



Manajemen risiko rantai pasok kopi robusta (*Green bean*) organik desa Pasrujambe Kabupaten Lumajang

Annisa Choirun^{1*}, Imam Santoso², Retno Astuti²

¹Teknologi Rekayasa Pangan, Politeknik Negeri Jember, Jember, Indonesia

²Teknologi Industri Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

Article history

Diterima:

12 November 2022

Diperbaiki:

25 Januari 2023

Disetujui:

27 Januari 2023

Keyword

Coffee;

supply chain risk management;

Fuzzy FMEA;

Fuzzy AHP

ABSTRACT

Organic coffee robusta is a leading commodity produced by farmers because it has a significant enough demand. Organic coffee robusta is sold as green beans or processed coffee roasted and ready to brew. Supply chain management is essential considering that agricultural commodities have perishable, seasonal, wide variety, and bulky limitations, thereby increasing the risk of supply chain activities. Complexity in the supply chain creates various risks that must be minimized and mitigated. This study aims to analyze the supply chain risk of organic robusta coffee and determine the risk mitigation strategy of the organic robusta coffee supply chain with a fuzzy approach. Identification and mitigation of upstream to downstream risks are needed to achieve the objectives of the organic coffee supply chain in Pasrujambe District, Lumajang Regency. Supply chain risk identification is carried out using the Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis (FFMEA) method and determining risk mitigation strategies using the Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) method. Both methods use expert respondents consisting of 3 farmers, 3 large collectors, and 3 experts in roastery. The results of the identification of the highest supply chain risk at the farmer level are the risk of non-uniform coffee fruit size (5.74), at the large collector level is price fluctuation (4.79), and at the roastery, the level the failure to regulate roasting temperature and time with a fuzzy risk priority number (FRPN) value of 5,26. Therefore, to minimize and mitigate these priority risks at the farmer level, increasing knowledge about organic coffee cultivation is necessary. At the large collector level, it is necessary to build institutional internalization stability, and at the roastery level, to improve the quality of the roastmaster.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

* Penulis korespondensi

Email : annisa@polije.ac.id

DOI 10.21107/agrointek.v18i2.17392

PENDAHULUAN

Desa Pasrujambe merupakan salah satu desa yang mayoritas penduduknya bermata pencaharian sebagai petani kopi. Desa Pasrujambe memiliki luas wilayah 10.066 hektar, dengan jumlah penduduk sebesar 13.686 jiwa (BPS Kabupaten Lumajang 2021). Keadaan topografis desa ini termasuk dalam kategori dataran tinggi yang mencapai 650 mdpl dengan kondisi cuaca tergolong pada iklim basah. Selain itu, juga mempunyai intensitas curah hujan yang tinggi dan suhu rata-rata harian tertinggi maksimum 27 derajat celsius. Keadaan topografis tersebut menjadikan Desa Pasrujambe cocok untuk budidaya tanaman kopi (Cahyono and Narottama, 2020). Produk pertanian kopi yang sedang dikembangkan oleh Pemerintah Kabupaten Lumajang adalah produk pertanian kopi organik.

Kopi Robusta Organik menjadi komoditi unggulan yang dihasilkan oleh petani karena mempunyai peminat yang cukup besar. Kopi Robusta organik dijual dalam bentuk *green bean* (bijian kopi yang siap diolah) maupun olahan jenis kopi yang sudah disangrai dan siap seduh. Namun, terdapat keterbatasan dalam proses distribusi hasil olahan kopi tersebut, yang mana rantai pasok antara petani dan pembeli terputus di tengah akibat kurangnya akses petani terhadap pembeli. Manajemen rantai pasok menjadi penting karena komoditi pertanian memiliki keterbatasan yaitu mudah rusak (*perishable*), musiman (*seasonal*), mutu panen beragam (*high variety*), dan kamba (*bulky*) sehingga meningkatkan risiko pada kegiatan rantai pasok (Noya *et al.* 2016, Deng *et al.* 2019).

Manajemen rantai pasok terdiri dari serangkaian kegiatan mulai dari hulu ke hilir termasuk budidaya lahan dan produksi tanaman, pengolahan, pengujian, pengemasan, pergudangan, distribusi dan pemasaran. Aliran rantai pasok berkembang menjadi lima jenis, antara lain aliran material fisik dan aliran produk, aliran keuangan, aliran informasi, aliran proses, dan aliran energi dan sumber daya alam (Tsolakis *et al.* 2014). Manajemen rantai pasok khususnya pada komoditi pertanian semakin kompleks seiring dengan kompleksitas tren pasar global, sehingga membutuhkan hubungan strategis dan kolaborasi antar pelaku rantai pasok.

Kompleksitas dalam rantai pasok komoditi pertanian menimbulkan berbagai macam risiko

yang harus diminimasi dan dimitigasi. Risiko dianggap sebagai peristiwa yang akan dialami pada masa mendatang yang bersifat *predictable* dan *unpredictable* (Hadiguna 2016). Risiko rantai pasok komoditi pertanian khususnya kopi membutuhkan adanya upaya manajemen risiko sehingga dapat diminimalkan melalui mitigasi. Manajemen risiko rantai pasok bertujuan melakukan identifikasi, penilaian, dan menentukan langkah-langkah strategis untuk memperbaiki aspek yang rentan terhadap risiko (Stone and Rahimifard, 2018).

Penelitian tentang manajemen risiko rantai pasok komoditi pertanian telah banyak dilakukan sebelumnya. Bachev (2016) mengidentifikasi risiko dengan memperhatikan aspek alam, teknis, perilaku, kebijakan, dan ekonomi serta menilai efisiensi manajemen risiko mulai dari kelembagaan, karakteristik pelaku usaha, pengetahuan dan teknologi, serta kondisi sosial. Kemudian Risqiyah and Santoso (2017) mengidentifikasi risiko rantai pasok pada komoditas salak yang terdiri dari keterlambatan, penurunan hasil produksi, perubahan jumlah permintaan, pengembalian produk, dan kerusakan selama proses produksi. Lalu, Melly *et al.* (2019) mengevaluasi dan mengkaji sumber risiko rantai pasok agroindustri gula merah tebu terdiri dari produksi, pemasaran, finansial, kelembagaan, dan sumber daya manusia (SDM). Namun, penelitian tentang risiko rantai pasok kopi tergolong masih sedikit. Yustisar (2018) melakukan identifikasi risiko rantai pasok Kopi Gayo mulai dari petani, pedagang pengepul dan agroindustri kopi. Jenis-jenis risiko pada masing-masing pelaku tersebut terdiri dari risiko mutu, risiko harga, risiko budidaya, risiko permintaan dan risiko pasokan. Kemudian, Suryaningrat and Paramudita (2022) mengidentifikasi risiko rantai pasok kopi *green bean* di PTPN XII Kebun Silosanen dengan menggunakan metode *house of risk* mempunyai prioritas sumber risiko sebanyak 26 kejadian risiko dan 28 sumber risiko.

Manajemen risiko rantai pasok muncul sebagai salah satu topik penelitian yang paling menarik di bidang manajemen rantai pasok. Namun, sebagian besar penelitian tersebut tidak mempertimbangkan interaksi diantara risiko yang beragam dalam rantai pasok yang kompleks seperti saat ini. Oleh karena itu manajemen risiko rantai pasok perlu dilakukan secara holistik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko rantai pasok kopi robusta organik dan menentukan

strategi mitigasi risiko rantai pasok kopi robusta organik dengan pendekatan *fuzzy*.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk meminimasi dan mencegah terjadinya risiko adalah *Fuzzy Failure Modes and Effect Analysis* (*Fuzzy FMEA*). Tujuan FMEA adalah untuk membuat peringkat mode kegagalan sesuai dengan tingkat risikonya sehingga dapat dijadikan sebagai dasar untuk merumuskan tindakan selanjutnya dalam menghilangkan/mengurangi risiko (Boral *et al.* 2020). FMEA diukur berdasarkan tiga faktor risiko, yaitu kejadian (O), keparahan (S), dan deteksi (D) dan *Risk Priority Number* (RPN) yang merupakan hasil perkalian dari faktor-faktor risiko (Chen and Wu 2013, Qazi *et al.* 2017). Nilai RPN yang lebih tinggi menyiratkan bahwa tingkat kegagalan lebih kritis. *Fuzzy FMEA* adalah pengembangan dari metode FMEA konvensional yang menampilkan *flexibility* untuk ketidakpastian akibat informasi yang dimiliki samar maupun unsur preferensi subjektif yang digunakan dalam penilaian terhadap mode kegagalan yang terjadi (Rosyidi *et al.* 2016).

Metode analisis risiko yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Fuzzy FMEA* dan penentuan strategi mitigasi risiko rantai pasok menggunakan metode *Fuzzy Analytic Hierarchy Process* (FAHP).

METODE

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Pasrujambe, Kabupaten Lumajang. Tahapan penelitian terdiri dari survey pendahuluan untuk mengetahui kondisi eksisting pertanian kopi robusta organik, identifikasi masalah, studi literatur, penentuan responden dan metode pengumpulan data, penentuan variabel dan parameter, penyusunan kuesioner, analisis risiko rantai pasok dan penentuan prioritas strategi mitigasi risiko.

Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel responden pakar dilakukan dengan teknik *purposive sampling*. Teknik ini mengambil sampel secara sengaja sesuai dengan persyaratan yang diperlukan peneliti. Responden pakar yang dilibatkan dalam penelitian ini terdiri dari tiga kalangan praktisi, yaitu dua ketua kelompok tani yang mempunyai pemahaman tentang budidaya tanaman kopi dan penanganan pasca panen kopi dan satu pengepul yang ahli dalam bidang tata niaga kopi.

Responden pakar tersebut akan memberikan penilaian dalam pembobotan risiko dan strategi mitigasi risiko.

Penentuan Variabel

Penentuan variabel dalam penelitian ini dilakukan dengan cara *brainstorming* yang melibatkan responden pakar dan berdasarkan studi literatur. Variabel risiko rantai pasok dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Penyusunan Kuesioner

Penyusunan kuesioner bertujuan untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan dari masing-masing pelaku dalam sistem rantai pasok. Kuesioner yang akan disebarakan terdiri dari 2 kuesioner, yaitu: (1) kuesioner penilaian kejadian risiko untuk menentukan prioritas risiko dan memonitor efektivitas dari aktivitas kontrol risiko, dan (2) kuesioner prioritas strategi mitigasi risiko yang bertujuan untuk menentukan strategi mitigasi dalam mengurangi dampak risiko yang ditimbulkan.

Analisis Data

Analisis data dilakukan dalam 2 tahap, yaitu: (1) analisis risiko menggunakan *Fuzzy FMEA*, dan (2) penentuan strategi mitigasi risiko rantai pasok dengan menggunakan metode *Fuzzy AHP*. Metode *Fuzzy FMEA* menggambarkan proses penilaian risiko dengan parameter O (*occurrence*), S (*severity*), dan D (*detection*) oleh responden pakar. Skala *occurrence* dinilai dari angka 1 yang berarti tidak pernah terjadi kegagalan hingga angka 10 yang berarti kegagalan sering terjadi. Kemudian skala *severity* dinilai dari 1 hingga 10, makin besar nilai *severity* menunjukkan tingkat keparahan yang juga bertambah besar. Lalu skala *detection* dinilai dari angka 1 yang berarti kegagalan dapat terdeteksi hingga angka 10 yang berarti kegagalan tidak terdeteksi. Pada *fuzzy FMEA*, faktor-faktor O, S, dan D dapat dievaluasi dengan cara linguistik.

Penilaian faktor-faktor *failure mode* pada FMEA dalam bentuk *fuzzy* dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut (Wang *et al.* 2009):

1. Menentukan nilai O, S, dan D.
2. Melakukan perhitungan agregasi penilaian masing-masing faktor O, S, dan D berdasarkan persamaan (1) hingga persamaan (3).

$$\bar{R}_i^O = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ij}^O \quad (1)$$

$$= \left[\sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ijL}^O, \sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ijM}^O, \sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ijM_2}^O, \sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ijU}^O \right] \quad (2)$$

$$\bar{R}_i^S = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ij}^S = \left[\sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ijL}^S, \sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ijM}^S, \sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ijU}^S \right] \quad (2)$$

$$\bar{R}_i^D = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ij}^D = \left[\sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ijL}^D, \sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ijM}^D, \sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ijU}^D \right] \quad (3)$$

Keterangan: merupakan nilai agregat dari setiap faktor O (*occurrence*), S (*severity*), dan D (*detectability*) yang memiliki risiko kegagalan atau biasa disebut dengan *failure mode* (FM).

3. Melakukan perhitungan agregasi bobot kepentingan relatif atas faktor O, S, dan D berdasarkan persamaan (4) hingga persamaan (6).

$$\tilde{w}_i^O = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^m h_j \tilde{w}_j^O = \left[\sum_{j=1}^m h_j \tilde{w}_{jL}^O, \sum_{j=1}^m h_j \tilde{w}_{jM}^O, \sum_{j=1}^m h_j \tilde{w}_{jU}^O \right] \quad (4)$$

$$\tilde{w}_i^S = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^m h_j \tilde{w}_j^S = \left[\sum_{j=1}^m h_j \tilde{w}_{jL}^S, \sum_{j=1}^m h_j \tilde{w}_{jM}^S, \sum_{j=1}^m h_j \tilde{w}_{jU}^S \right] \quad (5)$$

$$\tilde{w}_i^D = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^m h_j \tilde{w}_j^D = \left[\sum_{j=1}^m h_j \tilde{w}_{jL}^D, \sum_{j=1}^m h_j \tilde{w}_{jM}^D, \sum_{j=1}^m h_j \tilde{w}_{jU}^D \right] \quad (6)$$

$$\tilde{w}^O = (w_L^O, w_M^O, w_U^O), \quad \tilde{w}^S = (w_L^S, w_M^S, w_U^S), \text{ dan } \tilde{w}^D = (w_L^D, w_M^D, w_U^D)$$

w^O, w^S, w^D , merupakan nilai agregat hasil dari pembobotan *fuzzy* untuk tiga faktor risiko yaitu O (*occurrence*), S (*severity*), dan D (*detectability*).

4. Menentukan *fuzzy risk priority number* (FRPN) untuk setiap model *failure* (kegagalan) berdasarkan persamaan (7).

$$FRPN_i = \frac{\tilde{w}_i^O}{(\tilde{R}_i^O)^{\tilde{w}_i^O + \tilde{w}_i^S + \tilde{w}_i^D}} \times (\tilde{R}_i^S)^{\tilde{w}_i^S} \times (\tilde{R}_i^D)^{\tilde{w}_i^D} \quad (7)$$

Pemberian peringkat risiko didasarkan pada nilai FRPN dengan nilai FRPN terbesar merupakan rangking teratas risiko yang harus diprioritaskan untuk dimitigasi terlebih dulu.

Setelah mendapat hasil penilaian risiko maka selanjutnya adalah menyusun strategi mitigasi untuk mengurangi dampak risiko yang ditimbulkan. Strategi mitigasi risiko diprioritaskan berdasarkan bobot dengan menggunakan metode *fuzzy analytical hierarchy process* (FAHP). Tahapan metode FAHP adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi alternatif strategi untuk mengatasi risiko tertinggi. Alternatif strategi diperoleh

berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan pakar.

2. Membuat hierarki dengan mendefinisikan masalah dan solusi.
3. Membuat matriks pendapat pakar. Pembuatan matriks pendapat dari pakar dilakukan dengan menggunakan matriks perbandingan berpasangan untuk menggambarkan pengaruh setiap elemen.
4. Menentukan nilai eigen maksimum dengan menggunakan rumus: $A \times w = \lambda_{maks} \times w$ dimana A adalah matriks perbandingan berpasangan, w adalah vektor eigen dan λ_{maks} adalah nilai eigen maksimum A.
5. Menghitung nilai tingkat konsistensi/ indeks konsistensi (CI) dengan menggunakan persamaan (8).

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} \quad (8)$$

Keterangan:

λ_{maks} : nilai eigen maksimum

n : jumlah matriks perbandingan kriteria

Semakin nilai CI mendekati nilai 0 maka semakin konsisten suatu observasi.

6. Menghitung *Consistency Ratio* (CR). Nilai CR dianggap baik jika $\leq 0,1$. Jika nilai $CR \geq 0,1$ maka perlu dilakukan pengisian ulang kuesioner.

$$CI = \frac{CI}{RI} \quad (9)$$

Keterangan:

CI : *Consistency index*

RI : *Random index*

Nilai indeks acak bervariasi sesuai dengan orde matriksnya. Nilai CR merupakan tolak ukur untuk konsistensi hasil perbandingan berpasangan suatu matriks.

7. Menyusun prioritas pengaruh elemen pada tingkat hierarki terhadap sasaran utama, dengan memeriksa konsistensi.
8. Fuzzifikasi AHP
Proses fuzzifikasi AHP merupakan proses menggabungkan perhitungan AHP dengan *fuzzy*. Metode FAHP menggunakan rasio *fuzzy* yang disebut *Triangular Fuzzy Number* (TFN) dan digunakan dalam proses fuzzifikasi. Perbandingan berpasangan yang digambarkan dengan skala rasio yang berhubungan dengan skala *fuzzy*.
9. Perhitungan bobot akhir prioritas untuk menentukan urutan alternatif strategi.

10. Normalisasi hasil perhitungan digunakan untuk memperoleh urutan prioritas dari alternatif strategi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konfigurasi Rantai Pasok

Konfigurasi rantai pasok agroindustri kopi organic digambarkan melalui observasi lapang di Kecamatan Pasrujambe, Kabupaten Lumajang. Menurut Zhang *et al.* (2009), konfigurasi rantai pasok menggambarkan suatu bisnis mampu mengatur jaringan rantai pasok terhubung satu sama lain untuk memberikan produk atau layanan kepada konsumen akhir. Kunci dari konfigurasi rantai pasok terletak pada koordinasi keputusan produk, proses, dan logistik. Secara historis, petani di Kecamatan Pasrujambe melakukan pemasaran kopi melalui jaringan tradisional yang umumnya melibatkan pengepul/tengkulak lokal. Masing-masing aktor mempunyai pilihan untuk mengkonfigurasi rantai pasok sesuai dengan cara yang dianggap tepat dan bermanfaat. Hal tersebut dikuatkan dengan pendapat Yao and Askin (2019) bahwa tidak ada konfigurasi “tunggal” terbaik untuk semua rantai pasok karena semua tergantung pada sektor industri, lingkungan pasar, dan siklus produk.

Struktur jaringan rantai pasok kopi organik di Kecamatan Pasrujambe terdiri dari 3 struktur, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Petani kopi merupakan mata rantai pertama yang menyediakan produk kepada konsumen. Umumnya petani menjual kopi organik dalam bentuk ose atau *green bean* ke pengepul besar. Pengepul besar menjalankan fungsi sebagai aggregator dengan mengumpulkan dari petani dan

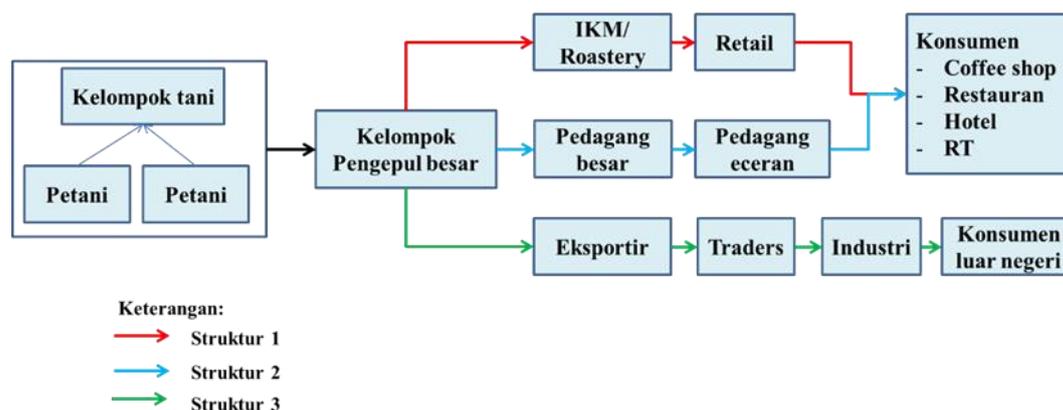
menjual ke lembaga pemasaran yang lebih besar. Struktur rantai ke-1 terdiri dari kelompok tani sebagai pemasok, kemudian pengepul besar, IKM (industri pengolah kopi), retail hingga konsumen akhir. Struktur rantai ke-2 terdiri dari kelompok tani, pengepul besar, pedagang antar kabupaten, pedagang eceran dan konsumen akhir. Struktur rantai ke-3 terdiri dari petani, pengepul besar, dan perusahaan eksportir.

Identifikasi Risiko Rantai Pasok Kopi Organik

Identifikasi risiko diperoleh berdasarkan hasil studi literatur, *brainstorming*, dan diskusi mendalam dengan para pakar. Risiko rantai pasok yang diidentifikasi hanya untuk struktur rantai ke-1 yang terdiri dari petani, pengepul besar, hingga *roastery*. Risiko didefinisikan sebagai kejadian yang berpotensi menimbulkan kerugian pada suatu proses tertentu. Hasil identifikasi risiko rantai pasok kopi organik dapat dilihat pada Tabel 1.

Penilaian Risiko Rantai Pasok Kopi Organik

Penilaian risiko dilakukan menggunakan tiga indikator yaitu *severity* (*S*), *occurrence* (*O*), dan *detection* (*D*). Nilai *S* merupakan tingkat keseriusan suatu efek atau akibat dari kegagalan yang potensial pada tahapan proses yang dianalisis. Nilai *O* menunjukkan probabilitas atau peluang terjadinya kegagalan. Penilaian terakhir adalah nilai *D* yang merupakan peluang terjadinya kegagalan yang dapat dideteksi sebelum terjadi. Metode yang digunakan untuk mengukur risiko pada penelitian ini adalah *Fuzzy FMEA*. Masing-masing risiko disebut sebagai *failure mode* yang dinilai oleh pakar yang menekuni/membidangi semua proses, aliran informasi/barang/uang mulai dari petani, pengepul besar dan *roastery*.



Gambar 1 Struktur jaringan rantai pasok

Tabel 1 Identifikasi risiko rantai pasok

Aktor	Variabel risiko	Kode	<i>Potential failure mode</i>	<i>Potential effect</i>
Petani	Budidaya	P1	Tanaman kopi organik terserang hama dan penyakit	Tanaman kopi organik rusak
		P2	Penggunaan pupuk tidak sesuai takaran	Unsur hara tanaman kopi organik kurang terpenuhi
		P3	Ukuran buah kopi organik tidak seragam	Mutu buah kopi organik rendah
	Pasca panen	P4	Kadar air <i>green bean</i> lebih dari 12,5%	Pertumbuhan serangga cendawan
		P5	Cacat warna dan bau pada <i>green bean</i>	Cacat warna dan aroma <i>green bean</i>
		P6	<i>Green bean</i> pecah/hancur	Peningkatan nilai <i>defect green bean</i>
	SDM	P7	Kurang sadarnya petani terkait pentingnya petik selektif (petik merah)	Kematangan buah kopi organik tidak seragam
		P8	Kurang terampilnya dalam penanganan pasca panen buah kopi organik	Kesalahan dalam penanganan pasca panen kopi organik
	Pasar	P9	Fluktuasi harga	Harga murah di petani
		P10	Ketidakmampuan untuk memenuhi permintaan <i>green bean</i> secara kuantitas	Kepuasan dan kepercayaan konsumen berkurang
	Pengepul besar	Distribusi	P11	Keterlambatan waktu penerimaan oleh konsumen
Produksi		Q1	Ketidaksesuaian kuantitas <i>green bean</i> yang dipesan	Pasokan <i>green bean</i> kurang
		Q2	Cemaran fisik <i>green bean</i> lebih dari 0,5%	Penurunan kuantitas <i>green bean</i>
		Q3	Ukuran <i>Green bean</i> tidak seragam	Penurunan grade <i>green bean</i>
Penyimpanan		Q4	Penurunan kualitas <i>green bean</i> di gudang	<i>Green bean</i> tengik dan berjamur
		Q5	Penurunan kuantitas <i>green bean</i> di gudang	Susut bobot
SDM		Q6	Ketidakpahaman cara penyimpanan <i>green bean</i> yang baik	Kondisi penyimpanan tidak sesuai standar
		Q7	Ketidakpahaman teknik pengemasan <i>green bean</i>	Penurunan umur simpan <i>green bean</i>
Pasar		Q8	Kegagalan merespon pasar (selera dan preferensi konsumen)	Berkurangnya jumlah keuntungan
		Q9	Pengembalian <i>green bean</i> karena tidak memenuhi kualitas	Kerugian
		Q10	Fluktuasi harga	Ketidakpastian pendapatan
Distribusi	Q11	Kerusakan <i>green bean</i> saat pengiriman	Jumlah produk berkualitas berkurang	
	Q12	Keterlambatan pengiriman <i>green bean</i>	Kepuasan dan kepercayaan konsumen menurun	
Roastery/Industri Pengolah	Penerimaan	R1	Keterlambatan penerimaan <i>green bean</i>	Proses penyangraian terhambat
		R2	Ketidaksesuaian kualitas <i>green bean</i>	Banyaknya kuantitas <i>green bean defect</i>
		R3	Ukuran <i>green bean</i> tidak seragam	Kematangan dan warna kopi sangrai tidak seragam
		R4	Densitas <i>green bean</i> lebih dari 750 gram	Penyangraian membutuhkan waktu lama

Aktor	Variabel risiko	Kode	Potential failure mode	Potential effect	
Teknologi	Penyangraian	R5	Kopi sangria gagal <i>first crack</i>	<i>Baked coffee</i> (kopi berasa hambar atau seperti roti tawar atau kertas)	
		R6	<i>Defect</i> kopi sangria tinggi	Jumlah biji <i>quakers</i> , <i>tipping</i> , dan <i>scorching</i> tinggi	
		R7	Kegagalan menciptakan level <i>roasting</i> (<i>light, medium, dark</i>)	Tidak sesuai permintaan konsumen- <i>off market</i> , kopi terasa asam (<i>light</i>) dan kopi terasa pahit (<i>dark</i>)	
	SDM	Kegagalan menciptakan <i>flavor</i> rasa yang diinginkan	R8	Kegagalan menciptakan <i>flavor</i> rasa yang diinginkan	Kopi sangrai <i>under developed</i> atau <i>over developed</i>
			R9	Kegagalan mengatur suhu dan waktu <i>roasting</i>	<i>profil roasting</i> tidak sesuai keinginan
			R10	<i>Airflow</i> tidak bekerja dengan optimal	Suhu didalam drum tinggi
			R11	Kegagalan dalam mengatur <i>speed drum</i>	Tekanan drum terlalu tinggi/rendah
		R12	<i>Cooling bin</i> tidak berfungsi	Kerusakan pada <i>cooling bin</i>	
		R13	Kegagalan dalam memunculkan kopi sangrai yang diinginkan konsumen	Varian rasa kopi sedikit	

Pada umumnya, masing-masing pakar dinilai bobot kepentingannya dengan mempertimbangkan kepakaran dan pengalaman yang dimiliki. Nilai keseluruhan dari bobot kepentingan para ahli harus berjumlah satu. Pakar yang digunakan untuk level petani, pengepul besar, dan *roastery* adalah tiga orang sehingga terdapat pembagian bobot kepentingan terhadap pakar. Bobot kepentingan responden satu adalah 30% (0,3), responden dua adalah 30% (0,3), dan responden tiga adalah 40% (0,4) sehingga apabila dijumlahkan hasilnya satu. Pernyataan tersebut sesuai dengan pendapat Wang *et al.* (2009), pada fuzzy FMEA, diperhitungkan bobot kepentingan relatif dari anggota tim, jumlah dari semua bobot tersebut sama dengan satu. Hasil perhitungan fuzzy FMEA ini akan digunakan sebagai dasar dalam penentuan prioritas penanganan dan tingkat risiko untuk masing-masing anggota.

Penerapan logika fuzzy dalam FMEA digunakan untuk menentukan nilai *Fuzzy Risk Priority Number* (FRPN) setiap risiko. Hasil penilaian 3 responden pakar terhadap nilai *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D) kemudian diolah dengan menggunakan persamaan rata-rata geometri 1, 2, dan 3 untuk memperoleh nilai rata-rata penilaian. Rataan geometri dipilih karena angka penilaian FMEA merupakan rentang dan memiliki sifat yang berbeda. Tahap akhir metode *Fuzzy FMEA* adalah menghitung nilai FRPN dengan menggunakan persamaan 7. Penilaian hasil agregasi nilai *severity*, *occurrence*, *detection*,

dan FRPN masing-masing risiko pada level petani, pengepul besar dan *roastery* ditunjukkan pada Tabel 2.

Hasil dari Tabel 2 menunjukkan hasil nilai agregasi *severity*, *occurrence*, *detection* dan FRPN. Di level petani, nilai *severity* terbesar terjadi pada risiko ukuran buah kopi organik tidak seragam dengan nilai 7. Nilai *occurrence* terbesar terjadi pada risiko ukuran buah kopi tidak seragam, kurang sadarnya petani terkait petik selektif, dan fluktuasi harga dengan nilai 5. Nilai *detection* terbesar terjadi pada risiko tanaman kopi organik terserang hama dan penyakit dengan nilai 6,7. Di level pengepul besar, nilai *severity* terbesar terjadi pada risiko ketidapahaman cara penyimpanan *green bean* yang baik dengan nilai 6,7. Nilai *occurrence* terbesar terjadi pada risiko ketidaksesuaian kuantitas *green bean* yang dipesan dengan nilai 5. Nilai *detection* terbesar terjadi pada risiko kegagalan merespon pasar dengan nilai 5,7. Di level *roastery*, nilai *severity* terbesar terjadi pada risiko densitas *green bean* lebih dari 750 gram dengan nilai 7. Nilai *occurrence* terbesar terjadi pada risiko ukuran *green bean* tidak seragam dengan nilai 6. Nilai *detection* terbesar terjadi pada risiko *air flow* tidak bekerja dengan optimal dan kegagalan dalam mengatur *speed drum* dengan nilai 5.

Nilai FRPN menunjukkan seberapa besar prioritas risiko dan untuk mengetahui tindakan koreksi/perbaikan. Nilai FRPN diurutkan dari nilai terendah hingga nilai tertinggi, semakin

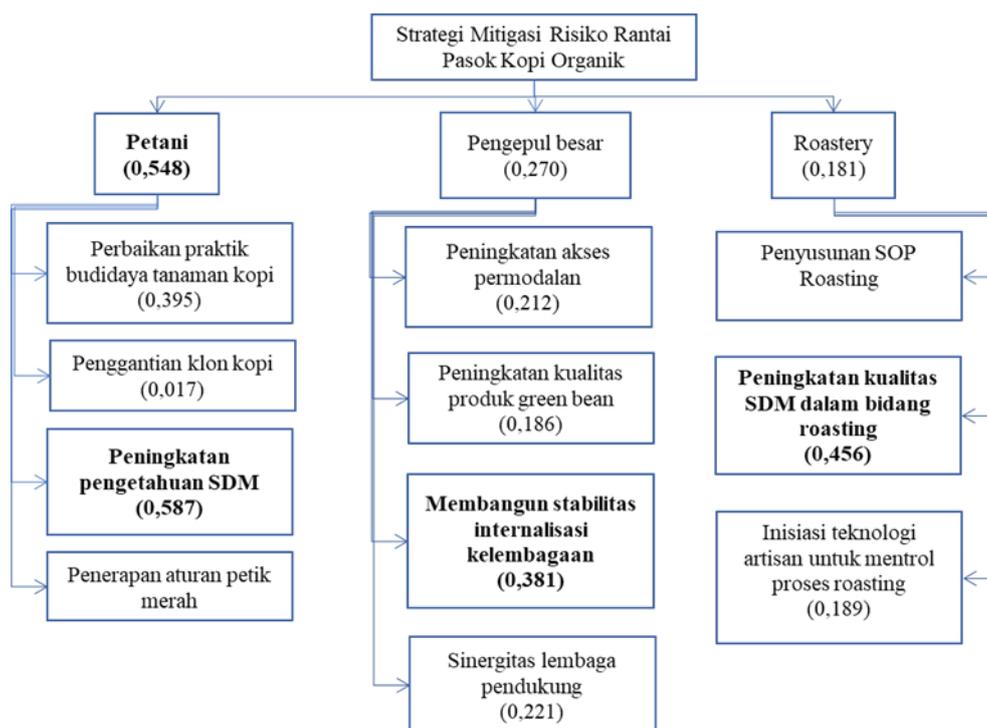
tinggi nilai FRPN maka menunjukkan seberapa besar prioritas risiko tersebut. Berdasarkan hasil perhitungan FRPN pada Tabel 2, menunjukkan bahwa risiko yang menjadi rangking pertama di level petani adalah risiko yang harus mendapatkan perhatian pertama yaitu risiko ukuran buah kopi organik tidak seragam dengan nilai FRPN 5,74. Risiko ini disebabkan karena bibit tanaman kopi organik tidak berasal dari klon unggul dan perawatan tanaman kopi organik yang tidak

dilakukan sesuai dengan *Good Agricultural Practices* (GAP). Dalam praktik budidaya tanaman kopi harus memperhatikan faktor eksternal seperti jenis tanah, desain rotasi tanaman, pengembangan irigasi, dan keseimbangan pemanfaatan sumberdaya. Jenis klon kopi robusta yang digunakan oleh petani di Kecamatan Pasrujambe adalah BP 234 yang mempunyai produktivitas antara 800 – 1200 kg/ha/tahun.

Tabel 2 Nilai agregasi S, O, D dan FRPN

Aktor	Kode	Potential failure mode	S	O	D	FRPN
Petani	P1	Tanaman kopi organik terserang hama dan penyakit	6,7	2,5	6,7	4,80
	P2	Penggunaan pupuk tidak sesuai takaran	6,3	2,5	5,6	4,44
	P3	Ukuran buah kopi organik tidak seragam	7	5	5,4	5,74
	P4	Kadar air <i>green bean</i> lebih dari 12,5%	5,7	4,25	6,6	5,41
	P5	Cacat warna dan bau pada <i>green bean</i>	6,7	2,5	4,3	4,16
	P6	<i>Green bean</i> pecah/hancur	6,7	4,25	3,7	4,74
	P7	Kurang sadarnya petani terkait pentingnya petik selektif (petik merah)	6,4	5	5,7	5,67
	P8	Kurang terampilnya dalam penanganan pasca panen buah kopi organik	5,3	4	5	4,73
	P9	Fluktuasi harga	6	5	5,1	5,35
	P10	Ketidakmampuan untuk memenuhi permintaan <i>green bean</i> secara kuantitas	5,3	2,5	4,3	3,84
	P11	Keterlambatan waktu penerimaan oleh konsumen	5,4	2,5	4,7	3,98
Pengepul besar	Q1	Ketidaksesuaian kuantitas <i>green bean</i> yang dipesan	5	5	4	4,66
	Q2	Cemaran fisik <i>green bean</i> lebih dari 0,5%	5	2,5	5	3,87
	Q3	Ukuran <i>Green bean</i> tidak seragam	6,1	4	4	4,57
	Q4	Penurunan kualitas <i>green bean</i> di gudang	4	4,25	5	4,39
	Q5	Penurunan kuantitas <i>green bean</i> di gudang	3,3	4,25	4	3,85
	Q6	Ketidakhahaman cara penyimpanan <i>green bean</i> yang baik	6,7	3,25	4,3	4,46
	Q7	Ketidakhahaman teknik pengemasan <i>green bean</i>	5	2,5	5,3	3,94
	Q8	Kegagalan merespon pasar (selera dan preferensi konsumen)	4,4	2,5	5,7	3,87
	Q9	Pengembalian <i>green bean</i> karena tidak memenuhi kualitas	3,4	3,25	4,7	3,70
	Q10	Fluktuasi harga	5	4,25	5,3	4,79
	Q11	Kerusakan <i>green bean</i> saat pengiriman	4,4	3,25	4,3	3,90
Q12	Keterlambatan pengiriman <i>green bean</i>	3,3	3,5	4,4	3,69	
Roastery/Industri Pengolah	R1	Keterlambatan penerimaan <i>green bean</i>	5,3	5	3	4,47
	R2	Ketidaksesuaian kualitas <i>green bean</i>	5,6	5,75	3,4	4,97
	R3	Ukuran <i>green bean</i> tidak seragam	6,3	6	3,6	5,35
	R4	Densitas <i>green bean</i> lebih dari 750 gram	7	5,75	3,7	5,16
	R5	Kopi sangrai gagal <i>first crack</i>	6,4	5	4,6	5,36

Aktor	Kode	Potential failure mode	S	O	D	FRPN
	R6	Defect kopi sangria tinggi	6,3	5	4	5,14
	R7	Kegagalan menciptakan level <i>roasting</i> (<i>light, medium, dark</i>)	6,7	5	4,4	5,39
	R8	Kegagalan menciptakan <i>flavor</i> rasa yang diinginkan	6,7	5	4	5,26
	R9	Kegagalan mengatur suhu dan waktu <i>roasting</i>	6,6	5	4,7	5,45
	R10	<i>Airflow</i> tidak bekerja dengan optimal	5	5	5	5
	R11	Kegagalan dalam mengatur <i>speed drum</i>	5,6	5	5	5,21
	R12	<i>Cooling bin</i> tidak berfungsi	6,3	5	4,7	5,36
	R13	Kegagalan dalam memunculkan kopi sangrai yang diinginkan konsumen	6,7	5	4,3	5,36



Gambar 2 Strategi mitigasi risiko rantai pasok kopi organik

Risiko tertinggi di level pengepul besar terjadi pada risiko fluktuasi harga dengan nilai FRPN 4,79. Fluktuasi harga kopi dipengaruhi oleh permintaan dan penawaran. Apabila permintaan kopi berkurang atau tetap maka harga kopi akan mahal. Selain itu, orientasi ekspor masih dalam bentuk bahan baku seperti *green bean* sehingga menyebabkan posisi tawar rendah serta pengendali harga kopi ditentukan oleh pengolah di luar negeri.

Risiko tertinggi di level *roastery* adalah kegagalan mengatur suhu dan waktu *roasting* dengan nilai FRPN 5,26. Waktu dan suhu merupakan faktor kunci keberhasilan *roastmaster* dalam mengembangkan citarasa kopi yang kompleks karena proses tersebut berkaitan erat dengan kualitas dan citarasa kopi. Pengontrolan

waktu dan suhu penyangraian kopi berbagai level *roasting* berpengaruh terhadap gaya, rasa dan aroma dari minuman kopi yang dihasilkan. Mengakhiri proses penyangraian pada waktu yang tepat memungkinkan *roastmaster* mencapai level *roasting* yang diinginkan. Hal tersebut salah satu parameter penting untuk menciptakan profil rasa kopi yang diinginkan. Beberapa metrik yang dapat dipantau adalah waktu, warna, aroma, volume biji, dan suhu biji menggunakan instrumentasi pengukuran proses, sehingga *roastmaster* dapat mengontrol tingkat penyangraian dan menentukan kapan harus mengakhiri proses penyangraian (Wilson 2014).

Strategi Mitigasi Risiko Rantai Pasok

Perumusan strategi mitigasi didasari atas risiko-risiko yang telah dianalisis sebelumnya. Berdasar risiko tersebut dirumuskan alternatif strategi dengan menggunakan metode *Fuzzy AHP*. Menurut Santoso *et al.* (2018), *Fuzzy AHP* merupakan metode analisis yang dikembangkan dari *AHP* dan dianggap lebih baik dalam mendeskripsikan keputusan dibanding dengan *AHP* biasa. Pembuatan kuesioner strategi mitigasi dibuat berdasarkan kepada hierarki strategi mitigasi yang terdapat pada Gambar 2.

Hasil agregat *FAHP* menunjukkan bahwa level petani mempunyai prioritas tertinggi dengan nilai 0,548 jika dibandingkan dengan pengepul besar dan *roastery*. Petani kopi mempunyai peran yang besar dalam keberhasilan usaha tani kopi sehingga pemberdayaan sumber daya petani perlu dilakukan. Petani merupakan pelaku usaha kopi yang paling depan dan mempunyai peran sentral sebagai produsen *green bean*. Di tingkat petani, kualitas kopi merupakan kombinasi antara tingkat produksi, harga dan kemudahan budidaya (Leroy *et al.* 2006).

Strategi mitigasi untuk mengatasi risiko ukuran buah kopi tidak seragam di level petani yaitu dengan (i) melakukan perbaikan praktik budidaya tanaman kopi, (ii) melakukan penggantian klon kopi unggul, (iii) melakukan peningkatan pengetahuan *SDM*/petani tentang budidaya tanaman kopi organik, dan (iv) penerapan aturan petik merah. Berdasar hasil pembobotan oleh pakar, diperoleh strategi mitigasi prioritas untuk mengatasi risiko tersebut adalah melakukan peningkatan pengetahuan *SDM*/petani tentang budidaya tanaman kopi organik dengan nilai 0,587. Kemampuan petani kopi umumnya didasarkan pada pengalaman kerja (*learning by doing*) di lingkungan keluarga dan tetangga yang mengusahakan kopi. Oleh karena itu, peningkatan pengetahuan petani dapat dilakukan dengan pendampingan secara intens oleh penyuluh pertanian. Pendampingan dilakukan mulai dari kegiatan budidaya hingga penanganan pasca panen buah kopi sampai menjadi *green bean*. Menurut Wilson (2014), peningkatan kualitas *SDM* dapat dilakukan dengan meningkatkan mutu *SDM* yang strategis dengan memperhatikan keterampilan, motivasi, pengembangan dan manajemen organisasi.

Strategi mitigasi untuk mengatasi fluktuasi harga kopi di level pengepul besar antara lain: (i)

meningkatkan akses permodalan, (ii) meningkatkan kualitas produk *green bean*, (iii) membangun stabilitas internalisasi kelembagaan, dan (iv) meningkatkan sinergitas lembaga pendukung. Berdasar hasil penilaian pakar menunjukkan bahwa strategi prioritas untuk mengatasi risiko fluktuasi harga adalah membangun stabilitas internalisasi kelembagaan dengan nilai 0,381. Kelembagaan rantai pasok kopi di level pengepul besar pada hakikatnya menganalisis hubungan interaksi vertikal dan horizontal. Kelembagaan pengepul besar secara vertikal berkaitan dengan kelembagaan petani, *IKM*, pelaku di pasar konvensional/modern dan eksportir. Sedangkan secara horizontal berkaitan dengan antar pengepul. Membangun stabilitas internalisasi kelembagaan diharapkan mampu menciptakan kondisi kelembagaan yang kondusif sehingga menghasilkan kemitraan yang efektif. Sifat kerja yang diterapkan dalam kelembagaan internal harus bersifat demokratis dan menerapkan *social control* seperti nilai kepatuhan terhadap aturan dan hasil musyawarah bersama. Kemitraan yang kondisi ini diharapkan mampu memberikan keuntungan baik antar pengepul maupun dengan petani.

Strategi mitigasi di level *roastery* untuk mengatasi risiko kegagalan mengatur waktu dan suhu *roasting* meliputi: (i) menyusun *standard operating procedure* (*SOP*) *roasting*, (ii) meningkatkan kualitas *SDM* dalam bidang *roasting*, dan (iii) melakukan inisiasi penggunaan teknologi artisan untuk mengontrol proses *roasting*. Berdasar hasil penilaian pakar, peningkatan kualitas *SDM* mempunyai penilaian tertinggi dengan nilai 0,456. Kegiatan *meroasting* membutuhkan pengalaman dan inovasi dari *roastmaster*. Peningkatan kualitas *SDM* dapat dilakukan dengan memfasilitasi untuk mengikuti kegiatan pelatihan proses *roasting* kopi dan memberikan ruang untuk bebas bereksperimen dalam memproses kopi.

KESIMPULAN

Risiko rantai pasok kopi organik dianalisis mulai dari petani, pengepul besar dan *roastery*. Risiko utama di level petani adalah risiko ukuran buah kopi tidak seragam dengan nilai *FRPN* 5,74. Risiko utama di level pengepul besar adalah risiko fluktuasi harga dengan nilai *FRPN* 4,79, dan risiko utama di level *roastery* adalah risiko kegagalan mengatur suhu dan waktu *roasting* dengan nilai *FRPN* 5,26. Perumusan strategi mitigasi didasari

atas risiko-risiko yang telah dianalisis sebelumnya. Strategi mitigasi risiko prioritas di level petani adalah melakukan peningkatan pengetahuan tentang budidaya tanaman kopi organik dengan nilai 0,587. Strategi mitigasi di level pengepul besar adalah membangun stabilitas internalisasi kelembagaan dengan nilai 0,381. Strategi di level roastery adalah meningkatkan kualitas roastmaster dengan nilai 0,456 untuk menciptakan kopi sangrai yang sesuai preferensi konsumen.

DAFTAR PUSTAKA

- Bachev, H. 2016. A framework for assessing sustainability of farming enterprises. *Journal of Applied Economic Sciences* 11(1):24–43.
- Boral, S., I. Howard, S. K. Chaturvedi, K. McKee, and V. N. A. Naikan. 2020. An integrated approach for fuzzy failure modes and effects analysis using fuzzy AHP and fuzzy MAIRCA. *Engineering Failure Analysis* 108:104195.
- BPS Kabupaten Lumajang. 2021. *Kecamatan Pasrujambe Dalam Angka 2021*. BPS Kabupaten Lumajang, Lumajang.
- Cahyono, A. R. R., and N. Narottama. 2020. Strategi Pengembangan Desa Pasrujambe Pasca Ditetapkan Sebagai Desa Wisata di Kabupaten Lumajang. *Jurnal Destinasi Pariwisata* 8(2):201–211.
- Chen, P.-S., and M.-T. Wu. 2013. A modified failure mode and effects analysis method for supplier selection problems in the supply chain risk environment: A case study. *Computers and Industrial Engineering* 66:634–642.
- Deng, X., X. Yang, Y. Zhang, Y. Li, and Z. Lu. 2019. Risk propagation mechanisms and risk management strategies for a sustainable perishable products supply chain. *Computers and Industrial Engineering* 135:1175–1187.
- Hadiguna, R. A. 2016. *Manajemen Rantai Pasok Agroindustri: Pendekatan Berkelanjutan untuk Pengukuran Kinerja and Penilaian Risiko*. Andalas University Press, Paandg.
- Leroy, T., F. Ribeyre, B. Bertrand, P. Charmetant, M. Dufour, C. Montagnon, P. Marraccini, and D. Pot. 2006. Genetics of coffee quality. *Brazilian Journal of Plant Physiology* 18(1):229–242.
- Melly, S., R. A. Hadiguna, Santosa, and Nofialdi. 2019. Manajemen Risiko Rantai Pasok Agroindustri Gula Merah Tebu di Kabupaten Agam, Provinsi Sumatera Barat. *Industria: Jurnal Teknologi and Manajemen Agroindustri* 8(2):133–144.
- Noya, I., X. Aldea, C. M. Gasol, S. González-García, M. J. Amores, J. Colón, S. Ponsá, I. Roman, M. A. Rubio, E. Casas, M. T. Moreira, and J. Boschmonart-Rives. 2016. Carbon and water footprint of pork supply chain in Catalonia: From feed to final products. *Journal of Environmental Management* 171:133–143.
- Qazi, A., J. Quigley, A. Dickson, and Ş. Ö. Ekici. 2017. Exploring dependency based probabilistic supply chain risk measures for prioritising interdependent risks and strategies. *European Journal of Operational Research* 259:189–204.
- Risqiyah, I. A., and I. Santoso. 2017. Risiko Rantai Pasok Agroindustri Salak Menggunakan Fuzzy FMEA. *Jurnal Manajemen and Agribisnis* 14(1):1–11.
- Rosyidi, A. I., H. Suliantoro, and A. Susanty. 2016. Pengukuran Risiko Rantai Pasok Beras Menggunakan Fuzzy Failure Mode Effect Analysis (Studi Kasus : UD. Sami Hasil Demak). *Industrial Engineering Online Journal* 5(1):1–8.
- Santoso, I., M. Sa'adah, E. N. Sari, P. A. I. Prameswari, and C. R. Agustina. 2018. The integration of MAFMA and AHP methods for analysis and risk mitigation of pasteurized milk production. *Journal of Engineering and Technological Sciences* 50(5):670–683.
- Stone, J., and S. Rahimifard. 2018. Resilience in agri-food supply chains: a critical analysis of the literature and synthesis of a novel framework. *Supply Chain Management* 23(3):207–238.
- Suryaningrat, I. B., and D. Paramudita. 2022. Analisis risiko rantai pasok kopi green bean dengan menggunakan metode house of risk (studi kasus di PTPN XII Kebun Silosanen). *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 16(1):54–64.
- Tsolakis, N. K., C. A. Keramydas, A. K. Toka, D. A. Aidonis, and E. T. Iakovou. 2014. Agrifood supply chain management: A comprehensive hierarchical decision-

- making framework and a critical taxonomy. *Biosystems Engineering* 120:47–64.
- Wang, Y. M., K. S. Chin, G. K. K. Poon, and J. B. Yang. 2009. Risk evaluation in failure mode and effects analysis using fuzzy weighted geometric mean. *Expert Systems with Applications* 36(2 PART 1):1195–1207.
- Wilson, P. S. 2014. Coffee roasting acoustics. *The Journal of the Acoustical Society of America* 135:265–269.
- Yao, X., and R. Askin. 2019. Review of supply chain configuration and design decision-making for new product. *International Journal of Production Research* 57(7):2226–2246.
- Yustisar, M. 2018. Model Identifikasi and Analisis Risiko Rantai Pasok Agroindustri Kopi Gayo dengan Pendekatan Fuzzy Analytical Hierarchy Process. *Journal of Informatics and Telecommunication Engineering* 1(2):51–57.
- Zhang, L., X. You, J. Jiao, and P. Helo. 2009. Supply chain configuration with coordinated product, process and logistics decisions: An approach based on Petri nets. *International Journal of Production Research* 47(23):6681–6706.