

ISSN : 0216 - 0455

AGRITECH

JURNAL TEKNOLOGI PERTANIAN

VOLUME 31, NO. 3, AGUSTUS 2011

- **Analisis Energi Masukan-Keluaran pada Proses Produksi Kelapa Sawit (*Eleasis guineensis* jacq.)** 153
Input-Output Energy Analysis in Oil Palm Production
Agus Haryanto, Budianto Lanya, Sugeng Triyono, Mirwan Saputra, Nomi Setyowati
- **Pengaruh Konsentrasi Larutan Asam Asetat dan Lama Waktu Perendaman terhadap Sifat-Sifat Gelatin Ceker Ayam** 161
The Effect Concentration of Acetic Acid Solution and Soaking Time on Chicken Claw Gelatin Characteristics
Maria Ulfah
- **Tingkat Cemaran Aflatoksin B, pada Jagung di Kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur** 168
The Intensity of Aflatoxin B, Contamination on Corn in Kupang District, East Nusa Tenggara
Yuliana Tandi Rubak
- **Optimasi Kondisi Kristalisasi pada Pembuatan Fraksi Kaya Tokotrienol dari Distilat Asam Lemak Minyak Sawit** 171
Optimizing Crystallization Conditions for Obtaining Tocotrienol Enriched Fraction from Palm Fatty Acid Distillate
K.G.S. Ahmadi, Teti Estiasih
- **Aplikasi Mikroemulsi β -Karoten untuk Menghambat Kerusakan Fotooksidatif Vitamin C pada Sari Buah Jeruk** 180
Application of β -Carotene Microemulsion to Inhibit Vitamin C Photodegradation in Orange Juice
Setyaningrum Ariviani, Sri Raharjo, Pudji Hastuti
- **Karakteristik Gelatin Kulit Kambing yang Diproduksi melalui Proses Asam dan Basa** 190
Characteristics of Goat Skin Gelatin That Produced Through Acid and Alkali Process
Muhammad Irfan Said, Suharjono Triatmojo, Yuny Erwanto, Achmad Fudholi
- **Desain dan Uji Performansi Roda Sirip Lengkung Traktor Tangan untuk Pengolahan Tanah di Lahan Kering** 201
Design and Performance Test of the Curve Wheel Lug of Hand Tractor to Soil Processing at Dry Area Agricultural
Ansar
- **Penentuan Tingkat Beban Kerja dan Waktu Istirahat Berdasarkan Kriteria Fisiologis dan Postur Kerja Pekerja (Studi Kasus pada UKM Mi Kricak Yogyakarta)** 207
Determination of Workload Level and Rest Hour Based on Workers' Physiological Criteria and Work Posture (Case Study in UKM Mi Kricak Yogyakarta)
Rizky LR. Silalahi, Guntarti Tatik M., AM. Madyana

TERAKREDITASI
Nomor: 83/DIKTI/Kep/2009

PEMODELAN OPTIMASI MITIGASI RISIKO RANTAI PASOK PRODUK/KOMODITAS JAGUNG

Optimization Model Of Corn Supply Chain Risk Mitigation

Suharjito^{1,2}, Machfud², Bambang Haryanto¹, Sukardi², Marimin²

¹ Pusat Teknologi Agroindustri, BPP Teknologi, Gd. BPPT II, Lt.17, Jl. M.H. Thamrin No.8, Jakarta Pusat 10340; ² Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian IPB, Kampus IPB Darmaga, P.O.Box 220, Bogor
Email: harjito@yahoo.com

ABSTRAK

Selain lebih kompleks, rantai pasok produk pertanian juga bersifat probabilistik, dinamis dan kebergantungan yang tinggi. Hal ini terjadi karena produk pertanian bersifat mudah rusak, proses penanaman, pertumbuhan dan pemanenan tergantung musim, hasil panen memiliki bentuk dan ukuran yang bervariasi, dan produk pertanian bersifat kamba sehingga produk pertanian sulit untuk ditangani. Tingginya tingkat kebergantungan dan kompleksitas dari jaringan rantai pasok produk pertanian menjadikan rantai pasok lebih rentan terhadap gangguan. Risiko gangguan rantai pasok dapat terjadi secara internal (relasi antara organisasi dengan jaringan pemasok) dan eksternal (antara jaringan pemasok dengan lingkungannya). Oleh karena itu perlu pengendalian risiko rantai pasok agar dapat menghindarkan akibat berkelanjutan yang dapat terjadi pada setiap titik dalam jaringan pasokan. Tujuan dari kajian ini adalah menjelaskan suatu model evaluasi dan manajemen risiko rantai pasok produk pertanian. Hasil validasi model dapat mengidentifikasi risiko setiap tingkatan rantai pasok dan memberikan usulan tindakan yang dapat dilakukan untuk meminimalkan risikonya. Nilai indeks risiko pada tingkat petani sebesar 26 % yang lebih tinggi daripada risiko pada tingkat pengumpul (8,78 %) dan distributor (8,31 %). Model dapat mengoptimalkan jadwal tanam petani untuk mengurangi risiko pasokan dan harga, selain itu juga telah dimodelkan optimasi pemilihan pemasok pada tingkat pengumpul dan distributor dengan pertimbangan minimalisasi risiko dan optimalisasi keuntungan.

Kata kunci: Evaluasi risiko, manajemen rantai pasok, risiko pasokan komoditas jagung.

ABSTRACT

Besides more complexes, the agricultural product supply chain also was probabilistic, dynamic and higher dependencies. This happened because of the agricultural product was easy broken, the process of planting, the growth and the harvesting depended the season, the yield had variety form and measurement, and the agricultural product was bulky so that the agricultural product was difficult to be handled. The height of the dependency level and the complexity from the supply chain network of the agricultural product made this chain to be more susceptible to the disturbance. The risk of failure for the supply chain could be happen internally (the relations between the organization and the network of the supplier) and externally (between the network of the supplier and its environment). Therefore, the needs for supply chain risk management to avoid a result that can continuously occur at any point in the supply network. The purpose of this study was to describe a model of evaluation and risk management supply chain of agricultural products. Model could identify risks of every level of supply chain and provide solutions that can be done to minimize them. The index value of risk on farm level was 26 % higher than the risk at the level of collector (8.78 %) and distributors (8.31 %). The model can optimize farmers' planting schedules to reduce supply risk and price, while also optimizing the selection of suppliers at the level of collectors and distributors with the consideration of minimizing risk and optimizing profits.

Keywords: Risk evaluation, supply chain management, corn supply risk commodity

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Salah satu upaya untuk memperbaiki sistem ketahanan pangan adalah dengan mendesain sistem industrialisasi pertanian pangan yang mampu menghasilkan produk pangan dengan nilai tambah tinggi bagi petani, menjamin kelancaran pasokan pangan, terkendali tingginya mutu dan terjaminnya keamanan produk pangan dan terjangkau harga produk pangan oleh masyarakat. Hal ini dapat dilakukan melalui pengembangan strategi pengelolaan rantai pasokan (*supply chain management*) yang mengintegrasikan para pelaku dari semua segmen rantai pasok baik secara vertikal maupun horizontal (Apriantono, 2005).

Sejumlah permasalahan yang menyebabkan melemahnya ketahanan pangan saat ini dapat diidentifikasi yaitu konversi lahan pertanian, menurunnya produktivitas pertanian, sarana dan prasarana pertanian yang tidak memadai, lemahnya kelembagaan (regulasi dan infrastruktur), serta sistem pemasaran dan rantai pasokan yang tidak terkendali. Khusus pada sebab permasalahan terakhir, adanya kesenjangan informasi antara konsumen dan produsen menyebabkan terjadinya distorsi pada aspek distribusi dan aksesibilitas ketahanan pangan. Distorsi inilah memunculkan sejumlah persoalan tidak lancarnya pasokan bahan pangan, tidak proporsionalnya pembagian risiko, nilai tambah dan keuntungan antar pelaku, rendahnya mutu dan keamanan produk pangan, tidak efisien biaya sepanjang rantai pasokan serta melonjaknya harga produk pangan. Petani, sebagai penyedia bahan baku adalah pelaku utama yang menderita kerugian dalam distorsi tersebut, yaitu menanggung porsi risiko yang lebih besar dan menerima porsi keuntungan dan nilai tambah yang lebih kecil (Arifin, 2001).

Menurut Kersten *dkk.* (2007), risiko rantai pasok didefinisikan sebagai: kerusakan yang dikaji dengan kemungkinan terjadinya yang disebabkan oleh suatu kejadian atau tindakan dari sebuah perusahaan pada suatu tingkatan rantai pasok atau lingkungannya menimbulkan pengaruh negatif terhadap proses bisnis pada lebih dari satu perusahaan dalam jaringan rantai pasok tersebut.

Risiko dalam rantai pasok dapat diakibatkan dari satu perusahaan dalam rantai pasok, atau keterhubungan antar organisasi dalam jaringan pasokan, atau antar jaringan pasokan dan lingkungannya, yang akan menyebabkan kerugian finansial secara menyeluruh atau bahkan mengakibatkan berhentinya kegiatan bisnis. Oleh karena itu perlu pengendalian risiko rantai pasok agar dapat menghindari akibat berkelanjutan yang dapat terjadi pada setiap titik dalam jaringan pasokan (Karningsih *dkk.* 2007).

Beberapa kajian manajemen risiko yang telah dilakukan antara lain adalah untuk memilih sumber pasokan dengan risiko minimum dengan menggunakan AHP (Wu *dkk.*, 2006) dan Schoenherr, *dkk.* (2008). Selain itu Karningsih *dkk.* (2007) telah membuat model basis pengetahuan untuk manajemen risiko suatu perusahaan manufaktur dengan konsep manajemen risiko dari Zsidisin, (2003) dan Tang (2006). Sedangkan beberapa model optimisasi manajemen rantai pasok dengan pertimbangan risiko telah dimodelkan oleh Nagurney *dkk.* (2005), Xiaohui, Wu *dkk.* (2006), Li & Hong. (2007) dan Lee (2008). Tetapi model-model risiko tersebut belum ada yang memodelkan risiko rantai pasok produk atau komoditas pertanian khususnya jagung.

Manajemen rantai pasok produk pertanian berbeda dengan manajemen rantai pasok produk manufaktur lainnya karena: (1) produk pertanian bersifat mudah rusak, (2) proses penanaman, pertumbuhan dan pemanenan tergantung pada iklim dan musim, (3) hasil panen memiliki bentuk dan ukuran yang bervariasi, (4) produk pertanian bersifat kamba sehingga produk pertanian sulit untuk ditangani (Austin, 1992; Brown, 1994). Sehingga risiko dalam rantai pasok produk pertanian lebih tinggi dan bersifat probabilitik. Oleh karena itu perlu model manajemen risiko rantai pasok produk atau komoditas pertanian yang perlu mempertimbangkan sifat-sifat tersebut agar diperoleh suatu kinerja rantai pasok yang optimal untuk mendapatkan kontinuitas pasokan dan kualitas produk.

Tujuan dan Manfaat

Secara umum tujuan kajian ini adalah dirumuskannya suatu model pengukuran risiko rantai pasok produk pertanian pada setiap tingkatan jaringan rantai. Kemudian hasil pengukuran risiko tersebut dapat digunakan oleh pelaku rantai pasok produk pertanian untuk mengoptimalkan tindakan yang akan dilakukan dengan mempertimbangkan tingkat risiko yang dihadapi.

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari kajian ini adalah:

1. Diperoleh suatu model pengukuran risiko setiap pelaku jaringan rantai pasok produk pertanian tanaman pangan.
2. Diperoleh suatu strategi dan tindakan penanganan risiko rantai pasok produk pertanian khususnya jagung.
3. Memberikan gambaran pengukuran risiko rantai pasok komoditas jagung terhadap petani, pengumpul dan distributor.

Ruang Lingkup Kajian

Ruang lingkup dari kajian ini dibatasi pada evaluasi risiko rantai pasok komoditas jagung, mulai dari petani sebagai produsen jagung, kemudian pengumpul dan distributor sebagai pemasok jagung pada industri pangan

atau pakan. Evaluasi risiko dilakukan untuk mengetahui tingkat risiko pada setiap pelaku rantai pasok, kemudian dari indeks risiko yang diperoleh ini digunakan sebagai input untuk manajemen risiko dalam memilih tindakan yang tepat yang perlu dilakukan setiap pelaku untuk mengoptimalkan keuntungan. Beberapa jenis risiko yang dievaluasi merupakan risiko yang sangat dominan yang akan mempengaruhi kinerja pada suatu tingkatan rantai pasok komoditas jagung, karena jenis risiko pada satu tingkatan berbeda dengan jenis risiko pada tingkatan yang lain.

Model pengukuran indeks risiko mengadopsi model pengukuran risiko dari Neureuther & Kenyon (2008) dan model optimasi menggunakan pendekatan model dari Nagurney *dkk.* (2005), dengan beberapa penyesuaian.

TINJAUAN PUSTAKA

Manajemen Risiko Rantai Pasok

Akhir-akhir ini, banyak perusahaan sudah mengkaji bahwa disamping risiko tradisional yang muncul dalam aktifitas bisnisnya, ada risiko baru yang bersumber dari kolaborasi yang ketat dalam jaringan rantai pasok (Giunipero dan Eltantawy, 2004). Dalam terori keputusan tradisional, risiko didefinisikan sebagai variasi pada distribusi hasil potensial, kemungkinan kejadian dan nilai subjektifnya (Arrow, 1965). Oleh karena itu, risiko bisa mengindikasikan deviasi positif dan negatif dari hasil yang diharapkan. Akan tetapi, sebuah kajian empiris oleh March dan Shapira menunjukkan bahwa risiko sering menurun pada komponen yang negatif dalam bisnis praktis, sedangkan deviasi positif dianggap sebagai kesempatan.

Hal yang sama risiko dapat didefinisikan sebagai hasil dari kejadian negatif yang mempunyai kemungkinan terjadi dan menghasilkan sejumlah kerusakan (March dan Shapira, 1987). Berkaitan dengan jaringan rantai pasok dan berdasarkan pada definisi umum dari March dan Shapira, Risiko rantai pasok dapat didefinisikan sebagai: kerusakan yang dikaji dengan kemungkinan terjadinya yang disebabkan oleh suatu kejadian dalam sebuah perusahaan, dalam rantai pasok atau lingkungannya menimbulkan pengaruh negatif terhadap proses bisnis pada lebih dari satu perusahaan dalam rantai pasok (Kersten *dkk.*, 2007).

Peningkatan tingkat kebergantungan dan kompleksitas dari jaringan rantai pasok saat ini menjadikan rantai pasok secara keseluruhan saat ini menjadi lebih rentan terhadap gangguan. Setiap gangguan yang terjadi dalam salah satu pemain rantai pasok dapat mempengaruhi jaringan rantai pasok secara keseluruhan seperti berhentinya arus informasi dan sumber daya dari hulu ke hilir dalam rantai pasok

dapat menyebabkan ketidakseimbangan antara pasokan dan permintaan. Oleh karena itu risiko dalam rantai pasok dapat didefinisikan sebagai terganggunya arus informasi dan sumberdaya dalam jaringan rantai pasok karena adanya penghentian dan variasi yang tidak pasti (Jüttner *dkk.*, 2003) dan sumber/faktor dari risiko disebabkan oleh risiko yang tidak dapat diramalkan secara pasti (Niwa, 1989).

Manajemen risiko rantai pasok oleh Chapman *dkk.* (2002) didefinisikan sebagai identifikasi dan manajemen risiko dalam rantai pasok dan risiko eksternalnya melalui pendekatan koordinasi di antara anggota rantai pasok untuk mengurangi terganggunya rantai pasok secara keseluruhan. Manajemen risiko rantai pasok berfokus pada bagaimana memahami dan menanggulangi pengaruh berantai ketika suatu kecelakaan yang besar atau kecil terjadi pada suatu titik dalam jaringan pasokan. Selanjutnya hal yang paling penting adalah memastikan bahwa ketika gangguan terjadi, perusahaan mempunyai kemampuan untuk kembali kepada keadaan normal dan melanjutkan bisnisnya.

Secara umum, proses manajemen risiko rantai pasok terdiri dari identifikasi risiko, analisis risiko, evaluasi risiko dan mitigasi risiko. Identifikasi risiko disarankan sebagai tahapan fundamental dalam proses manajemen risiko (Zoysa & Russell, 2003; Hallikas *dkk.*, 2004; Norrman & Lindroth, 2004). Kebanyakan risiko potensial, tidak hanya dalam organisasi tetapi juga antar anggota jaringan pasokan dan antar jaringan pasokan dan lingkungannya harus diidentifikasi. Risiko yang tidak teridentifikasi dapat menyebabkan kesalahan arah dalam proses manajemen risiko rantai pasok (seperti: pembuatan rencana mitigasi risiko), menimbulkan tidak tepatnya atau tidak sesuainya strategi untuk mengendalikan risiko-risiko ini dan hal ini dapat menyebabkan kerugian yang lebih besar.

Evaluasi Risiko Rantai Pasok

Dua metode utama untuk mengukur risiko rantai pasok adalah metode pengukuran risiko berdasarkan pendapat pakar dan metode pengukuran risiko secara statistik (Klimov & Merkurjev, 2006). Menurut Agarwal (2005), telah lama suatu perusahaan mendefinisikan, memprioritaskan, memitigasi dan mengaudit risiko dengan bantuan pakar dengan pendekatan pengukuran secara subyektif. Sedangkan pengukuran dengan pendekatan statistik terbukti lebih bersifat obyektif dan lebih efektif dengan kerangka kerja berdasarkan simulasi dari probabilitas kejadian risiko dan dampak risiko sebagai variabelnya. Pengukuran risiko secara statistik biasanya berdasarkan pada nilai rata-rata, tingkat simpangan, tingkat probabilitas, koefisien risiko dan skala risiko, sehingga muncul suatu nilai ukuran *Value at Risk* (VaR) pada pengukuran risiko keuangan, *Inventory at Risk*

(IaR) dalam penggudangan, dan *Demand at Risk* (DaR) sebagai pendekatan yang serupa (Sodhi, 2005. dalam Klimov & Merkurjev, 2006).

Value at Risk (VaR) biasanya digunakan untuk mengukur risiko suatu investasi yang sudah diketahui distribusi probabilitasnya adalah normal. Dengan mengetahui nilai risiko (*Value at Risk*) suatu investasi maka investor dengan mudah dapat memperkirakan kemungkinan nilai risiko yang akan ditanggung jika suatu kejadian yang tidak diinginkan terjadi dengan tingkat kepercayaan tertentu. Untuk menghitung *Value at Risk* (VaR) digunakan rumus sebagai berikut:

$$VaR = V_0(1 + e^r) \quad (1)$$

$$r = -1.65 * \hat{\lambda} + \hat{\mu} \quad (2)$$

Dimana:

V_0 = Nilai investasi awal

$\hat{\lambda}$ = Perkiraan nilai simpangan baku investasi

$\hat{\mu}$ = Perkiraan nilai rata-rata investasi

Selain itu Risiko finansial dapat dinilai dengan menggunakan (1) distribusi probabilitas yaitu model yang menghubungkan berbagai probabilitas terhadap masing-masing hasil tertentu, (2) analisa sensitifitas yaitu pendekatan yang menggunakan beberapa kemungkinan taksiran pendapatan untuk mengetahui variabilitas hasil dengan mengestimasi tingkat pengembalian dari aktiva atau tingkat keuntungan yang diperoleh yang bersifat pesimistik, yang diharapkan dan optimistic (Sunjaya dan barlian, 2001 dalam Santoso, 2005)

Risiko suatu aktiva dapat diukur secara kuantitatif dengan menggunakan standar deviasi dan koefisien variasi. Standar deviasi merupakan indikator yang paling umum dari risiko suatu aktiva. Nilai tingkat keuntungan yang diharapkan \hat{E} dihitung dengan rumus:

$$\hat{E} = \sum_{i=1}^n E_i Pr_i \quad (3)$$

Dimana:

\hat{E} = Nilai keuntungan yang diharapkan

E_i = Nilai keuntungan pada tahun ke -1

Pr_i = Probabilitas dari kejadian hasil tahun ke-1

n = Jumlah hasil yang dipertimbangkan

Standar deviasi dari nilai Keuntungan λ_e dinyatakan dengan rumus:

$$\lambda_e = \sqrt{\sum_{i=1}^n (E_i - \hat{E})^2 Pr_i} \quad (4)$$

Dimana:

\hat{E} = Nilai keuntungan yang diharapkan

E_i = Nilai keuntungan pada tahun ke -1

Pr_i = Probabilitas dari kejadian hasil tahun ke-1

n = Jumlah hasil yang dipertimbangkan.

λ_e = Standar deviasi dari nilai keuntungan.

Koefisien variasi yaitu pengukuran dispersi relatif untuk membandingkan risiko dari aktiva dengan berbagai harapan tingkat keuntungan yang berbeda. Semakin tinggi koefisien variasi, maka semakin besar tingkat risikonya. Koefisien variasi dihitung dengan rumus:

$$CV = \frac{\lambda_e}{\hat{E}} \quad (5)$$

Dimana:

CV = Koefisien variasi

\hat{E} = Nilai keuntungan yang diharapkan

λ_e = Standar deviasi dari nilai keuntungan

Tata Niaga Komoditas Jagung

Jagung merupakan salah satu komoditas utama tanaman pangan yang mempunyai peranan strategis dalam pembangunan pertanian dan perekonomian Indonesia, mengingat komoditas ini mempunyai fungsi multiguna, baik untuk konsumsi langsung maupun sebagai bahan baku utama industri pakan serta industri pangan. Selain itu, pentingnya peranan jagung terhadap perekonomian nasional telah menempatkan jagung sebagai kontributor terbesar kedua terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) setelah padi dalam subsektor tanaman pangan.

Di Indonesia, jagung dibudidayakan pada lingkungan yang beragam. Hasil studi 18 tahun yang lalu menunjukkan bahwa sekitar 79 % areal pertanaman jagung terdapat pada lahan kering, 11 % pada lahan sawah irigasi, dan sisanya (10 %) pada lahan sawah tadah hujan (Mink dkk. 1987). Diperkirakan saat ini areal pertanaman jagung pada lahan sawah irigasi dan lahan sawah tadah hujan meningkat masing-masing menjadi 10-15 % dan 20-30 %, terutama pada daerah produksi jagung komersial (Kasryno, 2002).

Jagung dapat dimanfaatkan untuk pangan, pakan, dan bahan baku industri. Di Indonesia, pada tahun 2000, pemanfaatan jagung sebesar 50 % untuk bahan makanan dan industri pangan, sedangkan 50% lagi untuk industri pakan. Kecenderungan proporsi tersebut akan berubah pada tahun 2020 di mana industri pakan memerlukan jagung sekitar 76,2% (Kasryno, 2006).

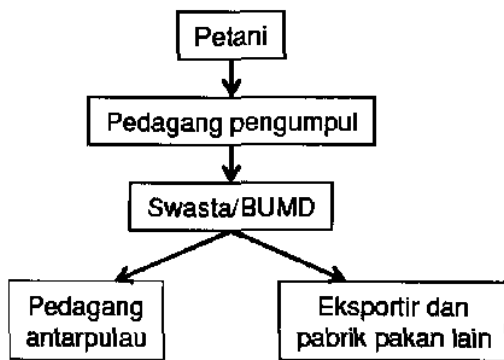
Produktivitas jagung di Indonesia masih sangat rendah, baru mencapai 3,47 t/ha pada tahun 2006, namun cenderung meningkat dengan laju 3,38 % per tahun. Masih rendahnya produktivitas menggambarkan bahwa penerapan teknologi produksi jagung belum optimal. Dalam periode

1990- 2006, produksi jagung rata-rata 9,1 juta ton dengan laju peningkatan 4,17 % per tahun. Terindikasi bahwa peningkatan produksi jagung di Indonesia lebih ditentukan oleh perbaikan produktivitas daripada peningkatan luas panen (laju peningkatan 0,96 %), (Zubachtirodin dkk. 2007).

Peningkatan produksi jagung di Indonesia belum diikuti oleh penanganan pascapanen yang baik. Petani kurang mendapatkan informasi tentang kegiatan panen dan pascapanen yang dapat mengurangi biaya dan menekan susut mutu jagung. Karena itu, petani di beberapa wilayah pengembangan jagung masih belum merasakan nilai tambah dengan meningkatnya kualitas produk biji jagung (Firmansyah 2006).

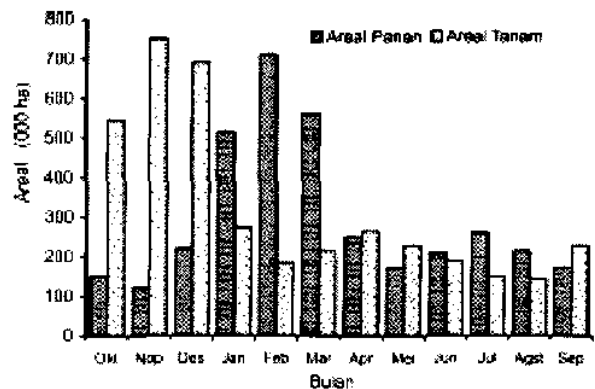
Berdasarkan data perkembangan harga jagung, pada bulan September-November merupakan puncak harga jual tertinggi. Pada bulan September-Desember, kebutuhan (konsumsi) lebih besar dibanding produksi, yang menyebabkan harga jagung naik. Periode tersebut merupakan puncak paceklik, sehingga harga jagung tinggi. Dalam periode Januari-April, produksi lebih tinggi dari kebutuhan sehingga terjadi kelebihan produksi, yang menyebabkan harga jagung cenderung rendah (Nadjamuddin dan Noor 1997).

Petani umumnya menjual hasil jagung hanya ke pedagang pengumpul atau ke pasar (pedagang penyalur kota atau pengecer di pasar umum). Dengan demikian, harga yang diterima petani relatif rendah dan fluktuatif. Keadaan ini kurang menguntungkan bagi petani, sebab tidak adanya jaminan harga yang layak. (Sarasutha, dkk. 2007). Alur tataniaga jagung dapat diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur tataniaga jagung, (Sarasutha, dkk. 2007)

Pola tanam jagung di Indesia secara garis besar dapat dijelaskan dengan Gambar 2.



Gambar 2. Areal tanam dan panen bulanan jagung di Indonesia (Suryana & Hermanto 2006)

Dari Gambar 2 terlihat bahwa pola tanam jagung tidak merata sepanjang tahun sehingga kemungkinan terjadinya anjlok harga sangat tinggi pada musim panen raya. Oleh karena itu perlu adanya penjadwalan tanam jagung agar diperoleh kestabilan harga dan kontinuitas produk.

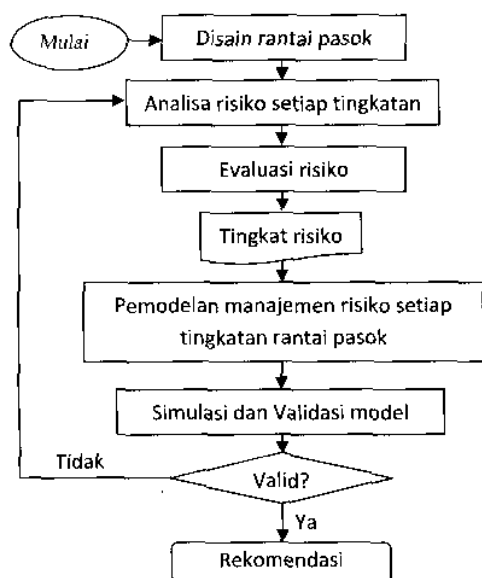
Pencapaian inovasi teknologi di tingkat petani masih beragam, bergantung pada orientasi produksi (subsisten, semi komersial, komersial), kondisi kesuburan tanah, risiko yang dihadapi, dan kemampuan petani membeli atau mengakses sarana produksi. Penyebaran penggunaan varietas pada tahun 2005 adalah 22 % hibrida, dan selebihnya komposit (unggul dan lokal). Angka ini masih di bawah Thailand yang telah menggunakan benih jagung hibrida hingga 98 %, sedangkan Filipina sudah menggunakan benih hibrida 65 %. Masih mahalnya benih hibrida dan pertimbangan risiko yang dihadapi, cukup banyak petani yang menanam benih hibrida turunan (F2). Pemakaian benih hibrida merupakan salah satu faktor yang dapat meningkatkan produksi jagung (Sarasutha, dkk. 2007).

METODE PENELITIAN

Kerangka Pemikiran

Dalam kajian ini dievaluasi risiko setiap tingkatan rantai pasok produk/komoditas jagung dengan pendekatan tingkat probabilitas kejadian risiko yang dapat mengganggu kelancaran pasokan. Untuk melakukan evaluasi perlu diidentifikasi faktor risiko dan sumber risiko yang mungkin terjadi, identifikasi dilakukan berdasarkan hasil studi pustaka rantai pasokan jagung dan risiko rantai pasok dalam bidang manufaktur. Hasil evaluasi risiko tersebut kemudian sebagai input dalam pemodelan mitigasi risiko dengan tujuan minimalisasi risiko dan maksimalisasi keuntungan pada

setiap tingkatan rantai pasok. Kerangka pikir dari kajian ini dapat dijelaskan dengan Gambar 3.



Gambar 3. Kerangka Pikir Kajian

Kajian ini dilandasi dengan kerangka pikir pembuatan model manajemen risiko rantai pasok komoditas jagung. Untuk dapat membuat model pengukuran risiko rantai pasok tersebut akan digunakan model-model yang sudah dikembangkan oleh Neureuther & Kenyon (2008) untuk mengukur tingkat risiko dari setiap tingkatan rantai pasok, dengan input model data probabilitas kejadian yang dapat diperoleh dengan model variabilitas dan model risiko finansial yang telah digunakan oleh Santoso (2005) dan Klimov & Merkuriev (2006). Kemudian hasil dari model ini digunakan untuk membuat model optimisasi keuntungan dari pelaku rantai pasok dengan mengadopsi model yang dikembangkan oleh Nagurney dkk. (2005).

Tata Laksana

Tata laksana kajian ini dilakukan dengan survei dan studi pustaka untuk mengetahui tata niaga tanaman pangan khususnya komoditas jagung. Dari hasil survei ini kemudian dibuat diagram pemetaan rantai pasok dan kendala setiap pelaku dalam pelaksanaan pemenuhan permintaan konsumen. Kemudian dibuat rancangan rantai pasok ideal dengan perhatian pada kendala dan risiko yang mungkin terjadi dalam setiap tindakan. Analisa risiko dilakukan pada kegiatan-kegiatan yang mempunyai risiko tinggi dan akan menimbulkan kerugian secara finansial. Hasil analisa kemudian dibuatkan model evaluasi risiko sehingga diperoleh nilai tingkat risiko setiap pelaku rantai pasok.

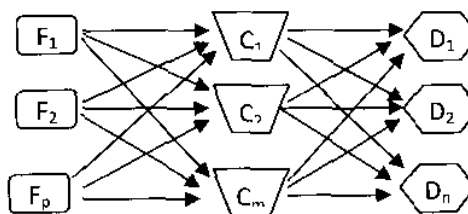
Nilai risiko tersebut kemudian digunakan untuk mengukur tingkat kerugian yang akan diterima dengan mengaplikasikan model *Value at Risk*. Nilai ini kemudian dijadikan input model optimisasi keuntungan yang akan diterima oleh setiap pelaku rantai pasok. Model optimisasi yang digunakan dalam kajian ini merupakan model hasil modifikasi model yang dikembangkan oleh Nagurney dkk. (2005).

Kemudian model diuji dengan bantuan software *Excel-Solver* untuk mendapatkan nilai optimisasi yang diharapkan, dengan input data yang diperoleh dari kajian literatur dan survei lapang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rantai Pasok Jagung

Berdasarkan hasil studi pustaka dan keadaan yang sering terjadi di lapangan serta berdasarkan pada kajian Sarasutha dkk. (2007), maka rantai pasok komoditas jagung dapat dimodelkan dengan Gambar 4.



Dinama:

F_i = Petani (Farmer) jagung dengan jumlah p

C_j = Pengumpul (collector) dengan jumlah m

D_k = Distributor antar pulau dan antar propinsi dengan jumlah n .

Dalam rantai pasok tersebut risiko yang sering dihadapi petani jagung adalah penggunaan varietas jagung yang masih menggunakan varietas lokal yang mempunyai tingkat produktifitas rendah, penanganan paska panen yang kurang baik sehingga menurunkan kualitas dan jadwal tanam yang tidak tepat sehingga pada waktu panen raya harga jagung merosot tajam (Kasryno, 2006).

Sedangkan risiko yang sering dihadapi oleh pedagang pengumpul atau kolektor adalah rendahnya mutu jagung karena kebanyakan jagung dipanen pada musim penghujan sehingga proses pengeringannya tidak sempurna dan menyebabkan tumbuhnya jamur. Disamping itu risiko yang dihadapi adalah biaya penyimpanan dan pengeringan tambahan untuk mendapatkan kualitas yang sesuai standard (Kusumaningrum, 2008).

Adapun dari sisi distributor risiko yang akan dihadapi terutama dalam kajian ini adalah risiko turunnya kualitas jagung karena penyimpanan dan karena pengangkutan disamping kendala transportasi dan distribusi ke pihak konsumen yaitu pabrik pakan dan pabrik pangan.

Model Evaluasi Risiko

Model evaluasi risiko rantai pasok yang diusulkan Neureuther & Kenyon (2008), untuk mengetahui risiko yang berkaitan dengan kegagalan rantai pasok dalam menghasilkan produk yang dijanjikan, struktur dari rantai pasok tersebut beserta dengan produk bagiannya dalam struktur perlu dievaluasi. Nilai risiko ini disebut sebagai konsekuensi risiko (α) yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\alpha = \frac{\delta_{replace}}{\delta_{collapse}} \tag{6}$$

Dimana:

$\delta_{replace}$ = Waktu yang diperlukan suatu rantai pasok untuk menggantikan suatu sub-produk atau, waktu yang diperlukan untuk menangani gangguan dari suatu arus produk, dan mengembalikan pada kondisi penjadwalan normal dengan tingkat kualitas yang sama.

$\delta_{collapse}$ = Waktu dari suatu sub-produk gagal diselesaikan sebelum rantai pasok menderita kerugian pada suatu titik kritis pada pelayanan pasarnya.

α = Konsekuensi risiko dari suatu produk dalam rantai pasok.

Dalam kajian ini, nilai konsekuensi dapat diklasifikasikan sebagai vital, diperlukan dan diinginkan, sebagaimana dapat diperlihatkan pada Tabel 1. Sebuah konsekuensi bernilai penting (*vital*) diberikan pada sub-produk jika tidak terdapat pengganti pada barang ini, jika barang tersebut tidak ada maka rantai pasok tidak dapat menghasilkan produk yang dimaksud. Suatu nilai konsekuensi diperlukan (*necessary*) diberikan pada sub-produk yang mempunyai penggantinya, tetapi penggunaannya akan mengurangi fungsionalitas dan kualitas dari produk yang dihasilkan rantai pasok. Penggunaan dari barang substitusi dari produk dapat menimbulkan perancangan ulang terhadap rantai pasok produk atau jasa tersebut. Suatu nilai konsekuensi diinginkan (*desired*) diberikan pada sub-produk dimana pengantian dari barang atau penggunaannya tidak memerlukan perancangan ulang atau mengurangi fungsionalitas atau kualitas dari produk yang dihasilkan rantai pasok.

Tabel 1. Nilai konsekuensi risiko

Konsekuensi	Keterangan	α
Penting	Tidak tergantikan	1.0
Dibutuhkan	Tidak mudah digantikan	0.6
Diperlukan	Mudah digantikan	0.3
Diinginkan	Mudah digantikan	0.1

Kemudian model yang diusulkan untuk mengukur indeks risiko rantai pasok pada setiap tingkatan pelaku adalah:

$$RI_x = \alpha_x \beta_x \left(1 - \prod_{i=1}^n (1 - P(\hat{s}_{xi})) \right) \tag{7}$$

Dimana:

RI_x = Indeks risiko rantai pasok tingkat ke-x.

α_x = Konsekuensi dari rantai pasok yang harus ditanggung pelaku pada tingkat ke-x ketika produk gagal dipasok.

β_x = Persentase nilai tambah yang diberikan oleh pelaku rantai pasok pada tingkat ke-x

$P(\hat{s}_{xi})$ = Probabilitas kegagalan komponen ke-i dari pelaku tingkat ke-x.

Nilai indeks risiko berada pada nilai antara nol dan satu. Indeks risiko bernilai nol jika pelaku rantai pasok tidak mempunyai risiko sama sekali, sedangkan nilai risiko sama dengan satu artinya pelaku rantai pasok tersebut sangat berpran dalam kelancaran rantai pasok, atau jika terjadi masalah pada tingkatan ini maka rantai pasok secara keseluruhan akan terganggu.

Hasil perhitungan dari model ini dengan digabung dengan perhitungan value at risk kemudian digunakan untuk menilai biaya risiko yang terjadi dan dijadikan sebagai input model optimasi keuntungan. Kemudian model optimasi keuntungan dengan pertimbangan minimisasi risiko pada setiap tingkatan rantai pasok digunakan model modifikasi dari Nagurney *dkk.* (2005) yaitu:

$$\text{Max } Z = \sum_{i=1}^n Q_i P_i - F_x - \sum_{i=1}^n C_i Q_i - R_x(Q) \tag{8}$$

dengan kendala:

$$Q_i \geq 0, 1 \leq i \leq n$$

$$\sum_{x=1}^m F_x \leq F \tag{9}$$

$$\sum_{i=1}^n C_i Q_i \leq C \tag{10}$$

Dimana:

Q_i = Jumlah unit produksi

P_i = Harga jual produk

- F_x = Investasi per kegiatan proyek
- C_i = Biaya penanganan setiap unit produk
- $R_x(Q)$ = Estimasi biaya menanggung risiko
- F = Total investasi yang disediakan
- C = Biaya operasional yang dianggarkan

Dalam model optimasi ini semua unit dikonversi ke nilai finansial agar memudahkan perhitungan untuk mengoptimalkan keuntungan dengan kriteria jamak (maksimumkan profit dan minimumkan risiko) dikonversi menjadi fungsi optimasi dengan kriteria tunggal (maksimumkan keuntungan).

Model yang diusulkan untuk mendapatkan jadwal optimal dengan fungsi obyektif maksimalisasi keuntungan adalah sebagai berikut:

$$\text{Max } Z = \sum_{i=1}^{12} (Q_i P_i - Bt_i - Bv_i - R_i Q_i P_i) S_i D_i \quad (11)$$

dengan pembatas:

$$\sum_{i=1}^{12} Bt_i S_i \leq BT \quad (12)$$

$$\sum_{i=1}^{12} Bv_i S_i \leq BV \quad (13)$$

$$S_i \in \{0,1\} \quad \forall i \in I \quad (14)$$

$$Q_i \geq 0 \quad \text{dan} \quad P_i \geq 0 \quad \forall i \in I \quad (15)$$

$$R_i, D_i \in [0,1] \quad \forall i \in I \quad (16)$$

Dimana:

- I = Himpunan bulan yang akan dialokasikan sebagai jadwal panen jagung yaitu 1..12
- Q_i = Kuantitas atau jumlah produksi per hektar yang dipanen pada bulan ke-i
- P_i = Harga produk per kg yang diproduksi pada bulan panen ke-i
- Bt_i = Biaya tetap yang diperlukan untuk dapat melakukan panen pada bulan ke-i
- Bv_i = Biaya variabel yang diperlukan agar dapat melakukan panen bulan ke-i
- R_i = Biaya tak terduga yang diperlukan pada bulan ke-i dalam persen yang merepresentasikan biaya untuk mengantisipasi risiko panen bulan ke-i
- D_i = Nilai diskon yang diberikan untuk melakukan panen bulan ke-i
- S_i = Variabel bernilai biner yang berkaitan dengan pemilihan bulan panen yang terpilih dengan nilai sama dengan 1 jika terpilih dan sama dengan nol jika tidak terpilih.

Model di atas merupakan model MILP (*Mixed Integer Linear Programming*) karena ada parameter model mempunyai

nilai biner yaitu nol atau satu sedangkan variabel yang lain nilainya bisa diskrit atau kontinu. Contoh variabel yang bernilai kontinu adalah variabel R_i yaitu persentase risiko dan D_i yaitu nilai diskon dimana nilai variabel ini berada pada rentang antara nol dan satu sedangkan variabel yang bernilai diskrit yaitu total kuantitas (Q_i) yang merepresentasikan jumlah produk yang diproduksi atau dipanen pada bulan ke i.

Untuk membuat model penjadwalan dengan tujuan untuk memaksimalkan keuntungan, maka beberapa parameter yang perlu diperhatikan adalah biaya tetap, biaya variabel, harga produk, kuantitas produk, estimasi bunga bank untuk menghitung nilai uang saat ini, biaya tak terduga dan jadwal terpilih. Biaya tetap yang diperhitungkan dalam kasus ini meliputi biaya sewa lahan, biaya depresiasi dan kontrak kerjasama. Sedangkan biaya variabel meliputi biaya tenaga kerja, biaya penyediaan benih unggul, biaya pemupukan dan biaya operasional peralatan termasuk biaya transportasi dan komunikasi. Biaya-biaya tersebut diperhitungkan per hektar lahan, sehingga kuantitas produk yang dihasilkan dapat diestimasi untuk satuan hektar dengan menggunakan nilai produktifitas lahan dari suatu varietas jagung. Sedangkan nilai harga ditentukan berdasarkan harga rata-rata yang diperoleh pada suatu periode tanam masa lalu dengan mengacu pada penelitian dari Zubachtirodin dkk. (2007).

Analisis Risiko Tingkat Petani

Risiko yang sering dihadapi petani jagung adalah penggunaan varietas benih yang kurang baik sehingga tingkat kecambah dan tingkat produktifitasnya rendah. Menurut Sarasutha dkk. (2007), probabilitas penggunaan jagung hibrida adalah 22 %, oleh karena itu kemungkinan petani masih menggunakan jagung dengan bibit tidak berjenis unggul adalah 78 %. Selain itu risiko kerusakan jagung pipilan pada petani akibat pemipilan jagung pada kadar air 30 % adalah 15 %-20 %. Sedangkan harga jagung pada musim panen raya rata-rata turun sebesar 25 % sehingga kurang menguntungkan bagi petani. Dari hal-hal tersebut dapat diperoleh probabilitas risiko yang diderita petani untuk setiap kategori risiko yang dapat diperlihatkan dengan Tabel 2.

Tabel 2. Jenis risiko petani jagung

Jenis Risiko Petani	P(x)
Produktifitas rendah karena tidak menggunakan benih unggul	78%
Kerusakan akibat pasca panen karena kurang kering	20%
Salah masa tanam sehingga pada saat panen harga turun	25%

Nilai konsekuensi (α) dari petani adalah *necessary* (0.6), karena penggunaan jagung untuk pakan atau pangan tidak mudah digantikan dan jika digantikan akan mempengaruhi fungsionalitas produk pakan atau pangan. Nilai tambah jagung untuk produk pangan adalah 50 % karena dalam rantai pasok untuk produk pakan diperlukan jagung tidak kurang dari 50 %. Dari nilai-nilai tersebut maka dengan menggunakan rumus (7) diperoleh nilai indek risiko pada tingkat petani dalam jaringan rantai pasok sebesar 0,26 atau 26 %.

Selanjutnya akan dijelaskan perhitungan pemilihan masa tanam yang optimal bagi petani menggunakan rumus (11) dengan mempertimbangkan tingkat risiko panen raya yang menimbulkan harga jagung turun. Beberapa komponen nilai yang diperlukan untuk mengoptimalkan keuntungan dengan jadwal panen yang sesuai adalah: modal yang akan dialokasikan untuk setiap penanaman, biaya operasi yang digunakan dalam setiap siklus tanam, perkiraan pendapatan petani dan indek risiko pada setiap siklus tanam. Kemudian kendala atau keterbatasan yang digunakan untuk memilih jadwal optimal adalah total investasi yang akan dialokasikan dan total biaya operasi yang akan digunakan. Nilai-nilai tersebut dapat diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Input pemilihan jadwal tanam

Bulan	Modal (Rp.000)	B. Operasi (Rp.000)	Penerimaan (Rp.000)	Risiko (%)
1	5000	4500	14000	17
2	5000	4500	14000	17
3	5000	4500	14000	16
4	5000	5000	14000	15
5	5000	5000	15000	15
6	5000	5000	15000	15
7	5000	5000	15000	16
8	5000	5000	15000	16
9	5000	5000	16000	17
10	5000	4500	16500	20
11	5000	4500	17000	20
12	5000	4500	15500	20

Nilai-nilai risiko tersebut didasarkan pada musim hujan yang dapat menurunkan kualitas karena pengeringan kurang optimal serta bulan-bulan dimana terjadi penurunan harga jagung yang cukup tajam karena kelangkaan sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 2.

Untuk memilih waktu tanam yang tepat dimisalkan modal yang dialokasikan sebesar Rp.25 juta dan juga biaya operasional yang disediakan adalah Rp.25 juta. Dengan menggunakan software excel-solver akan diperoleh keuntungan maksimum sebesar Rp.26.900 ribu, sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil solver jadwal tanam optimal

Bulan	Modal (Rp.000)	B. Operasi (Rp.000)	Keuntungan (Rp.000)
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	0
5	5000	5000	4250
6	0	0	0
7	0	0	0
8	0	0	0
9	5000	5000	5150
10	5000	4500	6000
11	5000	4500	6500
12	5000	4500	5000
	25000	23500	26900

Berdasarkan Tabel 4 terlihat bahwa untuk mendapatkan keuntungan optimum, jadwal panen yang sebaiknya dilakukan adalah pada bulan Mei, dan antara bulan September dan desember. Sehingga dengan perkiraan masa tanam jagung selama 3 bulan maka masa tanam optimal sebaiknya dilakukan pada bulan Februari dan bulan Juni. Dalam implementasi model ini perlu adanya pemahaman terhadap proses gilir tanam pada suatu wilayah dengan mengacu pada ketersediaan lahan yang dapat ditanami jagung sehingga akan diperoleh kontinuitas pasokan jagung di suatu wilayah dengan pasokan yang relatif tetap dan merata, sehingga tidak akan terjadi lonjakan pasokan jagung seperti terjadi saat panen raya, karena jagung ditanam secara merata sepanjang tahun.

Analisis Risiko Tingkat Pengumpul

Sebagaimana disebutkan dimuka risiko yang akan digunakan untuk mengukur indek risiko pada tingkat pengumpul adalah risiko penyimpanan, risiko pengeringan tambahan karena panen raya biasa terjadi pada musim penghujan dan risiko tidak seragamnya kualitas dari beberapa petani yang tidak menggunakan bibit unggul. Nilai probabilitas kejadian dari setiap risiko tersebut dapat diperlihatkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Jenis risiko pengumpul jagung

Jenis Risiko Petani	P(x)
Tumbuhnya jamur aflatoxin karena penyimpanan yang lembab	35%
Kualitas jagung yang tidak seragam	25%
Pemberian tambahan pengeringan	15%

Nilai konsekuensi (α) dari pengumpul adalah 0.3 karena disamping pengumpul petani dapat melakukan penjualan langsung ke distributor tanpa mengurangi kualitas kegiatan dan fungsionalitas rantai pasok untuk dapat memberikan pasokan industri pakan ataupun pangan.

Sedangkan nilai tambah (β) dari pengumpul dalam rantai pasok jagung adalah 50% karena kebutuhan jagung dalam produksi pakan tidak kurang dari 50%. Dari nilai-nilai tersebut, maka dengan menggunakan rumus (7) diperoleh indek risiko rantai pasok pada tingkat pengumpul adalah 0.0878 atau 8.78 %

Selanjutnya akan dijelaskan tindakan yang sebaiknya dilakukan oleh pedagang pengumpul dalam memilih petani pemasok jagung dan berapa jumlah unit jagung yang diambil dari setiap petani mitranya untuk mengoptimalkan keuntungan dengan batasan kapasitas gudang yang dimiliki pedagang pengumpul, kemampuan petani mitra menyediakan jagung dan modal usaha serta biaya operasional yang dialokasikan, dengan menggunakan rumus (8).

Misal pedagang pengumpul mempunyai 5 mitra petani yang harus dipilih, dan setiap petani akan menjual jagung dengan harga yang berbeda serta biaya operasional dan risiko tambahan yang berbeda karena kualitas jagung yang dipasok berbeda sebagai mana dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Input pemilihan mitra dari pengumpul

	Harga beli	Harga jual	Biaya operasi	Index risiko	Supply max
P1	850	1200	60	10%	250
P2	900	1200	50	10%	300
p3	900	1200	25	8%	200
P4	850	1200	60	12%	300
P5	900	1200	45	12%	200

Dimisalkan kemampuan anggaran yang disediakan oleh pengumpul adalah Rp 1 juta dan kapasitas gudang sebesar 1000 unit serta alokasi biaya operasi maksimum Rp.50 ribu, maka dengan bantuan solver diperoleh keuntungan maksimum sebesar Rp.186950, dengan pilihan pasokan setiap petani seperti diperlihatkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil perhitungan kuantitas pasokan

	Jumlah (unit)	Harga beli	Biaya operasional	Risiko operasional	supply max
P1	250	850	60	10%	250
P2	150	900	50	10%	300
p3	200	900	25	8%	200
P4	300	850	60	12%	300
P5	100	900	45	12%	200
	1000	872500	50000	Constraint	

Berdasarkan Tabel 7 terlihat bahwa untuk mendapatkan keuntungan optimum pengumpul dapat mendatangkan jagung dari petani P1 sebesar 250 unit, P2 sebesar 150 unit, P3 sebesar 200 unit, P4 sebesar 300 unit dan P5 sebesar 100 unit. Artinya dengan modal yang ada tidak dapat membeli semua pasokan petani tetapi hanya sebagian saja untuk mengoptimalkan keuntungan.

Sedangkan alokasi biaya yang diperlukan untuk membeli jagung dari petani totalnya adalah Rp.872.500,- yang tidak lebih besar dari pada alokasi investasi awal sebesar Rp. 1 juta. Sedangkan alokasi gudang dioptimalkan sesuai kapasitas dan biaya operasi juga optimal sesuai dengan yang tersedia.

Dari hasil tersebut terlihat bahwa pada harga beli yang sama dengan risiko yang berbeda maka dapat dioptimalkan dengan memilih risiko yang paling rendah. Demikian juga pada risiko yang sama dengan harga beli yang berbeda maka dapat dioptimalkan dengan memilih harga beli yang paling rendah.

Analisis Risiko Tingkat Distributor

Untuk menganalisa risiko pada tingkat distributor, perlu dilakukan identifikasi jenis risiko utama yang timbul pada tingkat distributor. Beberapa jenis risiko utama yang sering dihadapi pada tingkat ini adalah risiko pengangkutan yang menyangkut keterlambatan pengangkutan dan kecelakaan di jalan. Disamping itu risiko distribusi juga perlu diperhatikan karena keterbatasan kapasitas angkut dan pemilihan rute pengangkutan yang kurang optimal. Risiko penyimpanan juga perlu diperhatikan karena dalam distribusinya perlu penyimpanan yang cukup agar dapat mempertahankan kualitas produk. Nilai probabilitas dari setiap risiko yang harus ditanggung oleh distributor dapat diperlihatkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Jenis risiko di tingkat pengumpul

Jenis Risiko Petani	P(x)
Ketertlambatan pengangkutan	30%
Kurang optimalnya pemilihan rute dan pendistribusian produk	25%
Kerusakan akibat penyimpanan	15%

Nilai konsekuensi (α) pada tingkat distributor adalah 0.3 karena tingkat ini dapat digantikan dengan mudah baik oleh pihak pengumpul ataupun petani yang langsung menjualnya ke konsumen yaitu pabrik pakan ternak ataupun industri makanan.

Sedangkan nilai tambah (β) pada tingkat distributor terhadap produk pakan maupun makanan hamper sama dengan pihak lain yaitu sebesar 50 % karena penggunaan jagung dalam industri tersebut tidak kurang dari nilai ini.

Kemudian dengan menggunakan rumus (7) dapat dihitung nilai indek risiko pada tingkat distributor sebesar 0,0831 atau 8,31 %.

Hal yang sama dengan optimalisasi keuntungan pada tingkat pengumpul dengan menggunakan rumus (8), optimasi keuntungan pada tingkat distributor juga menggunakan konsep yang sama, yaitu mengoptimalkan keuntungan dengan kendala modal investasi awal untuk pembelian di tingkat pengumpul dan kendala total biaya oprasi yang digunakan untuk pengangkutan produk dari pengumpul ke konsumen serta biaya penyimpanan. Didamping juga kendala dari kapasitas pasokan dari setiap pengumpul dalam memasok jagung ke distributor. Data lengkap yang digunakan untuk mengoptimalkan keuntungan pada tingkat distributor dengan 6 mitra pengumpul adalah seperti terlihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Input optimasi pasokan dari distributor

	Harga beli	Harga jual	Biaya oprs	Nilai Risiko	Max supply
C1	1300	2500	500	12%	900
C2	1200	2500	600	15%	600
C3	1400	2500	400	10%	600
C4	1200	2500	650	16%	1300
C5	1400	2500	500	12%	800
C6	1300	2500	550	15%	1000

Jika diberikan modal yang dialokasikan untuk membeli jagung dari pengumpul sebesar Rp.6 juta dan alokasi total biaya oprasi yang dianggarkan sebesar Rp.2,5 juta, maka dengan menggunakan Excel-Solver diperoleh keuntungan maksimum sebesar Rp.2.278.297,- dengan alokasi anggaran kesetiap pemasok dibawahnya seperti terlihat dalam Tabel 10.

Tabel 10. Hasil optimasi dengan solver

	Jumlah	Max Supply
C1	900	900
C2	600	600
C3	600	600
C4	887	1300
C5	647	800
C6	1000	1000

Berdasarkan Tabel 10 terlihat bahwa untuk mengoptimalkan keuntungan tidak semua barang yang dipasok dari setiap supplier diambil, tetapi ada beberapa yang tidak diambil semuanya seperti C4 dan C5. Sedangkan untuk barang dari C1, C2, C3 dan C6 semua barang yang disupply akan diterima. C4 tidak diambil semua karena mempunyai

nilai risiko yang tinggi serta biaya operasi yang tinggi walaupun dibeli dengan harga yang rendah. Sedangkan C5 tidak diterima semua karena mempunyai harga beli yang tinggi, walaupun harga belinya sama dengan C3 tetapi C4 mempunyai nilai risiko yang lebih tinggi dari pada C3. Dari nilai-nilai tersebut terlihat bahwa model optimasi ini dapat memilih alokasi yang tepat pada masing-masing pemasoknya dengan pertimbangan risiko pasokan dan biaya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil kajian ini dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Dari hasil analisis Indek risiko rantai pasok produk pertanian, petani mempunyai nilai indek risiko tertinggi yaitu 26 % disusul pedagang pengumpul sebesar 8,78 % dan distributor sebesar 8,31 %.
2. Indek risiko pedagang pengumpul lebih tinggi dibandingkan dengan indek risiko distributor, hal ini sesuai dengan kajian kandungan jamur aflatoxin dalam jagung paling tinggi terdapat pada tingkat pengumpul karena lama penyimpanan.
3. Untuk mengurangi risiko harga dan pasokan saat panen raya di tingkat petani telah disimulasikan model optimalisasi keuntungan dengan penentuan jadwal tanam jagung optimal yaitu pada bulan Februari dan bulan Juni dengan konsep gilir tanam.
4. Model optimasi keuntungan tiap tingkatan rantai pasok dapat digunakan untuk pengambilan keputusan pemilihan pemasok (*supplier*) yang optimal dengan pertimbangan risiko dan biaya operasi, baik pada tingkat distributor maupun tingkat kolektor.

Saran

Beberapa saran tindak lanjut yang dapat dilakukan untuk penyempurnaan kajian ini adalah sebagai berikut:

1. Model risiko yang dijelaskan hanya menganalisis risiko pada suatu tingkatan tertentu saja dan masih belum dapat mengagregasikan risiko total dari rantai pasok, sehingga model perlu dikembangkan untuk dapat mengagregasikan total risiko rantai pasok secara keseluruhan.
2. Model optimasi manajemen risiko yang dikembangkan dapat diimplementasikan dengan excel-solver yang mempunyai tampilan dan akses yang terbatas, oleh karena itu perlu dikembangkan suatu perangkat lunak yang dapat diakses semua stake holder rantai pasok produk pertanian dalam pengambilan keputusan penentuan tindakan yang optimal dengan pertimbangan risiko, agar dapat mengoptimalkan kinerja rantai pasok produk pertanian secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agarwal, S. (2005). Managing risk in supply chain. *Supply & Demand Chain Executive*. August.
- Apriantono, A. (2005). *Kebijakan Umum Pembangunan Nasional Dalam Pembangunan Industri Pertanian Mendukung Ketahanan Pangan Nasional*, Sambutan Menteri Pertanian Dalam Simposium Nasional Hari Pangan Dunia, Sahid Hotel Jakarta.
- Arrow, K. (1965). *Aspects of the Theory of Risk-bearing*, Yrjo Jahnsson Foundation, Helsinki.
- Arifin, B., A. Munir, E.S. Hartati, dan D.J. Rachbini, (2001). Food Security and Markets in Indonesia: State-Private Interaction in Rice Trade. *Southeast Asia Council for Food Security and Fair Trade*, Kuala Lumpur
- Austin, J.F. (1992). *Agroindustrial Project Analysis*. John Hopkins University Press. USA.
- Brown, J.E. (1994). *Agroindustrial Investment and Operations*. World Bank Publications. USA.
- Chapman, P., Christopher, M., Jüttner, U., Peck, H. dan Wilding, R. (2002). Identifying and managing supply-chain vulnerability. Logistics & transport focus: *The Journal of the Institute of Logistics and Transport* 4: 59-64.
- Firmansyah, IU.(2006). Permasalahan pascapanen jagung di tingkat petani dan pedagang. *Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Jagung*. Makassar, 29-30 September 2005. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros. p. 369-308.
- Giunipero, L.C., dan Eltantawy R.A. (2004). Securing the upstream supply chain: a risk management approach. *Int. J. of Physical Distribution & Logistics Management* 34 : 698-713.
- Hallikas, J.I., Karvonen, U., Pulkkinen, V.M., Virolainen, dan Tuomine M. (2004). Risk management processes in supplier networks, *Int. J. of Production Economics* 90 : 47-58.
- Jüttner U, Peck H, dan Christopher M. (2003) Supply chain risk management: outlining an agenda for future research. *Int J Logistics : Research & Applications*. 6 :197-210.
- Karningsih, P.D., Kayis B., dan Kara S. (2007), "Development of knowledge Based System for Supply Chain Risk Identification in multi-site & multi-partners Global Manufacturing Supply Chain" *Proceeding of the 13th Asia Pacific Management Conference*, Australia, 2007, pp 466-471.
- Kasryno, F. (2002). Perkembangan Produksi dan Konsumsi Jagung Dunia Selama Empat Dekade yang Lalu dan Implikasinya bagi Indonesia. *Diskusi Nasional Jagung tanggal 4 Juni 2002 di Bogor*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta.
- Kasryno, F. (2006). Suatu penilaian mengenai prospek masa depan jagung di Indonesia. *Seminar dan Lokakarya Nasional Jagung, 29-30 September 2005*. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros.
- Kersten, W., Hohrath P., dan Böger M. (2007). An Empirical Approach To Supply Chain Risk Management: Development Of A Strategic Framework. *Proceeding POMS2007 Conference*.
- Klimov, R. dan Merkuryev, Y. (2006). Simulation model for supply chain reliability evaluation, *Technological and Economic Development of Economy* 14: 300-311.
- Kusumaningrum, H.D. (2008). Aflatoxin contamination in production chain of maize product in Java and its relevance to Risk Assessment, *Seafast center Bogor* 25th June 2008
- Lee, T.Y.S. (2008). Supply Chain Risk Management, *Int. J. Information and Decision Sciences* 1: 98-114.
- Li, J. dan Hong, S.J. (2007). Towards a New Model of Supply Chain Risk Management: the Cross-Functional Process Mapping Approach, *Int. J. Electronic Customer Relationship Management* 1: 91-107.
- March, J.G., dan Shapira Z. (1987). Managerial Perspectives on Risk and Risk Taking. *Management Science* 33:1404.
- Mink, S.D., Dorosh P.A., dan Persy D.H. (1987). *Corn production systems*. Timmer (Ed). The Corn Economy of Indonesia. Cornell University. London. p. 62-87.
- Nadjamuddin, A, dan Noor. M.N. (1997). Dinamika permintaan-penawaran jagung dan pengaruhnya terhadap harga di Sulawesi Selatan. *Kumpulan Seminar Mingguan Hasil Penelitian Jagung dan Serealia Lain*. 1:29-41.
- Nagurney, A., Cruz, J.M., Dong, dan Jun, (2005). Global Supply Chain Networks and Risk Management: A Multi-Agent Framework, publish in *Multiagent-Based Supply Chain Management*, B. Chaib-draa and J. P. Muller, Editors, Springer, Berlin, Germany, pp 103-134.
- Neureuther, B.D. dan Kenyon, G. (2008). A model for evaluating supply chain risk. *POMS 19th Annual Conference*, La Jolla, California, USA.
- Niwa, K. (1989). *A Knowledge-based risk management in engineering*. John Wiley & Sons Inc, United States

- Norrman A, dan Lindroth R. (2004) *Categorization of supply chain risk and risk management*. In Brindley, C. (Ed.) *Supply Chain Risk*. Hampshire, England: Ashgate Publishing Ltd.
- Santoso, I. (2005). *Rekayasa model manajemen risiko untuk pengembangan agroindustri buah-buahan secara berkelanjutan [disertasi]*. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Sarasutha, I.G.P., Suryawati, dan Margaretha S.L. (2007). *Tata Niaga Jagung*. Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros
- Schoenherr, T., Rao, T.V.M, dan Harrison, T.H. (2008). Assessing supply chain risks with the analytic hierarchy process: Providing decision support for the offshoring decision by a US manufacturing company. *Journal of Purchasing and Supply Management*, doi:10.1016/j.pursup.2008.01.008.
- Suryana, A. dan Hermanto. (2006). *Prospek dan Arah Pengembangan Jagung*. Badan Litbang Pertanian, Jakarta
- Tang, C. S. (2006). Perspective in Supply Chain Risk Management. *International Journal of Production Economics*. **103**:451-458
- Wu, T., Blackhurst, J., dan Chidambaram, V. (2006). A model for inbound supply risk analysis. *Computers in Industry* **57**:350-365.
- Xiaohui, W., Xiaobing, Z., Shiji, S., dan Chenf, W. (2006). Study on risk analysis of supply chain enterprises, *Journal of Systems Engineering and Electronics* **17**: 781-787.
- Zoysa, SD., Russell AD. (2003). Knowledge-based risk identification in infrastructure projects. *Canadian Journal of Civil Engineering* **30**:511-522.
- Zsidisin, G.A. (2003). A grounded definition of supply risk. *J. of Purchasing and Supply Management* **9**:217-224.
- Zubachtirodin, Pabbage M.S., dan Subandi, (2007). *Wilayah Produksi dan Potensi Pengembangan Jagung*. Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros