483,- /ton dari Ngaglik, Rp. 185.883,- /ton dari Mlati dan Rp. 187.833,- /ton dari Ngemplak. Biaya transportasi minimum tersebut dapat dicapai pada fungsi keanggotaan 0,8.

KESIMPULAN

- Sistem transportasi salak pondoh di kabupaten Sleman, DIY dapat dipetakan secara baku untuk memudahkan pengambilan buah salak secara rutin dengan biaya yang minimal. Pengambilan salak dapat mengikuti rute terpendek seperti yang disarankan.
- Kajian biaya transportasi dengan *Fuzzy Linear Programming* baik untuk Mitra Turindo maupun untuk Prima Sembada memiliki biaya lebih murah jika dibanding dengan kajian *Linear Programming* namun ada pelanggaran batasan sistem. Pelanggaran ini secara teknis dapat ditolerir, karena daya serap asosiasi untuk pasokan salak masih rendah yaitu masing-masing 10% dari total produksi salak di kabupaten Sleman.
- Biaya transportasi minimal bagi asosiasi Mitra Turindo adalah Rp 547.522.200/tahun pada derajat keanggotaan 0,9, sedangkan biaya transportasi minimal bagi asosiasi Prima Sembada adalah Rp. 422.030.200/tahun pada derajat keanggotaan 0,8.

DAFTAR PUSTAKA

- Kawasan Salak. Jakarta : Direktorat Tanaman Buah, Direktorat Jenderal Hortikultura; 2009.
- Dinas Pertanian, Perikanan dan Kehutanan Kabupaten Sleman. Kondisi terkini dan upaya yang telah dan akan dilakukan untuk pemulihan tanaman salak pasca bencana gunung Merapi di Kabupaten Sleman. Makalah disampaikan pada : Workshop Sinkronisasi Pengembangan Kawasan Salak yang diselenggarakan oleh Direktorat Budidaya dan Pascapanen Tanaman Buah; 28-30 Maret 2011; Yogyakarta.
- Stevens GC. Integrating the supply chain, *International Journal of Physical Distribution and Materials Management*. 1989; 19(8): 3–8.
- Pibernik Rd. Managing stock-outs effectively with order fulfillment systems. *Journal of Manufacturing Technology Management*. 2006; 17(6): 721 – 736.

5. Talluri, Srinivas, Kemal C, Gardner AJ. Integrating demand and supply variability into safety stock evaluations. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. 2004; 34(1): 62 – 69.
6. Young R. Managing residual disposition: achieving economy, environmental responsibility, and competitive advantage using the supply chain framework. *The Journal of Supply Chain Management*. Winter. 2006; 26(1): 57 – 66.
7. Zimmermann HJ. Fuzzy set theory and its applications. London: Kluwer Academic Publishers; 1996.
8. Barnes JD. Fuzzy composite programming to combine remote sensing and crop models for decision support in precision crop management. *Agricultural System*. 2000; 65(3):137-138.
9. Pan AC. Allocation of order quantity among suppliers, *Journal of Purchasing and Materials Management*. Fall. 1989; 36–39.
10. Ghodsypour SH, O'Brien C. A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming., *International Journal of Production Economics*. 1998; 56–57, 199–212.
11. Hadiguna RA, Marimin. Alokasi pasokan berdasarkan produk unggulan untuk rantai pasokan sayuran segar. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 2007; 9(2):85-101.
12. Pathnumnakul SK, Piewthongengam, Khamjan S. Integrating shrimp-growth function, farming skill information and a supply allocation algorithm to manage the shrimp supply chain. *Computers and Electronic in Agriculture*. 2009; 66:93-105.
13. Apaiah K, Hendrix EMT. Design of a supply chain network for pea-based novel protein foods. *Journal of Food Engineering*. 2005; 70:383-391.
14. Ahumada O, Villalobos JR. Application of planning models in the agri-food supply chain: A Review. *European Journal of Operational Research*. 2009; 195:1-20.
15. Buffa FP, Jackson WM. A goal programming model for purchase planning. *Journal of Purchasing and Materials Management*. Fall. 1983; 27–34.
16. Cigolini R, Cozzi M, Perona M. A new framework for supply chain management: conceptual model and empirical test. *International Journal of Operations & Production Management*. 2004; 24(1): 7–41.
17. Schofield RA, Liz B. Suppliers, do you know your customers?. *International Journal of Quality & Reliability Management*. 2006; 3(4).
18. Breen L, Helen C. Improving the pharmaceutical supply chain: assessing the reality of e-quality through e-commerce application in hospital pharmacy. *International Journal of Quality & Reliability Management*. 2005; 22(6): 572 – 590.
19. Gregory RE. Source selection: a matrix approach, *Journal of Purchasing and Materials Management* Summer. 1986; 24–29.
20. Monozka RM, Trecha SJ. Cost-based supplier performance evaluation, *Journal of Purchasing and Materials Management*, Spring. 1988; 2–7.