



Kementerian
Perindustrian
REPUBLIK INDONESIA

JURNAL RISET INDUSTRI

(JOURNAL OF INDUSTRIAL RESEARCH)

Fokus:
**Teknologi Pengendalian Pencemaran
Lingkungan untuk Industri Hijau**

J.Ris.Ind	Vol. 8	No. 2	Hal. 83 - 146	Jakarta, Agustus 2014	ISSN 1978-5852
-----------	--------	-------	---------------	--------------------------	-------------------

Nomor Akreditasi: 490/AU2/P2MI-LIPI/08/2012 Tanggal 28 Agustus 2012

JURNAL RISET INDUSTRI

(Journal of Industrial Research)

Jurnal Riset Industri (JRI) adalah media ilmiah berkala yang mempublikasikan hasil-hasil penelitian, kajian, tinjauan, dan ulasan ilmiah bidang industri yang belum pernah dipublikasikan dan tidak dalam proses evaluasi publikasi lain, serta telah disetujui pihak lain (bila ada), yang diterbitkan oleh Badan Pengkajian Kebijakan, Iklim dan Mutu Industri sebanyak tiga kali setahun pada setiap bulan April, Agustus, dan Desember dan diakreditasi LIPI Nomor: 490/AU2/P2MI-LIPI/08/2012 selama tiga tahun.

DEWAN REDAKSI

Pengarah : Ir. Arryanto Sagala
(Kepala Badan Pengkajian Kebijakan, Iklim dan Mutu Industri)

Penanggung Jawab : Ir. Yang Yang Setiawan, MSc.
(Sekretaris Badan Pengkajian Kebijakan, Iklim dan Mutu Industri)

Ketua Dewan Redaksi
Drs. Sugiyarto, M.Si.

Penyunting Ahli

Dr. Rahyani Ermawati, M.Sc. – Ketua Penyunting Ahli (BBKK - Teknik Kimia)

Ir. Agus Sudibyo, M.Si. (BBIA - Agro Industri)

Ir. Hafid, MT. (BBLM - Logam dan Mesin)

Ir. Wiwin Winiati, M.Sc. (BBT - Kimia Tekstil)

Ir. Taufan Hidayat, MKom. (BBPK - Kimia Pulp dan Kertas)

Kuntari Adi Suhardjo, S.Teks, M.Sc. (B4T - Bahan dan Barang Teknik)

Dra. Rina S. Soetopo, M.Si. (BBPK - Biologi Industri)

Mitra Bebestari

Prof. Dr. Ir. Bambang Sunendar, M.Eng. (ITB - Fisika Nano Partikel dan Material)

Dr. Ir. Atih Surjati Herman, M.Sc. (BLPK – Kebijakan Industri)

Trisanti Anindyawati, Ph.D (Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI – Bioteknologi)

Drs. Sudirman, APU. M.Sc. (BATAN – Polimer)

Redaksi Pelaksana

Imron Nurachman SKom., MMSI.,

Sumarni, ST.

Desain Grafis dan Fotografer

Rizalina Yuni Riyanti, ST

Sekretariat

Sartika Tampubolon

ALAMAT REDAKSI

Gedung Kementerian Perindustrian,

Jl. Gatot Subroto Kav. 52-53 Lantai 19, Jakarta Selatan - Indonesia

Telp/Fax : 021 5251429

E-mail : jri@kemenperin.go.id

Website : ejournal.kemenperin.go.id

PENGANTAR REDAKSI

Alhamdulillah, puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia ilmu-Nya, atas terbitnya Jurnal Riset Industri (JRI) Vol. 8 No.2, Agustus 2014 dengan gaya dan format penulisan yang disempurnakan sesuai kaidah dan saran serta masukan dari Tim Penilai Majalah Ilmiah – LIPI, sehingga terbitan edisi kali ini dapat dikatakan masih sebagai edisi perdana tahun 2014.

Edisi kali ini, diketengahkan beberapa karya riset ilmiah bidang industri yang berupa hasil penelitian atau ulasan ilmiah yang ditulis dari para peneliti, para akademisi, dan juga tenaga fungsional lainnya baik yang berasal dari internal maupun eksternal Badan Pengkajian Kebijakan, Iklim dan Mutu Industri, yang mengangkat fokus "*Teknologi Pengendalian Pencemaran Lingkungan untuk Industri Hijau*" dan berdasarkan program akselerasi kebijakan pemerintah di sektor industri. Karya tulis ilmiah utama yang disajikan antara lain: Pemanfaatan Emisi Gas CO₂ untuk Budidaya Spirulina Platensis dalam Upaya Penurunan Gas Rumah Kaca (GRK), Venturi-Packed Scrubber Sebagai Pengendali Cemar Partikulat pada Industri Pengecoran Logam Tungku Induksi, Pemanfaatan Limbah Serat Kelapa dan Bagas sebagai Pengisi Palang Pintu Perlintasan Kereta Api dari Komposit Berstruktur Sandwich, Reduksi Tembaga dalam Limbah Cair Proses Etching Printing Circuit Board (Pcb) dengan Proses Elektrokimia, dan Fitoremediasi Tanah Tercemar Minyak Bumi Menggunakan Empat Jenis Rumput. Selain itu, disajikan pula karya pendukung lainnya yang terkait fokus yang diangkat, yaitu: Dampak Perubahan Efisiensi di Stasiun Sterilisasi Pabrik Kelapa Sawit Menggunakan Model Input-Output Leontief dan Identifikasi dan Evaluasi Risiko Menggunakan Fuzzy FME pada Rantai Pasok Agroindustri Udag.

Dengan terbitnya Jurnal Riset Industri edisi ini, redaksi berharap kepada pembaca dan masyarakat pemerhati masalah-masalah riset bidang industri khususnya terkait fokus di atas, agar kiranya memberikan saran dan kritik untuk meningkatkan kualitas penerbitan, baik kualitas mutu cetakan maupun isinya. Selanjutnya, Redaksi juga menyampaikan terima kasih kepada penulis yang naskahnya telah dimuat dan semua pihak yang ikut membantu memudahkan serta memperlancar terbitnya Jurnal Riset Industri ini.

Akhir kata, semoga Jurnal Riset Industri ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan riset dan ilmu pengetahuan dan teknologi dibidang industri, khususnya di lingkungan Kementerian Perindustrian.

Jakarta, Agustus 2014

Redaksi

J.Ris.Ind	Vol. 8	No. 2	Hal. 83 – 146	Jakarta, Agustus 2014	ISSN 1978-5852
-----------	--------	-------	---------------	--------------------------	-------------------

Nomor Akreditasi: 490/AU2/P2MI-LIPI/08/2012 Tanggal 28 Agustus 2012

**JURNAL
RISET INDUSTRI**
(*Journal of Industrial Research*)

DAFTAR ISI

	Halaman
Pengantar Redaksi _____	iii
Daftar Isi _____	iv
Lembar Abstraksi _____	v – xi
PEMANFAATAN EMISI GAS CO ₂ UNTUK BUDIDAYA SPIRULINA PLATENSIS DALAM UPAYA PENURUNAN GAS RUMAH KACA (GRK) Yusup Setiawan, Aep Surachman, Prima Besty Asthary, dan Saepulloh _____	83 – 89
VENTURI-PACKED SCRUBBER SEBAGAI PENGENDALI CEMARAN PARTIKULAT PADA INDUSTRI PENGECORAN LOGAM TUNGKU INDUKSI Januar Arif Fatkhurrahman dan Ikha Rasti Juliasari _____	91 – 100
PEMANFAATAN LIMBAH SERAT KELAPA DAN BAGAS SEBAGAI PENGISI PALANG PINTU PERLINTASAN KERETA API DARI KOMPOSIT BERSTRUKTUR SANDWICH Kuntari Adi Suhardjo dan Ariyadi Basuki _____	101 – 111
REDUKSI TEMBAGA DALAM LIMBAH CAIR PROSES ETCHING PRINTING CIRCUIT BOARD (PCB) DENGAN PROSES ELEKTROKIMIA Handaru Bowo Cahyono dan Nurul Mahmida Ariani _____	113 – 121
FITOREMEDIASI TANAH TERCEMAR MINYAK BUMI MENGGUNAKAN EMPAT JENIS RUMPUT Fadliah Salim dan Tuti Suryati _____	123 – 129
DAMPAK PERUBAHAN EFISIENSI DI STASIUN STERILISASI PABRIK KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN MODEL INPUT-OUTPUT LEONTIEF Ridzky Kramanandita _____	129 – 134
IDENTIFIKASI DAN EVALUASI RISIKO MENGGUNAKAN FUZZY FME PADA RANTAI PASOK AGROINDUSTRI UDANG Syarifuddin Nasution, Yandra Arkeman, Kadarwan Soewardi, dan Taufik Djatna _____	135 – 141

J.Ris.Ind	Vol. 8	No. 2	Hal. 83 – 146	Jakarta, Agustus 2014	ISSN 1978-5852
-----------	--------	-------	---------------	--------------------------	-------------------

Nomor Akreditasi: 490/AU2/P2MI-LIPI/08/2012 Tanggal 28 Agustus 2012

IDENTIFIKASI DAN EVALUASI RISIKO MENGGUNAKAN FUZZY FM PADA RANTAI PASOK AGROINDUSTRI UDANG

RISKS EVALUATION AND IDENTIFICATION USING FUZZY FMEA FOR SHRIMP BASED AGROINDUSTRY SUPPLY CHAIN

Syarifuddin Nasution¹, Yandra Arkeman², Kadarwan Soewardi³, dan Taufik Djatna²

¹Departemen Teknik Informatika, STMIK-IM

Jl. Jakarta No. 79 Bandung – Indonesia

²Departemen Teknologi Industri Pertanian, Institut Pertanian Bogor,

Jl. Lingkar Akademik, Kampus IPB Darmaga, Bogor – Indonesia

³Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Institut Pertanian Bogor, Jl. Lingkar
Akademik, Kampus IPB Darmaga, Bogor – Indonesia

e-mail: synasution@yahoo.com

diajukan: 16/07/2014, direvisi: 14/08/2014, disetujui: 27/08/2014

ABSTRACT

Shrimp agroindustry exposed to a variety of complex problems and vulnerable to disruption. To be able recognize the risks of each supply chain actors and select an action based on the priorities, a model identification and evaluation of risks is needed. The aim of this research is was to produce a model identification and evaluation of risk in the shrimp supply chain. Risk identification was done using an approach what-if analysis, and risk evaluation was developed using fuzzy model FMEA. The results showed that farmer level has the highest probability risk (0.45) as compared to the level of collector (0.29) and processing industry (0.18). The dominant risk at the farm level is a crop failure due to pests and diseases. Dominant risk at the collector level is supplier availability and loyalty, While at the processor level the dominant risks are the divers. of quality of supply and contamination of antibiotics in shrimp. This model can be used to identify risk factors at variables at each level of the supply chain and to determine priority actions for anticipation.

Keywords: Evaluation and risk identification, shrimp supply-chain, fuzzy FMEA

ABSTRAK

Agroindustri udang dihadapkan pada berbagai masalah yang kompleks dan rentan terhadap gangguan. Untuk dapat mengenali risiko masing-masing pelaku rantai pasok dan memilih tindakan berdasarkan prioritas diperlukan suatu model identifikasi dan evaluasi risiko. Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan model identifikasi dan evaluasi risiko rantai pasok udang. Identifikasi risiko akan dilakukan dengan pendekatan *what-if analysis* dan evaluasi risiko yang dikembangkan menggunakan model *fuzzy FMEA*, dengan input data dari beberapa ahli dan pelaku rantai pasok udang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pelaku peternak mempunyai risiko yang paling tinggi dengan probabilitas sebesar 0,45, jika dibandingkan risiko pada tingkat pedagang pengumpul (0,29) dan risiko agroindustri (0,18). Risiko dominan pada tingkat petani disebabkan oleh kegagalan panen akibat serangan hama dan penyakit. Pada tingkat pengumpul risiko dominan adalah keberadaan dan loyalitas pemasok. Sedangkan pada tingkat prosesor risiko dominan adalah keragaman mutu pasokan dan kontaminasi antibiotik pada komoditi udang. Secara keseluruhan model ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor risiko dan variabel pada tiap tingkatan rantai pasok serta memilih tindakan prioritas sehingga akan diperoleh rekomendasi berupa tindakan yang tepat untuk mengantisipasinya.

Kata kunci: Identifikasi dan evaluasi risiko, rantai pasok udang, fuzzy FMEA

PENDAHULUAN

Agroindustri udang merupakan salah satu industri berbasis perikanan yang sudah berkembang di Indonesia. Komoditi atau produk udang memiliki nilai jual tinggi yang diperdagangkan di seluruh dunia (FAO, 2010). Saat ini, Indonesia merupakan salah satu eksportir udang dengan tujuan

pasar utama meliputi Jepang, Amerika Serikat, dan Uni Eropa. Namun, dalam pelaksanaan proses bisnis agroindustri udang saat ini dihadapkan pada masalah variasi mutu, jumlah dan kontinuitas bahan baku, yang menimbulkan variasi pada produk agroindustri, sehingga menurunkan daya saing di pasar global. Masalah ini juga menjadi kendala bagi pelaku rantai

pasok untuk menjalin kerjasama atau kontrak dengan pelaku lainnya. Dari uraian di atas, dianggap penting untuk memodelkan identifikasi risiko dan evaluasi risiko rantai pasok udang, sebagai langkah awal untuk membuat kontrak berbasis kinerja (melalui pendekatan risiko) antara pelaku dalam rantai pasok agroindustri udang.

Model identifikasi risiko didefinisikan sebagai memetakan karakteristik dan sumber risiko yang menjadi pemicu efektivitas dan efisiensi kinerja rantai pasok. Setelah risiko teridentifikasi, dilakukan pengukuran untuk menilai peluang risiko dan konsekuensi risiko. Selanjutnya, dilakukan evaluasi risiko untuk mengendalikan dan mengelola solusi terhadap hasil kinerja bisnis rantai pasok agroindustri udang (Wu dan Blackhurst, 2009).

Risiko dapat didefinisikan sebagai suatu ketidakpastian yang akan berpengaruh negatif terhadap pencapaian sasaran organisasi (Wu dan Blackhurst, 2009; Tuncel dan Alpan, 2010). Risiko juga telah dan menjadi isu penting dalam manajemen rantai pasok dalam beberapa tahun terakhir. Menurut Tang (2006), manajemen risiko rantai pasok (SCRM) yang efektif telah menjadi kebutuhan bagi perusahaan saat ini. Beberapa penelitian mengenai topik identifikasi dan evaluasi risiko rantai pasok yang telah banyak dilakukan, diantaranya Copp *et al.*, (2005) mengidentifikasi dan *assessment* risiko dengan metode *hazard*; Adhitya *et al.*, (2009) melakukan identifikasi risiko rantai pasok dengan *analisis hazard operability* (HAZOP); Yeh dan Hsieh (2007) mengaplikasikan *FMEA* dan *fuzzy theory* untuk *assessment* risiko; Wang *et al.*, (2009) mengaplikasikan *Fuzzy FMEA* dalam mengevaluasi risiko; Tang dan Musa (2011) telah mengidentifikasi isu-isu risiko dan kemajuan penelitian dalam manajemen risiko rantai pasok. Secara khusus, Fitrianto dan Hadi (2012) juga telah melakukan kajian awal terhadap risiko rantai pasok udang sebelum dan sesudah bencana lumpur. Sedangkan, kajian-kajian atau upaya yang telah dilakukan oleh beberapa pelaku seperti pemerintah daerah, asosiasi, agroindustri untuk meningkatkan daya saing

melalui kontrak antara pelaku rantai pasok udang belum berhasil dalam implementasinya karena kegiatan umumnya bersifat *project oriented*, parsial dan tidak berkesinambungan.

Metode *Fuzzy FMEA* merupakan salah satu *tools* yang dapat diterima dengan baik, Keskin (2009) menyatakan bahwa penelitian dengan menggunakan logika *fuzzy* akan memperoleh hasil yang lebih akurat dibandingkan dengan menggunakan metode *FMEA* tradisional. Menurut Xu *et al.* (2002), dan Yeh & Hsieh (2007), beberapa kelemahan *FMEA* tradisional adalah: 1) pernyataan dalam *FMEA* sering subyektif dan kualitatif yang dijelaskan dalam bahasa alamiah, 2) ketiga tingkat parameter *severity* (*S*), *occurrence* (*O*), *detectability* (*D*) yang diasumsikan memiliki kepentingan yang sama, ternyata dalam praktiknya bobot kepentingan dari ketiga parameter adalah tidak sama, 3) Nilai *Risk Priority Number* (*RPN*) yang sama dihasilkan dari hasil perkalian tingkat *S*, *O*, dan mungkin menyiratkan representasi risiko yang berbeda.

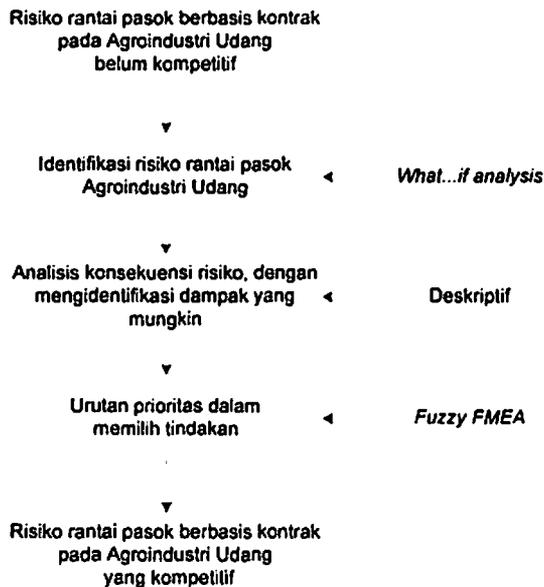
Dari uraian di atas, masalah dalam penelitian ini mencakup faktor-faktor dan variabel risiko yang mempengaruhi bisnis udang untuk kontrak antara pelaku rantai pasok, konsekuensi risiko, serta urutan prioritas yang diperoleh dalam evaluasi risiko yang dilaksanakan secara bersama-sama, untuk mencapai tujuan rantai pasok berupa pemenuhan keinginan konsumen (*responsiveness*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik & sumber risiko, konsekuensi risiko, mengendalikan risiko dominan dan mengelola solusi kinerja bisnis rantai pasok agroindustri udang.

METODE

Kerangka Pemikiran

Dalam merancang model identifikasi risiko yang efektif dan efisien, persyaratan utama yang dilakukan adalah memetakan karakteristik dan sumber risiko yang menjadi pemicu kinerja rantai pasok (Wu dan Blackhurst, 2009). Setelah risiko teridentifikasi, dilakukan pengukuran untuk menilai peluang risiko dan menganalisis konsekuensi risiko dengan mengidentifikasi

semua dampak yang mungkin terhadap pelaku rantai pasok. Kemudian, mengevaluasi risiko untuk mengendalikan dan mengelola solusi terhadap hasil kinerja bisnis rantai pasok agroindustri udang (Wang *et al.*, 2009; Wu dan Blackhurst, 2009). Kerangka penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pemikiran

Tahapan Penelitian

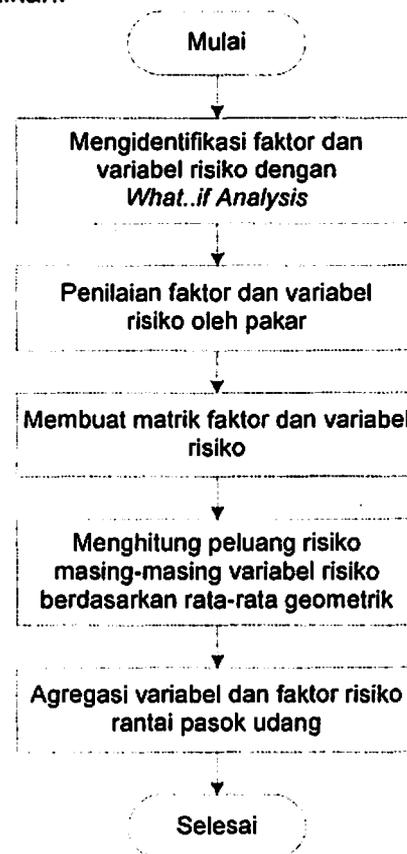
Tahapan penelitian dimulai dengan identifikasi faktor-faktor yang berpengaruh terhadap risiko rantai pasok udang, kemudian menyusun tabel sebab-akibat, *depth interview*, membuat kuesioner dan analisis data. Analisis konsekuensi dilakukan secara deskriptif, sedangkan memilih prioritas dalam evaluasi risiko dilakukan dengan *Fuzzy FMEA*, pemberian nilai *severity*, *occurrence*, *detectability* (S,O,D), *fuzzification* (fungsi keanggotaan input), *fuzzy inference system*, *defuzzification* (keanggotaan output) dan diperoleh nilai FRPN (*fuzzy risk priority number*).

Model Identifikasi Risiko Rantai Pasok Agroindustri Udang

Model identifikasi risiko rantai pasok udang bertujuan untuk mengidentifikasi dan menentukan variabel-variabel dari setiap

faktor risiko yang sangat berpengaruh terhadap setiap risiko tingkatan ran pasok. Langkah-langkah identifikasi risi dapat dijelaskan pada Gambar 2.

Pada penelitian ini identifikasi risiko ran pasok dilakukan dengan menggunakan *What-if analysis* (analisis sebab-akibat). Penyusunan analisis sebab-akibat pada penelitian ini dilakukan anali terhadap dari permasalahan yang terjadi. Pada proses ini terdapat pembuatan diagram *fishbone* yang dilakukan dengan cara *brainstorming* dari pihak pelaku ran pasok udang yang berkaitan dengan masalah risiko untuk menemukan penyebab-penyebab dari risiko yang dihasilkan.



Gambar 2. Diagram alir identifikasi risiko rantaipasok udang

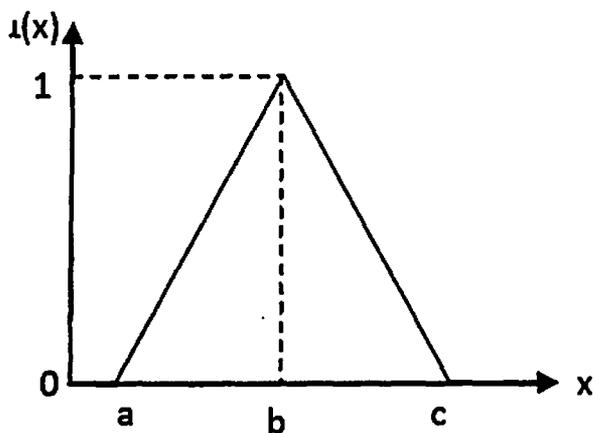
Model Evaluasi Risiko Rantai Pasok

Model evaluasi risiko rantai pasok digunakan untuk mengukur tingkat risik setiap variabel risiko rantai pasok. Evaluasi risiko ini diperlukan agar dapat memilih tindakan manajemen berdasarkan prioritas yang sesuai dengan faktor-faktor risiko yang telah teridentifikasi. Langkah-langka

aluasi risiko dapat dijelaskan pada gambar 3.

Model menggunakan metode *Fuzzy FMEA(Failure Mode and Effect Analysis)* yang dikembangkan oleh Yeh dan Hsieh (2007); Wang *et al.*, (2009).Tingkat variabel risiko dalam metode *fuzzy FMEA* ditentukan berdasarkan pendapat pakar rantai pasok industri udang. Variabel tersebut meliputi *severity* (S) yang menunjukkan tingkat kepelikan kegagalan yang akan terjadi, *occurrence* (O) yang menunjukkan tingkat kemungkinan terjadinya kegagalan, *detectability* (D) yang menunjukkan tingkat deteksi terjadinya kegagalan. Pengukuran variabel menggunakan logika *fuzzy* yang direpresentasikan dalam TFN (*triangular fuzzy number*) (Gambar 3) dengan fungsi keanggotaan yang memiliki 7 parameter, yaitu tidak pernah (TP), sangat rendah (SR), rendah (R), sedang (S), tinggi (T), sangat tinggi (ST), dan paling tinggi (PT). Persamaan fungsi keanggotaan TFN dirumuskan sebagai berikut:

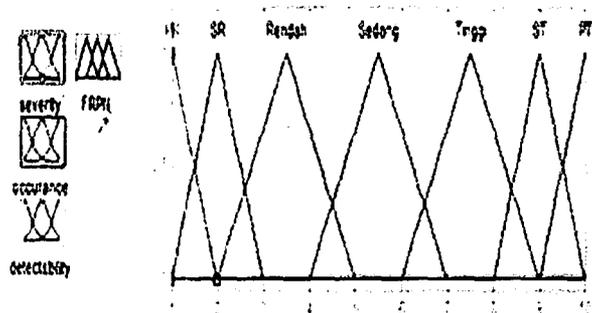
$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & ; \text{if where } x \leq a \text{ or } x \geq c \\ (x - a)/(b - a) & ; \text{if where } a \leq x \leq b \\ (c - x)/(c - b) & ; \text{otherwise} \end{cases}$$



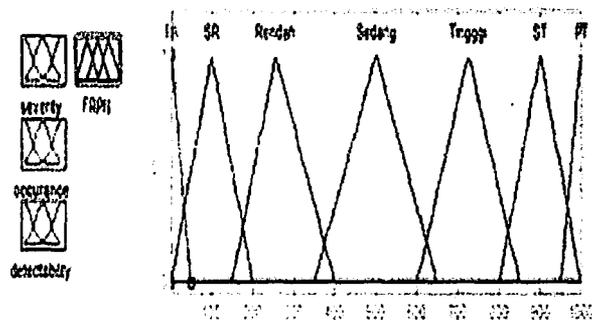
Gambar 3. Fungsi keanggotaan TFN

Output dari penilaian input *severity*, *occurrence* dan *detectability* akan direpresentasikan dengan nilai linguistik fuzzy tidak ada risiko (TA), sangat rendah (SR), rendah (R), sedang (S), tinggi (T), sangat tinggi (ST), dan paling tinggi

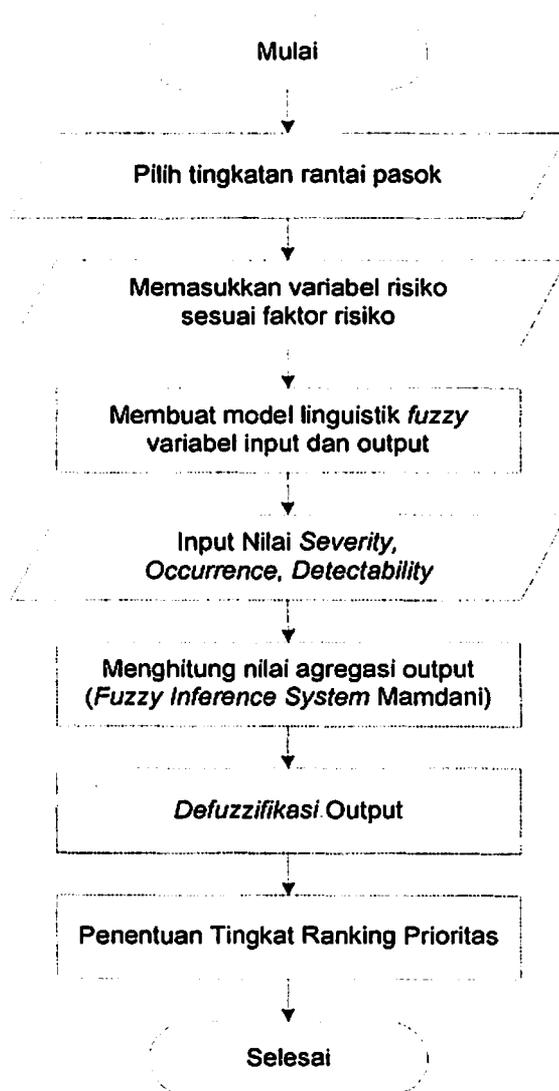
(PT).Himpunan *fuzzy* untuk variabel S, O, D dan FRPN dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5, sedangkan diagram alir model evaluasi risiko dapat dilihat pada Gambar 6. Nilai FRPN merupakan hasil perkalian variabel S, O, D. Ketiga faktor tersebut akan dikalikan dan masing-masing faktor memiliki ranking yang berkisar antara 1 hingga 10 dimana pada akhirnya nilai FRPN yang dihasilkan akan memiliki rentang dari 1 hingga 1000. Nilai FRPN yang lebih tinggi diasumsikan memiliki risiko yang lebih tinggi dibandingkan dengan nilai FRPN yang lebih rendah. Kegagalan yang mempunyai nilai FRPN lebih tinggi diasumsikan lebih penting dan diberi prioritas lebih tinggi untuk segera diperbaiki (Kwai-Sang *et al.*, 2009). Persamaan untuk menentukan nilai FRPN sebagai berikut:



Gambar 4. TFN untuk variabel *severity*, *occurrence* dan *detectability*.



Gambar 5. TFN untuk *Fuzzy Risk Priority Numbers (FRPN)*



Gambar 6. Diagram alir evaluasi risiko

HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur Rantai Pasok Udang

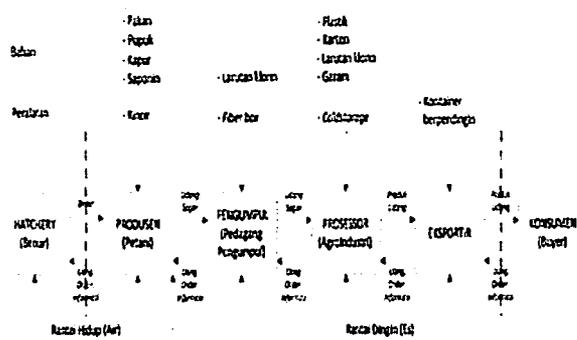
Rantai pasok dapat dipandang sebagai sebuah sistem yang mempunyai unsur-unsur yang teratur, saling berkaitan dan mempunyai tujuan tertentu. Rantai pasok udang mempunyai unsur pelaku yang terlibat langsung dalam tingkatan rantai pasok, yaitu: petani, pengumpul, prosesor (industri pengolahan), eksportir dan konsumen. Setiap pelaku dalam rantai pasok tersebut mempunyai tujuan dan kepentingan masing-masing yang kadang-kadang bersifat konflik. Untuk mengatasi dan mengelola konflik kepentingan tersebut perlu adanya suatu sistem manajemen risiko, sehingga sistem rantai pasok dapat terkendali dalam usaha mencapai tujuan.

Jaringan rantai pasok udang dimulai dari petani. Dalam penelitian ini yang dimaksud dengan petani adalah petani yang mengusahakan budidaya tambak udang. Aktivitas petani mencakup usaha budidaya yang meliputi kegiatan persiapan lahan, pembibitan, penanaman, pemeliharaan sampai panen. Pada level *output* yang dihasilkan adalah udang dengan ukuran (*size*) yang beragam sesuai dengan permintaan konsumen, umum ukuran panen berukuran (jumlah ekor dan 1 kilogram udang) 30, 40, 51-60, 70-80, ukuran yang terkecil adalah 120-150. Berdasarkan spesifikasi teknologi budidayanya, udang dapat dibudidayakan secara intensif, semi intensif, tradisional plus dan tradisional (ekstensif).

Pelaku selanjutnya adalah pedagang pengumpul dengan aktivitas utama pembelian udang dari petani, melakukan sortasi terutama berdasarkan ukuran (sisi kelengkapan organ tubuh dan tingkat kesegaran). Udang yang telah disortasi selanjutnya disimpan dalam tempat yang diberi es (*cool-box*) untuk mempertahankan kesegaran udang. Umumnya penyimpanan hanya dilakukan maksimal 3 hari, selanjutnya di jual kepada agroindustri.

Pelaku terakhir dalam sistem rantai pasok udang adalah prosesor. Aktivitas utama pelaku ini mencari sumber bahan baku sesuai permintaan konsumen. Menurut Pathumnakul *et al.*, (2007), sumber bahan baku udang yang segar umumnya berasal dari petani terutama ditujukan untuk permintaan yang khusus mengutamakan dari sisi kesegaran dan rasa (*fresh*). Sedangkan untuk permintaan yang sifatnya umum, sumber bahan baku udang berasal dari pedagang pengumpul. Kemudian dilakukan sortasi udang berdasarkan ukuran, tingkat kesegaran dan kelengkapan organ tubuh, serta uji kimiawi untuk mengetahui apakah bahan baku tersebut memenuhi syarat langsung diproses sesuai permintaan, umumnya produk yang dihasilkan diantaranya adalah udang beku (*Head-on Shell-on*), udang beku tanpa kepala (*Headless Shell-on*), udang beku (*Raw peeled*), udang m...

Cooked) dan udang hasil olahan berupa *ushi*, *breaded* dan lain-lain (Pathumnakul *et al.*, 2009). Selanjutnya udang dikemas, libekukan pada suhu -50°C , dan dikirim ke negara tujuan sesuai dengan kontrak yang telah disepakati sebelumnya. Secara lengkap struktur dan aktivitas pelaku sistem rantai pasok udang disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Struktur jaringan rantai pasok udang

Rantai pasok udang memiliki ciri khas berupa rantai hidup mulai dari *hatchery* (pembenihan) sampai proses pembesaran (budidaya) di tambak, kemudian mulai dari pemanenan udang di tambak sampai ke tangan konsumen dalam bentuk beku (*cold chain*), sehingga pengelolaan rantai pasok udang menjadi lebih kompleks.

Identifikasi Risiko Rantai Pasok Udang

Hasil identifikasi risiko berdasarkan *brainstorming* pada pelaku rantai pasok agroindustri udang berpagangguan, penyebab dan akibat dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil tersebut dianalisa berdasarkan kelompok faktor risiko yang terdiri dari kualitas, kuantitas, waktu kirim dan harga, kemudian disusun ke dalam bentuk diagram *fishbone*, seperti pada Gambar 8.

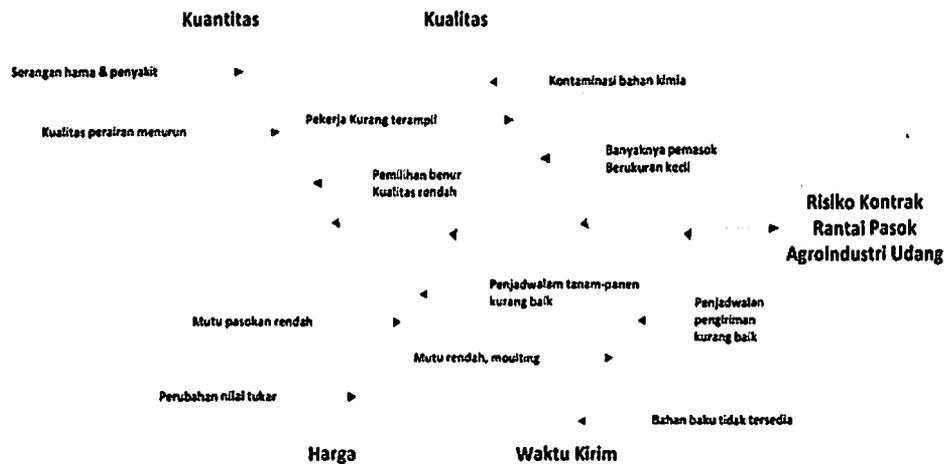
Analisis Risiko Tingkat Petani

Analisis risiko pada tingkat petani dilakukan untuk mengetahui faktor dan variabel risiko yang dihadapi oleh petani dalam pengadaan bahan baku berdasarkan kontrak antara pelaku rantai pasok. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peluang

faktor risiko tertinggi di tingkat petani adalah risiko kualitas, disusul risiko harga, risiko kuantitas dan risiko waktu kirim (Gambar 9).

Untuk mengetahui lebih dalam sumber atau variabel risiko dari setiap faktor risiko tersebut, maka perlu dilakukan kajian mendalam terhadap tingkat kejadian dan dampak dari setiap variabel risikonya. Risiko kualitas pada tingkat petani dipengaruhi oleh kerusakan udang akibat pengiriman terlalu lama di jalan, terjadinya pembusukan akibat kurangnya pendingin, dan kerusakan akibat penanganan udang saat panen. Risiko harga di tingkat petani dipengaruhi oleh rendahnya mutu pasokan, melimpahnya pasokan pada musim panen dan kenaikan harga akibat nilai tukar dan inflasi. Risiko kuantitas di tingkat petani dipengaruhi oleh beberapa variabel yaitu kegagalan panen, produktifitas rendah akibat benur berkualitas rendah dan ketersediaan saprodi. Sedangkan risiko waktu kirim di tingkat petani bersumber dari jarak angkut, kerusakan infrastruktur jalan yang menyebabkan keterlambatan pengiriman akibat terlalu lama di jalan.

Hasil evaluasi variabel risikodominan di tingkat petani dapat diperlihatkan pada Tabel 2, risiko dominan yang dihadapi petani dalam rantai pasok udang adalah risiko kegagalan panen yang disebabkan serangan hama dan penyakit. Risiko kegagalan panen ini umumnya diawali oleh penurunan kualitas lingkungan perairan, yang bisa berdampak pada kematian udang yang disebabkan cemaran atau polusi. Cemaran atau polusi ini juga menjadi pemicu berkembangnya organisme penyebab penyakit (patogen) seperti virus, bakteri, jamur dan protozoa, yang pada akhirnya juga menyebabkan kematian udang (kegagalan panen). Untuk mengurangi dampak akibat penyakit udang, umumnya dilakukan sanitasi lingkungan perairan dan pemberian obat-obatan. Namun, pemberian obat-obatan berupa bahan kimia yang melebihi dosis dapat menyebabkan residu bahan kimia pada komoditi/produk udang yang pada gilirannya menyebabkan rendahnya kualitas pasokan bahan baku, seperti kasus kontaminasi antibiotik pada produk udang.



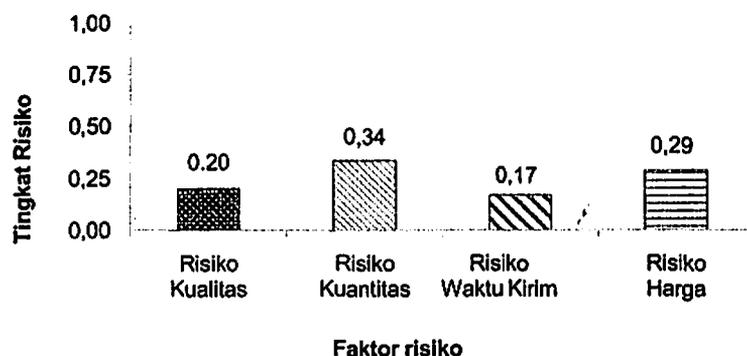
Gambar 8. Diagram sebab-akibat untuk risiko kontrak rantai pasok udang

Tabel 1 Gangguan, sebab-akibat risiko rantai pasok udang

No	Gangguan (risiko)	Penyebab	Akibat
1	Keragaman mutu pasokan bahan baku	Banyaknya pemasok udang yang berukuran kecil	Variasi mutu, ukuran dan jenis udang
2	Terkontaminasi antibiotika	Udang diberi obat mengandung antibiotika	Udang mengandung antibiotika
3	Kerusakan saat panen	Kurang terampil menggunakan alat panen	Melukai atau memotong organ udang
4	Kerusakan akibat proses produksi	Kurang terampil mengoperasikan peralatan	Kerusakan organ udang
5	Kerusakan saat pengiriman	Pendingin udang (es curah) kurang memadai	Mulai terjadi pembusukan (<i>rigor mortis</i>)
6	Kegagalan panen	Menurunnya kualitas lingkungan perairan	Kematian udang (<i>mortalitas</i>) yang tinggi
7	Kegagalan panen	Serangan hama dan penyakit	Kematian udang (<i>mortalitas</i>) yang tinggi
8	Benur mutu rendah	Pemilihan benur bermutu rendah untuk budidaya	Produktivitas rendah, mortalitas tinggi dan tidak tahan terhadap penyakit
9	Kerusakan saat pengiriman	Penjadwalan kurang baik	Terlalu lama di jalan
10	Loyalitas pemasok rendah	Pembayaran tidak lancar, harga tidak bersaing	Pemasok menjual udang ke agroindustri lain
11	Harga udang menurun	Penjadwalan mulai tanam hingga panen kurang baik	Panen raya secara bersamaan, supply lebih besar daripada demand.
12	Harga udang rendah.	Mutu pasokan yang dikirim terlalu rendah	Udang dibeli dengan harga yang sangat rendah
13	Fluktuasi nilai tukar	Harga udang tujuan ekspor sangat rentan terhadap perubahan nilai tukar	Harga udang di pasar dalam negeri menjadi mahal
14	Kontrak dengan buyer	Pemasok sudah terikat kontrak dengan buyer	Saat harga udang naik, pemasok tidak dapat menjual ke agroindustri lain
15	Pemenuhan pesanan	Bahan baku tidak tersedia sesuai perjanjian	Beberapa pesanan tidak dapat dipenuhi
16	Udang ditolak (<i>reject</i>)	Bahan baku mutu rendah, tercampur dengan udang moultng	Udang yang dikirim akan dikembalikan ke pemasok

Gambar 2. Hasil analisis FRPN pada tingkat petani

No	Potensi gangguan (risiko)	Nilai S	Nilai O	Nilai D	Nilai FRPN	Kategori
1	Kegagalan panen disebabkan serangan hama dan penyakit	9	7	8	900	Sangat Tinggi
2	Pemilihan benur bermutu rendah untuk budidaya	5	7	5	500	Sedang
3	Kerusakan udang akibat terlalu lama di jalan	6	5	4	500	Sedang
4	Fluktuasi harga disebabkan ketersediaan pasokan	5	4	4	500	Sedang
5	Kegagalan panen disebabkan menurunnya kualitas perairan	6	7	7	500	Sedang
6	Kerusakan saat pengiriman akibat pendingin yang kurang	4	4	3	269	Rendah
7	Kerusakan udang akibat alat panen	4	3	3	269	Rendah



Gambar 10. Histogram perbandingan tingkat risiko berdasarkan faktor risiko di tingkat pengumpul

Gambar 3. Hasil analisis FRPN pada tingkat pedagang pengumpul

No	Potensi gangguan (risiko)	Nilai S	Nilai O	Nilai D	Nilai FRPN	Kategori
1	Keragaman mutu pasokan	6	7	7	500	Sedang
2	Loyalitas pemasok yang rendah	7	5	6	725	Tinggi
3	Pesanan tidak terpenuhi akibat bahan baku tidak tersedia	5	5	6	500	Sedang
4	Udang dihargai rendah (mutu rendah)	6	5	5	500	Sedang
5	Kontrak dengan buyer	3	4	4	269	Rendah

Analisis Risiko Tingkat Pengumpul

Berdasarkan identifikasi risiko pada tingkat pedagang pengumpul diperoleh empat faktor risiko yang dihadapi oleh pedagang pengumpul dalam rantai pasokan yaitu risiko kualitas, risiko kuantitas, risiko waktu kirim dan risiko harga. Nilai

lengkap dari hasil identifikasi risiko pada tingkat pedagang pengumpul dapat dilihat pada Gambar 10

Risiko kuantitas di tingkat pedagang pengumpul dipengaruhi oleh keberadaan pemasok, loyalitas pemasok dan ketidakpastian permintaan. Risiko harga di tingkat pedagang pengumpul dipengaruhi

oleh fluktuasi harga, nilai tukar dan inflasi serta kelancaran pembayaran. Risiko kualitas pada tingkat pedagang pengumpul dipengaruhi oleh keragaman mutu pasokan, penanganan (*handling*) dan udang yang ganti kulit (*moulting*). Sedangkan risiko waktu kirim pada tingkat pedagang pengumpul dipengaruhi oleh pemenuhan permintaan, ketersediaan bahan baku, dan sarana transportasi.

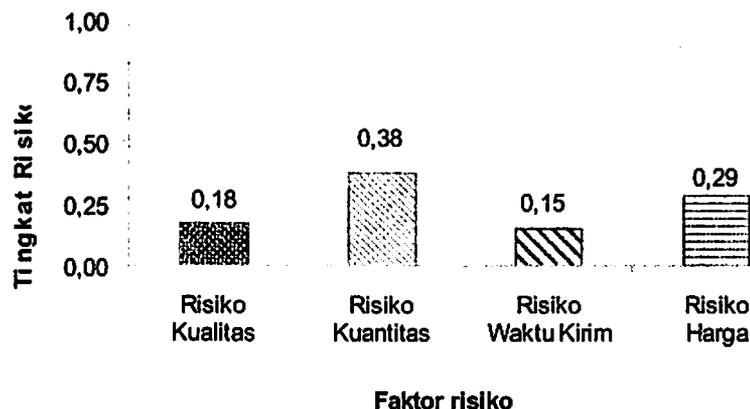
Berdasarkan Tabel 3, risiko dominan di tingkat pedagang pengumpul adalah risiko keberadaan dan loyalitas pemasok yang memasok bahan baku ke pengumpul. Sebagian besar pemasok terdiri para petani berukuran kecil, oleh karena itu sebuah pedagang pengumpul mungkin harus bekerjasama dengan puluhan bahkan ratusan petani untuk memenuhi pesanan dari agroindustri udang. Risiko terkait keberadaan dan loyalitas petani umumnya berkaitan dengan harga udang dan pola pembayaran udang ke petani. Untuk mengatasi risiko tersebut biasanya pihak pengumpul biasanya selalu meng-*update* harga udang, pembayaran tunai dan adanya program pembinaan petani untuk meningkatkan produksi.

Analisis Risiko Tingkat Prosesor

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh bahwa tingkat risiko tertinggi di tingkat prosesor dan eksportir adalah risiko kuantitas, risiko harga, risiko kualitas dan

risiko waktu kirim seperti pada Gambar 11. Risiko kuantitas di tingkat prosesor dan eksportir dipengaruhi oleh keberadaan dan loyalitas pemasok, tidak terpenuhinya permintaan. Risiko harga di tingkat agroindustri dan eksportir dipengaruhi oleh nilai tukar (kurs), fluktuasi harga bahan baku. Risiko kualitas dipengaruhi oleh tingginya keragaman mutu pasokan, maka ditemukannya udang yang *moulting*, dan kerusakan akibat proses produksi. Sedangkan risiko waktu kirim di tingkat prosesor dan eksportir dipengaruhi oleh keterlambatan pengiriman akibat kekurangan kapasitas angkut, sarana pengiriman dan cara pengiriman.

Berdasarkan Tabel 4, risiko dominan pada prosesor dan eksportir adalah keragaman mutu pasokan dan kontaminasi udang berupa antibiotik. Keragaman mutu pasokan umumnya disebabkan oleh banyaknya jumlah pedagang pengumpul yang menjual (memasok) udang yang diperoleh dari petani ke agroindustri dan eksportir. Untuk mengatasi risiko keragaman mutu pasokan yang diterima prosesor dan eksportir, biasanya pada tingkat pedagang pengumpul sudah melakukan sortasi awal berdasarkan jeram ukuran dan mutu udang atas beberapa *grade*. Untuk menyamakan standar padatan tingkat pemasok, diperlukan prosedur di tingkat prosesor untuk membuat standarisasi mutu bahan baku udang.



Gambar 11. Histogram perbandingan tingkat risiko berdasarkan faktor risiko di tingkat agroindustri dan eksportir

Kontaminasi antibiotik biasanya terjadi pada tingkat petani saat budidaya udang, dan baru terdeteksi saat pemeriksaan udang pada tingkat prosesor. Pemberian antibiotik digunakan untuk mengurangi dampak akibat penyakit udang, pemberian antibiotik yang melebihi dosis dan menjelang panen dapat menyebabkan residu bahan kimia pada komoditi/produk udang. Untuk mengurangi risiko tersebut dapat dilakukan dengan menerapkan *Good Aquaculture Practices (GAP)*.

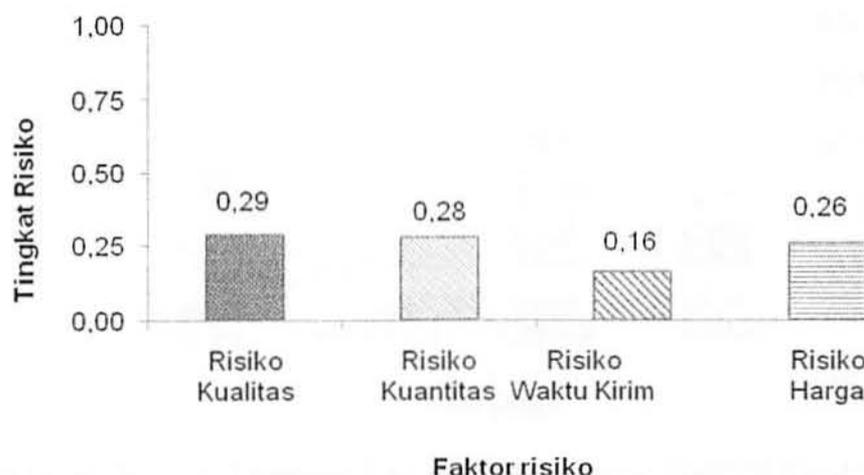
Analisis Risiko Rantai Pasok

Berdasarkan faktor risiko pada setiap tingkatan rantai pasok udang diperoleh secara berurutan yaitu risiko kualitas, risiko kuantitas, risiko harga dan risiko waktu kirim (Gambar 12). Risiko kualitas mempunyai tingkat risiko yang paling tinggi dalam rantai

pasok udang, karena sebagian besar produksi sekitar 90% diperuntukkan untuk pasar ekspor. Pasar ekspor mempunyai persyaratan mutu yang sangat ketat berkaitan dengan pencemaran biologis/mikrobiologis, kimia dan fisik diantaranya logam berat, residu obat-obatan (*nitrofurans*, *kloramfenicol*), kontaminasi mikrobiologi (*Salmonella* sp, *Shigella* sp) dan lain-lain. Di sisi lain, bahan baku ini diperoleh melalui pemasok, yaitu pedagang pengumpul dan petani yang berukuran kecil, sehingga sebuah prosesor udang mungkin harus bekerjasama dengan ratusan petambak untuk memenuhi tuntutan pelanggan. Kebutuhan udang menuntut adanya kontinuitas baik kuantitas maupun kualitas. Untuk itu, perlu adanya antisipasi terhadap konflik tersebut sehingga diperoleh suatu rantai pasok yang berkesinambungan.

Tabel 4. Hasil analisis FRPN pada tingkat agroindustri

No	Potensi gangguan (risiko)	Nilai S	Nilai O	Nilai D	Nilai FRPN	Kategori
1	Keragaman mutu pasokan	7	8	7	725	Tinggi
2	Udang terkontaminasi antibiotika	7	6	7	725	Tinggi
3	Kerusakan organ udang akibat proses produksi	3	5	4	269	Rendah
4	Pesanan tidak terpenuhi akibat bahan baku tidak sesuai spesifikasi kontrak	5	5	4	500	Sedang
5	Fluktuasi harga disebabkan oleh perubahan nilai tukar	6	5	6	500	Sedang
6	Bahan baku mutu rendah	5	6	5	500	Sedang



Gambar 12. Histogram perbandingan tingkat risiko berdasarkan faktor risiko rantai pasok udang

Risiko harga juga penting dalam rantai pasok udang, karena komoditas udang mempunyai harga yang cenderung fluktuatif akibat dari ketersediaan udang bersifat musiman. Di lain pihak, permintaan konsumen (ekspor) untuk memenuhi kebutuhan konsumen luar negeri mempunyai siklus yang dimulai pada bulan April dan mencapai puncaknya menjelang akhir tahun. Pemenuhan spesifikasi permintaan konsumen (ekspor) meliputi kualitas, kuantitas dan waktu kirim dengan harga yang sudah disepakati.

Risiko waktu kirim dalam rantai pasok udang, di antaranya gangguan berupa infrastruktur jalan yang mengakibatkan kerusakan saat pengiriman berupa mulai terjadinya pembusukan yang disebabkan pendingin udang (es curah) yang kurang memadai dan terlalu lama di jalan yang disebabkan penjadwalan yang kurang baik.

Implikasi Manajerial

Salah satu kontribusi dari penelitian ini adalah memberikan rekomendasi kepada pelaku rantai pasok udang dalam bentuk implikasi manajerial. Implikasi manajerial manajemen risiko rantai pasok udang adalah perlunya mekanisme yang tepat untuk mengendalikan risiko dominan pada rantai pasok udang. Pada tingkat petani, berupa perbaikan sistem budidaya dengan tindakan nyata melakukan pelatihan secara berkala mengenai teknik pencegahan dan penganggulangan serangan hama dan penyakit, pengelolaan kualitas lingkungan perairan. Pada tingkat pedagang pengumpul, untuk meningkatkan loyalitas pemasok dengan tindakan berupa harga udang yang kompetitif, pembayaran tunai dan adanya program-program pembinaan petani untuk meningkatkan produksi. Sedangkan pada tingkat prosesor, peningkatan mutu dengan tindakan nyata berupa penerapan sortasi dan *handling* yang tidak menyebabkan cacat/rusak organ udang dan pengaturan suhu agar tetap terjaga pada kondisi dingin (*cold chain*). Kemudian, tindakan lain berupa pemisahan cemaran fisik dan udang yang *moulting*.

Untuk perbaikan dari sisi kualitas, kuantitas, waktu kirim, dan harga pada

seluruh pelaku rantai pasok udang adalah dengan mengaplikasikan model kontrak berbasis kinerja, sehingga masing-masing pelaku mengetahui spesifikasi produk yang dibutuhkan, waktu penyerahan dan harga yang menguntungkan berdasarkan ukuran bisnis.

KESIMPULAN

Berdasarkan *what-if analysis* dan *fuzzy FMEA* dapat disimpulkan bahwa risiko utama dalam rantai pasok udang adalah kualitas, kuantitas, harga, dan waktu kirim. Pada pelaku petani tingkat risikonya tertinggi pada risiko kualitas (0,42), pedagang pengumpul tingkat risikonya tertinggi pada risiko kuantitas (0,34), sedangkan pelaku prosesor tingkat risikonya tertinggi adalah risiko kuantitas (0,38).

Evaluasi risiko (risiko prioritas yang harus dikendalikan) pada seluruh pelaku rantai pasok agroindustri udang adalah pada pelaku petani berupa, kegagalan panen akibat serangan hama dan penyakit. Keberadaan dan loyalitas pemasok yang rendah merupakan risiko dominan untuk pelaku pedagang pengumpul. Pada pelaku prosesor, risiko dominan adalah keragaman mutu pasokan dan adanya kontaminasi antibiotika pada komoditas dan produk udang.

Dari sisi implikasi manajerial, seluruh *stakeholders* yang terlibat seperti petani, pedagang pengumpul, prosesor dan eksportir harus mengaplikasikan model kontrak berbasis kinerja, sehingga masing-masing pelaku mengetahui spesifikasi produk yang dibutuhkan, waktu penyerahan dan harga yang menguntungkan berdasarkan ukuran bisnis.

SARAN

Diperlukan penelitian lanjutan mengenai evaluasi risiko rantai pasok agroindustri udang dengan justifikasi risikonya prioritas yang harus dikendalikan dengan menggunakan pareto.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Direktorat Pendidikan Tinggi, melalui skema Hibah Doktor Tahun 2013-2014.

AFTAR PUSTAKA

- dhitya A, Srinivasan R, Karimi IA. 2009. Supply Chain Risk Identification Using aHAZOP-Based Approach. *AIChE Journal*. Vol. 55, No. 6. DOI 10.1002/aic.11764
- mri K, Kanna I. 2008. Budidaya Udang Vanname: Secara Intensif, Semi Intensif, dan Tradisional.
- opp GH, Garthwaite R, Gozlan RE. 2005. Risk identification and assessment of non-native freshwater fishes: a summary of concepts and perspectives on protocols for the UK. *J. Appl. Ichthyol*. 21: 371–373.
- AO. 2010. *FishStat (FAO Yearbook of Fishery Statistics), FAO Fisheries and Aquaculture Department*. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), Rome, Italy.
- itrianto AR dan Hadi S. 2012. Supply chain risk management in shrimp industries before and during mud volcano disaster: an initial concept. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 65: 427-435. doi:10.1016/j.sbrpro.2012.11.144
- eskin GA, Ozkan C. 2009. An Alternative Evaluation of FMEA: Fuzzy Art Algorithm. *J. of International Quality and Reliability Engineering*. 25(6): 647-661. doi:10.1002/qre.984
- wai-Sang C, Ying-Ming W, Gary KKP, Jian-Bo Y. 2009. Failure mode and effects using A group-based evidential reasoning approach. *Journal of Computers and Operations Research*, 36: 1768-1779.
- pathumnakul S, Piewthongngam K, Khamjan S. 2009. Integrating a shrimp-growth function, farming skills information, and a supply allocation algorithm to manage the shrimp supply chain. *Computer and Electronics in Agriculture* 66: 93-105.
- Pathumnakul S, Khamjan S, Piewthongngam K. 2007. Procurement decisions regarding shrimp supplies for Thai shrimp processors. *Aquacultural Engineering*, 37, 215–221.
- Tang CS. 2006. Perspective in Supply Chain Risk Management. *Int J Production Economics*. 103:451-458.
- Tang O dan Musa SN. 2011. Identifying risk issues and research advancements in supply chain risk management. *Int. J. Production Economics* 133: 25-34. doi:10.1016/j.ijpe.2010.06.013
- Tuncel G dan Alpan G. 2010. Risk assessment and management for supply chain networks: A case study. *Computers in Industry* 61: 250–259. doi:10.1016/j.compind.2009.09.008
- Wang YM, Chin KS, Poon GKK, Yang JB. 2009. Risk evaluation in failure mode and effects analysis using fuzzyweighted geometric mean. *Expert Systems with Applications* 36. 1195–1207. doi:10.1016/j.eswa.2007.11.028
- Wu T, Blachurst J. 2009. *Managing Supply Chain Risk and Vulnerability: Tools and Method for Supply Chain Decision Makers*. New York: Springer.
- Xu K, Tang LC, Xie M, Ho SL, Zhu ML. 2002. Fuzzy assessment of FMEA for engine system, *Reliability Engineering and System Safety*. 75:17-29.
- Yeh RH, Hsieh MH. 2007. Fuzzy assessment of FMEA for a sewage plant. *J the Chinese Institute of Industrial Engineers*. 24:505-512.
- Zsidsisin GA, Ritchie B. 2009. *Supply Chain Risk: A Hand Book of assessment, management and Performance*. New York : Springer.