



TESIS - T1185401

**MODEL EVALUASI RISIKO PADA RANTAI PASOK  
MAKANAN MENGGUNAKAN INTEGRASI *GREY  
SYSTEM THEORY*, DEMATEL, DAN ISM**

**HENDRIK VICARLO SARAGIH MANIHURUK  
02411850032003**

Dosen Pembimbing  
Prof. Iwan Vanany S.T., M.T., Ph.D.

Departemen Teknik Sistem Dan Industri  
Fakultas Teknologi Industri Dan Rekayasa Sistem  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
2022





TESIS - TI185401

**MODEL EVALUASI RISIKO PADA RANTAI PASOK  
MAKANAN MENGGUNAKAN INTEGRASI *GREY*  
*SYSTEM THEORY*, DEMATEL, DAN ISM**

**HENDRIK VICARLO SARAGIH MANIHURUK  
02411850032003**

**Dosen Pembimbing  
Prof. Iwan Vanany S.T., M.T., Ph.D.**

**Departemen Teknik Sistem dan Industri  
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
2022**

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



**TESIS - TI185401**

**RISK EVALUATION MODEL IN FOOD SUPPLY  
CHAIN USING INTEGRATION GREY SYSTEM  
THEORY, DEMATEL, AND ISM**

**HENDRIK VICARLO SARAGIH MANIHURUK  
02411850032003**

**Supervisor  
Prof. Iwan Vanany S.T., M.T., Ph.D.**

**Department of Industrial and System Engineering  
Faculty of Industrial Technology and System Engineering  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
2022**

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
**Magister Teknik (MT)**

di

**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh:

**HENDRIK VICARLO SARAGIH MANIHURUK**

**NRP: 02411850032003**

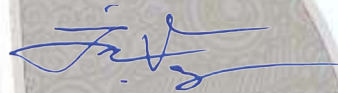
Tanggal Ujian: 11 Februari 2022

Periode Wisuda: Maret 2022

Disetujui oleh:

**Pembimbing:**

1. Prof. Iwan Vanany, S.T., M.T., Ph.D.  
NIP: 197109271999031002



**Penguji:**

- A. Niniet Indah Arvitrida, S.T., M.T., Ph.D.  
NIP: 198407062009122007

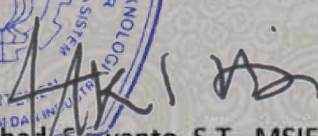


- B. Maratus Sholihah, S.T., M.T., Ph.D.  
NIP: 1991201712038



Kepala Departemen Teknik Sistem dan Industri  
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem



  
**Nurhad Siswanto, S.T., MSIE., Ph.D.**

NIP: 197005231996011001

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Hendrik Vicarlo Saragih Manihuruk  
NRP : 02411850032003  
Program Studi : Magister Teknik Sistem dan Industri – ITS

Menyatakan bahwa tesis dengan judul

**“MODEL EVALUASI RISIKO PADA RANTAI PASOK MAKANAN  
MENGUNAKAN INTEGRASI *GREY SYSTEM THEORY*, *DEMATEL*,  
DAN *ISM*”**

adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditullis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Februari 2022

Yang membuat pernyataan



Hendrik Vicarlo Saragih

NRP. 02411850032003

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

**MODEL EVALUASI RISIKO PADA RANTAI PASOK  
MAKANAN MENGGUNAKAN INTEGRASI *GREY SYSTEM  
THEORY, DEMATEL, DAN ISM***

Nama mahasiswa : Hendrik Vicarlo Saragih Manihuruk  
NRP : 02411850032003  
Pembimbing : Prof. Iwan Vanany S.T., M.T., Ph.D

**ABSTRAK**

Rantai pasok makanan memiliki struktur yang kompleks dikarenakan melibatkan banyak pemangku kepentingan dan merupakan produk yang mudah rusak. Karena kompleksitas ini, rantai pasok makanan akan menghadapi beberapa jenis risiko. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model penilaian risiko dalam rantai pasok makanan. Analisis Pareto dilakukan untuk mengidentifikasi risiko berdasarkan tanggapan dari 5 orang *expert* yang berasal dari perusahaan dan akademisi dibidang makanan. Kemudian, metode *Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory* (DEMATEL) berbasis *grey system theory* digunakan untuk menilai hubungan sebab akibat diantara risiko yang telah teridentifikasi di rantai pasok makanan. Lima risiko kritis meliputi: risiko COVID-19, hukum dan peraturan, kurangnya tenaga kerja terampil, kapasitas, dan *demand*. Selanjutnya metode *grey-DEMATEL* dikembangkan dengan mengkombinasikan dengan metode *Interpretive Structural Modelling* (ISM) yang dapat menyusun dan memvisualisasikan hubungan antar risiko kedalam grafik diagram. Dengan integrasi ketiga metode tersebut ditemukan tiga risiko kritis yaitu kurangnya tenaga kerja terampil, hukum dan peraturan, dan kegagalan komunikasi. Strategi mitigasi risiko untuk risiko-risiko tersebut juga diberikan dalam penelitian ini. Hasil penelitian ini dapat membantu pihak perusahaan untuk merumuskan strategi mitigasi untuk mengurangi risiko yang telah teridentifikasi, yang akan meminimalkan risiko rantai pasok makanan. Penelitian ini dapat diperluas dengan melakukan verifikasi data secara statistik dengan menggunakan metode *system dynamics modelling* (SDM) atau metode statistik lainnya.

**Kata kunci:** Risiko Rantai Pasok, Risiko Makanan, *Grey system theory*, *Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory* (DEMATEL), *Interpretive Structural Modelling* (ISM)

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# **RISK EVALUATION MODEL IN FOOD SUPPLY CHAIN USING INTEGRATION GREY SYSTEM THEORY, DEMATEL, AND ISM**

Nama mahasiswa : Hendrik Vicarlo Saragih Manihuruk  
NRP : 02411850032003  
Pembimbing : Prof. Iwan Vanany S.T., M.T., Ph.D

## ***ABSTRACT***

*The food supply chain has a complex structure because it involves many stakeholders and is a perishable product. Due to this complexity, the food supply chain will face several types of risks. This study aims to develop a risk assessment model in the food supply chain. Pareto analysis was conducted to identify risks based on the responses of 5 experts from companies and academics in the food sector. Then, the Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL) method based on grey system theory was used to assess the causal relationship between identified risks in the food supply chain. The five critical risks include COVID-19 risk, legal and regulatory, lack of skilled labor, capacity, and demand. Furthermore, the grey-DEMATEL method was developed by combining it with the Interpretive Structural Modeling (ISM) method which can compile and visualize the relationship between risks into a graphic diagram. By integrating the three methods, three critical risks are found is lack of skilled labor, legal and regulatory, and communication failures. Risk mitigation strategies for these risks are also provided in this study. The results of this study can help the company to formulate a mitigation strategy to reduce the identified risks, which will minimize the risk of the food supply chain. This research can be expanded by verifying the data statistically using the system dynamics modeling (SDM) method or other statistical methods.*

**Keywords:** *Supply Chain Risk, Food Risk, Grey system theory, Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL), Interpretive Structural Modeling (ISM)*

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur penulis panjatkan atas berkat dan rahmat Tuhan Yang Maha Esa yang memberikan suka cita-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik. Selama penyusunan Tesis ini penulis tidak lepas dari bimbingan, masukan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga tesis ini dapat diselesaikan.
2. Kedua orang tua penulis Bapak Eron Saragih dan Mama Elvi Purba yang selalu memberikan dukungan, motivasi, dan doa kepada penulis.
3. Prof. Iwan Vanany, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing akademik dan juga selaku dosen pembimbing tesis yang telah membimbing penulis, memberikan arahan, serta masukan pada proses penyelesaian tesis ini.
4. Ibu Niniet Indah Arvitrida, S.T., M.T., Ph.D. yang sebelumnya juga menjadi dosen pembimbing akademik saya dan memberikan kritik dan saran yang membangun dalam penyelesaian tesis ini.
5. Prof. Dr. Ir. Suparno, MSIE., Ibu Retno Widyaningrum, S.T., M.T, MBA, Ph.D., dan Ibu Maratus Sholihah, S.T., M.T., Ph.D., selaku dosen penguji seminar proposal dan sidang tesis yang telah memberikan masukan dan saran yang sangat bermanfaat dalam penyelesaian tesis ini menjadi lebih baik lagi.
6. Abang saya Apri Emanuel Saragih dan Kakak saya Beatrix Shelby Manalu yang selalu memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis.
7. Seluruh dosen pengajar akademik dan staf akademik program Magister departemen Teknik Industri ITS atas ilmu dan bantuan selama penulis berproses dalam belajar di Teknik Industri ITS.
8. Prof. Bernatal Saragih selaku dari pihak responden akademisi yang membantu dalam penyelesaian tesis ini dan Ibu Riswah Yuni selaku pemilik pusat oleh-oleh Balikpapan yang telah mengizinkan saya untuk meneliti di perusahaan Ibu.

9. Teman-teman Departemen Teknik Sistem dan Industri ITS angkatan 2018 Genap serta teman-teman Program Magister DTSI ITS lainnya atas dukungan ilmu, pembelajaran, bertukar pikiran, dan bantuan yang diberikan kepada penulis.

Penulis dalam penyelesaian tesis menyadari bahwa tesis ini masih memerlukan perbaikan sehingga penulis menerima kritik dan saran. Semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi kemajuan pihak perusahaan sebagai objek penelitian dan kemajuan penelitian, serta bagi seluruh pembacanya.

Surabaya, Februari 2022

Penulis



*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TESIS .....	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TESIS .....	iii
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL .....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Batasan Penelitian .....	5
1.5 Asumsi Penelitian .....	5
1.6 Manfaat Penelitian .....	5
1.7 Sistematika Penulisan .....	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	9
2.1 <i>Supply Chain</i> .....	9
2.2 <i>Supply Chain Management (SCM)</i> .....	10
2.3 Risiko .....	13
2.3.1 Risiko Makanan .....	17
2.4 Manajemen Risiko .....	18
2.4.1 Proses Manajemen Risiko .....	19
2.5 Manajemen Risiko Kualitas .....	23
2.6 <i>Supply Chain Risk Management</i> .....	24
2.7 <i>Grey System Theory (GST)</i> .....	25
2.8 <i>Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL)</i> .....	27
2.9 <i>Interpretive Structural Modelling (ISM)</i> .....	30

2.10	Penelitian Terdahulu .....	32
2.11	Posisi Penelitian Saat Ini.....	37
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....		40
3.1	Diagram Alir Penelitian .....	40
3.2	Tahap Penelitian.....	41
3.2.1	Tahap Pendahuluan .....	41
3.2.2	Tahap <i>Risk Assessment</i> .....	46
3.2.3	Tahap Pengembangan <i>Model</i> .....	47
3.2.4	Tahap Analisis dan Interpretasi.....	48
3.2.5	Kesimpulan dan Saran.....	48
BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA .....		49
4.1	Pengumpulan Data .....	49
4.1.1	Deskripsi Objek Penelitian.....	49
4.2	Pengolahan Data .....	50
4.2.1	Identifikasi kriteria penilaian risiko .....	51
4.2.2	Pemilihan risiko rantai pasok makanan.....	52
4.2.3	<i>Risk Assessment</i> dengan <i>Grey-DEMATEL</i> .....	56
4.2.4	Analisis Sensitivitas .....	69
4.2.5	<i>Risk Assessment</i> dengan <i>ISM</i> .....	74
BAB 5 ANALISIS DAN INTERPRETASI.....		80
5.1	Analisis Pengumpulan Data .....	80
5.2	Hasil Pengolahan Data .....	81
5.2.1	Hasil <i>Risk Assessment</i> dengan <i>Grey-DEMATEL</i> .....	81
5.2.2	Hasil <i>Risk Assessment</i> dengan <i>Grey-DEMATEL-ISM</i> .....	87
5.3	Perbandingan Hasil <i>Model Grey</i> dan <i>DEMATEL</i> vs <i>Grey</i> dan <i>DEMATEL</i> dan <i>ISM</i> .....	91
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN .....		94
6.1	Kesimpulan .....	94
6.2	Saran .....	96
DAFTAR PUSTAKA .....		97
LAMPIRAN .....		108

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Simplikasi model supply chain dan 3 macam aliran yang dikelola ..	10
Gambar 2.2 Frekuensi tema dan subtema dari definisi SCM ( <i>free nodes</i> ) .....	11
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	40
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian (lanjutan).....	41
Gambar 4.1 Produk UKM X .....	50
Gambar 4.2 Diagram Pareto risiko rantai pasok makanan.....	54
Gambar 4.3 Hubungan sebab akibat antara risiko pada skenario 1 .....	71
Gambar 4.4 Hubungan sebab akibat antara risiko pada skenario 2 .....	72
Gambar 4.5 Hubungan sebab akibat antara risiko pada skenario 3 .....	72
Gambar 4.6 Hubungan sebab akibat antara risiko pada skenario 4 .....	73
Gambar 4. 7 Analisis sensitivitas terhadap nilai $D_i+R_j$ .....	73
Gambar 4. 8 Analisis sensitivitas terhadap nilai $D_i-R_j$ .....	74
Gambar 4.9 ISM model.....	78

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Skala <i>Grey Linguistic</i> untuk respon <i>expert</i> .....	27
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu .....	33
Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu (lanjutan).....	34
Tabel 2.4 Penelitian Terdahulu (lanjutan).....	35
Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu (lanjutan).....	36
Tabel 2.6 Posisi Penelitian Saat Ini.....	37
Tabel 2.7 Posisi Penelitian Saat Ini (lanjutan) .....	38
Tabel 3.1 Kuesioner penilaian kepentingan risiko .....	43
Tabel 3.2 Kuesioner penilaian kepentingan risiko (lanjutan) .....	44
Tabel 3.3 Kuesioner penilaian kepentingan risiko .....	44
Tabel 3.4 Kuesioner penilaian kepentingan risiko (lanjutan) .....	45
Tabel 3.5 Kuesioner penilaian kepentingan risiko (lanjutan) .....	46
Tabel 3.6 Bobot <i>expert</i> untuk analisis sensitivitas .....	47
Tabel 4.1 Identifikasi risiko makanan berdasarkan studi literatur .....	51
Tabel 4.2 Identifikasi risiko makanan berdasarkan studi literatur (lanjutan).....	52
Tabel 4.3 Kelompok responden <i>expert</i> .....	53
Tabel 4.4 Identifikasi risiko makanan berdasarkan pareto analisis.....	55
Tabel 4.5 Identifikasi risiko makanan berdasarkan pareto analisis (lanjutan).....	56
Tabel 4.6 <i>Direct-relation matrix</i> dari <i>expert</i> 1 .....	56
Tabel 4.7 <i>Direct-relation matrix</i> dari <i>expert</i> 1 (lanjutan) .....	57
Tabel 4.8 <i>Direct-relation matrix</i> dari <i>expert</i> 2.....	57
Tabel 4.9 <i>Direct-relation matrix</i> dari <i>expert</i> 3.....	57
Tabel 4.10 <i>Direct-relation matrix</i> dari <i>expert</i> 4.....	58
Tabel 4.11 <i>Grey relation matrix</i> dari <i>expert</i> 1 .....	58
Tabel 4.12 <i>Grey relation matrix</i> dari <i>expert</i> 1 (lanjutan).....	59
Tabel 4.13 <i>Grey relation matrix</i> dari <i>expert</i> 2 .....	59
Tabel 4.14 <i>Grey relation matrix</i> dari <i>expert</i> 3 .....	59
Tabel 4.15 <i>Grey relation matrix</i> dari <i>expert</i> 3 (lanjutan).....	60
Tabel 4.16 <i>Grey relation matrix</i> dari <i>expert</i> 4 .....	60

Tabel 4.17 <i>Average grey relation matrix</i> .....	62
Tabel 4.18 Perhitungan $\Delta_{minmax}$ .....	63
Tabel 4.19 Perhitungan $\Delta_{minmax}$ (lanjutan).....	64
Tabel 4.20 Normalisasi bilangan <i>grey</i> .....	64
Tabel 4.21 Evaluasi total nilai tajam ( <i>crisp value</i> ) .....	65
Tabel 4.22 <i>Final crisp relation matrix</i> .....	65
Tabel 4.23 Total nilai dalam baris <i>final crisp relation</i> .....	66
Tabel 4.24 <i>Normalized direct-relation matrix</i> .....	67
Tabel 4.25 <i>Total relation matrix</i> .....	67
Tabel 4.26 Hasil perhitungan $D_i$ dan $R_j$ .....	68
Tabel 4.27 <i>Prominance</i> kriteria risiko $D_i+R_j$ .....	68
Tabel 4.28 <i>Prominance</i> kriteria risiko $D_i+R_j$ (lanjutan).....	69
Tabel 4.29 Kelompok risiko $D_i-R_j$ .....	69
Tabel 4.30 Analisis Sensitivitas .....	71
Tabel 4.31 <i>Initial reachability matrix</i> .....	75
Tabel 4.32 <i>Final reachability matrix</i> .....	75
Tabel 4.33 <i>Final reachability matrix</i> (lanjutan).....	76
Tabel 4.34 Partisi level.....	76
Tabel 4.35 Partisi level (lanjutan) .....	77
Tabel 5.1 Lima risiko terpenting.....	86



*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

Bab ini akan membahas latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian, asumsi penelitian dan sistematika penulisan penelitian tesis.

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan dunia bisnis saat ini tidak hanya berkompetisi antar perusahaan tetapi telah berkembang mejadi antar rantai pasok (Vonderembse *et al.*, 2006; Yu *et al.*, 2018; Perevozova *et al.*, 2020). Disisi lain rantai pasok saat ini menjadi lebih rentan terhadap bencana alam dan gangguan dari buatan manusia (Soni and Jain, 2011). Oleh karena itu, pengelolaan rantai pasok menjadi komponen utama dari strategi kompetitif untuk meningkatkan produktivitas dan profitabilitas suatu perusahaan (Gunasekaran, Patel and McGaughey, 2004). Manajemen rantai pasok yang efektif dapat menyediakan produk dan layanan berkualitas tinggi kepada pelanggan dengan harga murah (Chou, Tan and Yen, 2004), serta dapat menerapkan tindakan perencanaan jangka menengah atau panjang, dan pemahaman terhadap *supply* yang baik (Kot, 2018).

Tantangan yang dihadapi pihak perusahaan dalam pengelolaan rantai pasok saat ini yaitu untuk menemukan cara untuk memenuhi harapan pelanggan yang terus meningkat dan dengan biaya yang dapat dikelola (Bala, 2014). Agar dapat lebih efisien, perusahaan lebih mengandalkan mitra rantai pasok termasuk pelanggan akhir dan mengubah strategi ke arah koordinasi kegiatan fungsional yang tidak hanya didalam masing-masing perusahaan tetapi di seluruh perusahaan dalam jaringan rantai pasok (Min, Zacharia and Smith, 2019). Selain itu menurut penelitian (Selvavinayagam, Francina and Pradeep, 2018) perusahaan telah mengadopsi beberapa strategi guna meningkatkan efektivitas seperti *outsourcing*, *global partnerships*, dan *lean practice* tetapi akan membuat rantai pasok lebih rentan terhadap risiko.

Rantai pasok secara umum bersifat kompleks yang ditunjukkan dengan banyaknya aktivitas yang biasanya tersebar di beberapa fungsi atau di beberapa bagian dan terkadang dapat terjadi dalam jangka waktu yang panjang (Arshinder, Kanda and Deshmukh, 2008). Hal tersebut juga terjadi dalam rantai pasok makanan, yang menunjukkan rantai pasok makanan lebih kompleks daripada rantai pasok manufaktur atau jasa lainnya karena makanan merupakan komoditas konsumsi manusia dan merupakan *perishable product*. Selain itu keseluruhan struktur dan fungsi dalam rantai pasok makanan sangat luas yang melibatkan banyak pemangku kepentingan seperti petani, produsen, pengolah, dan konsumen (Mithun *et al.*, 2019; Salah *et al.*, 2019; Rizou *et al.*, 2020). Berdasarkan hal tersebut, dengan meningkatnya kompleksitas dan keterlibatan banyak pemasok, penyedia layanan, dan konsumen akhir pada rantai pasok yang akan mengakibatkan munculnya risiko dalam rantai pasok makanan (Arshinder, Kanda and Deshmukh, 2011).

Salah satu produk makanan yang menjadi oleh-oleh dari kota Balikpapan yaitu produk dengan bahan dasar buah salak. UKM X memiliki beberapa produk olahan dari buah salak yaitu kue, bolu, dodol, sambal, dan masih banyak lagi jenis produk yang diproduksi oleh UKM X. Menurut (Mazumdar *et al.*, 2019) terdapat beberapa tantangan penting bagi industri yang mengolah produk berbahan dasar buah salak. Beberapa tantangan tersebut antara lain mengenai informasi ilmiah dari buah salak, kurangnya manajemen rantai pasok, pemasaran yang lemah, dan kerugian pasca panen. Sehingga dalam perjalanannya UKM X dihadapkan dengan beberapa risiko yang dapat mempengaruhi rantai pasok pihak UKM X.

Risiko dari buruknya rantai pasok makanan makanan dapat mengakibatkan respon negatif terhadap konsumen, sehingga akan menurunkan frekuensi pembelian produk (Yu, Legendre and Ma, 2021). Salah satu cara terbaik untuk mengatasi risiko pada produk makanan adalah melalui rantai pasok dalam pendekatan manajemen berbasis risiko (Uyttendaele, De Boeck and Jacxsens, 2016). Penilaian risiko merupakan salah satu dari tiga bagian proses analisis risiko, yang juga mencakup manajemen risiko dan komunikasi risiko. Tujuan akhir dari proses penilaian risiko adalah untuk memperkirakan kemungkinan terjadinya risiko

dan ini mungkin didasarkan pada informasi kualitatif dan atau kuantitatif (Wang, Li and Shi, 2012).

Berdasarkan pemaparan diatas, dilakukan manajemen risiko terhadap rantai pasok dengan mengembangkan pendekatan dalam melakukan identifikasi, penilaian, analisis, dan mengelola bidang-bidang yang rentan dan berisiko dalam rantai pasok (Trkman and McCormack, 2009). Selanjutnya penelitian terkait dengan manajemen risiko terhadap rantai pasok makanan telah dilakukan sebelumnya oleh (He *et al.*, 2020) yang mengusulkan pendekatan integratif untuk mencapai desain *sustainable supply chain* (SSC) yang efektif, dengan mempertimbangkan *customer requirement* (CR) dan *risk factor* (RF). Hasilnya metodologi berbasis QFD integratif terbukti bermanfaat bagi manager untuk memprioritaskan CR, RF, dan (*resilience measures*) RM, mengeksplorasi korelasi RF, dan mengidentifikasi *resilience solution* yang optimal.

Selanjutnya penelitian dari (Mithun *et al.*, 2019) juga melakukan penelitian pada sektor makanan, yang dilakukan pada risiko *food supply chain* dikaitkan dengan *food wastage* untuk mengembangkan *sustainable model* untuk mengurangi *food waste*. Hasilnya menunjukkan bahwa terdapat 5 risiko dengan prioritas terbesar meliputi kurangnya *skill* pekerja, kurangnya *leadership*, kegagalan *system* TI, kapasitas, dan hubungan dengan pelanggan yang buruk. Terakhir, penelitian dari (Khan, Haleem and Khan, 2020b) juga melakukan penelitiannya pada makanan halal, yang mengidentifikasi dan menganalisis elemen *halal supply chain management* (HSCM) dan dimensi risiko signifikan serta hubungan tiap risiko. Berdasarkan penelitian tersebut menunjukkan bahwa produksi, perencanaan, logistik & *outsourcing*, dan risiko terkait teknologi informasi adalah dimensi risiko yang signifikan. Hubungan kausal antara dimensi dan elemen risiko signifikan yang terkait dengan HSCM dapat membantu manager dan perencana kebijakan.

Beberapa penjelasan penelitian sebelumnya, masing-masing dari penelitian tersebut menggunakan metode *Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory* (DEMATEL) dan dilakukan pada sektor makanan. Metode tersebut dapat menangkap hubungan sebab akibat antar kriteria risiko. Dalam penelitian sebelumnya terdapat kekurangan yaitu tidak dapat menggambarkan hubungan antar

tiap risiko, hanya terbatas pada hubungan antara sebab dan akibat. Sehingga pada penelitian ini akan dilakukan dengan menggabungkan *grey system theory* (GST)-DEMATEL dengan *Interpretive Structural Modelling* (ISM). Pengembangan *model* yang telah dilakukan akan dilihat perbandingan hasil antara *grey-DEMATEL* dengan *grey-DEMATEL-ISM*.

Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan model dengan mengintegrasikan metode *grey system theory* (GST) dan DEMATEL, mengidentifikasi dan menilai risiko yang terjadi pada rantai pasok makanan. Kekuatan metode GST dan DEMATEL digabungkan untuk mengembangkan alat pendukung keputusan baru dan efektif untuk penilaian risiko dirantai pasok makanan (Mithun *et al.*, 2019). Keunggulan dari *model* GST hanya membutuhkan sejumlah data terbatas untuk memperkirakan perilaku sistem yang tidak diketahui. Hal tersebut dapat menganalisis *grey system* dengan informasi yang buruk, tidak lengkap, dan tidak pasti. Terutama, dapat digunakan dalam sampel besar yang tidak tersedia atau tidak pasti apakah datanya representatif (Huang, 2011). DEMATEL digunakan untuk membangun dan menganalisis struktur hubungan sebab akibat kedalam sebuah matriks atau diagram, tetapi tidak mengatasi ketidakpastian kriteria risiko (Wei, Liu and Shi, 2019). Kombinasi GST dan DEMATEL (*grey-DEMATEL*) dilakukan untuk masalah yang tidak pasti dan ambigu dalam penilaian manusia dan mengatasi kelemahan metode DEMATEL yang memberikan hasil yang lebih handal untuk analisis risiko pada risiko makanan (Mithun *et al.*, 2019). Kemudian, *model* akan dikembangkan dengan metode ISM, dimana ISM dapat menyusun dan memvisualisasikan hubungan antar risiko kedalam grafik diagram (Gunawan, Vanany and Widodo, 2019).

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian tesis ini adalah bagaimana model risiko rantai pasok makanan pada UKM X, bagaimana cara melakukan *risk assessment* pada UKM X menggunakan metode GST, DEMATEL, dan ISM.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah, penelitian ini memiliki beberapa tujuan sebagai berikut:

1. Membuat model risiko pada rantai pasok makanan dengan integrasi metode GST dengan DEMATEL dan ISM.
2. Memberikan strategi mitigasi risiko untuk meminimalkan kejadian risiko pada rantai pasok makanan UKM X.
3. Melakukan analisis perbandingan hasil *model* pada metode *grey-DEMATEL* dengan metode *grey-DEMATEL* dan ISM.

### **1.4 Batasan Penelitian**

Batasan pada penelitian ini antara lain:

1. Risiko yang dimitigasi hanya risiko kritis sebagaimana hasil dari tahap penilaian dan analisis risiko.
2. Tidak membahas biaya yang diperlukan untuk melaksanakan strategi mitigasi.
3. Penelitian hanya dilakukan pada satu perusahaan saja.
4. Penelitian hanya sebatas penerapan metode saja.

### **1.5 Asumsi Penelitian**

Asumsi pada penelitian ini antara lain:

1. Kebijakan perusahaan dan konsep perusahaan selama penelitian tidak berubah secara signifikan.
2. Tidak terjadi perubahan proses bisnis yang ada di perusahaan selama penelitian dilakukan.

### **1.6 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian pada penelitian ini antara lain:

1. Penelitian ini diharapkan dapat membantu memberikan pemahaman dan merekomendasikan solusi bagi perusahaan untuk meminimalkan kejadian risiko yang terjadi pada rantai pasok.

2. Penelitian ini diharapkan dapat menambah kontribusi pada Teknik dan Sistem Industri ITS dalam strategi mitigasi risiko rantai pasok makanan.

## **1.7 Sistematika Penulisan**

Tesis ini dibuat dengan sistematika 6 (enam) bab yang masing-masing akan dijelaskan dengan penjelasan sebagai berikut:

### **BAB 1. PENDAHULUAN**

Bab I membahas mengenai pendahuluan terdiri atas latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, asumsi masalah, lokasi penelitian, dan sistematika penulisan tesis.

### **BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA**

Bab 2 membahas mengenai tinjauan pustaka yang didalamnya terdapat beberapa dasar teori yang digunakan sebagai landasan teoritis dalam penyusunan tesis, serta memecahkan permasalahan terkait penelitian yang dilaksanakan.

### **BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN**

Bab 3 membahas mengenai penjelasan terkait urutan pelaksanaan penelitian yang dapat memberikan gambaran, agar penelitian terstruktur dan sistematis.

### **BAB 4. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Bab 4 membahas mengenai data-data yang terkait dengan penelitian. Data tersebut diperoleh dari hasil wawancara dengan pihak perusahaan dan dari studi literatur. Pengolahan data dilakukan dengan pengembangan *model* dengan metode *grey-DEMATEL-ISM* untuk memperoleh hasil yang sesuai dengan rumusan masalah.

### **BAB 5. ANALISIS DAN INTERPRETASI**

Bab 5 membahas mengenai analisis dan interpretasi dari hasil yang didapatkan dari pengumpulan dan pengolahan data serta melakukan analisis perbandingan hasil dengan *model* sebelumnya.

### **BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab 6 membahas keseluruhan kesimpulan penelitian yang tentunya menjawab tujuan penelitian ini. Sedangkan saran yang disertakan digunakan untuk

memberikan jalan bagi peneliti lain untuk memperbaiki atau mengembangkan penelitian ini.



*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

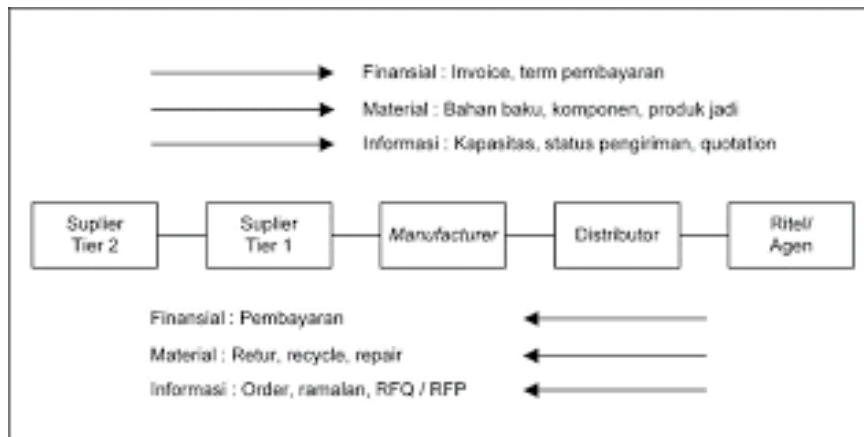
Bab ini akan menjelaskan tinjauan pustaka dalam penelitian ini. Penting untuk melakukan tinjauan pustaka yang mendalam untuk mengetahui teori-teori yang terkait dengan penelitian.

#### **2.1 *Supply Chain***

Menurut (Pujawan and ER, 2017) *supply chain* adalah suatu jaringan kerjasama dalam perusahaan untuk membuat dan mengirimkan produk yang dihasilkan ke pengguna akhir. Perusahaan yang terlibat dalam rantai pasok seperti pemasok, produsen, distributor, pengecer, atau toko, serta perusahaan pendukung seperti perusahaan jasa transportasi dan logistik.

Dalam sebuah *supply chain*, biasanya terdapat 3 jenis aliran yang perlu dikelola. Yang pertama adalah aliran material yang mengalir dari hulu ke hilir. Sebagai contoh yaitu bahan baku yang dikirim dari pemasok ke pabrik. Setelah produk selesai diproduksi, produk tersebut akan dikirim ke distributor, lalu ke pengecer, lalu ke pengguna akhir. Yang kedua adalah aliran uang dan sejenisnya yang mengalir dari hilir ke hulu seperti data pembayaran. Dan yang ketiga adalah arus informasi yang dapat terjadi dari hulu ke hilir atau sebaliknya.

Pabrik juga sering membutuhkan informasi ketersediaan produksi dari pemasoknya. Perusahaan yang mengirim atau menerima informasi tentang status pengiriman bahan baku sering dibutuhkan. Perusahaan pelayaran harus membagikan jenis informasi ini sehingga pihak yang berkepentingan dapat melacaknya untuk tujuan perencanaan yang lebih akurat. Gambar 2.1 memberikan ilustrasi konseptual sebuah *supply chain*.



Gambar 2.1 Simplikasi model supply chain dan 3 macam aliran yang dikelola  
 Sumber: (Pujawan and ER, 2017)

## 2.2 Supply Chain Management (SCM)

Istilah dari *supply chain management* relatif baru dalam sebuah literatur yang muncul pertama kali pada tahun 1982 oleh Oliver dan Waber untuk menggambarkan hubungan logistik dengan fungsi lain, dan oleh Houlihan pada tahun 1985 dan 1988 untuk menggambarkan hubungan antara logistik dan fungsi internal dengan organisasi eksternal (Ellram and Cooper, 2014). Penelitian tersebut terus mengalami perkembangan hingga saat ini. Cakupan dari SCM terus berkembang kedalam bidang-bidang seperti manajemen *inventory*, *network design*, pengadaan dan pembelian (*procurement and purchasing*), *supply* dan *demand planning*, desain produk, *supplier relationship management*, dan risiko *supply chain* (Asgari et al., 2016).

*Supply chain management* (SCM) adalah metode atau pendekatan untuk mengelola aliran produk, informasi dan uang secara terintegrasi yang melibatkan berbagai pihak dari hulu dan hilir termasuk pemasok, pabrik, distribusi dan operasi logistik (Pujawan and ER, 2017). Sedangkan dalam penelitian (Min, Zacharia and Smith, 2019) menyebutkan SCM adalah koordinasi strategis dan efisien dari fungsi dan strategi bisnis konvensional diseluruh fungsi bisnis didalam perusahaan tertentu dan diseluruh bisnis dalam *supply chain*, untuk tujuan mengembangkan kinerja jangka panjang perusahaan dan *supply chain* secara keseluruhan.

SCM telah didefinisikan untuk secara eksplisit mengakui sifat strategis koordinasi antara mitra dagang dan untuk menjelaskan tujuan ganda SCM yaitu untuk meningkatkan kinerja organisasi individu, dan untuk meningkatkan kinerja seluruh rantai pasok. Tujuan SCM adalah untuk mengintegrasikan arus informasi dan material secara mulus di seluruh rantai pasok sebagai senjata kompetitif yang efektif (Li *et al.*, 2006). Menurut (Jayaram, Tan and Nachiappan, 2010) tujuan utama *supply chain management* adalah untuk mengintegrasikan aktivitas dan proses semua agen disepanjang rantai pasok secara lancar untuk memastikan bahwa setiap strategi lokal sekooperatif mungkin. Hal ini dapat dicapai dengan memperluas upaya integrasi untuk menghubungkan langsung pemasok dan pelanggan. Terdapat tiga tema utama dalam penelitian SCM menurut (Stock, Boyer and Harmon, 2010), yaitu berdasarkan *activities*, *benefit*, dan *constituent/component*. Dalam setiap tema, beberapa sub-tema atau *nodes* juga diidentifikasi yang dapat dilihat pada gambar 2.1.

	<i>THEMES</i>	<i>SUB-THEMES</i>	<i>FREQUENCY</i>	<i>% of TOTAL</i>			
SCM Definitions	Activities	Flows	Material/physical	117	69%		
			Information				
		Networks of Relationships	Internal			120	71%
			External				
	Benefits	Adds Value	82	48%			
		Creates Efficiencies	61	36%			
		Customer Satisfaction	47	28%			
	Constituent/component Parts		133	78%			

Gambar 2.2 Frekuensi tema dan subtema dari definisi SCM (*free nodes*)

Sumber: (Stock, Boyer and Harmon, 2010)

1. Tema pertama dari definisi SCM yaitu *activities* yang berisi sebagai subtema yang meliputi, aliran material dan informasi, dan jaringan hubungan, yang meliputi hubungan internal (di dalam organisasi) dan eksternal (di luar organisasi) dengan perusahaan, fungsi, dan/atau proses.
2. Tema kedua dari definisi SCM yaitu *benefits* yang dihasilkan dari penerapan strategi SCM yang efektif terdiri dari tiga sub-tema (*node*) yang muncul berulang kali dalam definisi SCM yaitu nilai tambah, menciptakan efisiensi, atau meningkatkan kepuasan pelanggan. Pada akhirnya, tujuan SCM adalah untuk mencapai profitabilitas yang lebih besar dengan menambahkan nilai dan menciptakan efisiensi, sehingga meningkatkan kepuasan pelanggan.
3. Lebih dari tiga perempat definisi SCM membahas komponen atau bagian penyusun SCM; yaitu, organisasi, fungsi, dan proses apa yang membentuk *supply chain*. Hal tersebut terdiri dari banyak konstituen, sistem, dan fungsi, mulai dari "pemasok material, fasilitas produksi, layanan distribusi, dan pelanggan" hingga pembelian, transportasi, pengendalian persediaan, penanganan material, manufaktur, distribusi, dan sistem terkait. SCM mencakup semua operasi, sistem, fungsi bisnis, dan organisasi yang terlibat dalam mengelola *supply chain* tertentu.

Sedangkan menurut (Huan, Sheoran and Wan, 2004) penelitian mengenai SCM dibagi kedalam tiga kategori yaitu:

1. *Operational*

Area ini berkaitan dengan pengoperasian fasilitas sehari-hari seperti pabrik atau pusat distribusi untuk memastikan bahwa cara yang paling menguntungkan untuk memenuhi pesanan pelanggan dijalankan. Contohnya termasuk manajemen persediaan dan produksi, perencanaan, dan penjadwalan. Fokusnya adalah mengembangkan alat matematika yang membantu operasi rantai pasok yang efisien secara keseluruhan. Juga termasuk pengembangan perangkat lunak dan metode serta teknologi manufaktur yang lebih baik.

## 2. *Design*

Desain rantai pasok berfokus pada lokasi titik keputusan dan tujuan dalam jaringan. Empat kategori model ditemukan dalam literatur yaitu model analitik deterministik, model analitik stokastik, model ekonomi, dan model simulasi. Desain yang baik harus mengintegrasikan berbagai elemen rantai pasok dan berusaha untuk mengoptimalkan seluruh jaringan daripada entitas individu. Berbagi informasi dan kontrolnya memainkan peran penting dalam integrasi, yang membutuhkan upaya yang sangat terkoordinasi dari para insinyur dan manajer.

## 3. *Strategic*

Keputusan strategis dibuat oleh manajer bisnis, yang memerlukan pemahaman tentang dinamika rantai pasok dan pengembangan tujuan untuk keseluruhan rantai. Tugas ini juga mencakup evaluasi kritis dari konfigurasi dan kemitraan rantai pasok alternatif, dan penentuan peluang yang dapat meningkatkan daya saing perusahaan sebagai bagian dari rantai pasok atau jaringan rantai pasok.

### **2.3 Risiko**

Menurut (Aven and Renn, 2009) dalam definisi risiko tidak ada definisi yang disepakati. Beberapa literatur yang telah dipelajari oleh peneliti, ditemukan bahwa konsep risiko digunakan sebagai *expected value*, distribusi probabilitas, sebagai ketidakpastian, dan sebagai suatu peristiwa. Sementara risiko menurut (Fischhoff, 2019) adalah istilah yang digunakan sehari-hari, makna teknisnya yang lebih konvensional digunakan untuk merujuk pada: Kombinasi probabilitas, atau frekuensi, terjadinya bahaya yang ditentukan dan besarnya konsekuensi dari kejadian tersebut: seberapa sering kejadian tertentu yang berpotensi membahayakan akan terjadi, dan apa konsekuensi dari kejadian tersebut. Tidak ada suatu pekerjaan atau suatu kegiatan yang bebas risiko. Risiko dapat dikelola, diminimalkan, dibagikan, ditransfer, atau diterima, tetapi hal tersebut tidak bisa diabaikan (Taroun, 2014).

Risiko merupakan fungsi dari tingkat ketidakpastian dan dampak dari suatu peristiwa. Terdapat dua jenis risiko *supply chain* (SC) berdasarkan

sumbernya: risiko yang timbul dari internal jaringan SC dan risiko dari lingkungan eksternal. Terdapat dua klasifikasi risiko dalam SC yaitu risiko operasional dan gangguan. Risiko operasional terkait dengan ketidakpastian yang melekat pada SC yang mencakup ketidakpastian permintaan, penawaran, dan biaya. Risiko gangguan, di sisi lain, adalah risiko yang disebabkan oleh bencana alam dan buatan manusia seperti banjir, gempa bumi, tsunami, dan krisis ekonomi besar. Baik risiko operasional maupun gangguan dapat secara serius mengganggu dan memperlambat material, informasi, dan arus kas, yang pada akhirnya dapat merusak penjualan, meningkatkan biaya, atau keduanya (Pujawan and Geraldin, 2009).

Menurut (Dionne, 2013) terdapat lima risiko utama yaitu:

1. *Pure risk*

*Pure risk* yang hanya melibatkan potensi kerugian dan umumnya dipandang sebagai bagian dari fungsi kegiatan saja, seperti kerugian kebakaran (Gahin, 1967).

2. *Market risk*

Risiko pasar terutama berkaitan dengan menggambarkan ketidakpastian tentang harga atau *return* karena pergerakan pasar (Bangia *et al.*, 2002).

3. *Default risk*

*Default risk* adalah ketidakpastian seputar kemampuan perusahaan untuk membayar hutang dan kewajibannya. Sebelum default, tidak ada cara untuk membedakan dengan jelas perusahaan mana yang akan default dan mana yang tidak. Setidaknya kita hanya bisa menilai probabilitas default. Akibatnya, perusahaan sering membayar selisih tarif *default* yang sebanding dengan probabilitas default mereka untuk mengkompensasi pemberi pinjaman atas ketidakpastian ini (Crosbie and Bohn, 2019).

4. *Operational risk*

Risiko kerugian yang diakibatkan oleh proses internal, manusia dan sistem yang tidak memadai atau gagal, dan juga bisa dari peristiwa eksternal (Böcker and Klüppelberg, 2010).

#### 5. *Liquidity risk*

Risiko tidak memiliki dana yang cukup untuk memenuhi kewajiban keuangan jangka pendek tanpa mempengaruhi harga. Dapat berubah menjadi risiko default.

Menurut (Mishra *et al.*, 2019) dalam analisis risiko terdapat beberapa jenis kelas risiko yang komprehensif yaitu:

##### 1. *Strategic risk*

*Strategic risk* yaitu kelas risiko yang luas yang memiliki potensi dampak negatif pada pencapaian tujuan strategis perusahaan.

##### 2. *Operational risk*

*Operational risk* yaitu risiko yang timbul dari fungsi bisnis perusahaan dan dari penerapan praktis strategi manajemen. Hal ini termasuk produk dan layanan, pengukuran keuangan dan risiko pelaporan, risiko penipuan, dan risiko TI.

##### 3. *Financial risk*

*Financial risk* yaitu risiko yang terkait dengan harga, mata uang, kredit, likuiditas, pasar, solvabilitas, dan aset.

##### 4. *Hazard risk*

*Hazard risk* yaitu risiko yang terkait dengan alam (termasuk gempa bumi, angin topan, tornado, banjir, kebakaran, kekeringan) dan risiko yang terkait dengan terorisme dan kerusuhan politik (termasuk kerusuhan, pembajakan, dan pemogokan).

Dalam buku (Mulyawan, 2015), menjelaskan Dalam kegiatan proses industri, jenis risiko pada dasarnya dapat dikelompokkan menjadi beberapa kategori dari sudut pandang pedagang industri keuangan tergantung pada kompleksitas kegiatan bisnis organisasi kantor.

##### 1. Risiko berdasarkan sifat

Risiko berdasarkan sifatnya dibagi menjadi risiko spekulatif dan risiko murni. Berikut merupakan penjelasan singkat mengenai kedua jenis risiko tersebut:



- a. Risiko Spekulatif (*Speculative Risk*)

Risiko yang memang sengaja diadakan untuk mengharapkan hal-hal yang menguntungkan. Contohnya yaitu risiko yang disebabkan dalam utang piutang, membangun proyek, menjual produk, dan sebagainya.
  - b. Risiko Murni (*Pure Risk*)

Risiko yang tidak disengaja jika terjadi dapat menyebabkan kerugian secara tiba-tiba. Misalnya risiko kebakaran, pencurian, bencana alam, dan lain-lain.
2. Risiko berdasarkan dapat tidaknya dialihkan

Risiko berdasarkan dapat atau tidaknya dialihkan dapat dibagi menjadi risiko yang dapat dialihkan dan risiko yang tidak dapat dialihkan. Berikut merupakan penjelasan singkat mengenai kedua jenis risiko tersebut:

    - a. Risiko yang dapat dialihkan

Risiko yang dapat dipertanggungjawabkan sebagai objek yang terkena risiko pada perusahaan asuransi dengan membayar sejumlah premi. Dengan demikian, kerugian tersebut menjadi tanggungan atau beban perusahaan asuransi.
    - b. Risiko yang tidak dapat dialihkan

Semua risiko yang termasuk dalam risiko spekulatif yang tidak dapat dipertanggung jawabkan pada perusahaan asuransi.
  3. Risiko berdasarkan asal timbulnya

Risiko berdasarkan asal timbulnya dapat dibagi menjadi risiko internal dan risiko eksternal. Berikut merupakan penjelasan singkat mengenai kedua jenis risiko tersebut:

    - a. Risiko Internal

Risiko yang datang dari dalam perusahaan. Misalnya, risiko kerusakan peralatan kerja karena kesalahan operasi, risiko kecelakaan kerja, risiko manajemen yang buruk, dan sebagainya.
    - b. Risiko Eksternal

Risiko yang datang dari luar perusahaan atau lingkungan luar perusahaan. Misalnya risiko pencurian, penipuan, fluktuasi harga, perubahan politik, dan sebagainya.

#### 4. Risiko Statis dan Risiko Dinamis

Risiko Statis dan Risiko Dinamis yaitu risiko berdasarkan sejauh mana ketidakpastian berubah karena perubahan waktu.

##### a. Risiko Statis

Risiko yang muncul dari masyarakat yang tidak berubah tetapi berada dalam keseimbangan yang stabil. Risiko statis biasanya bersifat murni atau spekulatif. Contoh risiko spekulatif statis adalah perdagangan dalam ekonomi yang stabil. Contoh risiko statis murni adalah ketidakpastian terjadinya petir, badai, dan kematian mendadak atau tidak disengaja.

##### b. Risiko dinamis

Risiko terkait dengan perubahan dalam masyarakat. Risiko dinamis bisa murni atau spekulatif. Contoh sumber risiko dinamis termasuk urbanisasi, perkembangan teknologi, dan perubahan undang-undang atau peraturan pemerintah.

#### 5. Risiko Subjektif dan Risiko Objektif

Risiko subjektif adalah risiko yang berkaitan dengan kondisi mental seseorang yang mengalami ragu-ragu atau cemas akan terjadinya kejadian tertentu. Adapun risiko objektif adalah probabilitas penyimpangan aktual dari yang diharapkan atau dari rata-rata sesuai dengan pengalaman.

### **2.3.1 Risiko Makanan**

Risiko merupakan penentu penting dari pilihan makanan dan dengan demikian, perkiraan risiko sangat terkait dengan perkiraan konsumsi. Risiko makanan menjadi sangat menonjol setelah satu dekade 'ketakutan makanan', yang secara serius merusak kepercayaan publik terhadap industri makanan dan badan pengatur pemerintah. Kekhawatiran konsumen atas keamanan makanan terus meningkat sejak tahun 1970, namun baru belakangan ini persepsi risiko dieksplorasi dalam kaitannya dengan makanan (Knox, 2000). Menurut (Kaptan, Fischer and Frewer, 2017) keamanan makanan menjadi perhatian khusus dalam konteks ini, karena ada beberapa bukti yang menunjukkan bahwa risiko makanan dipersepsikan secara berbeda dari risiko non-makanan. Hal ini karena penghindaran

risiko makanan sepenuhnya tidak mungkin dilakukan, dan karena makanan memiliki konotasi budaya, simbolik, kekeluargaan, dan agama yang harus diperhitungkan ketika mengembangkan *risk messages* atau pesan risiko. Selain itu, makanan secara bersamaan dapat dikaitkan dengan risiko, seperti masuknya kontaminan, dan manfaat, seperti manfaat nutrisi. Persepsi risiko dan manfaat yang terkait dengan makanan, perlu dipertimbangkan ketika mengembangkan strategi komunikasi risiko.

## 2.4 Manajemen Risiko

Manajemen risiko adalah pendekatan ilmiah untuk mengelola risiko dengan memprediksi kerugian dan merancang prosedur untuk meminimalkan kerugian finansial (Anggrahini, Dana and Sulistiyono, 2015). Tujuan manajemen risiko untuk mengurangi perkembangan ancaman yang tidak diketahui sebelum hal tersebut muncul dan untuk membantu para pemimpin mengidentifikasi dan melacak sumber ancaman tersebut, untuk mengidentifikasi atribut spesifik organisasi yang menghasilkan risiko tertentu, dan untuk mendukung pengambilan keputusan strategis yang berkontribusi pada pencapaian tujuan perusahaan organisasi secara keseluruhan (Jedynak and Bąk, 2019).

Manajemen risiko adalah proses sistematis yang membantu organisasi untuk memahami apa risikonya, siapa yang berisiko, apa kontrol saat ini untuk risiko tersebut, dan penilaian yang perlu dibuat tentang apakah kontrol tersebut memadai atau tidak. Jika tidak memadai, maka diperlukan tindakan untuk mengelola tingkat risiko hingga ke tingkat yang dapat diterima dan wajar. Saat ini, menerapkan manajemen risiko yang tepat atau sistem keselamatan dalam organisasi, terutama pada organisasi besar, telah menjadi persyaratan hukum di atas kewajiban moral untuk melindungi karyawan mereka (Tupa, Simota and Steiner, 2017). Sebagian orang menggunakan terminologi *risk management* hanya berkaitan dengan perusahaan dan sering kali hanya dihubungkan dengan risiko murni. Manajemen risiko tradisional memiliki tujuan akhir manajemen risiko adalah meminimalkan biaya risiko murni yang harus ditanggung perusahaan. Seiring dengan berkembangnya cara pandang dan cara mengelola berbagai macam risiko, terpaksa diperlukan istilah *integrated risk management* dan *enterprise risk*

*management* yang mencerminkan keinginan untuk mengelola semua risiko, terlepas apakah macam risikonya risiko murni atau risiko spekulasi (Siahaan, 2007).

#### **2.4.1 Proses Manajemen Risiko**

Menurut (Hanafi, 2016) Manajemen risiko bertujuan untuk mengelola risiko agar organisasi dapat bertahan, atau dapat mengoptimalkan, risiko. Bisnis sering kali dengan sengaja menerima risiko tertentu karena mereka melihat potensi manfaat di balik risiko tersebut. Manajemen risiko pada dasarnya dilakukan melalui proses-proses sebagai berikut (Hanafi, 2016):

1. Identifikasi Risiko

Identifikasi risiko dilakukan untuk mengidentifikasi risiko yang dihadapi organisasi. Ada beberapa teknik untuk mengidentifikasi risiko, misalnya dengan menelusuri sumber risiko hingga terjadi peristiwa yang merugikan. Misalnya, menempatkan kompor di dekat minyak tanah adalah kondisi yang meningkatkan frekuensi kecelakaan, dan bangunan dapat terbakar, yang harus dihadapi oleh pihak perusahaan. Identifikasi semacam ini dilakukan dengan cara melihat sekuen dari sumber risiko sampai ke terjadinya peristiwa yang merugikan. Beberapa situasi risiko yang selama ini telah dihadapi oleh perusahaan cukup standar. Setiap perusahaan pasti akan menghadapi risiko yang berbeda-beda dalam segi karakteristiknya.

2. Evaluasi dan Pengukuran Risiko

Langkah berikutnya yaitu proses pengukuran risiko tersebut dan mengevaluasi risiko. Tujuan dari evaluasi risiko adalah untuk lebih memahami karakteristik risiko. Jika kita memperoleh pemahaman yang lebih baik, maka risiko akan lebih mudah dikendalikan. Evaluasi yang lebih sistematis dilakukan untuk mengukur risiko tersebut. Ada beberapa teknik untuk mengukur risiko tergantung jenis risiko tersebut. Sebagai contoh kita bisa memperkirakan probabilitas (kemungkinan) risiko atau suatu kejadian jelek terjadi. Dengan probabilitas tersebut kita akan berusaha mengukur risiko. Sebagai contoh, ada risiko perusahaan terkena

jatuhan meteor atau komet, tetapi probabilitas risiko semacam itu sangat kecil (0,000000001). Karena itu risiko tersebut tidak perlu diperhatikan. Contoh lain adalah risiko kebakaran dengan probabilitas (misal) 0,6. Karena probabilitas yang tinggi, maka risiko kebakaran perlu diberi perhatian ekstra. Contoh tersebut menunjukkan bahwa dengan menggunakan teknik probabilitas kita bisa melakukan prioritas risiko, sehingga kita bisa lebih memfokuskan pada risiko yang mempunyai kemungkinan yang besar untuk terjadi. Selanjutnya langkah yang lebih tepat bisa dirumuskan. Untuk bahaya kebakaran seperti itu, misalnya, tindakan yang lebih agresif dapat diambil untuk menangani bahaya kebakaran.

3. Setelah analisis dan penilaian risiko, langkah selanjutnya adalah manajemen risiko. Risiko perlu dikelola, jika organisasi gagal mengelola risiko, akibatnya bisa cukup serius, misalnya kerugian besar. Risiko dapat dikelola dengan berbagai cara, seperti menghindari, mempertahankan, mendiversifikasi atau mentransfer ke pihak lain. Pengendalian risiko dan pendanaan terkait erat dengan manajemen risiko.

a. Penghindaran

Cara termudah dan teraman untuk mengelola risiko adalah dengan menghindarinya. Namun cara seperti ini mungkin tidak maksimal. Misalnya, jika kita ingin mendapat untung dari perdagangan, kita harus keluar dan mengambil risiko. Maka kami akan mengelola risikonya.

b. Ditahan (*retention*)

Dalam beberapa situasi, lebih baik mengambil risiko sendiri (menahan risiko atau *risk retention*). Sebagai contoh, misalkan seseorang berkendara keluar rumah untuk membeli sesuatu di supermarket terdekat, menggunakan mobil. Kendaraan tersebut tidak didaftarkan dalam asuransi. Orang tersebut merasa asuransi terlalu merepotkan, mahal, sehingga dia akan mengemudi dengan hati-hati. Dalam contoh ini, orang tersebut memutuskan untuk mengambil risiko kecelakaan sendiri (menahan atau *retention*).

c. Diversifikasi

Diversifikasi berarti menyebarkan eksposur yang kita miliki sehingga tidak fokus pada satu atau dua eksposur. Misalnya, kita mungkin tidak memiliki satu aset tetapi memiliki banyak aset, misalnya saham A, saham B, obligasi C, properti, dll. Jika ada kerugian pada satu aset, kerugian itu harus diimbangi dengan keuntungan pada aset lainnya.

d. Transfer Risiko

Jika kita tidak ingin menanggung risiko tertentu, kita dapat mengalihkan risiko tersebut kepada pihak lain yang lebih mungkin menanggungnya. Misalnya, kita bisa membeli asuransi kecelakaan. Jika terjadi kecelakaan, perusahaan asuransi akan menanggung kerugian yang diakibatkan oleh kecelakaan tersebut.

e. Pengendalian Risiko

Pengendalian risiko dilakukan untuk mencegah atau mengurangi kemungkinan terjadinya risiko atau kejadian yang tidak kita inginkan. Misalnya, untuk mencegah kebakaran, kami memasang alarm asap di gedung kami. Alarm adalah sarana pengendalian risiko kebakaran.

f. Pendanaan Risiko

Pembiayaan risiko adalah cara pembiayaan kerugian yang terjadi jika risiko itu terjadi. Misalnya jika terjadi kebakaran, bagaimana mengintervensi kerugian kebakaran, apakah asuransi atau dana cadangan? Pertanyaan-pertanyaan seperti itu termasuk dalam bidang pembiayaan risiko.

Sedangkan menurut (Seering and Al-salamah, 2010) manajemen risiko dibagi menjadi tujuh *step* utama yaitu:

1. Komunikasi dan Konsultasi

Komunikasi dan konsultasi dengan pemangku kepentingan eksternal dan internal harus dilakukan selama semua tahap proses manajemen risiko. Ini harus memfasilitasi pertukaran informasi yang diperlukan dan koordinasi pemangku kepentingan dan persepsi mereka di seluruh proses manajemen risiko.

## 2. Penetapan Konteks

Dengan menetapkan konteks, tujuan, ruang lingkup, dan kriteria untuk proses manajemen risiko yang tersisa ditentukan. Hal ini membahas faktor eksternal dan internal perusahaan, peran proses manajemen risiko di dalam perusahaan, serta kriteria dasar yang digunakan untuk mengevaluasi risiko. Masukan utama yang diberikan untuk proses identifikasi risiko adalah cakupan penyebab dan dampak risiko.

## 3. Identifikasi Risiko (*risk identification*)

Langkah ini terdiri dari mengidentifikasi sumber risiko, area dampak, dan peristiwa dengan penyebab dan konsekuensinya. Tujuan dari langkah ini adalah untuk membuat daftar risiko yang komprehensif berdasarkan peristiwa yang memiliki pengaruh signifikan terhadap pencapaian tujuan. Daftar dari risiko yang teridentifikasi ini adalah keluaran utama untuk langkah analisis risiko.

## 4. Analisis Risiko (*risk analysis*)

Analisis risiko yang diidentifikasi sebelumnya mengembangkan pemahaman yang lebih dalam tentang risiko ini. Hal ini menghasilkan informasi yang diperlukan untuk evaluasi risiko yang benar (baik mengenai metode yang tepat untuk evaluasi, serta data yang diperlukan), dan untuk pengembangan mitigasi yang efektif. Baik metode evaluasi maupun data yang dikumpulkan merupakan masukan.

## 5. Evaluasi Risiko (*risk evaluation*)

Selama evaluasi risiko, berdasarkan informasi yang dikumpulkan dalam analisis risiko, keputusan dibuat mengenai risiko mana yang memerlukan penanganan dan prioritas penanganan risiko. Hal ini menggunakan kriteria yang ditentukan selama pembentukan konteks. Daftar risiko yang diprioritaskan kemudian ditransfer ke langkah penanganan risiko. Langkah 3-5 (identifikasi, analisis, dan evaluasi risiko) merupakan proses penilaian risiko (*risk assesment*).

## 6. Mitigasi risiko (*risk treatment*)

Untuk setiap risiko yang memerlukan penanganan, satu atau lebih opsi untuk menangani risiko tersebut dipilih dan diterapkan. Ini melibatkan

penilaian perlakuan yang berbeda, menilai risiko residual yang dihasilkan, dan memutuskan apakah mitigasi risiko tambahan diperlukan untuk mencapai pengurangan risiko yang diinginkan. Mitigasi yang diputuskan, manfaat yang diharapkan, dan risiko yang dievaluasi, diteruskan ke proses pemantauan dan peninjauan.

#### 7. *Monitoring and review*

Risiko yang teridentifikasi, termasuk identifikasi risiko yang muncul, (Anggrahini, Dana and Sulistiyono, 2015) dipantau dan ditinjau, sehingga perubahan pada evaluasi dan penanganannya dapat dilakukan jika diperlukan. Pelaksanaan proses manajemen risiko dipantau dan ditinjau serta memungkinkan pengendalian dan perbaikan proses. Oleh karena itu, proses pemantauan dan peninjauan berinteraksi dengan semua proses lainnya, mengenai desain proses, pelaksanaan, serta situasi risiko saat ini.

## 2.5 Manajemen Risiko Kualitas

Menurut (Kei *et al.*, 2019) untuk mengelola risiko kualitas dengan benar, perusahaan perlu mempertimbangkan rantai pasok hulu dan hilir. Dalam rantai pasok hulu, perusahaan perlu menciptakan pendekatan pembelian yang bertanggung jawab untuk memblokir sumber bahan yang rusak. Ini melibatkan tindakan pencegahan untuk menghentikan risiko terjadi. Dalam rantai pasok hilir, perusahaan perlu mengambil tindakan cepat dan tanggap ketika mereka menemukan potensi krisis kerusakan produk. Ancaman *quality risk* dapat berasal dari bahan mentah, proses manufaktur, atau operasi logistik di setiap tingkat jaringan *supply chain network* (Taylor, Tse and Tan, 2011). Sedangkan menurut (Anggrahini, Dana and Sulistiyono, 2015) manajemen risiko kualitas adalah serangkaian proses kepemimpinan, bisnis, budaya, dan teknologi yang dibuat oleh organisasi yang menciptakan pendekatan kolaboratif untuk mengidentifikasi, mengukur, dan mengurangi risiko terhadap produk, operasi, pemasok, distribusi, pelanggan, dan risiko lain yang memengaruhi kualitas. Langkah-langkah yang telah dilakukan dalam mengelola risiko kualitas hampir sama dengan manajemen risiko pada umumnya. Berikut merupakan beberapa alat yang dapat digunakan untuk Manajemen Risiko Kualitas:



1. *Basic risk management facilitation method (flowchart, check sheets, etc.*
2. *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA).*
3. *Failure Mode, Effect and Critical Analysis (FMECA).*
4. *Fault Tree Analysis (FTA).*
5. *Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP).*
6. *Hazard Operability Analysis (HAZOP).*
7. *Preliminary Hazard Analysis (PHA).*
8. *Risk Ranking and Filtering.*
9. *Supporting statistical tool.*

## **2.6 Supply Chain Risk Management**

*Supply chain risk management (SCRM)* didefinisikan sebagai proses mitigasi risiko yang dicapai melalui kolaborasi, koordinasi, dan penerapan alat manajemen risiko di antara para mitra, untuk memastikan kesinambungan ditambah dengan profitabilitas jangka panjang dari rantai pasok (Faisal, 2013). Sedangkan menurut (Taylor *et al.*, 2015) SCRM didefinisikan sebagai upaya kolaboratif antar-organisasi yang memanfaatkan metodologi manajemen risiko kuantitatif dan kualitatif untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, mengurangi, dan memantau peristiwa atau kondisi tingkat makro dan mikro yang tidak terduga, yang mungkin berdampak buruk pada bagian mana pun dari rantai pasok. Manajemen risiko *supply chain* telah berkolaborasi antara manajemen rantai pasok dan proses manajemen risiko (Ridwan *et al.*, 2019).

Sumber risiko berasal dari variabel terkait lingkungan, organisasi, atau rantai pasok yang tidak dapat diprediksi dengan pasti dan yang mempengaruhi variabel hasil rantai pasok. Sumber risiko yang relevan untuk rantai pasok terbagi ke dalam tiga kategori (Diabat, Govindan and Panicker, 2012):

1. *External to the supply chain*
2. *Internal to the supply chain*
3. *Network-related*

Berdasarkan penelitian (Jüttner, Peck and Christopher, 2003) empat konstruksi dasar dari konsep manajemen risiko rantai pasok memungkinkan kita untuk mengidentifikasi aspek kritis terkait dari konsep manajerial:

1. Menilai sumber risiko untuk rantai pasok
2. Mengidentifikasi konsep risiko rantai pasok dengan mendefinisikan konsekuensi risiko yang paling relevan
3. Mengidentifikasi pemicu risiko dalam strategi rantai pasok
4. Mitigasi risiko dalam rantai pasok

## 2.7 *Grey System Theory (GST)*

GST, yang pertama kali diperkenalkan oleh sarjana Cina Julong Deng pada tahun 1982, adalah teori yang baru lahir dengan latar belakang kurang dari 40 tahun. Dalam konfigurasi sederhananya, *grey system* adalah hasil dari pemahaman dan persepsi manusia yang tidak sempurna, di mana "*grey*" adalah istilah yang diterapkan pada sistem yang tidak dapat dipahami sepenuhnya oleh manusia (Javanmardi, Liu and Xie, 2020). Dalam situasi kehidupan nyata, karena informasi yang tidak lengkap dan penilaian manusia yang subjektif, ada bias dan ketidakjelasan yang melekat dalam hasil yang diperoleh. GST dapat membantu memecahkan masalah dimana ada ketidakpastian seperti informasi yang tidak lengkap dan penilaian manusia (Bhatia and Srivastava, 2018).

*Grey System Theory* dapat digunakan untuk memecahkan masalah ketidakpastian dalam penelitian dengan data diskrit dan informasi yang tidak lengkap. Keuntungan utama dari metode ini adalah dapat menghasilkan hasil yang memuaskan dengan menggunakan jumlah data yang relatif kecil atau dengan variabilitas faktor yang besar. GST memberikan pendekatan analisis dan permodelan sistem dengan informasi terbatas dan tidak lengkap, dan yang mungkin menunjukkan ketidakpastian acak. Teori GST memiliki banyak aplikasi yang berhasil di berbagai bidang seperti ekonomi, pertanian, kedokteran, geografi, gempa bumi, industri, dll. Dalam beberapa tahun terakhir, GST telah menjadi metodologi efektif yang menangani masalah yang tidak pasti (Fu, Zhu and Sarkis, 2010).

*Grey number* adalah sejenis angka yang kita hanya tahu kisaran nilainya dan tidak tahu nilai pastinya. Rentang angka *grey* dapat berupa interval atau kumpulan angka umum. *Grey number* mewakili tingkat ketidakpastian informasi (Liu *et al.*, 2016). *Grey numbers* mudah diubah menjadi bilangan *crisp*

menggunakan metode modifikasi CFC (*converting fuzzy values into crisp scores*), mengintegrasikan prosedur tiga langkah (Rajesh and Ravi, 2015). Hubungan antar risiko dicari dari para ahli menggunakan skala linguistik 5 poin (0: tidak ada pengaruh, 1: pengaruh sangat rendah, 2: pengaruh rendah, 3: pengaruh tinggi, 4: pengaruh sangat tinggi). Peringkat tersebut menunjukkan pengaruh dari satu risiko terhadap yang lain (misalnya apa pengaruh risiko R1 pada risiko R2 pada skala 0 sampai 4). Nilai *grey* linguistik untuk nilai pengaruh yang diperoleh dari para ahli disajikan pada Tabel 2.1 (Bhatia and Srivastava, 2018). Tiga langkah prosedur metode GST akan dijelaskan sebagai berikut (Mithun *et al.*, 2019):

1. Langkah Normalisasi dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\underline{\tilde{P}}_{ij}^k = (\underline{P}_{ij}^k - \min_j \underline{P}_{ij}^k) / \Delta_{min}^{max} \dots\dots\dots (2.1)$$

$$\overline{\tilde{P}}_{ij}^k = (\overline{P}_{ij}^k - \min_j \overline{P}_{ij}^k) / \Delta_{min}^{max} \dots\dots\dots (2.2)$$

$$\Delta_{min}^{max} = \max_j \overline{P}_{ij}^k - \min_i \underline{P}_{ij}^k \dots\dots\dots (2.3)$$

2. Perhitungan total nilai *crisp* yang dinormalisasi dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q_{ij}^k = \frac{(\underline{\tilde{P}}_{ij}^k(1-\underline{\tilde{P}}_{ij}^k) + (\overline{\tilde{P}}_{ij}^k \times \overline{\tilde{P}}_{ij}^k))}{(1-\underline{\tilde{P}}_{ij}^k + \overline{\tilde{P}}_{ij}^k)} \dots\dots\dots (2.4)$$

3. Perhitungan nilai *crisp* dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$R_{ij}^k = \min_j \underline{\tilde{P}}_{ij}^k + Q_{ij}^k \Delta_{min}^{max} \dots\dots\dots (2.5)$$

dimana:

$\underline{P}_{ij}^k$  = Nilai *grey* yang rendah pada *grey number*

$\overline{P}_{ij}^k$  = Nilai *grey* yang tinggi pada *grey number*

$\underline{\tilde{P}}_{ij}^k$  = Nilai *grey* bawah pada *grey number* yang telah dinormalisasikan

$\overline{\tilde{P}}_{ij}^k$  = Nilai *grey* atas pada *grey number* yang telah dinormalisasikan

$\Delta_{min}^{max}$  = Perbedaan antara nilai *grey* atas maksimum yang dinormalisasi dan nilai *grey* bawah minimum yang dinormalisasi

$Q_{ij}^k$  = Nilai *crisp* yang dinormalisasikan

Tabel 2. 1 Skala *Grey Linguistic* untuk respon *expert*

<i>Linguistic term</i>	<i>Grey numbers</i>	<i>Influence score</i>
<i>No influence</i>	(0, 0)	0
<i>Very low influence</i>	(0, 0.25)	1
<i>Low influence</i>	(0.25, 0.5)	2
<i>High influence</i>	(0.5, 0.75)	3
<i>Very high influence</i>	(0.75, 1.0)	4

Sumber: (Bhatia and Srivastava, 2018)

## 2.8 *Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL)*

Metode DEMATEL dibuat oleh *Geneva Research Center* berdasarkan pengetahuan ahli untuk menganalisis berbagai faktor yang mempengaruhi suatu sistem dan mengekspos kekuatan dan pengaruh di antara faktor-faktor tersebut selain mengubahnya menjadi model struktural (Dehdasht *et al.*, 2017). Keuntungan utama dari DEMATEL adalah untuk membantu para pengambil keputusan dalam memahami faktor-faktor pendorong inti dari masalah tertentu berdasarkan pengaruh interaksi yang dianalisis dan hubungan kasual (Govindan and Chaudhuri, 2016a).

DEMATEL adalah metode yang terkenal untuk mengeksplorasi hubungan yang kompleks di antara faktor-faktor yang saling bergantung. Ini digunakan untuk memanipulasi interaksi dan menentukan signifikansi dari faktor risiko. Melalui analisis keterkaitan faktor risiko dengan DEMATEL, faktor risiko dapat diklasifikasikan ke dalam kelompok penyebab dan kelompok akibat, memberikan dukungan keputusan bagi manajer untuk fokus pada faktor risiko utama antara lain mengenai interaksi antara faktor risiko. Proses penentuan kepentingan faktor risiko berdasarkan DEMATEL ditunjukkan pada langkah-langkah berikut (He *et al.*, 2020). Prosedur lima langkah metodologi DEMATEL dijelaskan dibawah ini (Mithun *et al.*, 2019):

### 1. Mendapatkan *direct-relation matrix*

Lima skala penilaian digunakan untuk menilai hubungan antar faktor. Skala penilaian tersebut antara lain nilai 0 untuk tidak ada pengaruh, 1 untuk pengaruh sangat rendah, 2 untuk pengaruh rendah, 3 untuk pengaruh tinggi, dan 4 untuk pengaruh sangat tinggi. Untuk mengatasi

ambiguitas penilaian subjektif manusia, penelitian ini menggunakan skala penilaian linguistik berdasarkan *grey numbers* yang ditunjukkan pada Tabel 2.1. *Grey numbers* ini sesuai dengan skor pengaruh informasi linguistik. *Grey numbers* ini diubah menjadi *crisp value* untuk digunakan ke dalam metode DEMATEL. Hal ini dilakukan dengan menggunakan Persamaan 2.1 sampai 2.5.

Pihak industri direkrut untuk membangun matriks perbandingan berpasangan dan sebagai hasilnya, untuk satu *expert* akan menghasilkan satu matriks dari faktor atau kriteria. Setiap komponen matriks yang disajikan merupakan angka yang menunjukkan derajat pengaruh kriteria *i* terhadap *j* oleh *expert* industri (*k*) yang dinotasikan dengan  $a_{ij}^k$ . Dengan menggunakan persamaan 2.6 berikut, matriks rata-rata untuk semua *expert* dapat dirumuskan. Dalam persamaan tersebut, *H* mewakili jumlah *expert* dan  $\bar{a}_{ij}$  menunjukkan setiap elemen dari matriks rata-rata dengan persamaan 2.6 sebagai berikut:

$$\bar{a}_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^H a_{ij}^k}{H} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dalam metode DEMATEL, hubungan yang diperoleh antara dua faktor atau risiko menunjukkan bagaimana satu faktor atau risiko dapat mempengaruhi faktor atau risiko lainnya. Mempresentasikan pengaruh antar faktor, digunakan nilai skala 0 sampai 4. Pengaruh faktor atau risiko *i* terhadap faktor atau risiko *j* menunjukkan bagaimana penurunan atau peningkatan *i* dapat menurunkan atau meningkatkan *j*.

Menurut (Fu, Zhu and Sarkis, 2010) dalam membuat *direct-relation matrix* perlu untuk dihitung setiap *expert* dengan menggunakan persamaan 2.1 sampai 2.5. Jika terdapat lebih dari satu *expert* maka dapat melanjutkan ke langkah berikutnya, jika sebaliknya dapat melanjutkan dengan menggunakan persamaan 2.7 sebagai berikut:

$$z_{ij} = \frac{(w_1 z_{ij}^1 + w_2 z_{ij}^2 + \dots + w_p z_{ij}^p)}{p} \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana  $z_{ij}$  adalah nilai rata-rata dari *crisp* terhadap semua *expert* pada setiap hubungan dari  $i$  ke  $j$ ,  $z_{ij}^p$  adalah nilai *crisp* pada setiap hubungan dari  $i$  ke  $j$  untuk tiap *expert*,  $w_p$  adalah bobot tiap *expert* yang digunakan dalam penentuan nilai hubungan antar risiko.

2. *Normalized direct-relation matrix*

Dengan bantuan persamaan berikut, matriks relasi rata-rata awal diubah menjadi matriks ternormalisasi dengan persamaan 2.8 dan 2.9 sebagai berikut:

$$M = k \times A \dots\dots\dots (2.8)$$

$$k = \frac{1}{\max \sum_j^n a_{ij}} \quad 1 \leq i \leq n \dots\dots\dots (2.9)$$

3. Menghitung *total-relation matrix*

Pada langkah ini, dengan bantuan persamaan 2.10 berikut, matriks relasi total (T) dihitung. Dimana  $I$  mempresentasikan sebuah matriks identitas  $n \times n$ :

$$T = M(I - M)^{-1} \dots\dots\dots (2.10)$$

4. Mendapatkan *cause-effect diagram*

$D_i$  dan  $R_j$  masing-masing dilambangkan sebagai jumlah nilai baris dan jumlah nilai kolom dari matriks relasi total, dan dapat dihitung melalui persamaan 2.11 dan 2.12 berikut:

$$R_j = [\sum_{i=1}^n t_{ij}]_{1 \times n} = [t_{ij}]_{1 \times n} \dots\dots\dots (2.11)$$

$$D_i = [\sum_{j=1}^n t_{ij}]_{n \times 1} = [t_{ij}]_{n \times 1} \dots\dots\dots (2.12)$$

Kriteria keunggulan (*prominence criterion*) ditentukan berdasarkan skor relatif ( $D_i + R_j$ ). Sementara itu, vektor relasi ( $D_i - R_j$ ) juga ditentukan dengan pengurangan  $D_i$  dan  $R_j$ . Secara keseluruhan suatu faktor akan menjadi kelompok penyebab risiko ketika nilai dari ( $D_i - R_j$ ) bernilai

positif. Jika nilai dari  $(D_i - R_j)$  bernilai negatif, maka faktor tersebut akan menjadi kelompok efek risiko.

## **2.9 *Interpretive Structural Modelling (ISM)***

ISM merupakan alat yang banyak digunakan dalam penelitian untuk memahami dan membangun hubungan antara berbagai variabel yang terkait dengan masalah penelitian. Ini memberikan pemahaman dan hierarki hubungan kompleks antara berbagai variabel masalah (Babu, Bhardwaj and Agrawal, 2020). ISM adalah metodologi untuk mengidentifikasi hubungan antara item tertentu, yang mendefinisikan masalah atau isu. Untuk masalah kompleks apa pun yang sedang dipertimbangkan, sejumlah faktor mungkin terkait dengan masalah tersebut. Namun, hubungan langsung dan tidak langsung antara faktor menggambarkan situasi jauh lebih akurat daripada faktor individu yang terisolasi. Oleh karena itu, ISM mengembangkan wawasan ke dalam pemahaman kolektif dari hubungan ini (Attri, Dev and Sharma, 2013).

Metode *Interpretive Structural Modelling (ISM)* memiliki beberapa keuntungan yang dijelaskan sebagai berikut (Attri, Dev and Sharma, 2013):

1. Prosesnya sistematis.
2. Prosesnya efisien.
3. Tidak ada pengetahuan tentang proses yang mendasari yang diperlukan dari para peserta.
4. Memandu dan mencatat hasil musyawarah kelompok tentang masalah yang kompleks dengan cara yang efisien dan sistematis.
5. Menghasilkan model terstruktur atau representasi grafis dari situasi masalah asli yang dapat dikomunikasikan secara lebih efektif kepada orang lain.
6. Meningkatkan kualitas komunikasi interdisipliner dan interpersonal dalam konteks situasi masalah dengan memusatkan perhatian peserta pada satu pertanyaan spesifik pada satu waktu.
7. Mendorong analisis masalah dengan memungkinkan peserta untuk mengeksplorasi kecukupan daftar elemen sistem yang diusulkan atau pernyataan masalah untuk menerangi situasi tertentu.

8. Berfungsi sebagai alat pembelajaran dengan memaksa peserta untuk mengembangkan pemahaman yang lebih dalam tentang makna dan signifikansi dari daftar elemen dan hubungan tertentu.
9. Memungkinkan tindakan atau analisis kebijakan dengan membantu peserta dalam mengidentifikasi area tertentu untuk tindakan kebijakan yang menawarkan keuntungan atau pengaruh dalam mengejar tujuan tertentu.

Dalam penelitian ini metode *grey-DEMATEL* akan diintegrasikan dengan metode ISM. DEMATEL dianggap sebagai metode komprehensif untuk mengumpulkan pengetahuan kelompok untuk membangun model struktural yang melibatkan hubungan sebab akibat di antara faktor-faktor kompleks. Kemudian, ISM mengkompilasi dan memvisualisasikan faktor kompleks dalam grafik. Prosedur ISM akan dilanjutkan berdasarkan hasil yang didapatkan dari metode *grey-DEMATEL* sebelumnya, langkah tersebut akan dijelaskan sebagai berikut (Gunawan, Vanany and Widodo, 2019):

1. Merubah *total-relation matrix* menjadi *initial reachability matrix* (K)  
 Matriks T mempresentasikan hubungan antar elemen yang telah diobservasi. Hubungan antara faktor  $f_i$  dan faktor  $f_j$  ditunjukkan dengan  $t_{ij}$  yang lebih besar atau sama dengan nilai ambang batas. Nilai ambang batas ( $\alpha$ ) adalah nilai rata-rata dari *total-relation matrix*. *Initial reachability matrix* (K) digunakan untuk melihat hubungan dari faktor  $f_i$  dengan faktor  $f_j$  yang ditunjukkan dengan (0,1).
2. Memeriksa transitivitas dan menetapkan *final reachability matrix* (K')  
 Konsep transitivitas memediasi pertukaran informasi logis dan data empiris selama proses penataan sistem. Dalam ISM, transitivitas dijelaskan jika  $f_1$  berhubungan dengan  $f_2$  dan  $f_2$  berhubungan dengan  $f_3$  maka  $f_1$  berhubungan dengan  $f_3$ , sehingga  $k_{13} = 1$ . Setelah semua transitivitas telah diperiksa, maka *final reachability matrix* (K') telah terbentuk.



3. Mendefinisikan *reachability set* dan *antecedent set*

Secara teknis, *reachability set* (RS<sub>i</sub>) dari elemen sistem adalah sekumpulan elemen yang berhubungan dengan kolom, dimana semua elemen pada baris ke-i dari matriks *final reachability* bernilai 1. Himpunan *antecedent set* (AS<sub>i</sub>) dari elemen sistem adalah himpunan elemen yang berhubungan dengan baris, dimana semua elemen dalam kolom i dari matriks *final reachability* bernilai 1.

4. Menyusun elemen struktur hierarki

Elemen yang muncul pada *reachability set* dan *antecedent set* dipilih untuk menjadi *intersection set* (IS<sub>i</sub>). Susunan elemen dimulai dari level 1, yang ditempatkan dibagian atas hierarki. Elemen yang dipilih adalah elemen yang memiliki *reachability set* dan *intersection set* yang sama dalam matriks *final reachability akhir* ( $K'$ ). Proses pada iterasi ini dihentikan jika semua level elemen telah ditentukan.

5. Membuat diagram

Tingkatan elemen beserta matriks *final reachability* digunakan sebagai dasar untuk menggambar grafik berarah (*diagraph*), yang merupakan visualisasi elemen, hubungan kontekstual antar elemen dan penyusunan level hierarki. Sehingga diagram tersebut merupakan model yang menjelaskan mengenai hubungan tiap risiko.

## 2.10 Penelitian Terdahulu

Salah satu *literature review* dalam penelitian ini adalah beberapa penelitian terdahulu yang telah dilakukan melalui ringkasan dalam bentuk tabel seperti tabel 2.1. Rangkuman *literature review* pada penelitian sebelumnya meliputi nama peneliti, *research question* dalam penelitian, objek penelitian, metode penelitian yang digunakan dan hasil yang dicapai. Hal-hal yang belum pernah dilakukan pada penelitian sebelumnya menjadi pertimbangan dalam penelitian ini.

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	<i>Research Questions</i>	Objek	Metode	Hasil
1	(Prashar, 2020)	Mengenali dan memodelkan enabler manajemen risiko kualitas rantai pasokan melalui studi empiris di perusahaan otomotif India.	Otomotif	Grey-DEMATEL	Faktor penyebab umum dalam model seperti keterlibatan pemimpin puncak, komunikasi antar perusahaan, dan penyelarasan tingkat strategis antara anggota rantai pasok pada kedua masalah ini dengan jelas menyatakan bahwa perlu adanya kebijakan yang lebih luas pada tahap awal.
2	(He <i>et al.</i> , 2020)	Mengusulkan pendekatan integratif untuk mencapai <i>sustainable supply chain</i> (SSC) desain yang efektif, dengan mempertimbangkan <i>customer requirement</i> (CR) dan <i>risk factor</i> (RF)	<i>White goods</i>	Kano, DEMATEL, QFD	Metodologi berbasis QFD integratif terbukti bermanfaat bagi manager untuk memprioritaskan CR, RF, dan ( <i>resilience measures</i> ) RM, mengeksplorasi korelasi RF, dan mengidentifikasi <i>resilience solution</i> yang optimal
3	(Vishnu <i>et al.</i> , 2020)	Menganalisis hubungan timbal balik di antara faktor-faktor risiko yang signifikan dan memberi peringkat pada faktor-faktor risiko tersebut berdasarkan kekritisannya.	<i>Healthcare</i>	DEMATEL, ISM, PROMETHEE	Menggambarkan potensi dampak luar biasa yang dikaitkan dengan faktor risiko, yaitu, kekurangan staf dalam mendorong faktor risiko lain seperti masalah sikap karyawan, masalah kesehatan karyawan, dan ketidakhadiran yang semuanya mengakibatkan ketidakpercayaan masyarakat.

Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu (lanjutan)

No.	Peneliti	<i>Research Questions</i>	Objek	Metode	Hasil
4	(Khan, Haleem and Khan, 2020b)	Mengidentifikasi dan menganalisis elemen <i>Halal supply chain management</i> (HSCM) dan dimensi risiko signifikan serta hubungan tiap risiko.	Halal Food	<i>Fuzzy Delphi and DEMATEL</i>	Hasil menunjukkan bahwa produksi, perencanaan, logistik & <i>outsourcing</i> , dan risiko terkait teknologi informasi adalah dimensi risiko yang signifikan. Hubungan kausal antara dimensi dan elemen risiko signifikan yang terkait dengan HSCM dapat membantu manajer dan perencana kebijakan.
5	(Mathiyazhan <i>et al.</i> , 2020)	Menganalisis dan mengidentifikasi keterkaitan antara risiko untuk <i>green supply chain management</i> (GSCM)	Indian <i>Paper Industry</i>	DEMATEL	Analisis menunjukkan bahwa industri perlu mengembangkan hubungan pemasok yang lebih baik untuk meminimalkan dampak lingkungan dari suatu produk.
6	(Babu, Bhardwaj and Agrawal, 2020)	Mengidentifikasi variabel risiko yang dominan dan mengembangkan keterkaitan antar variabel risiko tersebut	SME <i>Manufacturing</i>	ISM, MICMAC	Terdapat 9 variabel risiko signifikan dari India Manufacturing SMEs. Risiko eksternal, risiko teknologi informasi dan risiko keuangan diidentifikasi sebagai variabel risiko yang paling berpengaruh, sedangkan risiko keterlambatan dan risiko pasar muncul sebagai variabel risiko yang paling dependen.
7	(Mithun <i>et al.</i> , 2019)	Risiko <i>food supply chain</i> dikaitkan dengan <i>food wastage</i> untuk mengembangkan <i>sustainable model</i> untuk mengurangi <i>food waste</i>	<i>Food Product</i>	<i>Grey theory, DEMATEL</i>	Terdapat 5 risiko dengan prioritas terbesar meliputi kurangnya <i>skill</i> pekerja, kurangnya <i>leadership</i> , kegagalan <i>system</i> TI, kapasitas, dan hubungan dengan pelanggan yang buruk.

Tabel 2.4 Penelitian Terdahulu (lanjutan)

No.	Peneliti	<i>Research Questions</i>	Objek	Metode	Hasil
8	(Hapsari, Anantamurti Purwa, 2015)	Merancang kerangka kerja sebagai dasar strategi untuk mitigasi risiko yang akan memberikan pandangan strategis dari manajemen risiko kualitas	Minuman	HOR, IMAQE-Food	Analisa HOR1, didapatkan delapan penyebab risiko dengan persentase tertinggi. Sedangkan dari hasil analisa IMAQE-food didapatkan indikatorindikator dari sub elemen kompleksitas proses produksi dengan persentase keefektifan terendah
9	(Wu and Hsiao, 2021)	Mengevaluasi risiko yang terjadi dalam <i>cold chain</i> serta memberikan strategi perbaikan	Makanan	FMEA	Risiko tertinggi pada risiko kualitas dan keamanan makanan pada tahap penerimaan produk melibatkan 3 risiko yaitu waktu penanganan kargo lama, penyalahgunaan suhu, dan kerusakan produk, pada tahap pengemasan yaitu risiko kesalahan penentuan suhu, dan pada tahap pengiriman risiko kondisi mengemudi yang buruk
10	(Rathore, Thakkar and Jha, 2021)	Menyelidiki risiko yang terlibat dalam <i>foodgrain supply chain</i> (FSC) di India dan mengusulkan taksonomi mitigasi risiko untuk memungkinkan pengambilan keputusan.	Food Grain	FMEA-Fuzzy VIKOR	Risiko teknologi memiliki dampak yang lebih tinggi pada FSC, diikuti oleh bencana alam, kegagalan komunikasi, tidak tersedianya pusat pengadaan, tidak berfungsinya ( <i>public distribution system</i> ) PDS, dan fasilitas penyimpanan yang tidak memadai.

Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu (lanjutan)

No.	Peneliti	<i>Research Questions</i>	Objek	Metode	Hasil
11	(Govindan and Chaudhuri, 2016b)	Mengidentifikasi sebab dan akibat dalam setiap kategori risiko dan bagaimana perbedaan risiko yang dihadapi oleh 3PL satu sama lain	<i>Third Party Logistics</i>	DEMATEL	Hubungan antara pelanggan dan 3PL memiliki pengaruh kuat pada risiko lain dan ada kebutuhan untuk hubungan kolaboratif antara 3PL dan pelanggan mereka. Selain itu, analisis menunjukkan bahwa 3PL perlu meningkatkan proses internal yang terkait dengan manajemen kualitas, fleksibilitas operasinya, dan juga cakupan geografis layanan mereka.
12	(Geng <i>et al.</i> , 2021)	Mengusulkan pendekatan peringatan dini yang lebih baik untuk menilai dan mengendalikan risiko keamanan makanan	Daging	AHC-RBF, AHP-EW	Tingkat risiko pada Agustus relatif tinggi dibanding dengan Maret hingga Juli. Bobot indeks logam, mikrobiologi dan bahan tambahan makanan masing-masing adalah 73,11%, 15,89% dan 11%. Dimana, indeks logam memiliki pengaruh paling besar terhadap nilai risiko data deteksi, sedangkan indeks aditif makanan memiliki pengaruh paling kecil.

## 2.11 Posisi Penelitian Saat Ini

Setelah membuat rangkuman tinjauan pustaka yang memuat hal-hal seperti pada sub bab 2.10, maka tabel 2.3 merupakan rangkuman lanjutan dari tabel 2.3 dengan membandingkan metode penelitian dan objek penelitian antara penelitian sebelumnya dengan penelitian saat ini.

Tabel 2.6 Posisi Penelitian Saat Ini

No.	Peneliti	Metode								Objek		Produk
		Grey	DEMATEL	ISM	AHP	HOR	Fuzzy	QFD	FMEA	Makanan	Non Makanan	
1	(Prashar, 2020)	√	√								√	Otomotif
2	(He <i>et al.</i> , 2020)		√					√			√	<i>Furniture</i>
3	(Vishnu <i>et al.</i> , 2020)		√	√							√	<i>Healthcare</i>
4	(Khan, Haleem and Khan, 2020b)		√				√			√		Halal <i>Food</i>
5	(Mathiyazhagan <i>et al.</i> , 2020)		√								√	Kertas
6	(Babu, Bhardwaj and Agrawal, 2020)			√							√	Manufaktur
7	(Mithun <i>et al.</i> , 2019)	√	√							√		Makanan

Tabel 2.7 Posisi Penelitian Saat Ini (lanjutan)

No.	Peneliti	Metode								Objek		Produk
		Grey	DEMATEL	ISM	AHP	HOR	Fuzzy	QFD	FMEA	Makanan	Non Makanan	
8	(Hapsari, Anantamurti Purwa, 2015)					√				√		Minuman
9	(Wu and Hsiao, 2021)								√	√		Frozen Food
10	(Rathore, Thakkar and Jha, 2021)						√		√	√		Food Grain
11	(Govindan and Chaudhuri, 2016b)		√								√	3PL
12	(Geng <i>et al.</i> , 2021)				√					√		Daging
13	(Penelitian ini, 2021)	√	√	√						√		Makanan

Berdasarkan Tabel 2.1, penelitian sebelumnya dibedakan dengan metode penelitian yang digunakan, objek penelitian terdiri dari makanan, manufaktur, perlengkapan rumah tangga, dan jasa rumah sakit. Berdasarkan penelitian sebelumnya jika dilihat dari metode yang digunakan, penelitian saat ini menggunakan metode integrasi *Grey-DEMATEL* dan *Grey-DEMATEL-ISM*. Metode ini juga telah digunakan oleh penelitian sebelumnya dari segi metode *Grey* itu sendiri maupun dari *DEMATEL* itu sendiri. Sedangkan objek penelitiannya adalah dari perusahaan yang bergerak dibidang makanan.

Penelitian sebelumnya telah melakukan analisis terhadap risiko dan menentukan pengendaliannya terhadap industri makanan. Penelitian terhadap risiko produk makanan telah dilakukan sebelumnya pada penelitian (Rathore, Thakkar and Jha, 2021), yang mengevaluasi risiko yang terjadi pada produk *foodgrains* atau produk biji-bijian. Selain itu, pada penelitian (Mithun *et al.*, 2019) yang melakukan evaluasi risiko untuk mengurangi *food wastage*. Penelitian tersebut juga terdapat beberapa yang menggunakan metode *grey-DEMATEL* dan *DEMATEL-ISM*. Sehingga dalam penelitian ini akan dilakukan penelitian dengan menggunakan metode *grey*, *DEMATEL*, dan *ISM*, serta melakukan analisis perbandingan hasil terhadap penggunaan metode *grey-DEMATEL* dan *grey-DEMATEL-ISM* untuk melihat perbedaan hasil yang diberikan jika menerapkan ketiga metode tersebut.

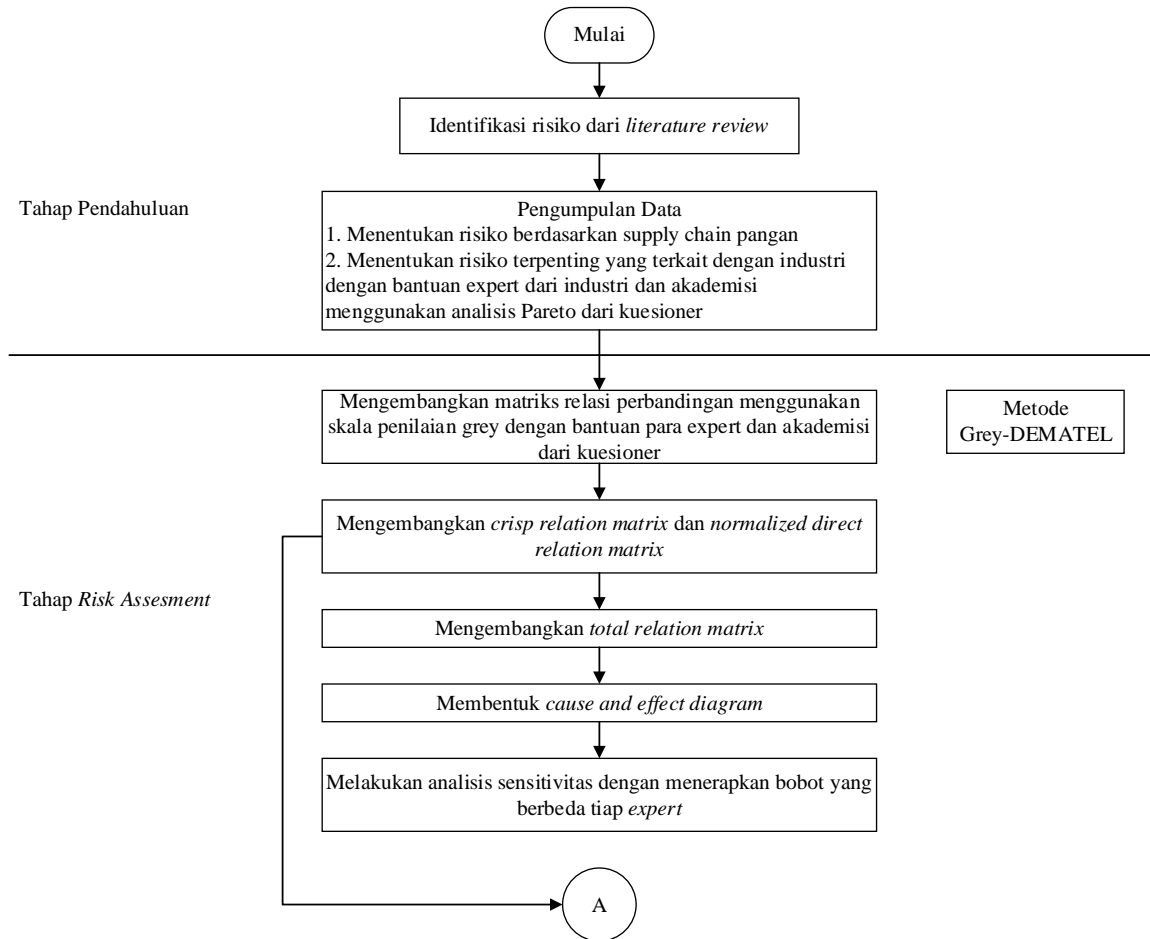


# BAB 3

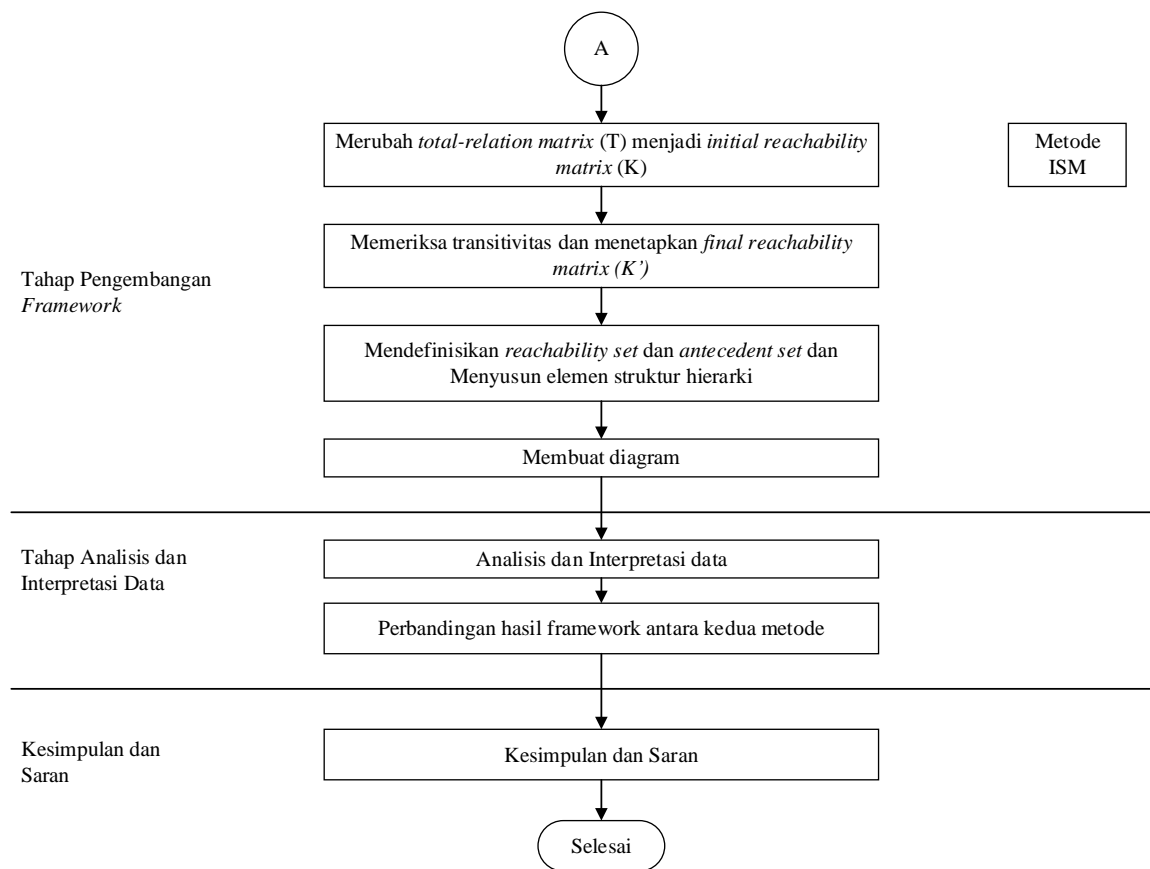
## METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan langkah-langkah yang digunakan dalam menjawab masalah penelitian untuk mencapai tujuan penelitian, serta langkah-langkah penelitian secara rinci, singkat dan jelas. Berikut ini adalah tahapan penelitian skripsi yang dilakukan.

### 3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian (lanjutan)

Penelitian tesis ini memiliki 3 tahapan utama seperti diagram alir penelitian pada Gambar 3.1 yang terdiri tahap pendahuluan, tahap *risk assesment*, tahap pengembangan *model*, tahap perbandingan hasil, dan kesimpulan dan saran.

### 3.2 Tahap Penelitian

Sub bab ini menjelaskan secara lebih rinci urutan pekerjaan penelitian yang meliputi tahap pendahuluan, tahap *risk assesment*, tahap pengembangan *model*, tahap perbandingan hasil, dan penarikan kesimpulan dan saran.

#### 3.2.1 Tahap Pendahuluan

Tahap ini merupakan tahap awal dalam melakukan penelitian yang meliputi studi literatur dan observasi pada penelitian. Tahap studi literatur dan observasi dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi dan merumuskan

permasalahan (*research question*) dalam penelitian ini. Studi literatur merupakan metode yang digunakan untuk mengumpulkan data atau sumber yang berkaitan dengan topik yang diangkat dalam suatu penelitian. Sumber-sumber yang digunakan berasal dari membaca buku literatur, *e-book*, penelitian-penelitian tesis, tugas akhir, dan jurnal-jurnal internasional yang sesuai dengan topik penelitian. Berdasarkan membaca beberapa literatur, akan didapatkan beberapa gambaran suatu permasalahan yang akan dilakukan penelitian. Studi literatur yang dilakukan yaitu jenis-jenis risiko yang terjadi khususnya pada rantai pasok makanan.

Selanjutnya daftar risiko yang diidentifikasi berdasarkan Ya/Tidak diberikan kepada pengambil keputusan atau para *expert* untuk mengidentifikasi risiko penting di rantai pasok makanan melalui pengisian kuesioner. Selanjutnya, skala likert 1 sampai 5 poin diberikan kepada responden untuk mengevaluasi pentingnya risiko (Mithun *et al.*, 2019). Analisis Pareto adalah metodologi sederhana yang biasa digunakan dalam pengambilan keputusan dan salah satu yang sering digunakan oleh manajer untuk mengarahkan upaya ke peluang peningkatan terbesar dengan menyoroti *vital few* (*major factors*) dibandingkan dengan *useful many* (*minor factors*). Analisis Pareto telah digunakan untuk penelitian di bidang manajemen proyek dalam pengambilan keputusan organisasi, perencanaan sumber daya perusahaan, manajemen rantai pasok, dan manajemen kualitas total (Syazwan *et al.*, 2015). Pareto *chart* dari responden akan didapatkan berdasarkan data kuesioner sebelumnya dan akan dipilih beberapa risiko rantai pasok pangan yang paling penting. Tabel 3.1 merupakan kuesioner penilaian kepentingan risiko makanan yang akan diisi oleh tiap responden. *Risk type* yang didapatkan pada Tabel 3.1 didapatkan berdasarkan risiko-risiko yang dinilai kritis pada penelitian sebelumnya. Tahap ini merupakan langkah awal dalam melakukan identifikasi risiko-risiko terpenting yang terkait dengan perusahaan.

Tabel 3.1 Kuesioner penilaian kepentingan risiko

No	Source	Risk Types	Yes/No	Tingkat Kepentingan 5: Sangat Tinggi dan 1: Sangat rendah				
				5	4	3	2	1
1	(Kumar, Mangla, <i>et al.</i> , 2021)	<i>Pandemic</i> COVID-19						
2	(Wahyuni, Sumarmi and Saidi, 2018)	Risiko Lingkungan						
3	(Babu, Bhardwaj and Agrawal, 2020)	Hukum dan Peraturan						
4	(Rostamzadeh, Keshavarz and Govindan, 2018)	<i>Demand</i>						
5	(Nakandala, Lau and Zhao, 2017)	Selera Pelanggan Berubah						
6	(Mithun <i>et al.</i> , 2019)	Customer Relationship yang kurang baik						
7	(Ariyanti and Andika, 2016)	<i>Supply</i>						
8	(Nakandala, Lau and Zhao, 2017)	<i>Inventory</i>						
9	(Rostamzadeh, Keshavarz and Govindan, 2018)	Kapasitas						
10	(Ray, Duraipandian and Sinha, 2021)	Operasi berhenti						
11	(Ray, Duraipandian and Sinha, 2021)	Produk berkualitas buruk						
12	(Khan, Haleem and Khan, 2020a)	Kegagalan mesin, peralatan, dan fasilitas						
13	(Khan, Haleem and Khan, 2020a)	Kurangnya tenaga kerja terampil/kompeten/terlatih						
14	(Khan, Haleem and Khan, 2020a)	Produk terkontaminasi						

Tabel 3.2 Kuesioner penilaian kepentingan risiko (lanjutan)

No	Source	Risk Types	Yes/No	Tingkat Kepentingan 5: Sangat Tinggi dan 1: Sangat rendah				
				5	4	3	2	1
15	(Rathore, Thakkar and Jha, 2021)	Kegagalan Komunikasi						
16	(Mithun <i>et al.</i> , 2019)	Kegagalan di IT System						
17	(Mithun <i>et al.</i> , 2019)	Kepempinan yang buruk						

Tabel 3.3 dan 3.4 merupakan rangkuman dari beberapa risiko yang telah muncul dalam literatur sebelumnya. Tabel 3.3 dan 3.4 menjelaskan diskripsi dari tiap risiko dan risiko tersebut terbagi kedalam dua kelompok yang bersifat internal dan bersifat eksternal bagi perusahaan.

Tabel 3.3 Kuesioner penilaian kepentingan risiko

No	Source	Risk Types	Deskripsi
1	(Kumar, Mangla, <i>et al.</i> , 2021)	<i>Pandemic</i> COVID-19	Risiko Pandemi COVID-19 yang dapat mempengaruhi kegiatan industri
2	(Wahyuni, Sumarmi and Saidi, 2018)	Risiko Lingkungan	Risiko yang terkait dengan kegagalan dalam memenuhi standar lingkungan produksi
3	(Babu, Bhardwaj and Agrawal, 2020)	Hukum dan Peraturan	Risiko kegagalan untuk mematuhi peraturan dan hukum yang diberlakukan oleh pemerintah
4	(Rostamzadeh, Keshavarz and Govindan, 2018)	<i>Demand</i>	Risiko terhadap fluktuasi permintaan atau ketidakpastian permintaan
5	(Nakandala, Lau and Zhao, 2017)	Selera Pelanggan Berubah	Selera pelanggan berubah terhadap produk
6	(Mithun <i>et al.</i> , 2019)	Customer Relationship yang kurang baik	Risiko akibat hubungan dengan pelanggan yang buruk, yang berdampak negatif pada bisnis

Tabel 3.4 Kuesioner penilaian kepentingan risiko (lanjutan)

No	Source	Risk Types	Deskripsi
7	(Ariyanti and Andika, 2016)	<i>Supply</i>	Pemasok gagal memenuhi permintaan tepat waktu atau menyediakan bahan baku berkualitas kurang baik.
8	(Nakandala, Lau and Zhao, 2017)	<i>Inventory</i>	Risiko penyimpan persediaan terlalu tinggi atau terlalu rendah menyebabkan produk kadaluarsa atau kehilangan penjualan.
9	(Rostamzadeh, Keshavarz and Govindan, 2018)	Kapasitas	Kurangnya kapasitas untuk dapat memenuhi permintaan pelanggan dan menghasilkan produk berkualitas
10	(Ray, Duraipandian and Sinha, 2021)	Operasi berhenti	Risiko proses operasi berhenti yang akan menyebabkan beberapa kerugian
11	(Ray, Duraipandian and Sinha, 2021)	Produk berkualitas buruk	Risiko produk cacat yang dapat menurunkan penjualan dan reputasi perusahaan
12	(Khan, Haleem and Khan, 2020a)	Kegagalan mesin, peralatan, dan fasilitas	Waktu produksi berhenti karena kegagalan mesin/peralatan dan fasilitas
13	(Khan, Haleem and Khan, 2020a)	Kurangnya tenaga kerja terampil/kompeten/terlatih	Kurangnya pengetahuan diantara para pekerja tentang pekerjaan masing-masing
14	(Khan, Haleem and Khan, 2020a)	Produk terkontaminasi	Risiko produk terkontaminasi selama proses produksi atau saat penyimpanan
15	(Rathore, Thakkar and Jha, 2021)	Kegagalan Komunikasi	Terjadi kesalahpahaman antara pengangkutan, penyimpanan, dan pengiriman bahan baku atau produk jadi.

Tabel 3.5 Kuesioner penilaian kepentingan risiko (lanjutan)

No	Source	Risk Types	Deskripsi
16	(Mithun <i>et al.</i> , 2019)	Kegagalan di IT System	Gangguan dalam kegiatan bisnis termasuk penjualan, produksi, dan arus kas dalam rantai pasok karena kesalahan sistem TI (Teknologi Informasi)
17	(Mithun <i>et al.</i> , 2019)	Kepemimpinan yang buruk	Risiko dalam kepemimpinan yang buruk, yang menghambat pencapaian tujuan perusahaan dan rantai pasok.

### 3.2.2 Tahap Risk Assessment

Pada tahap *risk assessment* ini dilakukan melalui kriteria risiko tertinggi yang telah dipilih dari pengisian kuesioner dengan skala likert dan hasil dari analisis pareto. Selanjutnya tahap *risk assessment* ini akan dilakukan dengan menggunakan metode *grey-DEMATEL* yang terdiri dari membangun *direct-relation matrix*, merubah *liquistic variable* menjadi *grey linguistic scale* untuk mendapatkan *average grey relation matrix*, membuat *cause and effect diagram* dan analisis sensitivitas.

#### 1. Membangun *direct-relation matrix*

Pada langkah ini, dibangun matriks perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*) dengan bantuan dari pendapat *expert* dan menggunakan 5 skala level *grey*. Untuk mengatasi ambiguitas penilaian subjektif manusia, penelitian ini menggunakan skala penilaian linguistik berdasarkan angka *grey* yang ditunjukkan pada Tabel 2.1. Angka *grey* ini sesuai dengan skor pengaruh informasi linguistik. Nilai *grey* ini diubah menjadi nilai *crisp* untuk digunakan kedalam metode DEMATEL. Hal ini dilakukan dengan menggunakan Persamaan 2.1 hingga 2.5.

#### 2. Merubah *liquistic variable* menjadi *grey linguistic scale* untuk mendapatkan *average grey relation matrix*

Setiap evaluator (*expert*) menyediakan matriks hubungan langsung linguistik  $n \times n$  untuk risiko dalam menilai keterkaitan antara faktor-faktor

risiko rantai pasok. Dengan bantuan Persamaan 2.6, rata-rata peringkat *expert* dihitung untuk memperoleh *average grey relation matrix*.

3. Membuat *cause and effect diagram*

Dengan menggunakan Persamaan 2.8 dan 2.9, akan didapatkan *normalized direct-relation matrix* (DRM) awal. Selanjutnya menggunakan Persamaan 2.10 akan dihitung untuk mendapatkan *total-relation matrix*. Lalu, dengan menggunakan Persamaan 2.11 dan 2.12 digunakan untuk mendapatkan kelompok risiko dalam kategori *cause-effect* dan risiko-risiko mana yang sangat penting. Menggunakan kumpulan data ( $D_i+R_j$ ,  $D_i-R_j$ ), diagram sebab akibat didapatkan.

4. Analisis sensitivitas

Hasil yang didapatkan mungkin terdapat bias karena perbedaan keahlian dan pengalaman para *expert*. Untuk memeriksa kekokohan hasil, akan dilakukan analisis sensitivitas. Penelitian ini menghasilkan empat skenario berbeda dengan mengubah tingkat bobot yang ditetapkan untuk *expert* yang berbeda. Tabel 3.1 menunjukkan bobot yang ditetapkan untuk analisis sensitivitas di setiap skenario. Setiap skenario memberikan bobot tertinggi untuk setiap *expert* dan memberikan bobot yang sama untuk *expert* lainnya (Raj and Sah, 2019).

Tabel 3.6 Bobot expert untuk analisis sensitivitas

	<i>Expert 1</i>	<i>Expert 2</i>	<i>Expert 3</i>	<i>Expert 4</i>
Skenario 1	0.4	0.2	0.2	0.2
Skenario 2	0.2	0.4	0.2	0.2
Skenario 3	0.2	0.2	0.4	0.2
Skenario 4	0.2	0.2	0.2	0.4

**3.2.3 Tahap Pengembangan Model**

Pengembangan dalam penelitian ini menggunakan *Interpretive Structural Modelling* (ISM) untuk memetakan hubungan di antara risiko yang diidentifikasi. Tahap pengembangan ini melanjutkan dari langkah sebelumnya dari metode DEMATEL pada langkah *total-relation matrix*. Langkah dalam penerapan ISM dapat dilihat sebagai berikut:



1. Merubah *total-relation matrix* menjadi *initial reachability matrix* (K).
2. Memeriksa transitivitas dan menetapkan *final reachability matrix* (K').
3. Mendefinisikan *reachability set* dan *antecedent set*.
4. Menyusun elemen struktur hierarki.
5. Membuat diagram hubungan risiko.

#### **3.2.4 Tahap Analisis dan Interpretasi**

Tahap ini membahas mengenai analisis dan interpretasi data berdasarkan pengumpulan dan pengolahan data yang telah dilakukan. Selanjutnya juga akan dilakukan pembahasan terhadap perbandingan hasil antara kedua metode yaitu *grey-DEMATEL* dan *grey-DEMATEL-ISM*.

#### **3.2.5 Kesimpulan dan Saran**

Tahap ini merupakan hasil akhir dari semua proses yang telah dilakukan. Tahap penarikan kesimpulan bertujuan untuk menarik kesimpulan dalam menjawab tujuan penelitian. Sedangkan saran yang diberikan adalah saran untuk penelitian selanjutnya yang berguna dalam mengembangkan penelitian yang lebih baik dan berkelanjutan.

## **BAB 4**

### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Bab ini menjelaskan mengenai pengumpulan dan pengolahan data. Pengumpulan data pada salah satu UKM X di Balikpapan yang bergerak dibidang pengolahan buah salak. Data yang diperoleh berasal dari hasil observasi, dokumentasi, *interview*, dan dari pengisian kuesioner. Selanjutnya pengolahan data akan dilakukan dengan menggunakan metode *grey system theory*, DEMATEL, dan ISM.

#### **4.1 Pengumpulan Data**

##### **4.1.1 Deskripsi Objek Penelitian**

Pengumpulan data yang dilakukan terhadap objek penelitian dilakukan dengan melakukan wawancara secara langsung maupun secara online kepada pemilik atau narasumber dari perusahaan. Data yang diperoleh dari hasil wawancara antara lain mengenai profil perusahaan, penggunaan rata-rata bahan baku per bulan, omset perbulannya, proses rantai pasok dalam perusahaan hingga menjadi produk jadi produk dari UKM X, dan penentuan kriteria risiko yang dianggap paling penting bagi perusahaan.

UKM X merupakan sebuah perusahaan yang terletak dikota Balikpapan, dan UKM X bergerak dalam bidang pengolahan buah salak yang diolah menjadi berbagai macam produk. UKM X memiliki omset rata-rata perbulan sekitar 250 Juta dan perbulannya UKM X menghabiskan rata-rata bahan baku buah Salak sebanyak 1 Ton. Supplier yang membantu dalam memenuhi kebutuhan bahan baku Salak UKM X rata-rata berasal dari petani salak lokal di kota Balikpapan. Adapun untuk kegiatan perindustrian yang terjadi pada UKM X antar lain yaitu penerimaan bahan baku salak dari petani, proses pengupasan kulit salak, pencucian bahan, pemotongan menggunakan mesin, pencampuran kedalam bahan-bahan sesuai produk yang ingin diinginkan, proses pemanggangan, pengemasan, dan pemasaran secara *online* maupun secara langsung di toko. UKM X ini memiliki beberapa produk olahan buah salak antara lain:

1. *Cake* Salak Original
2. Brownies Salak
3. Dodol Salak
4. Coklat Salak
5. Sambal Ulek Salak
6. Sirup Salak
7. Lumpia Salak
8. Manisan dan Asinan Salak
9. Teh Salak
10. Bolu dan Pie Salak



Gambar 4.1 Produk UKM X

#### 4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data dalam penelitian ini akan dimulai dengan melakukan identifikasi risiko, *risk assesment* dengan menggunakan *grey system theory* dan DEMATEL, dan pengembangan *model* dengan menambahkan metode ISM.

#### 4.2.1 Identifikasi kriteria penilaian risiko

Tahap pertama dalam proses *risk assesment* adalah dengan melakukan identifikasi risiko terlebih dahulu. Risiko-risiko yang akan diidentifikasi hanya risiko yang terkait dengan risiko makanan. Berdasarkan hasil studi literatur diperoleh risiko-risiko yang terkait dengan makanan yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.1 Identifikasi risiko makanan berdasarkan studi literatur

No	<i>Risk Types</i>	Deskripsi
1	<i>Pandemic COVID-19</i>	Risiko Pandemi COVID-19 yang dapat mempengaruhi kegiatan industri
2	Risiko Lingkungan	Risiko yang terkait dengan kegagalan dalam memenuhi standar lingkungan produksi
3	Hukum dan Peraturan	Risiko kegagalan untuk mematuhi peraturan dan hukum yang diberlakukan oleh pemerintah
4	<i>Demand</i>	Risiko terhadap fluktuasi permintaan atau ketidakpastian permintaan
5	Selera Pelanggan Berubah	Selera pelanggan berubah terhadap produk
6	Customer Relationship yang kurang baik	Risiko akibat hubungan dengan pelanggan yang buruk, yang berdampak negatif pada bisnis
7	<i>Supply</i>	Pemasok gagal memenuhi permintaan tepat waktu atau menyediakan bahan baku berkualitas kurang baik.
8	<i>Inventory</i>	Risiko penyimpanan persediaan terlalu tinggi atau terlalu rendah menyebabkan produk kadaluarsa atau kehilangan penjualan.
9	Kapasitas	Kurangnya kapasitas untuk dapat memenuhi permintaan pelanggan dan menghasilkan produk berkualitas
10	Operasi berhenti	Risiko proses operasi berhenti yang akan menyebabkan beberapa kerugian
11	Produk berkualitas buruk	Risiko produk cacat yang dapat menurunkan penjualan dan reputasi perusahaan
12	Kegagalan mesin, peralatan, dan fasilitas	Waktu produksi berhenti karena kegagalan mesin/peralatan dan fasilitas

Tabel 4.2 Identifikasi risiko makanan berdasarkan studi literatur (lanjutan)

No	<i>Risk Types</i>	Deskripsi
13	Kurangnya tenaga kerja terampil/kompeten/terlatih	Kurangnya pengetahuan diantara para pekerja tentang pekerjaan masing-masing
14	Produk terkontaminasi	Risiko produk terkontaminasi selama proses produksi atau saat penyimpanan
15	Kegagalan Komunikasi	Terjadi kesalahpahaman antara pengangkutan, penyimpanan, dan pengiriman bahan baku atau produk jadi.
16	Kegagalan di IT <i>System</i>	Gangguan dalam kegiatan bisnis termasuk penjualan, produksi, dan arus kas dalam rantai pasok karena kesalahan sistem TI (Teknologi Informasi)
17	Kepemimpinan yang buruk	Risiko dalam kepemimpinan yang buruk, yang menghambat pencapaian tujuan perusahaan dan rantai pasok.

Berdasarkan Tabel 4.1 dan Tabel 4.2 terdapat beberapa komponen yaitu *risk type*, dan deskripsi. *Risk type* merupakan risiko-risiko yang dapat menimbulkan kegagalan atau efek negatif yang mempengaruhi produk makanan. Pada kolom deskripsi memberikan penjelasan mengenai *risk types* yang mungkin terjadi, sehingga akan memudahkan responden dalam penilaian risiko pada tahap *risk assesment* selanjutnya. Berdasarkan Tabel 4.1 dan 4.2 terdapat 17 jenis risiko yang dapat berpotensi memberikan efek negatif terhadap suatu produk makanan. Risiko 1 sampai dengan 6 merupakan risiko yang terjadi diluar atau eksternal dari perusahaan. Risiko 7 sampai dengan 17 merupakan risiko yang terjadi didalam atau internal dari perusahaan.

#### 4.2.2 Pemilihan risiko rantai pasok makanan

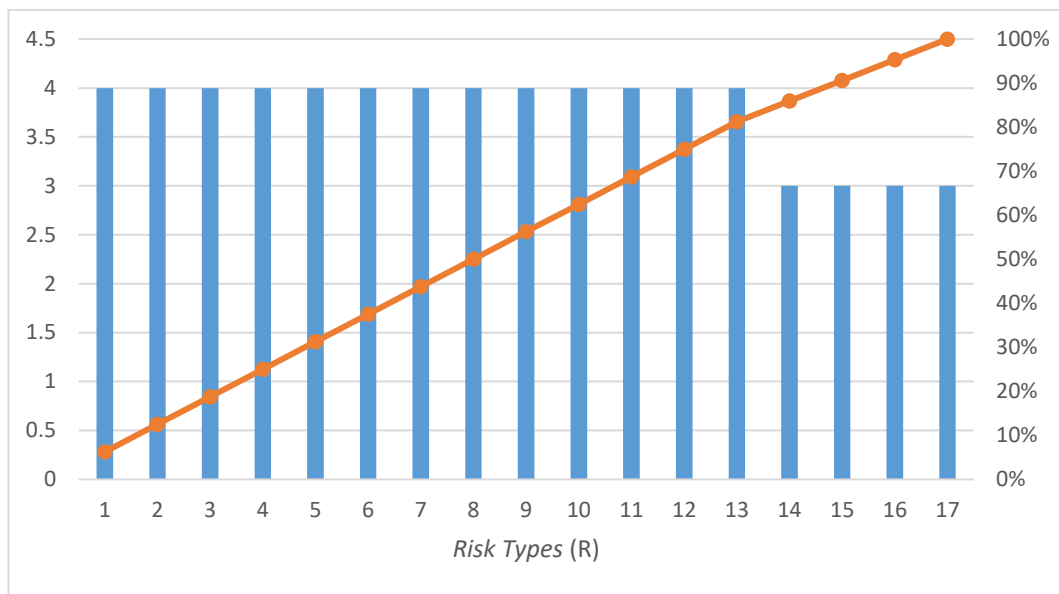
Identifikasi risiko rantai pasok makanan dilakukan terhadap responden *expert* yang bergerak dibidang industri makanan dan akademisi yang bergerak dibidang makanan. Kuesioner yang telah disebar ke tiga orang *expert* dan satu orang akademisi dengan menggunakan *google form* untuk mengidentifikasi risiko rantai pasok makanan. Responden *expert* ini berasal dari industri makanan yang terletak

di kota Balikpapan bernama UKM X yang telah dijelaskan sebelumnya, yang bergerak dalam pengolahan buah salak dan menjadikan produk mereka sebagai oleh-oleh khas Balikpapan. Selanjutnya responden akademisi merupakan salah satu Guru Besar Bidang Makanan dari Universitas Mulawarman Samarinda. Rata-rata pengalaman dalam bidang makanan ini para *expert* memiliki pengalaman lebih dari 3 tahun, 5 tahun, dan bahkan terdapat pihak *expert* yang sudah lebih dari 10 tahun. Berdasarkan hal tersebut pihak *expert* dipilih untuk menjadi responden dalam memberikan penilaian risiko dalam penelitian tesis ini. Daftar responden *expert* yang terlibat dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Kelompok responden *expert*

No	Status	Pengalaman	Lokasi	Bidang	Jabatan
1	<i>Expert</i>	> 10 tahun	Balikpapan	Industri pengolahan buah salak	<i>Owner</i>
2	<i>Expert</i>	> 3 tahun	Balikpapan	Industri pengolahan buah salak	Kepala Produksi
3	<i>Expert</i>	> 5 tahun	Balikpapan	Industri pengolahan buah salak	Manager Toko
4	Akademisi	> 10 tahun	Samarinda	Guru besar bidang makanan	Dosen dan Peneliti

Selanjutnya kuesioner dengan berdasarkan pilihan *yes/no* dalam mengidentifikasi penting atau tidaknya suatu risiko bagi responden digunakan untuk mengidentifikasi risiko yang krusial dalam rantai pasok makanan. Lalu diberikan penilaian risiko dengan skala Likert 5 poin kepada responden untuk mengevaluasi pentingnya risiko. Contoh kuesioner tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.1. Pareto analisis digunakan untuk mengidentifikasi risiko yang paling penting dalam rantai pasok makanan. Penelitian ini menggunakan teori dari pareto analissi dimana bagian *vital few (major risk)* bernilai 80 persen berdasarkan frekuensi pemilihan sedangkan *useful many (minor risk)* bernilai 20 persen yang juga berdasarkan frekuensi pemilihan. Diagram pareto yang diperoleh dari 4 responden *expert* dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Diagram Pareto risiko rantai pasok makanan

Selanjutnya setelah dilakukannya Pareto analisis, risiko-risiko akan dikelompokkan dengan menggunakan *code*. *Code* digunakan untuk memudahkan dalam mengidentifikasi dan mengelompokkan jenis risiko yang terjadi pada UKM X. Sebagai contoh jenis risiko R1 merupakan risiko yang muncul pada Pandemi COVID-19 yang dapat mempengaruhi kinerja perusahaan.

Pada Gambar 4.2, *major risk* dalam rantai pasok makanan didapatkan sebesar 80 persen, sedangkan untuk *minor risk* sebesar 20 persen. Sehingga berdasarkan hal tersebut akan dipilih 13 kategori risiko yang dianggap paling penting dalam rantai pasok makanan. Diantara 17 risiko yang diusulkan dari literatur dalam penelitian ini, jumlah respon dari risiko yang dianggap paling penting yaitu berjumlah 4 dengan kategori risiko dari R1 sampai dengan R13. Sedangkan untuk risiko yang teridentifikasi tidak penting memiliki jumlah respon 4 dengan kategori risiko dari R14 sampai dengan R17.

Berdasarkan Pareto analisis, data dari 13 jenis risiko yang paling penting dalam rantai pasok makanan akan dianalisis lebih lanjut. Risiko tersebut antara lain *pandemic* COVID-19 (R1), risiko lingkungan (R2), hukum dan peraturan (R3), *demand* (R4), selera pelanggan berubah (R5), *customer relationship* yang kurang baik (R6), *supply* (R7), *inventory* (R8), kapasitas (R9), kegagalan mesin, peralatan, dan fasilitas (R10), kurangnya tenaga kerja terampil/kompeten/terlatih (R11),

kegagalan komunikasi (R12), dan kegagalan di IT System (R13). Daftar risiko tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Identifikasi risiko makanan berdasarkan pareto analisis

<i>Code</i>	<i>Risk Types</i>	Deskripsi
R1	<i>Pandemic COVID-19</i>	Risiko Pandemi COVID-19 yang dapat mempengaruhi kegiatan industri
R2	Risiko Lingkungan	Risiko yang terkait dengan kegagalan dalam memenuhi standar lingkungan produksi
R3	Hukum dan Peraturan	Risiko kegagalan untuk mematuhi peraturan dan hukum yang diberlakukan oleh pemerintah
R4	<i>Demand</i>	Risiko terhadap fluktuasi permintaan atau ketidakpastian permintaan
R5	Selera Pelanggan Berubah	Selera pelanggan berubah terhadap produk
R6	Customer Relationship yang kurang baik	Risiko akibat hubungan dengan pelanggan yang buruk, yang berdampak negatif pada bisnis
R7	<i>Supply</i>	Pemasok gagal memenuhi permintaan tepat waktu atau menyediakan bahan baku berkualitas kurang baik.
R8	<i>Inventory</i>	Risiko penyimpan persediaan terlalu tinggi atau terlalu rendah menyebabkan produk kadaluarsa atau kehilangan penjualan.
R9	Kapasitas	Kurangnya kapasitas untuk dapat memenuhi permintaan pelanggan dan menghasilkan produk berkualitas
R10	Kegagalan mesin, peralatan, dan fasilitas	Waktu produksi berhenti karena kegagalan mesin/peralatan dan fasilitas
R11	Kurangnya tenaga kerja terampil/kompeten/terlatih	Kurangnya pengetahuan diantara para pekerja tentang pekerjaan masing-masing



Tabel 4.5 Identifikasi risiko makanan berdasarkan pareto analisis (lanjutan)

<i>Code</i>	<i>Risk Types</i>	<i>Deskripsi</i>
R12	Kegagalan Komunikasi	Terjadi kesalahpahaman antara pengangkutan, penyimpanan, dan pengiriman bahan baku atau produk jadi.
R13	Kegagalan di IT System	Gangguan dalam kegiatan bisnis termasuk penjualan, produksi, dan arus kas dalam rantai pasok karena kesalahan sistem TI (Teknologi Informasi)

### 4.2.3 Risk Assessment dengan Grey-DEMATEL

Setelah dilakukannya identifikasi risiko yang sesuai menurut pandangan para *expert* dan akademisi, tahap selanjutnya yaitu melakukan *risk assessment* terhadap risiko tersebut dengan bantuan *expert* dan akademisi. *Risk assessment* yang dilakukan dalam tahap ini yaitu dengan menggunakan metode *grey-DEMATEL*. Risiko yang telah diidentifikasi sebelumnya yaitu tiga belas risiko akan menjadi *input* dalam pengisian kuesioner kedua.

Pengisian data pada kuesioner kedua dilakukan oleh tiga *expert* dan satu akademisi dengan menggunakan skala penilaian linguistik 0-4 yang dapat dilihat pada Tabel 2.1. Kuesioner tersebut berisi penilaian hubungan antar kriteria risiko pada Tabel 4.2 yang dinilai menurut pandangan para *expert* dan akademisi, sehingga setiap *expert* akan menghasilkan 13 x 13 *direct-relation matrix* (DRM). Sebagai contoh seberapa besar pengaruh dari risiko 1 (R1) terhadap risiko (R2) pada skala 0-4. Hasil dari penilaian tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.6, Tabel 4.8, Tabel 4.9 dan Tabel 4.10 yang menunjukkan DRM.

Tabel 4.6 *Direct-relation matrix* dari *expert* 1

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13
R1	0	1	2	3	4	2	1	3	1	1	1	1	2
R2	1	0	1	4	4	3	1	4	1	1	1	1	2
R3	4	3	0	4	4	3	1	1	1	1	1	1	1
R4	4	2	2	0	4	4	2	1	1	1	1	1	1
R5	0	2	1	3	0	1	1	1	1	3	1	1	1
R6	0	2	2	2	2	0	1	1	2	1	1	1	1
R7	2	1	2	1	3	3	0	2	2	2	1	1	1
R8	3	3	2	1	3	2	1	0	2	2	1	1	1

Tabel 4.7 *Direct-relation matrix* dari expert 1 (lanjutan)

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13
R9	0	1	2	3	4	2	2	2	0	1	1	1	1
R10	0	2	2	2	4	2	2	2	2	0	1	1	1
R11	2	2	2	2	4	3	1	1	1	1	0	1	1
R12	0	1	1	4	4	2	2	2	2	1	1	0	1
R13	0	2	3	2	4	3	2	2	2	1	1	1	0

Tabel 4.8 *Direct-relation matrix* dari expert 2

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13
R1	0	4	3	4	3	4	4	4	3	3	4	3	4
R2	4	0	3	3	4	4	4	4	3	4	4	3	4
R3	4	4	0	3	4	4	3	4	4	3	2	4	4
R4	3	4	2	0	3	2	3	4	3	4	4	3	3
R5	0	0	0	4	0	4	3	4	4	3	4	3	4
R6	0	0	0	4	4	0	3	0	3	0	3	3	4
R7	4	3	4	4	4	3	0	3	4	3	4	3	4
R8	0	4	4	3	4	4	4	0	4	0	4	4	4
R9	0	3	4	3	4	3	4	4	0	4	4	3	3
R10	0	3	1	1	1	4	4	2	3	0	3	4	4
R11	3	4	4	1	3	3	4	4	3	4	0	4	4
R12	0	3	4	4	3	4	4	4	4	3	3	0	3
R13	0	3	4	3	1	2	4	2	3	4	4	4	0

Tabel 4.9 *Direct-relation matrix* dari expert 3

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13
R1	0	2	3	4	0	1	0	0	2	3	1	1	0
R2	4	0	2	3	1	1	3	3	3	1	2	1	3
R3	4	4	0	4	2	3	4	3	4	2	2	1	1
R4	3	4	4	0	3	2	2	2	4	1	0	1	1
R5	0	0	1	1	0	1	3	1	3	0	1	1	3
R6	0	4	0	4	4	0	4	4	4	1	2	2	1
R7	4	4	0	0	1	1	0	4	1	1	2	4	4
R8	1	4	2	2	1	1	4	0	4	4	1	1	3
R9	0	4	2	4	1	1	4	2	0	4	2	4	3
R10	0	4	0	3	1	1	4	1	4	0	2	3	4
R11	0	4	3	4	0	2	0	0	0	0	0	4	2
R12	0	4	3	4	0	0	1	4	2	1	4	0	2
R13	0	4	4	4	0	0	1	3	3	4	2	3	0

Tabel 4.10 *Direct-relation matrix* dari *expert 4*

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13
R1	0	2	1	4	1	2	3	3	2	2	1	1	1
R2	2	0	1	1	1	2	1	1	3	1	1	1	1
R3	3	0	0	2	0	4	4	1	3	0	0	1	1
R4	0	0	0	0	4	0	2	2	4	0	0	1	0
R5	0	0	0	4	0	1	1	1	2	1	1	1	1
R6	0	0	0	4	0	0	0	0	2	0	0	0	0
R7	0	0	1	2	1	3	0	1	4	0	0	1	1
R8	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	2	2
R9	0	0	0	4	3	4	0	3	0	0	0	0	0
R10	0	1	0	2	0	0	0	2	4	0	0	1	1
R11	0	3	1	2	0	0	3	3	3	3	0	3	2
R12	0	0	1	2	0	2	2	1	2	0	0	0	3
R13	0	0	0	3	0	2	3	2	2	3	0	3	0

Setelah penilaian dari masing-masing *expert* telah didapatkan, selanjutnya untuk menangani penilaian subjektif dari tiap *expert*, nilai skala penilaian linguistik dari *direct relation matrix* dari tiap *expert* akan dirubah menjadi skala penilaian linguistik *grey* sesuai dengan Tabel 2.1. Data-data DRM dari tiap *expert* dapat dilihat pada Tabel 4.11, Tabel 4.13, Tabel 4.14, dan Tabel 4.16.

Tabel 4.11 *Grey relation matrix* dari *expert 1*

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13
R1	0, 0	0, 0.25	0.25, 0.5	0.5, 0.75	0.75, 1	0.25, 0.5	0, 0.25	0.5, 0.75	0, 0.25	0, 0.25	0, 0.25	0, 0.25	0.25, 0.5
R2	0, 0.25	0, 0	0, 0.25	0.75, 1	0.75, 1	0.5, 0.75	0, 0.25	0.75, 1	0, 0.25	0, 0.25	0, 0.25	0, 0.25	0.25, 0.5
R3	0.75, 1	0.5, 0.75	0, 0	0.75, 1	0.75, 1	0.5, 0.75	0, 0.25	0, 0.25	0, 0.25	0, 0.25	0, 0.25	0, 0.25	0, 0.25
R4	0.75, 1	0.25, 0.5	0.25, 0.5	0, 0	0.75, 1	0.75, 1	0.25, 0.5	0, 0.25	0, 0.25	0, 0.25	0, 0.25	0, 0.25	0, 0.25
R5	0, 0	0.25, 0.5	0, 0.25	0.5, 0.75	0, 0	0, 0.25	0, 0.25	0, 0.25	0, 0.25	0.5, 0.75	0, 0.25	0, 0.25	0, 0.25
R6	0, 0	0.25, 0.5	0.25, 0.5	0.25, 0.5	0.25, 0.5	0, 0	0, 0.25	0, 0.25	0.25, 0.5	0, 0.25	0, 0.25	0, 0.25	0, 0.25
R7	0.25, 0.5	0, 0.25	0.25, 0.5	0, 0.25	0.5, 0.75	0.5, 0.75	0, 0	0.25, 0.5	0.25, 0.5	0.25, 0.5	0, 0.25	0, 0.25	0, 0.25
R8	0.5, 0.75	0.5, 0.75	0.25, 0.5	0, 0.25	0.5, 0.75	0.25, 0.5	0, 0.25	0, 0	0.25, 0.5	0.25, 0.5	0, 0.25	0, 0.25	0, 0.25
R9	0, 0	0, 0.25	0.25, 0.5	0.5, 0.75	0.75, 1	0.25, 0.5	0.25, 0.5	0.25, 0.5	0, 0	0.25, 0.5	0, 0.25	0, 0.25	0, 0.25

Tabel 4.12 Grey relation matrix dari expert 1 (lanjutan)

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13
R10	0, 0	0.25, 0.5	0.25, 0.5	0.25, 0.5	0.75, 1	0.25, 0.5	0.25, 0.5	0.25, 0.5	0.25, 0.5	0, 0	0, 0.25	0, 0.25	0, 0.25
R11	0.25, 0.5	0.25, 0.5	0.25, 0.5	0.25, 0.5	0.75, 1	0.5, 0.75	0, 0.25	0, 0.25	0, 0.25	0, 0.25	0, 0	0, 0.25	0, 0.25
R12	0, 0	0, 0.25	0, 0.25	0.75, 1	0.75, 1	0.25, 0.5	0.25, 0.5	0.25, 0.5	0.25, 0.5	0, 0.25	0, 0.25	0, 0	0, 0.25
R13	0, 0	0.25, 0.5	0.5, 0.75	0.25, 0.5	0.75, 1	0.5, 0.75	0.25, 0.5	0.25, 0.5	0.25, 0.5	0, 0.25	0, 0.25	0, 0.25	0, 0

Tabel 4.13 Grey relation matrix dari expert 2

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13
R1	0, 0	0.75, 1	0.5, 0.75	0.75, 1	0.5, 0.75	0.75, 1	0.75, 1	0.75, 1	0.5, 0.75	0.5, 0.75	0.75, 1	0.5, 0.75	0.75, 1
R2	0.75, 1	0, 0	0.5, 0.75	0.5, 0.75	0.75, 1	0.75, 1	0.75, 1	0.75, 1	0.5, 0.75	0.75, 1	0.75, 1	0.5, 0.75	0.75, 1
R3	0.75, 1	0.75, 1	0, 0	0.5, 0.75	0.75, 1	0.75, 1	0.5, 0.75	0.75, 1	0.75, 1	0.5, 0.75	0.25, 0.5	0.75, 1	0.75, 1
R4	0.5, 0.75	0.75, 1	0.25, 0.5	0, 0	0.5, 0.75	0.25, 0.5	0.5, 0.75	0.75, 1	0.5, 0.75	0.75, 1	0.75, 1	0.5, 0.75	0.5, 0.75
R5	0, 0	0, 0	0, 0	0.75, 1	0, 0	0.75, 1	0.5, 0.75	0.75, 1	0.75, 1	0.5, 0.75	0.75, 1	0.5, 0.75	0.75, 1
R6	0, 0	0, 0	0, 0	0.75, 1	0.75, 1	0, 0	0.5, 0.75	0, 0	0.5, 0.75	0, 0	0.5, 0.75	0.5, 0.75	0.75, 1
R7	0.75, 1	0.5, 0.75	0.75, 1	0.75, 1	0.75, 1	0.5, 0.75	0, 0	0.5, 0.75	0.75, 1	0.5, 0.75	0.75, 1	0.5, 0.75	0.75, 1
R8	0, 0	0.75, 1	0.75, 1	0.5, 0.75	0.75, 1	0.75, 1	0.75, 1	0, 0	0.75, 1	0, 0	0.75, 1	0.75, 1	0.75, 1
R9	0, 0	0.5, 0.75	0.75, 1	0.5, 0.75	0.75, 1	0.5, 0.75	0.75, 1	0.75, 1	0, 0	0.75, 1	0.75, 1	0.5, 0.75	0.5, 0.75
R10	0, 0	0.5, 0.75	0, 0.25	0, 0.25	0, 0.25	0.75, 1	0.75, 1	0.25, 0.5	0.5, 0.75	0, 0	0.5, 0.75	0.75, 1	0.75, 1
R11	0.5, 0.75	0.75, 1	0.75, 1	0, 0.25	0.5, 0.75	0.5, 0.75	0.75, 1	0.75, 1	0.5, 0.75	0.75, 1	0, 0	0.75, 1	0.75, 1
R12	0, 0	0.5, 0.75	0.75, 1	0.75, 1	0.5, 0.75	0.75, 1	0.75, 1	0.75, 1	0.75, 1	0.5, 0.75	0.5, 0.75	0, 0	0.5, 0.75
R13	0, 0	0.5, 0.75	0.75, 1	0.5, 0.75	0, 0.25	0.25, 0.5	0.75, 1	0.25, 0.5	0.5, 0.75	0.75, 1	0.75, 1	0.75, 1	0, 0

Tabel 4.14 Grey relation matrix dari expert 3

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13
R1	0, 0	0.25, 0.5	0.5, 0.75	0.75, 1	0, 0	0, 0.25	0, 0	0, 0	0.25, 0.5	0.5, 0.75	0, 0.25	0, 0.25	0, 0
R2	0.75, 1	0, 0	0.25, 0.5	0.5, 0.75	0, 0.25	0, 0.25	0.5, 0.75	0.5, 0.75	0.5, 0.75	0, 0.25	0.25, 0.5	0, 0.25	0.5, 0.75
R3	0.75, 1	0.75, 1	0, 0	0.75, 1	0.25, 0.5	0.5, 0.75	0.75, 1	0.5, 0.75	0.75, 1	0.25, 0.5	0.25, 0.5	0, 0.25	0, 0.25
R4	0.5, 0.75	0.75, 1	0.75, 1	0, 0	0.5, 0.75	0.25, 0.5	0.25, 0.5	0.25, 0.5	0.75, 1	0, 0.25	0, 0	0, 0.25	0, 0.25

Tabel 4.15 Grey relation matrix dari expert 3 (lanjutan)

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13
R5	0, 0	0, 0	0, 0.25	0, 0.25	0, 0	0, 0.25	0.5, 0.75	0, 0.25	0.5, 0.75	0, 0	0, 0.25	0, 0.25	0.5, 0.75
R6	0, 0	0.75, 1	0, 0	0.75, 1	0.75, 1	0, 0	0.75, 1	0.75, 1	0.75, 1	0, 0.25	0.25, 0.5	0.25, 0.5	0, 0.25
R7	0.75, 1	0.75, 1	0, 0	0, 0	0, 0.25	0, 0.25	0, 0	0.75, 1	0, 0.25	0, 0.25	0.25, 0.5	0.75, 1	0.75, 1
R8	0, 0.25	0.75, 1	0.25, 0.5	0.25, 0.5	0, 0.25	0, 0.25	0.75, 1	0, 0	0.75, 1	0.75, 1	0.25, 0.5	0.25, 0.5	0.5, 0.75
R9	0, 0	0.75, 1	0.25, 0.5	0.75, 1	0, 0.25	0, 0.25	0.75, 1	0.25, 0.5	0, 0	0.75, 1	0.25, 0.5	0.75, 1	0.5, 0.75
R10	0, 0	0.75, 1	0, 0	0.5, 0.75	0, 0.25	0, 0.25	0.75, 1	0, 0.25	0.75, 1	0, 0	0.25, 0.5	0.5, 0.75	0.75, 1
R11	0, 0	0.75, 1	0.5, 0.75	0.75, 1	0, 0	0.25, 0.5	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0.75, 1	0.25, 0.5
R12	0, 0	0.75, 1	0.5, 0.75	0.75, 1	0, 0	0, 0	0, 0.25	0.75, 1	0.25, 0.5	0, 0.25	0.75, 1	0, 0	0.25, 0.5
R13	0, 0	0.75, 1	0.75, 1	0.75, 1	0, 0	0, 0	0, 0.25	0.5, 0.75	0.5, 0.75	0.75, 1	0.25, 0.5	0.5, 0.75	0, 0

Tabel 4.16 Grey relation matrix dari expert 4

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13
R1	0, 0	0.25, 0.5	0, 0.25	0.75, 1	0, 0.25	0.25, 0.5	0.5, 0.75	0.5, 0.75	0.25, 0.5	0.25, 0.5	0, 0.25	0, 0.25	0, 0.25
R2	0.25, 0.5	0, 0	0, 0.25	0, 0.25	0, 0.25	0.25, 0.5	0, 0.25	0, 0.25	0.5, 0.75	0, 0.25	0, 0.25	0, 0.25	0, 0.25
R3	0.5, 0.75	0, 0	0, 0	0.25, 0.5	0, 0	0.75, 1	0.75, 1	0, 0.25	0.5, 0.75	0, 0	0, 0	0, 0.25	0, 0.25
R4	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0.75, 1	0, 0	0.25, 0.5	0.25, 0.5	0.75, 1	0, 0	0, 0	0, 0.25	0, 0
R5	0, 0	0, 0	0, 0	0.75, 1	0, 0	0, 0.25	0, 0.25	0, 0.25	0.25, 0.5	0, 0.25	0, 0.25	0, 0.25	0, 0.25
R6	0, 0	0, 0	0, 0	0.75, 1	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0.25, 0.5	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0
R7	0, 0	0, 0	0, 0.25	0.25, 0.5	0, 0.25	0.5, 0.75	0, 0	0, 0.25	0.75, 1	0, 0	0, 0	0, 0.25	0, 0.25
R8	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0.25	0, 0	0.25, 0.5	0, 0	0, 0	0.25, 0.5	0.25, 0.5
R9	0, 0	0, 0	0, 0	0.75, 1	0.5, 0.75	0.75, 1	0, 0	0.5, 0.75	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0
R10	0, 0	0, 0.25	0, 0	0.25, 0.5	0, 0	0, 0	0, 0	0.25, 0.5	0.75, 1	0, 0	0, 0	0, 0.25	0, 0.25
R11	0, 0	0.5, 0.75	0, 0.25	0.25, 0.5	0, 0	0, 0	0.5, 0.75	0.5, 0.75	0.5, 0.75	0.5, 0.75	0, 0	0.5, 0.75	0.25, 0.5
R12	0, 0	0, 0	0, 0.25	0.25, 0.5	0, 0	0.25, 0.5	0.25, 0.5	0, 0.25	0.25, 0.5	0, 0	0, 0	0, 0	0.5, 0.75
R13	0, 0	0, 0	0, 0	0.5, 0.75	0, 0	0.25, 0.5	0.5, 0.75	0.25, 0.5	0.25, 0.5	0.5, 0.75	0, 0	0.5, 0.75	0, 0

Setelah nilai dari masing-masing skala linguistik dirubah menjadi skala penilaian linguistik *grey*, selanjutnya rata-rata dari penilaian para *expert* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.6. Nilai rata-rata *grey relation matrix* dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Average grey relation matrix

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13
R1	0, 0	0.3125, 0.5625	0.3125, 0.5625	0.6875, 0.9375	0.3125, 0.5	0.3125, 0.5625	0.3125, 0.5	0.4375, 0.625	0.25, 0.5	0.3125, 0.5625	0.1875, 0.4375	0.125, 0.375	0.25, 0.4375
R2	0.4375, 0.6875	0, 0	0.1875, 0.4375	0.4375, 0.6875	0.375, 0.625	0.375, 0.625	0.3125, 0.5625	0.5, 0.75	0.375, 0.625	0.1875, 0.4375	0.25, 0.5	0.125, 0.375	0.375, 0.625
R3	0.6875, 0.9375	0.5, 0.6875	0, 0	0.5625, 0.8125	0.4375, 0.625	0.625, 0.875	0.5, 0.75	0.3125, 0.5625	0.5, 0.75	0.1875, 0.375	0.125, 0.3125	0.1875, 0.4375	0.1875, 0.4375
R4	0.4375, 0.625	0.4375, 0.625	0.3125, 0.5	0, 0	0.625, 0.875	0.3125, 0.5	0.3125, 0.5625	0.3125, 0.5625	0.5, 0.75	0.1875, 0.375	0.1875, 0.3125	0.125, 0.375	0.125, 0.3125
R5	0, 0	0.0625, 0.125	0, 0.125	0.5, 0.75	0, 0	0.1875, 0.4375	0.25, 0.5	0.1875, 0.4375	0.375, 0.625	0.25, 0.4375	0.1875, 0.4375	0.125, 0.375	0.3125, 0.5625
R6	0, 0	0.25, 0.375	0.0625, 0.125	0.625, 0.875	0.4375, 0.625	0, 0	0.3125, 0.5	0.1875, 0.3125	0.4375, 0.6875	0, 0.125	0.1875, 0.375	0.1875, 0.375	0.1875, 0.375
R7	0.4375, 0.625	0.3125, 0.5	0.25, 0.4375	0.25, 0.4375	0.3125, 0.5625	0.375, 0.625	0, 0	0.375, 0.625	0.4375, 0.6875	0.1875, 0.375	0.25, 0.4375	0.3125, 0.5625	0.375, 0.625
R8	0.125, 0.25	0.5, 0.6875	0.3125, 0.5	0.1875, 0.375	0.3125, 0.5	0.25, 0.4375	0.375, 0.625	0, 0	0.5, 0.75	0.25, 0.375	0.25, 0.4375	0.3125, 0.5625	0.375, 0.625
R9	0, 0	0.3125, 0.5	0.3125, 0.5	0.625, 0.875	0.5, 0.75	0.375, 0.625	0.4375, 0.625	0.4375, 0.6875	0, 0	0.4375, 0.625	0.25, 0.4375	0.3125, 0.5	0.25, 0.4375
R10	0, 0	0.375, 0.625	0.0625, 0.1875	0.25, 0.5	0.1875, 0.375	0.25, 0.4375	0.4375, 0.625	0.1875, 0.4375	0.5625, 0.8125	0, 0	0.1875, 0.375	0.3125, 0.5625	0.375, 0.625
R11	0.1875, 0.3125	0.5625, 0.8125	0.375, 0.625	0.3125, 0.5625	0.3125, 0.4375	0.3125, 0.5	0.3125, 0.5	0.3125, 0.5	0.25, 0.4375	0.3125, 0.5	0, 0	0.5, 0.75	0.3125, 0.5625
R12	0, 0	0.3125, 0.5	0.3125, 0.5625	0.625, 0.875	0.3125, 0.4375	0.3125, 0.5	0.3125, 0.5625	0.4375, 0.6875	0.375, 0.625	0.125, 0.3125	0.3125, 0.5	0, 0	0.3125, 0.5625
R13	0, 0	0.375, 0.5625	0.5, 0.6875	0.5, 0.75	0.1875, 0.3125	0.25, 0.4375	0.375, 0.625	0.3125, 0.5625	0.375, 0.625	0.5, 0.75	0.25, 0.4375	0.4375, 0.6875	0, 0

Langkah selanjutnya yaitu nilai dari rata-rata *grey relation matrix* akan diubah menjadi nilai tajam (*crisp value*) untuk dapat digunakan kedalam metode DEMATEL. Langkah perhitungan ini terdiri dari 3 langkah yaitu normalisasi bilangan *grey*, evaluasi total nilai tajam (*crisp value*) yang dinormalisasi, dan perhitungan nilai tajam (*crisp value*) akhir.

Perhitungan normalisasi bilangan *grey* dilakukan sebagai berikut:

- Langkah pertama dilakukan perhitungan terhadap nilai  $\Delta_{min}^{max}$  dengan menggunakan persamaan 2.3.  $\Delta_{min}^{max}$  merupakan perbedaan antara nilai *grey* atas maksimum dan nilai *grey* bawah minimum pada *Average grey relation matrix*, berikut contoh untuk risiko R1 yang dapat dilihat pada Tabel 4.12:

$$\begin{aligned}\Delta_{min}^{max} &= 0.9375 - 0 \\ &= 0.9375\end{aligned}$$

- Selanjutnya yaitu melakukan perhitungan pada  $(\underline{\tilde{P}}_{ij}^k)$  nilai *grey* bawah pada *grey number* yang telah dinormalisasikan dan  $(\overline{\tilde{P}}_{ij}^k)$  nilai *grey* atas pada *grey number* yang telah dinormalisasikan. Dengan menggunakan persamaan 2.1 dan 2.2 nilai *grey* yang telah dinormalisasikan dapat diperoleh dan dapat dilihat pada Tabel 4.20. Berikut contoh perhitungan untuk risiko R1 terhadap R2:

$$\begin{aligned}\underline{\tilde{P}}_{ij}^k &= (0.4375 - 0) / 0.9375 \\ &= 0.466667\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\overline{\tilde{P}}_{ij}^k &= (0.6875 - 0) / 0.9375 \\ &= 0.73333\end{aligned}$$

Tabel 4.18 Perhitungan  $\Delta_{min}^{max}$

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	$\Delta_{min}^{max}$
R1	0, 0	0.3125, 0.5625	0.3125, 0.5625	0.6875, 0.9375	0.3125, 0.5	0.3125, 0.5625	0.3125, 0.5	0.4375, 0.625	0.25, 0.5	0.3125, 0.5625	0.1875, 0.4375	0.125, 0.375	0.25, 0.4375	0.9375
R2	0.4375, 0.6875	0, 0	0.1875, 0.4375	0.4375, 0.6875	0.375, 0.625	0.375, 0.625	0.3125, 0.5625	0.5, 0.75	0.375, 0.625	0.1875, 0.4375	0.25, 0.5	0.125, 0.375	0.375, 0.625	0.8125
R3	0.6875, 0.9375	0.5, 0.6875	0, 0	0.5625, 0.8125	0.4375, 0.625	0.625, 0.875	0.5, 0.75	0.3125, 0.5625	0.5, 0.75	0.1875, 0.375	0.125, 0.3125	0.1875, 0.4375	0.1875, 0.4375	0.6875
R4	0.4375, 0.625	0.4375, 0.625	0.3125, 0.5	0, 0	0.625, 0.875	0.3125, 0.5	0.3125, 0.5625	0.3125, 0.5625	0.5, 0.75	0.1875, 0.375	0.1875, 0.3125	0.125, 0.375	0.125, 0.3125	0.9375



Tabel 4.19 Perhitungan  $\Delta_{min}^{max}$  (lanjutan)

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	$\Delta_{min}^{max}$
R5	0, 0	0.0625, 0.125	0, 0.125	0.5, 0.75	0, 0	0.1875, 0.4375	0.25, 0.5	0.1875, 0.4375	0.375, 0.625	0.25, 0.4375	0.1875, 0.4375	0.125, 0.375	0.3125, 0.5625	0.875
R6	0, 0	0.25, 0.375	0.0625, 0.125	0.625, 0.875	0.4375, 0.625	0, 0	0.3125, 0.5	0.1875, 0.3125	0.4375, 0.6875	0, 0.125	0.1875, 0.375	0.1875, 0.375	0.1875, 0.375	0.875
R7	0.4375, 0.625	0.3125, 0.5	0.25, 0.4375	0.25, 0.4375	0.3125, 0.5625	0.375, 0.625	0, 0	0.375, 0.625	0.4375, 0.6875	0.1875, 0.375	0.25, 0.4375	0.3125, 0.5625	0.375, 0.625	0.75
R8	0.125, 0.25	0.5, 0.6875	0.3125, 0.5	0.1875, 0.375	0.3125, 0.5	0.25, 0.4375	0.375, 0.625	0, 0	0.5, 0.75	0.25, 0.375	0.25, 0.4375	0.3125, 0.5625	0.375, 0.625	0.75
R9	0, 0	0.3125, 0.5	0.3125, 0.5	0.625, 0.875	0.5, 0.75	0.375, 0.625	0.4375, 0.625	0.4375, 0.6875	0, 0	0.4375, 0.625	0.25, 0.4375	0.3125, 0.5	0.25, 0.4375	0.8125
R10	0, 0	0.375, 0.625	0.0625, 0.1875	0.25, 0.5	0.1875, 0.375	0.25, 0.4375	0.4375, 0.625	0.1875, 0.4375	0.5625, 0.8125	0, 0	0.1875, 0.375	0.3125, 0.5625	0.375, 0.625	0.75
R11	0.1875, 0.3125	0.5625, 0.8125	0.375, 0.625	0.3125, 0.5625	0.3125, 0.4375	0.3125, 0.5	0.3125, 0.5	0.3125, 0.5	0.25, 0.4375	0.3125, 0.5	0, 0	0.5, 0.75	0.3125, 0.5625	0.5
R12	0, 0	0.3125, 0.5	0.3125, 0.5625	0.625, 0.875	0.3125, 0.4375	0.3125, 0.5	0.3125, 0.5625	0.4375, 0.6875	0.375, 0.625	0.125, 0.3125	0.3125, 0.5	0, 0	0.3125, 0.5625	0.75
R13	0, 0	0.375, 0.5625	0.5, 0.6875	0.5, 0.75	0.1875, 0.3125	0.25, 0.4375	0.375, 0.625	0.3125, 0.5625	0.375, 0.625	0.5, 0.75	0.25, 0.4375	0.4375, 0.6875	0, 0	0.625
Max	0.6875, 0.9375	0.5625, 0.8125	0.5, 0.6875	0.6875, 0.9375	0.625, 0.875	0.625, 0.875	0.5, 0.75	0.5, 0.75	0.5625, 0.8125	0.5, 0.75	0.3125, 0.5	0.5, 0.75	0.375, 0.625	
Min	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	

Tabel 4.20 Normalisasi bilangan grey

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13
R1	0, 0	0.3846, 0.6923	0.4545, 0.8182	0.7333, 1	0.3571, 0.5714	0.3571, 0.6429	0.4167, 0.6667	0.5833, 0.8333	0.3077, 0.6154	0.4167, 0.75	0.3750, 0.8750	0.1667, 0.5	0.4, 0.7
R2	0.4667, 0.7333	0, 0	0.2727, 0.6364	0.4667, 0.7333	0.4286, 0.7143	0.4286, 0.7143	0.4167, 0.75	0.6667, 1	0.4615, 0.7692	0.25, 0.5833	0.5, 1	0.1667, 0.5	0.6, 1
R3	0.7333, 1	0.6154, 0.8462	0, 0	0.6, 0.8667	0.5, 0.7143	0.7143, 1	0.6667, 1	0.4167, 0.75	0.6154, 0.9231	0.25, 0.5	0.25, 0.625	0.25, 0.5833	0.3, 0.7
R4	0.4667, 0.6667	0.5385, 0.7692	0.4545, 0.7273	0, 0	0.7143, 1	0.3571, 0.5714	0.4167, 0.75	0.4167, 0.75	0.6154, 0.9231	0.25, 0.5	0.375, 0.625	0.1667, 0.5	0.2, 0.5
R5	0, 0	0.0769, 0.1538	0, 0.1818	0.5333, 0.8	0, 0	0.2143, 0.5	0.3333, 0.6667	0.25, 0.5833	0.4615, 0.7692	0.3333, 0.5833	0.375, 0.875	0.1667, 0.5	0.5, 0.9
R6	0, 0	0.3077, 0.4615	0.0909, 0.1818	0.6667, 0.9333	0.5, 0.7143	0, 0	0.4167, 0.6667	0.25, 0.4167	0.5385, 0.8462	0, 0.1667	0.375, 0.75	0.25, 0.5	0.3, 0.6
R7	0.4667, 0.6667	0.3846, 0.6154	0.3636, 0.6364	0.2667, 0.4667	0.3571, 0.6429	0.4286, 0.7143	0, 0	0.5, 0.8333	0.5385, 0.8462	0.25, 0.5	0.5, 0.875	0.4167, 0.75	0.6, 1
R8	0.1333, 0.2667	0.6154, 0.8462	0.4545, 0.7273	0.2, 0.4	0.3571, 0.5714	0.2857, 0.5	0.5, 0.8333	0, 0	0.6154, 0.9231	0.3333, 0.5	0.5, 0.875	0.4167, 0.75	0.6, 1
R9	0, 0	0.3846, 0.6154	0.4545, 0.7273	0.6667, 0.9333	0.5714, 0.8571	0.4286, 0.7143	0.5833, 0.8333	0.5833, 0.9167	0, 0	0.5833, 0.8333	0.5, 0.875	0.4167, 0.6667	0.4, 0.7
R10	0, 0	0.4615, 0.7692	0.0909, 0.2727	0.2667, 0.5333	0.2143, 0.4286	0.2857, 0.5	0.5833, 0.8333	0.25, 0.5833	0.6923, 1	0, 0	0.375, 0.75	0.4167, 0.75	0.6, 1
R11	0.2, 0.3333	0.6923, 1	0.5455, 0.9091	0.3333, 0.6	0.3571, 0.5	0.3571, 0.5714	0.4167, 0.6667	0.4167, 0.6667	0.3077, 0.5385	0.4167, 0.6667	0, 0	0.6667, 1	0.5, 0.9
R12	0, 0	0.3846, 0.6154	0.4545, 0.8182	0.6667, 0.9333	0.3571, 0.5	0.3571, 0.5714	0.4167, 0.75	0.5833, 0.9167	0.4615, 0.7692	0.1667, 0.4167	0.6250, 1	0, 0	0.5, 0.9
R13	0, 0	0.4615, 0.6923	0.7273, 1	0.5333, 0.8	0.2143, 0.3571	0.2857, 0.5	0.5, 0.8333	0.4167, 0.75	0.4615, 0.7692	0.6667, 1	0.5, 0.875	0.5833, 0.9167	0, 0

Selanjutnya perhitungan evaluasi total nilai tajam (*crisp value*) yang dinormalisasi dilakukan dengan persamaan 2.4. Berikut contoh perhitungan untuk risiko R1 terhadap R2, dan dapat dilihat pada Tabel 4.21:

$$Q_{ij}^k = \frac{(0.3846(1-0.3846)+(0.6923 \times 0.6923))}{(1-0.3846+0.6923)}$$

$$= 0.5475$$

Tabel 4.21 Evaluasi total nilai tajam (*crisp value*)

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13
R1	0	0.5475	0.6727	0.9439	0.4580	0.5	0.55	0.75	0.4525	0.6042	0.6667	0.2917	0.5615
R2	0.6211	0	0.4424	0.6211	0.5873	0.5873	0.6042	0.9167	0.6425	0.3958	0.8333	0.2917	0.8857
R3	0.9439	0.7740	0	0.7825	0.6261	0.9365	0.9167	0.6042	0.8326	0.35	0.4205	0.3958	0.5
R4	0.5778	0.6827	0.6104	0	0.9365	0.4580	0.6042	0.6042	0.8326	0.35	0.5	0.2917	0.3154
R5	0	0.0879	0.0280	0.7018	0	0.3254	0.5	0.3958	0.6425	0.45	0.6667	0.2917	0.7571
R6	0	0.3692	0.1061	0.8632	0.6261	0	0.55	0.3095	0.7376	0.0238	0.5795	0.35	0.4385
R7	0.5778	0.5	0.5	0.3444	0.5	0.5873	0	0.7083	0.7376	0.35	0.7386	0.6042	0.8857
R8	0.1647	0.7740	0.6104	0.2667	0.4580	0.3739	0.7083	0	0.8326	0.4048	0.7386	0.6042	0.8857
R9	0	0.5	0.6104	0.8632	0.7619	0.5873	0.75	0.8125	0	0.75	0.7386	0.55	0.5615
R10	0	0.6425	0.1329	0.3789	0.2899	0.3739	0.75	0.3958	0.9276	0	0.5795	0.6042	0.8857
R11	0.2392	0.9276	0.7879	0.4596	0.4196	0.4580	0.55	0.55	0.4087	0.55	0	0.9167	0.7571
R12	0	0.5	0.6727	0.8632	0.4196	0.4580	0.6042	0.8125	0.6425	0.25	0.8977	0	0.7571
R13	0	0.5913	0.9416	0.7018	0.2589	0.3739	0.7083	0.6042	0.6425	0.9167	0.7386	0.8125	0

Selanjutnya perhitungan nilai tajam (*crisp value*) akhir akan dilakukan dengan menggunakan persamaan 2.5. Berikut contoh perhitungan untuk risiko R1 terhadap R2, dan dapat dilihat pada Tabel 4.30

$$R_{ij}^k = 0 + (0.5475 \times 0.8125)$$

$$= 0.4449$$

Tabel 4.22 Final crisp relation matrix

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13
R1	0	0.4449	0.4625	0.8849	0.4007	0.4375	0.4125	0.5625	0.3676	0.4531	0.3333	0.2188	0.3510
R2	0.5822	0	0.3042	0.5822	0.5139	0.5139	0.4531	0.6875	0.5221	0.2969	0.4167	0.2188	0.5536
R3	0.8849	0.6289	0	0.7336	0.5478	0.8194	0.6875	0.4531	0.6765	0.2625	0.2102	0.2969	0.3125
R4	0.5417	0.5547	0.4196	0	0.8194	0.4007	0.4531	0.4531	0.6765	0.2625	0.25	0.2188	0.1971
R5	0	0.0714	0.0192	0.6579	0	0.2847	0.3750	0.2969	0.5221	0.3375	0.3333	0.2188	0.4732
R6	0	0.3000	0.0729	0.8092	0.5478	0	0.4125	0.2321	0.5993	0.0179	0.2898	0.2625	0.2740
R7	0.5417	0.4063	0.3438	0.3229	0.4375	0.5139	0	0.5313	0.5993	0.2625	0.3693	0.4531	0.5536
R8	0.1544	0.6289	0.4196	0.25	0.4007	0.3272	0.5313	0	0.6765	0.3036	0.3693	0.4531	0.5536
R9	0	0.4063	0.4196	0.8092	0.6667	0.5139	0.5625	0.6094	0	0.5625	0.3693	0.4125	0.3510
R10	0	0.5221	0.0913	0.3553	0.2537	0.3272	0.5625	0.2969	0.7537	0	0.2898	0.4531	0.5536
R11	0.2243	0.7537	0.5417	0.4309	0.3672	0.4007	0.4125	0.4125	0.3320	0.4125	0	0.6875	0.4732
R12	0	0.4063	0.4625	0.8092	0.3672	0.4007	0.4531	0.6094	0.5221	0.1875	0.4489	0	0.4732
R13	0	0.4805	0.6473	0.6579	0.2266	0.3272	0.5313	0.4531	0.5221	0.6875	0.3693	0.6094	0

Setelah didapatkan *final crisp relation matrix*, nilai dari *matrix* tersebut akan menjadi *direct relation matrix* (DRM) yang akan menjadi *input* dalam proses penyelesaian menggunakan metode DEMATEL. Langkah perhitungannya terdiri dari 3 langkah yaitu membuat *normalized direct-relation matrix*, menghitung *total-relation matrix* (TRM), perbandingan risiko serta mendapatkan *cause-effect diagram* dalam setiap kategori risiko.

1. Perhitungan *normalized direct-relation matrix* dilakukan dengan menggunakan persamaan 2.8 dan 2.9. Berikut penjabaran perhitungan untuk mencari nilai k dengan menggunakan persamaan 2.9.

Tabel 4.23 Total nilai dalam baris *final crisp relation*

Risk	Total Nilai
R1	5.3293
R2	5.6450
R3	6.5138
R4	5.2473
R5	3.5900
R6	3.8180
R7	5.3350
R8	5.0682
R9	5.6828
R10	4.4591
R11	5.4487
R12	5.1400
R13	5.5121
Max	6.513764

$$k = \frac{1}{6.513764}$$

$$= 0.1535$$

Kemudian dengan menggunakan persamaan 2.8 akan didapatkan *normalized direct-relation matrix* yang dapat dilihat pada Tabel 4.24, dan berikut contoh perhitungan pada kriteria risiko R1 terhadap R2:

$$M = 0.1535 \times 0.4449$$

$$= 0.0683$$

Tabel 4.24 *Normalized direct-relation matrix*

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13
R1	0	0.0683	0.0710	0.1358	0.0615	0.0672	0.0633	0.0864	0.0564	0.0696	0.0512	0.0336	0.0539
R2	0.0894	0	0.0467	0.0894	0.0789	0.0789	0.0696	0.1055	0.0801	0.0456	0.0640	0.0336	0.0850
R3	0.1358	0.0966	0	0.1126	0.0841	0.1258	0.1055	0.0696	0.1039	0.0403	0.0323	0.0456	0.0480
R4	0.0832	0.0852	0.0644	0	0.1258	0.0615	0.0696	0.0696	0.1039	0.0403	0.0384	0.0336	0.0303
R5	0	0.0110	0.0030	0.1010	0	0.0437	0.0576	0.0456	0.0801	0.0518	0.0512	0.0336	0.0726
R6	0	0.0461	0.0112	0.1242	0.0841	0	0.0633	0.0356	0.0920	0.0027	0.0445	0.0403	0.0421
R7	0.0832	0.0624	0.0528	0.0496	0.0672	0.0789	0	0.0816	0.0920	0.0403	0.0567	0.0696	0.0850
R8	0.0237	0.0966	0.0644	0.0384	0.0615	0.0502	0.0816	0	0.1039	0.0466	0.0567	0.0696	0.0850
R9	0	0.0624	0.0644	0.1242	0.1023	0.0789	0.0864	0.0936	0	0.0864	0.0567	0.0633	0.0539
R10	0	0.0801	0.0140	0.0545	0.0389	0.0502	0.0864	0.0456	0.1157	0	0.0445	0.0696	0.0850
R11	0.0344	0.1157	0.0832	0.0662	0.0564	0.0615	0.0633	0.0633	0.0510	0.0633	0	0.1055	0.0726
R12	0	0.0624	0.0710	0.1242	0.0564	0.0615	0.0696	0.0936	0.0801	0.0288	0.0689	0	0.0726
R13	0	0.0738	0.0994	0.1010	0.0348	0.0502	0.0816	0.0696	0.0801	0.1055	0.0567	0.0936	0

2. Selanjutnya perhitungan *total relation matrix* akan dilakukan dengan menggunakan persamaan 2.10. Berdasarkan persamaan 2.10 langkah pertama yaitu dilakukan pengurangan antara matriks identitas dengan *normalized direct-relation matrix* pada Tabel 4.24. Selanjutnya hasil tersebut akan dirubah menjadi *inverse matrix* yang dapat dihitung menggunakan fungsi MINVERSE pada *Excel*. Kemudian, langkah akhir yaitu melakukan perkalian antara *normalized direct-relation matrix* (M) dengan *inverse matrix*  $((I-M)^{-1})$  dengan menggunakan fungsi MMULT pada *Excel*. Hasil dari perhitungan *total relation matrix* dapat dilihat pada Tabel 4.25.

Tabel 4.25 *Total relation matrix*

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13
R1	0.1438	0.3173	0.2595	0.4452	0.3250	0.3035	0.3260	0.3359	0.3649	0.2520	0.2362	0.2370	0.2826
R2	0.2283	0.2649	0.2494	0.4226	0.3511	0.3246	0.3443	0.3662	0.3989	0.2428	0.2585	0.2497	0.3231
R3	0.2951	0.3875	0.2300	0.4958	0.3990	0.4040	0.4143	0.3737	0.4652	0.2624	0.2577	0.2852	0.3226
R4	0.2136	0.3201	0.2457	0.3180	0.3741	0.2923	0.3235	0.3154	0.3955	0.2223	0.2210	0.2301	0.2571
R5	0.0918	0.1842	0.1378	0.3105	0.1810	0.2028	0.2353	0.2170	0.2859	0.1790	0.1770	0.1756	0.2256
R6	0.1013	0.2225	0.1513	0.3461	0.2734	0.1713	0.2494	0.2195	0.3073	0.1398	0.1784	0.1857	0.2060
R7	0.2139	0.3104	0.2457	0.3747	0.3264	0.3136	0.2664	0.3335	0.3932	0.2285	0.2434	0.2719	0.3119
R8	0.1583	0.3321	0.2492	0.3513	0.3123	0.2814	0.3338	0.2504	0.3937	0.2280	0.2373	0.2661	0.3057
R9	0.1479	0.3211	0.2595	0.4472	0.3717	0.3231	0.3580	0.3521	0.3266	0.2738	0.2504	0.2746	0.2951
R10	0.1163	0.2879	0.1816	0.3261	0.2621	0.2514	0.3066	0.2642	0.3689	0.1619	0.2049	0.2433	0.2786
R11	0.1803	0.3668	0.2781	0.3971	0.3250	0.3074	0.3348	0.3265	0.3685	0.2520	0.1957	0.3097	0.3096
R12	0.1415	0.3066	0.2575	0.4268	0.3144	0.2931	0.3255	0.3371	0.3778	0.2113	0.2486	0.2020	0.2941
R13	0.1521	0.3357	0.2950	0.4294	0.3118	0.3020	0.3570	0.3349	0.4019	0.2928	0.2512	0.3038	0.2449

3. Kemudian, perangkingan dan pengelompokkan sebab dan akibat dari setiap risiko akan didapatkan dengan menggunakan persamaan 2.11 dan 2.12. Dimana  $D_i$  merupakan penjumlahan dari baris risiko pada *total relation matrix* dan  $R_j$  merupakan penjumlahan dari kolom risiko pada *total relation matrix*. Perangkingan kriteria risiko ditentukan berdasarkan skor relatif ( $D_i+R_j$ ). Sementara itu, hubungan sebab dan akibat ditentukan dengan pengurangan  $D_i$  dan  $R_j$  ( $D_i - R_j$ ). Secara keseluruhan suatu faktor akan menjadi kelompok penyebab risiko ketika nilai dari ( $D_i - R_j$ ) bernilai positif. Jika nilai dari ( $D_i - R_j$ ) bernilai negatif, maka faktor tersebut akan menjadi kelompok efek risiko yang dapat dilihat pada Tabel 4.26. Hasil dari penentuan *prominence* kriteria risiko dan pengelompokan sebab dan akibat risiko dapat dilihat pada Tabel 4.27 dan 4.29

Tabel 4.26 Hasil perhitungan  $D_i$  dan  $R_j$

	$D_i$	$R_j$	$D_i+R_j$	$D_i-R_j$
R1	3.8290	2.1843	6.0133	1.6447
R2	4.0245	3.9572	7.9817	0.0674
R3	4.5927	3.0404	7.6331	1.5524
R4	3.7287	5.0909	8.8195	-1.3622
R5	2.6035	4.1272	6.7307	-1.5237
R6	2.7519	3.7706	6.5225	-1.0187
R7	3.8336	4.1749	8.0085	-0.3414
R8	3.6996	4.0266	7.7262	-0.3270
R9	4.0011	4.8483	8.8494	-0.8472
R10	3.2538	2.9465	6.2004	0.3073
R11	3.9516	2.9602	6.9118	0.9913
R12	3.7364	3.2348	6.9712	0.5016
R13	4.0126	3.6570	7.6696	0.3556

Tabel 4.27 *Prominence* kriteria risiko  $D_i+R_j$

<i>Rank</i>	Risiko	$D_i+R_j$
1	R9	8.8494
2	R4	8.8195
3	R7	8.0085
4	R2	7.9817
5	R8	7.7262
6	R13	7.6696
7	R3	7.6331

Tabel 4.28 *Prominance* kriteria risiko  $D_i+R_j$  (lanjutan)

<i>Rank</i>	Risiko	$D_i+R_j$
8	R12	6.9712
9	R11	6.9118
10	R5	6.7307
11	R6	6.5225
12	R10	6.2004
13	R1	6.0133

Tabel 4.29 Kelompok risiko  $D_i-R_j$

<i>Rank</i>	Kelompok Sebab	$D_i-R_j$	<i>Rank</i>	Kelompok Akibat	$D_i-R_j$
1	R1	1.6447	1	R5	-1.5237
2	R3	1.5524	2	R4	-1.3622
3	R11	0.9913	3	R6	-1.0187
4	R12	0.5016	4	R9	-0.8472
5	R13	0.3556	5	R7	-0.3414
6	R10	0.3073	6	R8	-0.3270
7	R2	0.0674			

#### 4.2.4 Analisis Sensitivitas

Langkah ini memeriksa variasi dalam hubungan sebab-akibat, penelitian ini melakukan analisis sensitivitas dan memberikan bobot yang beragam kepada para *expert* untuk menilai keseragaman dalam struktur penilaian (Garg, 2021). Analisis sensitivitas yang bertujuan untuk memverifikasi kekokohan hasil penelitian dilakukan dengan memberikan bobot tertinggi untuk setiap responden dan memberikan bobot yang sama untuk responden lainnya (Wei, Liu and Shi, 2019). Pembagian bobot dari masing-masing *expert* dapat dilihat pada Tabel 3.5. 1;

Untuk mengetahui hubungan sebab-akibat antar risiko, pada langkah awal matriks rata-rata bobot dihitung dengan menggunakan persamaan 2.7, yang akan dilakukan untuk membuat DRM. Cara perhitungan sama seperti yang telah dilakukan sebelumnya.

Dalam skenario 1, *expert* 1 memiliki nilai bobot tertinggi yaitu sebesar 0.4 dan pada *expert* lainnya diberi bobot yang sama sebesar 0.2, maka diperoleh hubungan sebab-akibat antar risiko. Hal tersebut menunjukkan bahwa risiko R4, R9, R2, R7, dan R3 adalah risiko penting dalam rantai pasok makanan dan dapat dilihat pada Tabel 4.30. Berdasarkan Gambar 4.3 menggambarkan bahwa terdapat

tiga penyebab penting yaitu R3, R1, dan R11, dan terdapat tiga akibat penting yaitu R5, R4, dan R6.

Dalam skenario 2, *expert 2* memiliki nilai bobot tertinggi yaitu sebesar 0.4 dan pada *expert* lainnya diberi bobot yang sama sebesar 0.2, maka diperoleh hubungan sebab-akibat antar risiko. Hal tersebut menunjukkan bahwa risiko R9, R4, R7, R2, dan R8 adalah risiko penting dalam rantai pasok makanan dan dapat dilihat pada Tabel 4.30. Berdasarkan Gambar 4.4 menggambarkan bahwa terdapat tiga penyebab risiko penting yaitu R1, R3, dan R11, dan terdapat tiga akibat risiko penting yaitu R5, R6, dan R4.

Dalam skenario 3, *expert 3* memiliki nilai bobot tertinggi yaitu sebesar 0.4 dan pada *expert* lainnya diberi bobot yang sama sebesar 0.2, maka diperoleh hubungan sebab-akibat antar risiko. Hal tersebut menunjukkan bahwa risiko R9, R4, R2, R7, dan R8 adalah risiko penting dalam rantai pasok makanan dan dapat dilihat pada Tabel 4.30. Berdasarkan Gambar 4.5 menggambarkan bahwa terdapat tiga penyebab risiko penting yaitu R3, R1, dan R11, dan terdapat tiga akibat risiko penting yaitu R4, R5, dan R2.

Dalam skenario 4, *expert 4* memiliki nilai bobot tertinggi yaitu sebesar 0.4 dan pada *expert* lainnya diberi bobot yang sama sebesar 0.2, maka diperoleh hubungan sebab-akibat antar risiko. Hal tersebut menunjukkan bahwa risiko R9, R4, R7, R2, dan R8 adalah risiko penting dalam rantai pasok makanan dan dapat dilihat pada Tabel 4.30. Berdasarkan Gambar 4.6 menggambarkan bahwa terdapat tiga penyebab risiko penting yaitu R1, R3, dan R11, dan terdapat tiga akibat risiko penting yaitu R4, R5, dan R9.

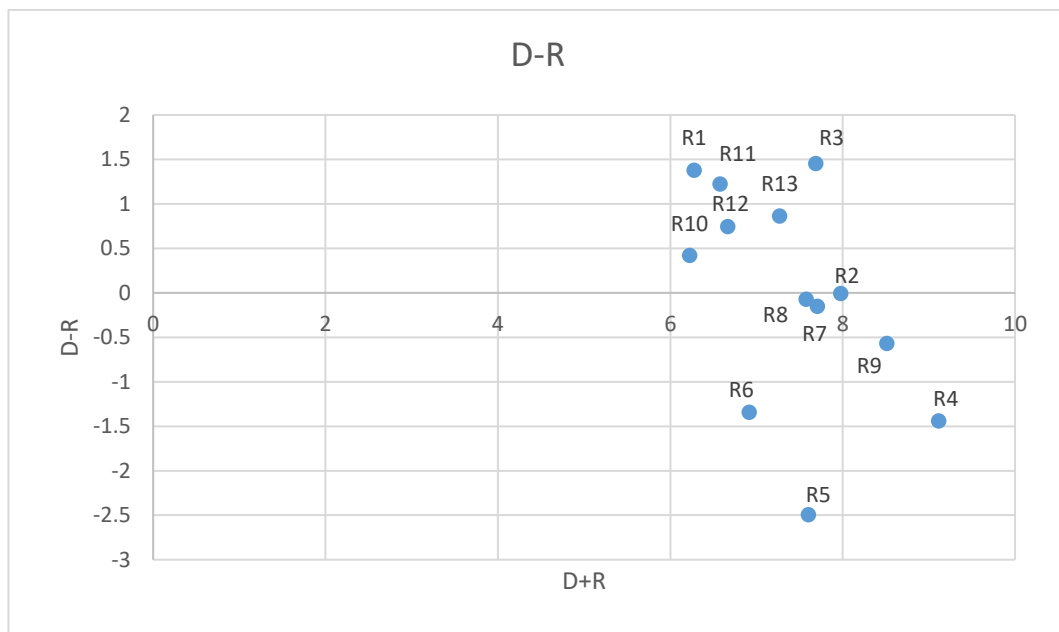
Hasil dari analisis sensitivitas menemukan bahwa kriteria risiko R9 dan R4 adalah strategi yang sangat penting dalam semua skenario yang dapat dilihat pada Tabel 4.30. Selanjutnya risiko R1, R3, dan R11 menjadi tiga penyebab risiko terpenting dalam semua skenario dan risiko R4 dan R5 menjadi dua akibat risiko terpenting dalam semua skenario.

Penelitian ini juga menganalisis perbedaan peringkat dalam skenario yang berbeda untuk memverifikasi kekokohan hasil dan hasil dari analisis tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.7 dan Gambar 4.8. Peringkat pada sebagian besar kriteria risiko tidak dipengaruhi oleh variasi dari bobot yang diberikan kepada setiap *expert*

dalam skenario yang berbeda. Meskipun terdapat beberapa penyimpangan antara skenario yang berbeda, hubungan keseluruhan dapat mempertahankan konsistensinya. Dengan demikian, tidak ada bias yang diamati dalam hasil dan menunjukkan bahwa hasilnya konsisten terhadap empat *expert*.

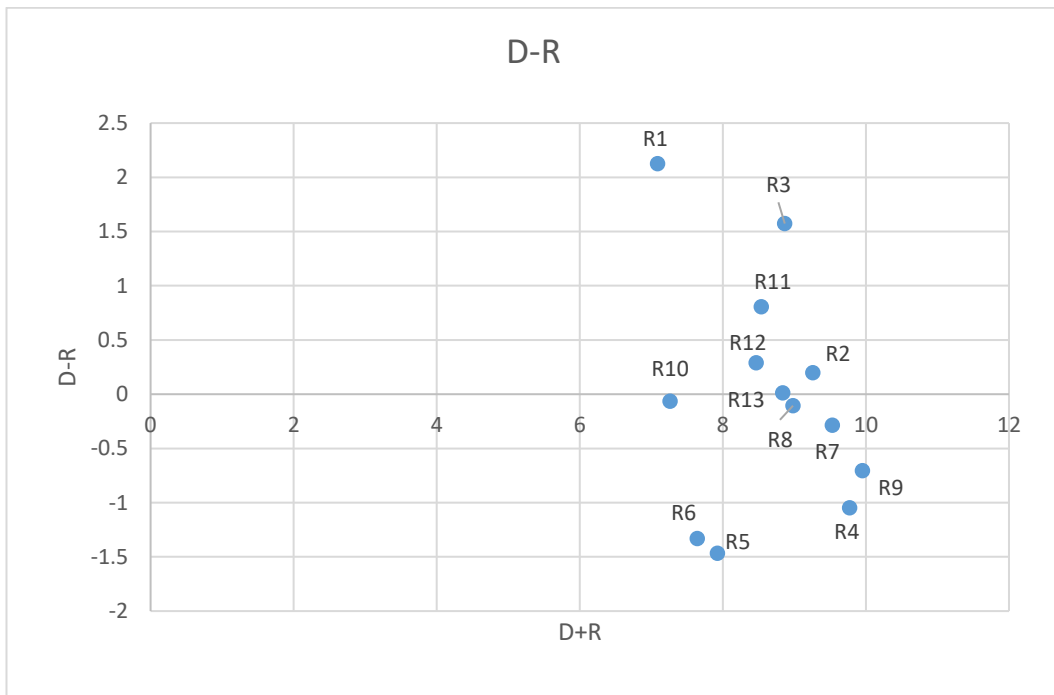
Tabel 4.30 Analisis Sensitivitas

Risiko	Skenario 1		Skenario 2		Skenario 3		Skenario 4	
	D+R	Rank	D+R	Rank	D+R	Rank	D+R	Rank
R1	6.2758	12	7.0876	13	5.7825	13	5.8485	12
R2	7.9781	3	9.2575	4	8.2838	3	7.1712	4
R3	7.6873	5	8.8657	6	7.6167	6	7.0563	7
R4	9.1124	1	9.7730	2	8.6843	2	8.7576	2
R5	7.6034	6	7.9221	10	5.9378	12	6.3662	11
R6	6.9140	9	7.6420	11	6.3320	10	6.3979	10
R7	7.7060	4	9.5313	3	7.8607	4	7.5606	3
R8	7.5778	7	8.9804	5	7.6193	5	7.1269	5
R9	8.5142	2	9.9521	1	8.7957	1	8.8590	1
R10	6.2230	13	7.2615	12	6.2265	11	5.7481	13
R11	6.5781	11	8.5359	8	6.4819	9	6.5711	8
R12	6.6673	10	8.4667	9	6.8854	8	6.5050	9
R13	7.2696	8	8.8388	7	7.4813	7	7.0691	6

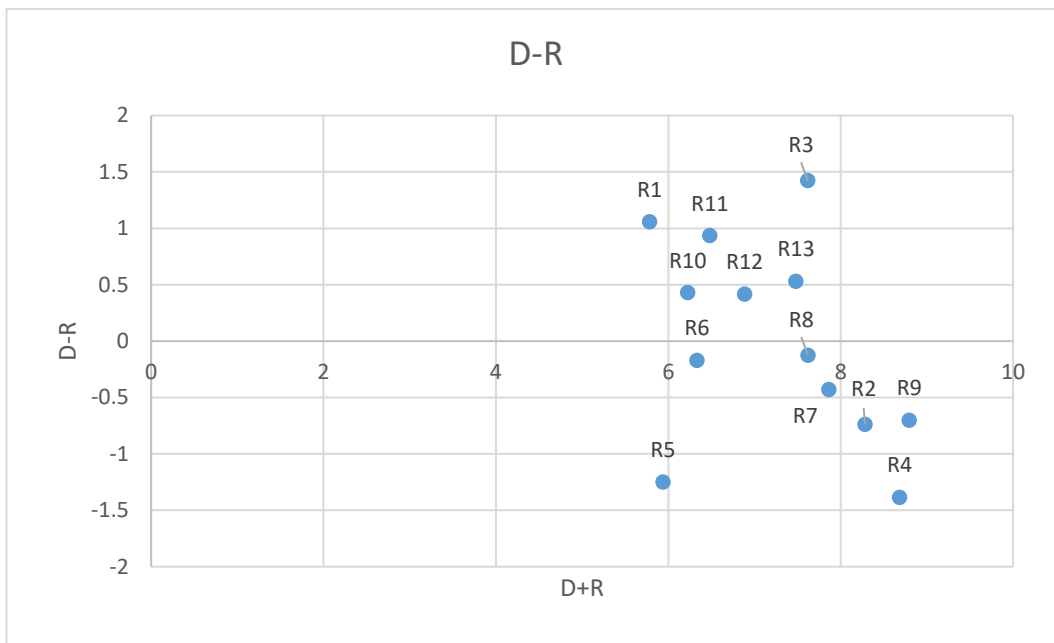


Gambar 4.3 Hubungan sebab akibat antara risiko pada skenario 1

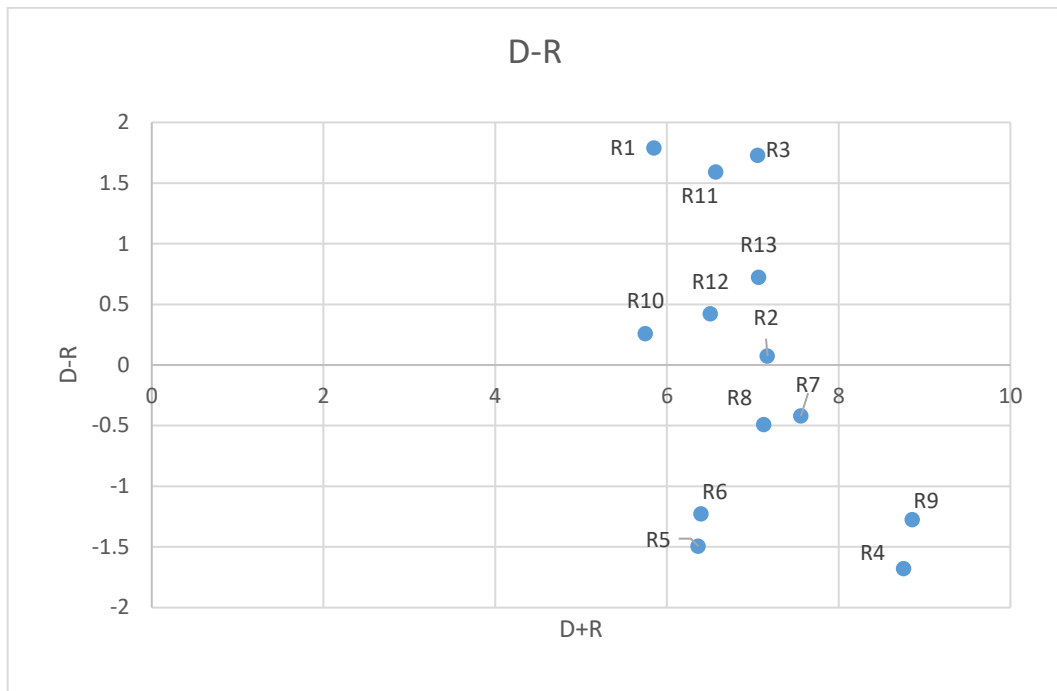




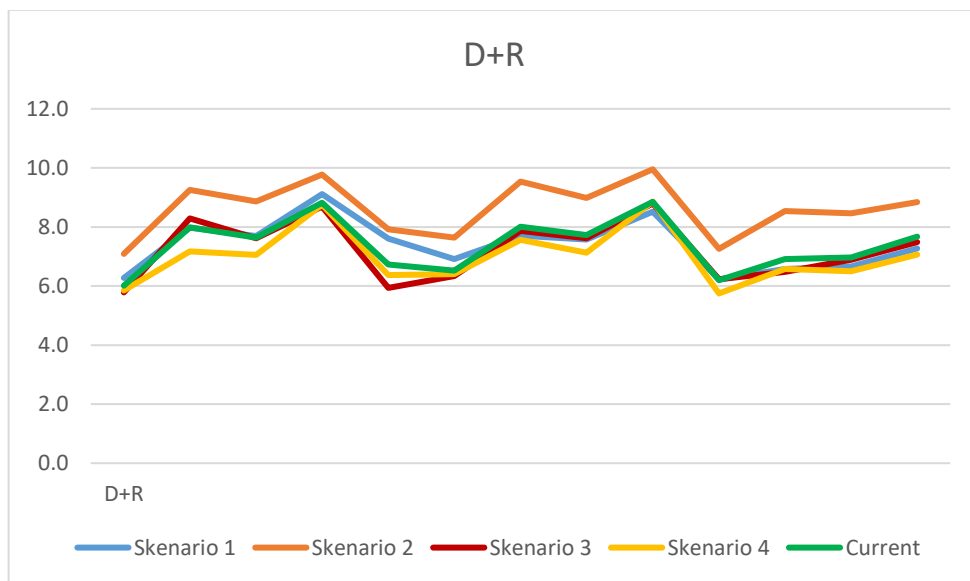
Gambar 4.4 Hubungan sebab akibat antara risiko pada skenario 2



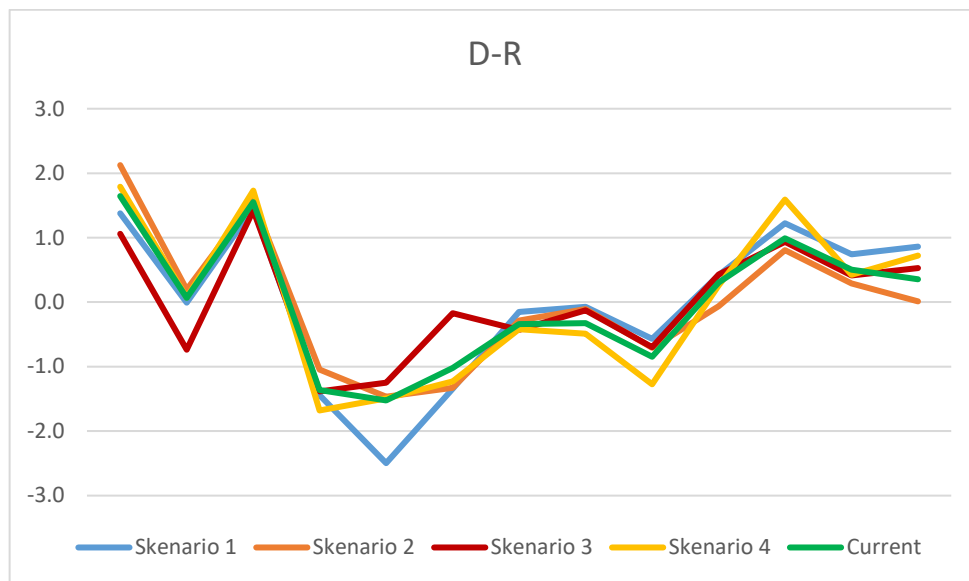
Gambar 4.5 Hubungan sebab akibat antara risiko pada skenario 3



Gambar 4.6 Hubungan sebab akibat antara risiko pada skenario 4



Gambar 4. 7 Analisis sensitivitas terhadap nilai Di+Rj



Gambar 4. 8 Analisis sensitivitas terhadap nilai Di-Rj

#### 4.2.5 Risk Assessment dengan ISM

Setelah dilakukan penilaian kriteria risiko dengan menggunakan *grey-DEMATEL*, maka akan dilanjutkan pada tahap penilaian risiko dengan menggunakan metode ISM. Dimana pada tahap ini merupakan pengembangan *model* dari penelitian terdahulu. Tahap ini data dari metode *grey-DEMATEL* yaitu pada bagian *total relation matrix* akan menjadi *input* data dalam metode ISM. Penilaian risiko dengan menggunakan metode ISM akan dijelaskan dalam beberapa langkah sebagai berikut:

1. Pada tahap ini dilakukan dengan cara merubah *total-relation matrix* menjadi *initial reachability matrix* (K). Matriks TRM mempresentasikan hubungan antar kriteria yang telah diobservasi sebelumnya. Hubungan antar risiko ditunjukkan dengan melihat nilai dari kriteria risiko terhadap risiko lain terhadap nilai ambang batas ( $\alpha$ ) sebesar 0.2841. Dimana nilai ambang batas merupakan nilai rata-rata dari TRM. *Initial reachability matrix* (K) digunakan untuk melihat hubungan dari kriteria risiko  $R_i$  dengan kriteria risiko  $R_j$  yang ditunjukkan dengan nilai (0,1). Berdasarkan hal tersebut nilai 0 digunakan jika nilai dalam TRM kurang dari nilai rata-rata ( $\alpha$ ) TRM. Lalu, nilai 1 digunakan jika nilai dalam TRM lebih dari

atau sama dengan nilai rata-rata ( $\alpha$ ) TRM. Tabel 4.31 menunjukkan perubahan dari *matrix* TRM menuju *matrix* K.

Tabel 4.31 *Initial reachability matrix*

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13
R1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
R2	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1
R3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
R4	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
R5	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
R6	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
R7	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1
R8	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1
R9	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1
R10	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0
R11	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
R12	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
R13	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1

- Langkah selanjutnya yaitu memeriksa transitivitas dengan cara melihat hubungan antar kriteria risiko. Sebagai contoh jika risiko R<sub>1</sub> berhubungan dengan risiko R<sub>2</sub> dan R<sub>2</sub> berhubungan dengan R<sub>3</sub>, maka R<sub>1</sub> berhubungan dengan R<sub>3</sub>, sehingga  $k_{13} = 1$ . Setelah semua transitivitas telah diperiksa, maka *final reachability matrix* ( $K'$ ) telah terbentuk. *Final reachability matrix* dapat dilihat pada Tabel 4.32. Bagian dari matriks yang diberi *italic* merupakan perubahan nilai setelah dilakukan transitivitas.

Tabel 4.32 *Final reachability matrix*

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13
R1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	<i>1</i>
R2	0	1	<i>1</i>	1	1	1	1	1	1	<i>1</i>	0	<i>1</i>	1
R3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	<i>1</i>	0	1	1
R4	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	<i>1</i>
R5	0	<i>1</i>	0	1	1	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	1	0	0	0	<i>1</i>
R6	0	<i>1</i>	0	1	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	1	0	0	0	<i>1</i>
R7	0	1	<i>1</i>	1	1	1	1	1	1	<i>1</i>	0	<i>1</i>	1
R8	0	1	<i>1</i>	1	1	<i>1</i>	1	1	1	<i>1</i>	0	<i>1</i>	1
R9	0	1	<i>1</i>	1	1	1	1	1	1	<i>1</i>	0	<i>1</i>	1
R10	0	1	0	1	<i>1</i>	<i>1</i>	1	<i>1</i>	1	1	0	0	<i>1</i>

Tabel 4.33 *Final reachability matrix* (lanjutan)

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13
R11	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R12	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
R13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1

- Selanjutnya yaitu mendefinisikan bagian-bagian risiko mana yang termasuk kedalam *reachability set* dan *antecedent set* dari *final reachability matrix*. Secara teknis, *reachability set* (RS<sub>i</sub>) dari elemen sistem adalah sekumpulan elemen yang berhubungan dengan kolom, dimana semua elemen pada baris ke-i dari matriks *final reachability* bernilai 1. Himpunan *antecedent set* (AS<sub>i</sub>) dari elemen sistem adalah himpunan elemen yang berhubungan dengan baris, dimana semua elemen dalam kolom i dari *final reachability matrix* bernilai 1. Menentukan *reachability set* dan *antecedent set* dapat dilihat pada Tabel 4.34.
- Langkah berikutnya yaitu menyusun elemen struktur hierarki. Dimana elemen yang muncul pada *reachability set* dan *antecedent set* dipilih untuk menjadi *intersection set* (IS<sub>i</sub>). Susunan elemen dimulai dari level 1, yang ditempatkan dibagian atas hierarki. Elemen yang dipilih adalah elemen yang memiliki *reachability set* dan *intersection set* yang sama dalam *final reachability matrix* ( $K'$ ). Proses pada iterasi ini dihentikan jika semua level elemen telah ditentukan. Proses iterasi dapat dilihat pada Tabel 4.34 dan Tabel 3.35.

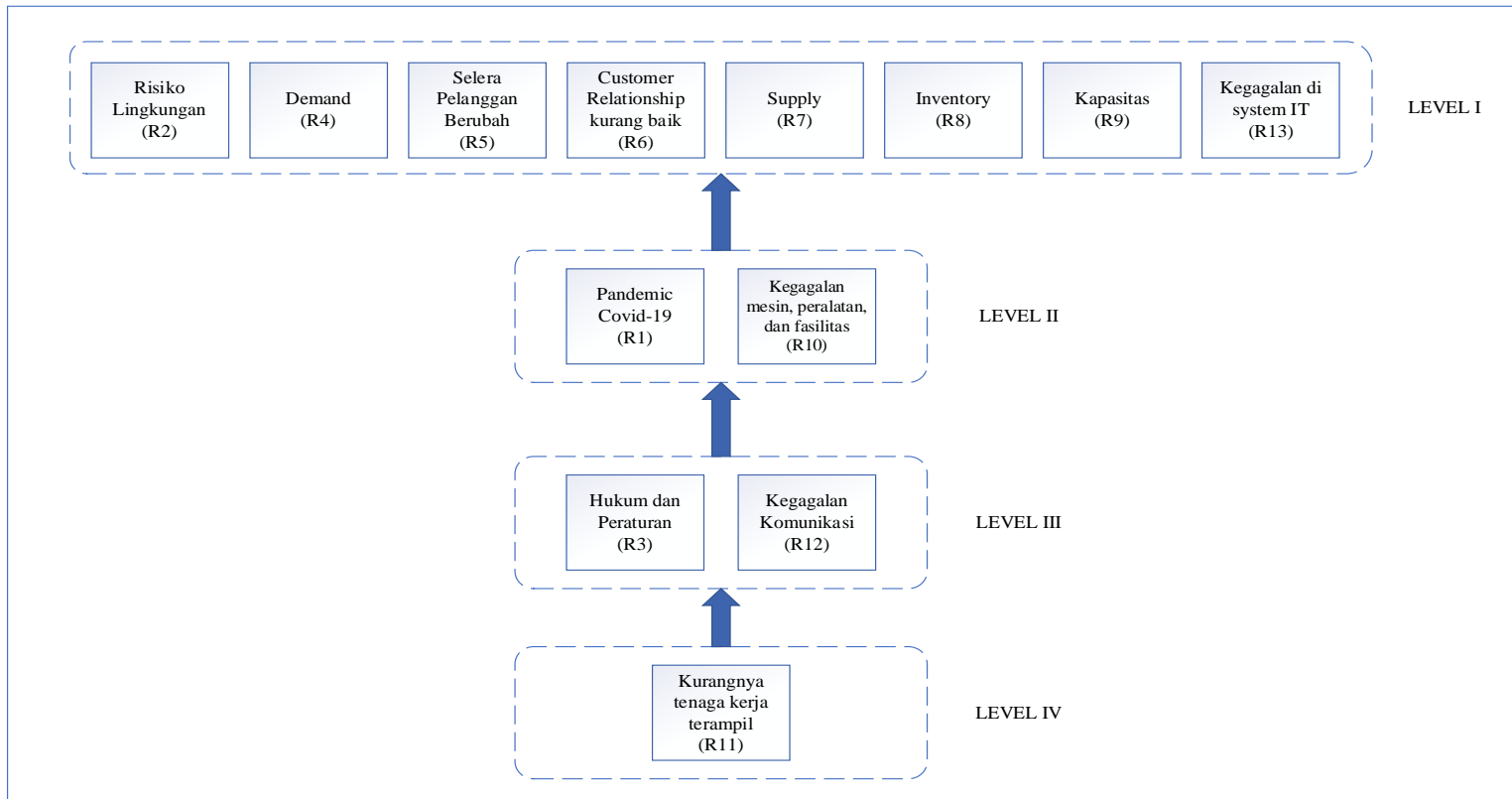
Tabel 4.34 Partisi level

Iterasi	Risiko	<i>Reachability Set</i>	<i>Antecedent Set</i>	<i>Intersection</i>	<i>Level</i>
1	R1	1,2,4,5,6,7,8,9,13	1,3,13	1,13	
1	R2	2,3,4,5,6,7,8,9,10,12,13	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13	2,3,4,5,6,7,8,9,10,12,13	1
1	R3	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,12,13	2,3,7,8,9,11,12,13	2,3,7,8,9,12,13	
1	R4	2,4,5,6,7,8,9,13	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13	2,4,5,6,7,8,9,13	1
1	R5	2,4,5,6,7,8,9,13	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13	2,4,5,6,7,8,9,13	1
1	R6	2,4,5,6,7,8,9,13	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13	2,4,5,6,7,8,9,13	1
1	R7	2,3,4,5,6,7,8,9,10,12,13	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13	2,3,4,5,6,7,8,9,10,12,13	1
1	R8	2,3,4,5,6,7,8,9,10,12,13	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13	2,3,4,5,6,7,8,9,10,12,13	1
1	R9	2,3,4,5,6,7,8,9,10,12,13	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13	2,3,4,5,6,7,8,9,10,12,13	1

Tabel 4.35 Partisi level (lanjutan)

Iterasi	Risiko	<i>Reachability Set</i>	<i>Antecedent Set</i>	<i>Intersection</i>	<i>Level</i>
1	R10	2,4,5,6,7,8,9,10,13	2,3,7,8,9,10,11,12,13	2,7,8,9,10,13	
1	R11	2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13	11	11	
1	R12	2,3,4,5,6,7,8,9,10,12,13	2,3,7,8,9,11,12,13	2,3,7,8,9,12,13	
1	R13	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,12,13	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,12,13	1
2	R1	1	1,3	1	2
2	R3	1,3,10,12	3,11,12	3,12	
2	R10	10	3,10,11,12	10	2
2	R11	3,10,11,12	11	11	
2	R12	3,10,12	3,11,12	3,12	
3	R3	3,12	3,11,12	3,12	3
3	R11	3,11	11	11	
3	R12	3,12	3,11,12	3,12	3
4	R11	11	11	11	4

5. Selanjutnya yaitu membuat diagram dengan tingkatan elemen beserta *final reachability matrix* digunakan sebagai dasar untuk menggambar grafik berarah (*diagraph*), yang merupakan visualisasi elemen, hubungan kontekstual antar elemen dan penyusunan level hierarki. Sehingga diagram tersebut merupakan model yang menjelaskan mengenai hubungan tiap risiko. Model ISM akhir yang diperoleh ditunjukkan pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 ISM model

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## **BAB 5**

### **ANALISIS DAN INTERPRETASI**

Bab ini membahas mengenai analisis dan interpretasi data berdasarkan hasil dari pengumpulan dan pengolahan data yang telah dilakukan pada bab sebelumnya. Serta melakukan analisis terhadap perbandingan hasil terhadap kedua metode yang digunakan.

#### **5.1 Analisis Pengumpulan Data**

*Model* yang ingin dikembangkan dalam penelitian ini akan digunakan untuk menyelidiki dan menilai risiko rantai pasok dalam perusahaan pengolahan makanan. Perusahaan tersebut dalam penelitian ini sebut saja dengan UKM X. Dimana UKM X merupakan perusahaan pengolahan makanan dari kota Balikpapan dan didirikan pada tahun 2008 sebagai pengolah produk berbahan dasar buah Salak. UKM X tidak hanya menghasilkan produk-produk minuman dan makanan, tetapi juga berkontribusi dengan pengembangan usaha dan ekonomi masyarakat sekitar. Dalam perjalanannya UKM X dihadapi dengan tantangan risiko rantai pasok. Sehingga, perlunya dilakukan manajemen risiko untuk dapat mengetahui risiko rantai pasok makanan yang paling signifikan dan mengetahui hubungan keterkaitan diantara risiko tersebut.

Penelitian dalam pengembangan *model* risiko rantai pasok makanan di UKM X berdasarkan tanggapan dari tiap responden. Responden tersebut yaitu berasal dari pihak perusahaan dan dari pihak akademisi yang berpengalaman dalam bidang makanan. Pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan dengan wawancara secara langsung maupun *online*, observasi langsung, dan menyebarkan kuesioner secara langsung dan secara *online*. Pengisian kuesioner terdiri dari dua tahap. Tahap pertama yaitu untuk identifikasi awal kriteria risiko yang dinilai paling penting dalam rantai pasok makanan dan risiko yang paling sesuai dengan perusahaan. Pada tahap pertama tiap *expert* akan memberikan penilaian skala likert 1-5 untuk tingkat kepentingan risiko menurut pandangan para *expert*. Selanjutnya, pada tahap kedua *risk assessment* dengan menggunakan metode *grey-DEMATEL*,

tiap *expert* akan memberikan penilaian hubungan antar risiko dengan skala linguistik 0-4.

## **5.2 Hasil Pengolahan Data**

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai hasil dan analisis dalam pengolahan data *risk assessment* menggunakan metode *grey-DEMATEL* dan *grey-DEMATEL-ISM* pada UKM X.

### **5.2.1 Hasil Risk Assessment dengan Grey-DEMATEL**

Hasil dari *risk assessment* dengan menggunakan *Grey-DEMATEL* telah didapatkan berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya. Kriteria risiko yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari studi literatur mengenai risiko rantai pasok makanan. Setelah itu pihak *expert* akan menilai dari kriteria risiko tersebut, risiko mana yang paling penting dalam risiko rantai pasok makanan. Selanjutnya *expert* akan menilai kembali bagaimana hubungan antar risiko terpenting yang kemudian akan diolah dengan menggunakan metode *grey-DEMATEL*.

Hasil dari tahap ini yaitu hubungan sebab akibat antar kriteria risiko. Berdasarkan data dari (Di-Rj) *pandemic* COVID-19 (R1), hukum dan peraturan (R3), kurangnya tenaga kerja terampil/kompeten/terlatih (R11), kegagalan komunikasi (R12), kegagalan di IT *system* (R13), kegagalan mesin, peralatan, dan fasilitas (R10), dan risiko lingkungan (R2) dikelompokkan ke dalam kategori penyebab risiko yang dapat dilihat pada Tabel 4.29. Pada kelompok penyebab risiko, ketujuh risiko tersebut penting bagi pihak perusahaan untuk dapat merumuskan strategi mitigasi risiko untuk meminimalkan risiko rantai pasok makanan. *Pandemic* COVID-19 menempati posisi pertama dalam kelompok penyebab risiko, yang menunjukkan *Pandemic* COVID-19 menghambat penjualan dan produksi makanan. Terdapat empat isu penting yang harus diperhatikan oleh industri makanan dan rantai pasok makanan saat *Pandemic* COVID-19. Pertama, karena pihak konsumen ingin melindungi diri dan sistem kekebalan mereka sendiri dengan menerapkan pola makan sehat, sehingga ketersediaan bahan dan makanan sehat menjadi penting dan akan meningkatkan permintaan terhadap produk ini.

Kedua, keamanan makanan sangat penting untuk menghindari penyebaran virus antara produsen, *retailer*, dan konsumen. Ketiga, masalah ketahanan makanan menjadi penting karena seluruh individu harus tetap tinggal di dalam rumah. Terakhir yaitu *sustainability* makanan perlu diperhatikan untuk masa mendatang. Oleh karena itu, sangat penting untuk meminimalkan risiko virus COVID-19 yang menjadi ancaman pada rantai pasok makanan (Galanakis, 2020).

Hukum dan peraturan menunjukkan kegagalan perusahaan untuk memenuhi hukum dan peraturan yang dapat menyebabkan kerusakan, denda, dan sanksi dari pemerintah terhadap perusahaan. Sehingga, jika perusahaan memproduksi makanan dengan kualitas yang tidak baik dan melanggar peraturan maka hal tersebut juga akan menurunkan citra dari perusahaan. Kurangnya tenaga kerja terampil dapat berkontribusi dalam penurunan penjualan. Pekerja yang kurang terampil dapat melakukan kesalahan dalam menyiapkan proses pembuatan makanan sehingga dapat meningkatkan risiko kualitas makanan yang buruk. Hal ini juga sesuai dengan penelitian (Kumar *et al.*, 2019) yang menyatakan bahwa pekerja yang tidak terampil bertanggung jawab dalam menciptakan tantangan lebih lanjut bagi UKM untuk meningkatkan kinerja usaha mereka.

Kegagalan komunikasi dan kegagalan di *IT system* dapat mempengaruhi proses bisnis termasuk pada penjualan, pengangkutan, penyimpanan, dan pengiriman. Kegagalan komunikasi dapat menghambat sistem produksi dan dengan demikian akan mengganggu produksi dari permintaan yang dibutuhkan. Informasi yang salah dari komunikasi dapat menyebabkan kesalahan jumlah produksi sehingga akan menyebabkan kelebihan ataupun kekurangan makanan. Karena kesalahan dalam pemberian informasi dari komunikasi dan *IT system*, pihak UKM dapat memiliki jumlah makanan yang berlebihan yang tidak sesuai dengan permintaan pasar yang dapat berdampak pada keuntungan pihak UKM serta dapat menyebabkan berkurangnya kualitas makanan jika disimpan terlalu lama.

Kegagalan mesin atau peralatan dapat menghambat penjualan dan juga proses produksi. Selain itu kegagalan mesin dan peralatan juga dapat mempengaruhi kualitas produk yang kurang baik. Akhirnya, risiko terakhir dalam kelompok penyebab adalah risiko lingkungan, dimana menurut (Dobler, Lajili and Zéghal, 2014) risiko lingkungan yang digunakan yang digunakan pada dasarnya

membedakan menjadi dua kategori yang terkait dengan aktivitas manusia atau lingkungan sekitar sebagai sumber risiko. Aktivitas bisnis yang dilakukan dapat mengakibatkan kerusakan lingkungan yang pada gilirannya akan mengancam UKM dengan konsekuensi yang tidak diinginkan. Seperti halnya dalam penelitian ini terdapat risiko virus COVID-19 yang mengganggu lingkungan produksi dan proses bisnis perusahaan.

Bagian dari kelompok akibat risiko yang dapat dilihat pada Tabel 4.29, yang mencakup selera pelanggan berubah (R5), *demand* (R4), *customer relationship* yang kurang baik (R6), kapasitas (R9), *supply* (R7), dan *inventory* (R8). Pada kelompok akibat risiko, keenam risiko ini juga memerlukan perhatian dari pihak perusahaan karena risiko-risiko tersebut sangat dipengaruhi oleh kelompok risiko penyebab. Selera pelanggan berubah terjadi karena pelanggan saat ini telah menjadi lebih berorientasi pada pendekatan sosiofisiologis daripada pendekatan fisik. Pelanggan menjadi lebih sensitif dalam hal mengambil risiko, meningkatkan taraf hidup, dan mengetahui kebutuhan mereka. Semua perubahan ini telah menyebabkan pemasar untuk menyelidiki perilaku konsumen sehubungan dengan faktor-faktor sosial dan fisiologis. Dalam perspektif ini, pilihan barang, merek, dan tempat penjualan dan jenis, fisiologi, dan persepsi pelanggan diselidiki oleh pemasar (Akpinar *et al.*, 2010). Selera pelanggan berubah merupakan tugas yang menantang untuk ditangani oleh setiap perusahaan, karena selalu diperlukannya pembaruan yang baik dan dilengkapi dengan stok yang saat ini sedang diminati (Shanker, Sharma and Barve, 2021).

Risiko *demand* timbul dari fluktuasi permintaan produk. Risiko *demand* tidak hanya mencakup ketidakpastian dalam jumlah produk tetapi juga terdapat kasus dalam permintaan terhadap beberapa varian produk. Risiko *demand* timbul akibat migrasi pelanggan, pembentukan segmen pasar baru, pembagian informasi yang menyimpang oleh *retailer* atau kesalahan data *point of sales* dan risiko karena kesalahan dalam peramalan *demand* (Prakash *et al.*, 2017). Risiko permintaan yang diakibatkan kesalahan peramalan tidak dapat dihilangkan tetapi dapat diminimalkan dengan menggunakan kriteria batasan tertentu (Rathore, Thakkar and Jha, 2017). Karenanya sangat penting bagi pihak UKM untuk meminimasi risiko permintaan dalam rantai pasok makanan mereka.

*Customer relationship* yang kurang baik dapat memberikan dampak negatif terhadap proses bisnis seperti berpengaruh dalam penentuan harga produk, peningkatan penjualan, dan kurangnya daya saing dengan usaha lain. Menurut (Li *et al.*, 2006) mengatakan bahwa manajemen hubungan dengan pelanggan merupakan komponen penting dalam *supply chain*. *Customer relationship* yang baik memberikan keuntungan yang terus berkelanjutan yang dapat menjadi kunci dalam persaingan dengan usaha lain. Selain itu, *customer relationship* memungkinkan UKM untuk dapat membedakan produk mereka dengan pesaing, mempertahankan loyalitas pelanggan, dan secara dramatis memperluas nilai atau *value* yang diberikan kepada pelanggan.

Kapasitas merupakan risiko yang terkait dengan kapasitas produksi perusahaan, atau termasuk kedalam risiko dalam produksi produk yang berkualitas rendah. Menurut (Tang and Nurmaya Musa, 2011) juga mengatakan bahwa risiko kapasitas mengacu kepada kapasitas teknologi, *skills*, dan kualitas. Berdasarkan penelitian (Zubayer and Ali, 2019) menekankan pentingnya mengelola risiko kapasitas dalam mencapai keuntungan rantai pasok yang baik. Risiko kapasitas mencakup beberapa masalah yang terjadi pada fase distribusi, produksi, atau transportasi dari rantai pasok. Sehingga, fasilitas produksi yang tepat dan kapasitas yang tepat menjadi isu penting untuk memaksimalkan keuntungan pada UKM makanan dan meminimalkan produk yang dihasilkan berkualitas kurang baik.

Risiko *supply* didasarkan pada potensi terjadinya insiden terkait dengan *supply* yang berasal dari kegagalan pemasok, yang mengakibatkan ketidakmampuan perusahaan yang membutuhkan *supply* untuk memenuhi permintaan pelanggan mereka. Risiko *supply* ini dapat memakan biaya dan menyebabkan penundaan yang signifikan dalam pengiriman (Wu, Blackhurst and Chidambaram, 2006). Selain itu risiko *supply* juga dapat memberikan efek negatif terhadap nama baik perusahaan, jika hasil dari produksi produk menggunakan *supply* yang berkualitas tidak baik, sehingga akan menyebabkan hasil akhir produk perusahaan menjadi buruk. Sehingga penting bagi perusahaan untuk memahami sumber risiko *supply* dan cara terbaik untuk mengelolanya. Terakhir risiko yang termasuk dalam kategori risiko akibat yaitu *inventory*. Risiko *inventory* timbul dari jumlah persediaan yang terlalu tinggi atau karena kehabisan persediaan yang

menyebabkan biaya penanganan penyimpanan yang tidak perlu atau kehilangan penjualan (Ghadge, Dani and Kalawsky, 2012). Risiko *inventory* ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti tenaga kerja yang kurang terampil, kegagalan dalam peralatan atau fasilitas produksi yang dapat mengakibatkan kerugian bagi pihak perusahaan.

Skor dari  $(D_i+R_j)$  merepresentasikan kepentingan relatif dari setiap risiko rantai pasok makanan, sehingga didapatkan hasil bahwa skor  $(D_i+R_j)$  yang lebih tinggi dapat memperoleh prioritas tertinggi dalam proses pemeringkatan risiko. Pada Tabel 4.27 risiko kapasitas (R9) memperoleh nilai maksimum dalam skor  $(D_i+R_j)$ . Kriteria penyebab risiko dapat mempengaruhi kriteria akibat risiko dalam rantai pasok, sehingga akan mempengaruhi kinerja rantai pasok secara keseluruhan.

Berdasarkan nilai dari  $(D_i+R_j)$  yang mengacu pada nilai positif, menerangkan bahwa kelompok penyebab risiko dalam rantai pasok makanan perlu diberikan perhatian secara signifikan dalam proses pengambilan keputusan dan hal tersebut ditunjukkan dengan melihat nilai dari  $D_i$  lebih besar dari nilai  $R_j$ . *Pandemic COVID-19* dalam kelompok penyebab risiko mendapatkan peringkat pertama dengan skor sebesar 1.6447 yang dapat dilihat pada Tabel 4.29. Risiko COVID-19 sangat mempengaruhi ketahanan makanan. Risiko tersebut berdampak pada keempat pilar ketahanan makanan yaitu ketersediaan, aksesibilitas, pemanfaatan, dan stabilitas (Kumar, Kumar, *et al.*, 2021). Risiko COVID-19 dapat mempengaruhi jalannya proses bisnis bagi pihak UKM, seperti berkurangnya proses produksi yang dilakukan, terdapat potensi terkontaminasinya suatu produk akan virus tersebut, dan juga dapat berdampak terhadap kesehatan pekerja. Sehingga pihak UKM harus memperhatikan risiko ini selama menentukan kebijakan strategis untuk meminimalkan risiko dalam rantai pasok makanan.

Proses penentuan *ranking* akhir dalam metode ini dilakukan dengan memperhatikan peringkat *prominance* kriteria risiko pada Tabel 4.27 dan Tabel 4.28 dan memperhatikan juga pada kelompok penyebab kriteria risiko pada Tabel 4.29 dengan lebih menekankan pada kelompok penyebab untuk dilakukannya strategi mitigasi risiko. Kriteria risiko yang paling signifikan yaitu risiko COVID-19 (R1), hukum dan peraturan (R3), kurangnya tenaga kerja terampil (R11),

kapasitas (R9), dan *demand* (R4). Berdasarkan analisis dari keseluruhan kriteria risiko yang berjumlah 13 risiko, risiko terpenting dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Lima risiko terpenting

Risiko	Kelompok risiko (Di-Rj)	Kelompok	<i>Final Rank</i>
<i>Pandemic</i> COVID-19 (R1)	1.6447	Penyebab	1
Hukum dan Peraturan (R3)	1.5524	Penyebab	2
Kurangnya tenaga kerja terampil (R11)	0.9913	Penyebab	3
Kapasitas (R9)	-1.5237	Akibat	4
<i>Demand</i> (R4)	-1.3622	Akibat	5

Pemahaman penting mengenai risiko dapat membantu dalam menawarkan beberapa tindakan penanganan kepada pihak perusahaan untuk dapat mengurangi risiko rantai pasok makanan. Dalam penelitian ini, beberapa strategi mitigasi risiko terhadap rantai pasok makanan diusulkan. Penelitian ini mendapatkan hasil bahwa risiko *pandemic* COVID-19 mendapat prioritas tertinggi dalam kelompok penyebab risiko. Informasi ini dapat dimanfaatkan bagi pihak perusahaan untuk dapat menciptakan rantai pasok makanan yang bebas akan risiko dan secara signifikan terjamin keamanannya. Agar dapat meminimalkan risiko *pandemic* COVID-19, pihak perusahaan sebaiknya menerapkan langkah-langkah keamanan agar keamanan makanan dapat terjaga selama pandemi. Tindakan dikelompokkan dalam kondisi medis pekerja seperti tinggal di rumah jika sakit, kondisi kebersihan pribadi seperti mencuci tangan dan memakai masker, mendesinfeksi area permukaan kerja, menjaga kebersihan lingkungan kerja, menjaga kebersihan saat proses pembuatan dan pengiriman makanan, dan tentu saja menjaga jarak antar individu. Risiko selanjutnya yaitu risiko hukum dan peraturan, perusahaan dalam mengambil keputusan strategis perlu memperhatikan peraturan perundang-undangan agar rantai pasok makanan dapat diminimalisir. Selain itu, tentunya untuk memitigasi risiko tersebut, perusahaan harus menerapkan gaya manajemen partisipatif terhadap peraturan perundang-undangan. Dan perusahaan harus selalu memiliki informasi terbaru mengenai peraturan perundang-undangan.

Risiko kurangnya tenaga kerja terampil berkontribusi dalam risiko rantai pasok makanan. Oleh karena itu, untuk mengelola dan mengurangi risiko tersebut, perusahaan perlu mengadakan program pelatihan untuk mengembangkan keterampilan dan kemampuan pekerja. Ini akan secara signifikan mengurangi risiko rantai pasokan makanan. Risiko kapasitas berperan dalam memenuhi permintaan pelanggan. Sehingga, pihak perusahaan perlu perencanaan yang lebih baik dan meningkatkan fleksibilitas kapasitas untuk dapat menghilangkan atau meminimalisir risiko tersebut. Risiko permintaan atau *demand* juga memainkan peran dalam risiko rantai pasok makanan. Pihak perusahaan perlu menerapkan manajemen permintaan secara baik dan tepat guna mengatasi masalah dari permintaan yang tinggi dan penurunan permintaan secara signifikan.

### **5.2.2 Hasil Risk Assessment dengan Grey-DEMATEL-ISM**

UKM X menghadapi berbagai risiko yang terkait dengan rantai pasok makanan mereka dan juga mempengaruhi jalannya proses bisnis. Oleh karena itu, untuk melakukan strategi dalam memitigasi risiko, penting bagi pihak UKM untuk mengidentifikasi risiko rantai pasok secara signifikan dan memahami keterkaitan antar risiko tersebut. Sebagai contoh, jika dilakukannya mitigasi risiko terhadap risiko tertentu akan memberikan dampak bagi risiko lainnya, sehingga keterkaitan antara risiko perlu dianalisis dan melihat bagaimana suatu risiko tersebut berhubungan dengan risiko lainnya. Digunakannya metode ISM untuk memahami karakteristik dan keterkaitan antara risiko rantai pasok makanan yang terjadi pada UKM X.

Sebuah model sebanyak empat tingkat didapatkan dengan menggunakan metode ISM. Kurangnya tenaga kerja terampil (R11) menjadi risiko yang berada pada *level 4* yang dapat dilihat pada Gambar 4.9. Risiko ini memiliki peran penting karena mempengaruhi semua risiko lainnya yang berada di atas risiko tersebut dalam model. Jika digambarkan dalam sebuah pohon, maka risiko kurangnya tenaga kerja terampil (R11) merupakan akar dari terciptanya risiko rantai pasok makanan secara menyeluruh. Keterlibatan tenaga kerja merupakan risiko penting dalam risiko rantai pasok makanan.



Pada *level 3*, terdapat dua risiko yang secara langsung dipengaruhi oleh risiko kurangnya tenaga kerja terampil (R11) yaitu hukum dan peraturan (R3) dan kegagalan komunikasi (R12). Pertama yaitu hubungan antara kurangnya tenaga kerja terampil dengan hukum dan peraturan. Hal tersebut terjadi dikarenakan kurangnya tenaga kerja terampil dapat mengakibatkan pelanggaran terhadap peraturan dan kebijakan terhadap pemerintah. Sehingga hal tersebut akan mengakibatkan berkurangnya citra dan nama baik perusahaan dikalangan masyarakat sekitar. Kedua yaitu kurangnya tenaga kerja terampil dapat mempengaruhi komunikasi antar pekerja ataupun antar departemen dalam perusahaan. Jika tenaga kerja tersebut tidak dapat mengkomunikasikan pekerjaan dan hasil pekerjaan yang dia hasil kepada perkerja lain maka akan mengakibatkan beberapa masalah seperti terjadi kesalahpahaman antara pengangkutan, penyimpanan, dan pengiriman bahan baku atau produk jadi.

Pada *level 2*, terdapat dua kriteria risiko yaitu risiko *pandemic* COVID-19 (R1) dan risiko kegagalan mesin atau peralatan (R10) yang dipengaruhi secara langsung oleh risiko hukum dan peraturan (R3) dan kegagalan komunikasi (R12). Risiko hukum dan peraturan (R3) mempengaruhi *pandemic* COVID-19 (R1). Ini berarti bahwa peraturan dan hukum pemerintah mengambil bagian dalam peningkatan ataupun penurunan laju penyebaran virus COVID-19. Sehingga, semakin tinggi risiko pelanggaran terhadap hukum dan peraturan tersebut, maka akan meningkatkan potensi para pekerja maupun pelanggan untuk terpapar virus COVID-19. Selanjutnya, risiko kegagalan komunikasi (R12) mempengaruhi risiko kegagalan mesin atau peralatan (R10). Hal tersebut terjadi dikarenakan jika salah satu pekerja melakukan kesalahan dalam pemberian informasi kepada bagian pekerjaan selanjutnya akan mengakibatkan kegagalan mesin yang digunakan. Seperti kesalahan pemberian informasi untuk batas *input* suatu bahan baku yang tidak sesuai dengan standar dari mesin atau peralatan tersebut, maka akan meningkatkan potensi kegagalan mesin ataupun peralatan yang digunakan.

Terdapat 8 kriteria risiko yang berada di puncak model ISM atau pada *level 1*. Kriteria risiko tersebut yaitu risiko lingkungan (R2), *demand* (R4), selera pelanggan berubah (R5), *customer relationship* kurang baik (R6), *supply* (R7), *inventory* (R8), kapasitas (R9), dan kegagalan pada *system* IT (R13). Kedelapan

kriteria risiko tersebut secara langsung dipengaruhi oleh risiko *pandemic* COVID-19 (R1) dan risiko kegagalan mesin atau peralatan (R10). Kedelapan kriteria tersebut yang nantinya akan secara langsung mempengaruhi risiko rantai pasok makanan.

Seperti yang dijelaskan sebelumnya, dalam ISM model didapatkan struktur hirarki sebanyak empat *level*. Dalam model tersebut, kriteria risiko kurangnya tenaga kerja terampil (R11) terletak diposisi terbawah dan terletak pada *level* keempat, dan kriteria risiko hukum dan peraturan (R3) serta risiko kegagalan komunikasi (R12) terletak diatas kriteria risiko kurangnya tenaga kerja terampil (R11) yang berada pada *level* ketiga seperti pada Gambar 4.9. Kriteria risiko tersebut memiliki *driving power* yang tinggi dan *dependence power* yang rendah. Dimana *driving power* dari setiap kriteria risiko dihitung dengan cara menjumlah seluruh total kriteria risiko yang berada dalam keseluruhan baris. Sedangkan untuk *dependence power* didapatkan dari setiap kriteria risiko dihitung dengan cara menjumlah seluruh total kriteria risiko yang berada dalam keseluruhan kolom. *Driving power* dan *dependence power* dari setiap kriteria risiko didapatkan berdasarkan *final reachability matrix* yang dapat dilihat pada Tabel 4.32 dan Tabel 4.33. Nilai *driving power* yang tinggi berarti setiap perubahan yang terjadi pada kriteria risiko tersebut akan sangat mempengaruhi risiko lainnya, dengan demikian kriteria risiko lain sangat tergantung pada kriteria risiko dengan nilai *driving power* yang tinggi. Nilai *dependence power* yang rendah berarti setiap perubahan yang terjadi pada kriteria risiko lain, tidak akan berdampak signifikan terhadap risiko tersebut (Babu, Bhardwaj and Agrawal, 2020). Sehingga ketiga kriteria risiko tersebut perlu mendapatkan perhatian lebih bagi pihak UKM untuk dapat menerapkan strategi mitigasi risiko rantai pasok makanan.

Kriteria risiko *pandemic* COVID-19 (R1) dan kegagalan mesin, peralatan, dan fasilitas (R10) terletak pada posisi *level* kedua, menunjukkan bahwa kriteria risiko ini dipengaruhi oleh kriteria risiko lain seperti hukum dan peraturan (R3) dan risiko kegagalan komunikasi (R12), dan juga mempengaruhi kriteria risiko lingkungan (R2), *demand* (R4), selera pelanggan berubah (R5), *customer relationship* kurang baik (R6), *supply* (R7), *inventory* (R8), kapasitas (R9), dan kegagalan pada *system* IT (R13).

Kedelapan kriteria risiko ini yaitu risiko lingkungan (R2), *demand* (R4), selera pelanggan berubah (R5), *customer relationship* kurang baik (R6), *supply* (R7), *inventory* (R8), kapasitas (R9), dan kegagalan pada *system* IT (R13) terletak diposisi paling atas dalam model ISM pada Gambar 4.9. Risiko-risiko tersebut sangat tergantung pada kriteria risiko lain, dikarenakan ketergantungannya yang tinggi dapat disimpulkan bahwa setiap tindakan yang dilakukan pada risiko lain secara langsung akan mempengaruhi kriteria risiko tersebut. Dan juga, kedelapan risiko tersebut memiliki nilai *driving power* yang lebih rendah daripada *dependence power*, yang berarti bahwa risiko-risiko tersebut memiliki pengaruh yang paling kecil terhadap kriteria risiko lain dalam model ISM tersebut. Pihak UKM harus memberikan perhatian terhadap risiko-risiko tersebut berdasarkan tingkat atau *level* dari model tersebut. Perhatian tinggi diberikan kepada risiko yang memiliki tingkat yang tinggi, risiko tersebut yaitu kurangnya tenaga kerja terampil (R11), kriteria risiko hukum dan peraturan (R3) serta risiko kegagalan komunikasi (R12), lalu memberikan perhatian paling sedikit terhadap risiko tingkat rendah seperti risiko lingkungan (R2), *demand* (R4), selera pelanggan berubah (R5), *customer relationship* kurang baik (R6), *supply* (R7), *inventory* (R8), kapasitas (R9), dan kegagalan pada *system* IT (R13).

Seperti yang dijelaskan sebelumnya ditemukan beberapa risiko penting berdasarkan model ISM dan akan diberikan usulan strategi mitigasi risiko. Hasil dari model tersebut mengungkapkan bahwa kurangnya tenaga kerja terampil (R11) mendapatkan *level* tertinggi dalam model. Oleh karena itu, untuk mengelola dan mengurangi risiko tersebut, pihak perusahaan perlu melakukan program pelatihan untuk mengembangkan *skill* dan keterampilan pekerja secara berkelanjutan. Sehingga akan mengurangi risiko dari rantai pasok makanan secara signifikan. Risiko yang berada pada *level* 3 yaitu risiko hukum dan peraturan (R3). Pihak perusahaan dalam melakukan pengambilan keputusan strategis perlu mempertimbangkan hukum dan peraturan agar dapat meminimalkan risiko rantai pasok makanan. Selain itu tentu saja untuk memitigasi risiko ini, pihak perusahaan harus menerapkan gaya manajemen yang partisipatif terhadap hukum dan peraturan. Serta pihak perusahaan perlu selalu memperbarui informasi terbaru terkait dengan hukum dan peraturan. Risiko yang berada pada *level* 3 selanjutnya

yaitu risiko kegagalan komunikasi (R12). Untuk menangani risiko kegagalan komunikasi, pihak perusahaan dapat merencanakan berinvestasi pada infrastruktur komunikasi yang baik agar dapat menghindari kegagalan komunikasi, seperti peralatan maupun sebuah aplikasi yang dapat membantu penyampaian informasi secara tepat dan cepat.

### **5.3 Perbandingan Hasil *Model Grey* dan DEMATEL vs *Grey* dan DEMATEL dan ISM**

Metode yang digunakan pada tesis ini terdapat dua jenis metode yaitu metode *grey-DEMATEL* dan *grey-DEMATEL-ISM*. Kedua metode ini bertujuan untuk menilai dan menganalisis kriteria risiko yang paling kritikal bagi perusahaan. Perbandingan hasil pada kedua metode yang digunakan dalam tahap *risk assessment* adalah sebagai berikut:

1. Hasil dari menggunakan metode *grey-DEMATEL* pada penelitian tesis ini adalah menemukan risiko-risiko kritis yang terjadi pada UKM X. Terdapat 5 risiko kritis dalam risiko rantai pasok makanan yaitu risiko COVID-19 (R1), hukum dan peraturan (R3), kurangnya tenaga kerja terampil (R11), kapasitas (R9), dan *demand* (R4). Kelima risiko ini dapat dikelompokkan menjadi sebab dan akibat risiko dengan menggunakan metode tersebut. Dimana risiko COVID-19 (R1), hukum dan peraturan (R3), dan kurangnya tenaga kerja terampil (R11) menjadi kelompok penyebab dalam risiko rantai pasok makanan. Selanjutnya yaitu risiko kapasitas (R9), dan *demand* (R4) menjadi kelompok akibat dalam risiko rantai pasok makanan.
2. Hasil dari menggunakan metode *grey-DEMATEL-ISM* pada penelitian tesis ini adalah menemukan risiko-risiko kritis yang terjadi pada UKM X. Terdapat 3 risiko kritis dalam risiko rantai pasok makanan yaitu risiko kurangnya tenaga kerja terampil (R11), hukum dan peraturan (R3) dan kegagalan komunikasi (R12). Dimana risiko ini berada pada *level* tertinggi yaitu pada *level* 4 dan *level* 3 dalam model ISM. Dan dalam metode ini risiko-risiko tersebut akan mempengaruhi risiko-risiko lain dalam rantai pasok makanan. Risiko kurangnya tenaga kerja terampil

menjadi risiko paling kritis dalam model ISM karena risiko tersebut berada pada *level* 4. Sehingga dapat disimpulkan bahwa, jika risiko kurangnya tenaga kerja terampil dapat dimitigasi dengan baik, maka akan memberikan pengaruh terhadap risiko-risiko yang berada diatas *level* 4.

Terdapat persamaan dan perbedaan dalam hasil yang ditunjukkan oleh metode *grey*-DEMATEL dan *grey*-DEMATEL-ISM. Persamaan dari kedua hasil analisis risiko diatas yaitu terdapat persamaan temuan dalam risiko kritis yang didapatkan yaitu risiko kurangnya tenaga kerja terampil (R11), dan hukum dan peraturan (R3). Dan juga menghasilkan strategi mitigasi yang sama untuk dapat meminimalisir kedua risiko tersebut. Sedangkan untuk perbedaannya yaitu jumlah risiko kritis yang diidentifikasi yaitu dengan menggunakan metode *grey*-DEMATEL sebanyak 5 risiko kritis, sedangkan *grey*-DEMATEL-ISM menemukan sebanyak 3 kriteria risiko. Metode *grey*-DEMATEL dapat menemukan pengelompokan kriteria risiko kedalam kelompok penyebab risiko dan akibat risiko. Sedangkan *grey*-DEMATEL-ISM dapat menemukan hubungan antara risiko satu dengan risiko lainnya, seperti risiko kurangnya tenaga kerja terampil (R11) dapat mempengaruhi risiko hukum dan peraturan (R3), dan kegagalan komunikasi (R12), serta risiko hukum dan peraturan (R3), dan kegagalan komunikasi (R12) yang juga dapat mempengaruhi risiko *pandemic* COVID-19 (R1) dan risiko kegagalan mesin atau peralatan (R10). Dimana metode *grey*-DEMATEL-ISM memberikan kelebihan yaitu dapat melihat hubungan antar risiko, sehingga akan lebih memudahkan pihak perusahaan dalam merumuskan strategi mitigasi risiko.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **BAB 6**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan dan saran yang mungkin dapat membantu beberapa pihak yang terlibat dalam penelitian ini serta saran untuk penelitian selanjutnya.

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis penelitian ini, maka kesimpulan yang diambil dari penelitian ini adalah:

1. Tahapan pada *model* evaluasi risiko dalam penelitian ini yaitu berupa tahap identifikasi risiko, tahap penilaian risiko, dan penentuan strategi mitigasi risiko. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan dua metode yang berbeda yaitu dengan *grey-DEMATEL* dan *grey-DEMATEL-ISM*.
2. Metode *grey-DEMATEL* dapat menemukan hubungan sebab akibat antara risiko yang telah teridentifikasi. Terdapat tujuh risiko yang termasuk kedalam kelompok penyebab risiko dan terdapat enam risiko yang termasuk kedalam kelompok akibat risiko.
3. Risiko *pandemic* COVID-19 menempati posisi pertama dalam kelompok penyebab risiko, yang dapat mempengaruhi rantai pasok makanan secara keseluruhan. Disisi lain, dalam kelompok akibat risiko, selera pelanggan berubah mendapat prioritas pertama dalam peringkat risiko. Sehingga dalam metode *grey-DEMATEL* ditemukan bahwa risiko *pandemic* COVID-19 menjadi risiko paling penting dalam rantai pasok makanan. Diikuti dengan risiko lainnya yaitu hukum dan peraturan, kurangnya tenaga kerja terampil, kapasitas, dan *demand*.
4. Metode *grey-DEMATEL-ISM* dapat memetakan hubungan diantara kriteria risiko yang telah diidentifikasi. Metode ini memetakan kriteria risiko berdasarkan skala level. Dimana dalam penelitian ini terdapat empat level dalam struktur model ISM. Ditemukan bahwa kurangnya tenaga kerja terampil berada pada posisi level empat, sehingga dapat disimpulkan bahwa kurangnya tenaga kerja terampil menjadi risiko paling kritis serta

menjadi risiko yang dapat mempengaruhi risiko lainnya. Selain itu, risiko hukum dan peraturan, dan kegagalan komunikasi berada pada level tiga dalam model ISM, risiko ini juga menjadi perhatian karena dapat mempengaruhi risiko lain yang berada di level bawah.

5. Berdasarkan penilaian risiko dengan menggunakan kedua metode diperoleh beberapa risiko yang perlu dilakukannya mitigasi. Strategi mitigasi tersebut antara lain:
  - a. Menerapkan langkah-langkah keamanan agar keamanan makanan dapat terjaga selama pandemi COVID-19
  - b. Perusahaan harus menerapkan gaya manajemen partisipatif terhadap peraturan perundang-undangan. Dan perusahaan harus selalu memiliki informasi terbaru mengenai peraturan perundang-undangan.
  - c. Perusahaan perlu mengadakan program pelatihan untuk mengembangkan keterampilan dan kemampuan pekerja.
  - d. Perencanaan yang lebih baik dan meningkatkan fleksibilitas kapasitas.
  - e. Menerapkan peramalan permintaan secara baik dan tepat, guna mengatasi masalah dari permintaan yang tinggi dan penurunan permintaan secara signifikan.
  - f. Merencanakan berinvestasi pada infrastruktur komunikasi yang baik agar dapat menghindari kegagalan komunikasi, seperti peralatan maupun sebuah aplikasi yang dapat membantu penyampaian informasi secara tepat dan cepat.
6. Hasil dari integrasi metode *grey*, DEMATEL, dan ISM berbeda dengan hanya menggunakan metode *grey* dan DEMATEL. Selain dapat menemukan hubungan sebab dan akibat dari kriteria risiko, metode dengan menggunakan ISM dapat memetakan kriteria risiko dan mengetahui hubungan yang terjadi diantara kriteria risiko. Sehingga dapat diketahui risiko mana yang dapat mempengaruhi keseluruhan risiko.



## 6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan sebelumnya, maka penulis memberikan saran bagi penelitian selanjutnya:

1. Untuk penelitian selanjutnya, penulis merekomendasikan melakukan implementasi model penilaian risiko terhadap sektor industri makanan lainnya.
2. Peneliti menyarankan perlu adanya penelitian lebih lanjut terkait dengan strategi mitigasi risiko, agar dapat melihat seberapa efektifnya usulan strategi mitigasi tersebut bagi perusahaan.
3. Metode ISM hanya dapat melihat hubungan antara kriteria risiko, sehingga diperlukan pengembangan dengan metode lain yang dapat menganalisis kekuatan hubungan risiko tersebut.
4. Model hubungan antara kriteria risiko rantai pasok makanan dapat terbentuk dengan metode ISM, tetapi model ini tidak dilakukan validasi secara statistik. Sehingga untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat diverifikasi secara statistik dengan menggunakan metode *system dynamics* modelling (SDM) atau metode statistik lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akpinar, M. G. *et al.* (2010) 'Consumer risk perceptions towards food supply chain preferences : The case of the supermarket', 8(April).
- Anggrahini, D., Dana, P. and Sulistiyono, M. (2015) 'Managing quality risk in a frozen shrimp supply chain : a case study', *Procedia Manufacturing*. Elsevier B.V., 4(Iess), pp. 252–260. doi: 10.1016/j.promfg.2015.11.039.
- Ariyanti, F. D. and Andika, A. (2016) 'Supply chain risk management in the indonesian flavor industry: Case study from a multinational flavor company in indonesia', *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 8-10 March, pp. 1448–1455.
- Arshinder, K., Kanda, A. and Deshmukh, S. G. (2011) *A Review on Supply Chain Coordination: Coordination Mechanisms, Managing Uncertainty and Research Directions, Supply Chain Coordination under Uncertainty*. doi: 10.1007/978-3-642-19257-9.
- Arshinder, Kanda, A. and Deshmukh, S. G. (2008) 'Supply chain coordination: Perspectives, empirical studies and research directions', *International Journal of Production Economics*, 115(2), pp. 316–335. doi: 10.1016/j.ijpe.2008.05.011.
- Asgari, N. *et al.* (2016) 'Supply chain management 1982-2015: A review', *IMA Journal of Management Mathematics*, 27(3), pp. 353–379. doi: 10.1093/imaman/dpw004.
- Attri, R., Dev, N. and Sharma, V. (2013) 'Interpretive Structural Modelling ( ISM ) approach : An Overview', 2(2), pp. 3–8.
- Aven, T. and Renn, O. (2009) 'On risk defined as an event where the outcome is uncertain', *Journal of Risk Research*, 12(1), pp. 1–11. doi: 10.1080/13669870802488883.
- Babu, H., Bhardwaj, P. and Agrawal, A. K. (2020) 'Modelling the supply chain risk variables using ISM : a case study on Indian manufacturing SMEs'. doi: 10.1108/JM2-06-2019-0126.
- Bala, K. (2014) 'Supply Chain Management : Some Issues and Challenges - A

- Review', *International Journal of Current Engineering and Technology E-ISSN*, 4(2), pp. 946–953.
- Bangia, A. *et al.* (2002) 'Modeling Liquidity Risk', *Measurement*, (2001), pp. 1–13.
- Bhatia, M. S. and Srivastava, R. K. (2018) 'Analysis of external barriers to remanufacturing using grey-DEMATEL approach: An Indian perspective', *Resources, Conservation and Recycling*. Elsevier, 136(March), pp. 79–87. doi: 10.1016/j.resconrec.2018.03.021.
- Böcker, K. and Klüppelberg, C. (2010) 'Multivariate models for operational risk', *Quantitative Finance*, 10(8), pp. 855–869. doi: 10.1080/14697680903358222.
- Chou, D. C., Tan, X. and Yen, D. C. (2004) 'Web technology and supply chain management', *Information Management and Computer Security*, 12(4), pp. 338–349. doi: 10.1108/09685220410553550.
- Crosbie, P. and Bohn, J. (2019) 'Modeling Default Risk', *Crosbie, P. and Bohn, J., 2019. Modeling default risk. In World Scientific Reference on Contingent Claims Analysis in Corporate Finance*, 2(Corporate Debt Valuation with CCA), pp. 471–50.
- Dehdasht, G. *et al.* (2017) 'DEMATEL-ANP Risk Assessment in Oil and Gas Construction Projects', pp. 1–24. doi: 10.3390/su9081420.
- Diabat, A., Govindan, K. and Panicker, V. V. (2012) 'Supply chain risk management and its mitigation in a food industry', *International Journal of Production Research*, 50(11), pp. 3039–3050. doi: 10.1080/00207543.2011.588619.
- Dionne, G. (2013) 'RISK MANAGEMENT:HISTORY,DEFINITION, AND CRITIQUE', *Risk Management and Insurance Review*, 16, pp. 147–166. doi: doi.org/10.1142/9789814759595\_0020.
- Dobler, M., Lajili, K. and Zéghal, D. (2014) 'Environmental Performance, Environmental Risk and Risk Management', *Business Strategy and the Environment*, 23(1), pp. 1–17. doi: 10.1002/bse.1754.
- Ellram, L. M. and Cooper, M. C. (2014) 'Supply chain management: It's all about the journey, not the destination', *Journal of Supply Chain Management*,

- 50(1), pp. 8–20. doi: 10.1111/jscm.12043.
- Faisal, M. N. (2013) ‘Managing Risk in Small and Medium Enterprises (SMEs) Supply Chains’ Using Quality Function Deployment (QFD) Approach’, *International Journal of Operations Research and Information Systems*, 4(1), pp. 64–83. doi: 10.4018/joris.2013010104.
- Fischhoff, B. (2019) ‘Risk & risk perception A literature review’, *Cambridge Handbook of Psychology, Health and Medicine: Third Edition*, (04), pp. 65–68. doi: 10.4324/9781849772440-10.
- Fu, X., Zhu, Q. and Sarkis, J. (2010) ‘A GREY-DEMATEL METHODOLOGY FOR GREEN SUPPLIER DEVELOPMENT PROGRAM EVALUATION’, *Clark University, George Perkins Marsh Institute*.
- Gahin, F. S. (1967) ‘A Theory of Pure Risk Management in the Business Firm’, *The Journal of Risk and Insurance*, 34(1), p. 121. doi: 10.2307/251020.
- Galanakis, C. M. (2020) ‘The Food Systems in the Era of the Coronavirus (COVID-19) Pandemic Crisis’, *Foods*, 9(4), p. 523. doi: 10.3390/foods9040523.
- Garg, C. P. (2021) ‘Modeling the e-waste mitigation strategies using grey-theory and DEMATEL model’, *Journal of Cleaner Production*. Elsevier Ltd, 281, p. 124035. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.124035.
- Geng, Z. *et al.* (2021) ‘Early warning and control of food safety risk using an improved AHC-RBF neural network integrating AHP-EW’, *Journal of Food Engineering*. Elsevier Ltd, 292(March 2020), p. 110239. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2020.110239.
- Ghadge, A., Dani, S. and Kalawsky, R. (2012) ‘Supply chain risk management: present and future scope’, 23(3), pp. 313–339. doi: 10.1108/09574091211289200.
- Govindan, K. and Chaudhuri, A. (2016a) ‘Interrelationships of risks faced by third party logistics service providers : A DEMATEL based approach’, 90, pp. 177–195.
- Govindan, K. and Chaudhuri, A. (2016b) ‘Interrelationships of risks faced by third party logistics service providers: A DEMATEL based approach’, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. Elsevier Ltd, 90, pp. 177–195. doi: 10.1016/j.tre.2015.11.010.

- Gunasekaran, A., Patel, C. and McGaughey, R. E. (2004) 'A model for supply chain performance measurement', *International Journal of Production Economics*, 87(3), pp. 333–347. doi: 10.1016/j.ijpe.2003.08.003.
- Gunawan, I., Vanany, I. and Widodo, E. (2019) 'Typical traceability barriers in the Indonesian vegetable oil industry barriers'. doi: 10.1108/BFJ-06-2019-0466.
- Hanafi, M. (2016) *Manajemen Risiko*. UPP STIM YKPN.
- Hapsari, Anantamurti Purwa (2015), Design Framework Quality Risk Management for Supply Chain at PT Coca-Cola Amatil Indonesia, Surabaya Plant. Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- He, L. *et al.* (2020) 'A novel Kano-QFD-DEMATEL approach to optimise the risk resilience solution for sustainable supply chain', *International Journal of Production Research*. Taylor & Francis, 0(0), pp. 1–22. doi: 10.1080/00207543.2020.1724343.
- Huan, S. H., Sheoran, S. K. and Wan, G. (2004) 'A review and analysis of supply chain operations reference (SCOR) model', *Supply Chain Management*, 9(1), pp. 23–29. doi: 10.1108/13598540410517557.
- Huang, J. C. (2011) 'Application of grey system theory in telecare', *Computers in Biology and Medicine*. Elsevier, 41(5), pp. 302–306. doi: 10.1016/j.compbiomed.2011.03.007.
- Javanmardi, E., Liu, S. and Xie, N. (2020) *Exploring grey systems theory-based methods and applications in sustainability studies: A systematic review approach*, *Sustainability (Switzerland)*. doi: 10.3390/su12114437.
- Jayaram, J., Tan, K. and Nachiappan, S. P. (2010) 'Examining the interrelationships between supply chain integration scope and supply chain management efforts', *International Journal of Production Research*, 48(December 2014), pp. 37–41. doi: 10.1080/00207540903358329.
- Jedynak, P. and Bąk, S. (2019) 'Objectives of risk management in the financial services sector : the perspective of Polish enterprises listed on the Warsaw Stock Exchange', *Journal of Emerging Trends in Marketing and Management*, I(1), pp. 231–240. Available at: <http://www.etimm.ase.ro/?p=364>.
- Jüttner, U., Peck, H. and Christopher, M. (2003) 'Supply chain risk management:

- outlining an agenda for future research', *International Journal of Logistics: Research and Application*, 6. doi: <https://doi.org/10.1080/13675560310001627016>.
- Kaptan, G., Fischer, A. R. H. and Frewer, L. J. (2017) 'Extrapolating understanding of food risk perceptions to emerging food safety cases'. Routledge, 9877(February). doi: 10.1080/13669877.2017.1281330.
- Kei, Y. *et al.* (2019) 'Managing quality risk in supply chain to drive firm's performance: The roles of control mechanisms', 97(May 2017), pp. 291–303.
- Khan, S., Haleem, A. and Khan, M. I. (2020a) 'Assessment of risk in the management of Halal supply chain using fuzzy BWM method', *Supply Chain Forum*. Taylor & Francis, 00(00), pp. 1–17. doi: 10.1080/16258312.2020.1788905.
- Khan, S., Haleem, A. and Khan, M. I. (2020b) 'Risk management in Halal supply chain: an integrated fuzzy Delphi and DEMATEL approach'. doi: 10.1108/JM2-09-2019-0228.
- Knox, B. (2000) 'Consumer perception and understanding of risk from food', 56(1), pp. 97–109.
- Kot, S. (2018) 'Sustainable supply chain management in small and medium enterprises', *Sustainability (Switzerland)*, 10(4), pp. 1–19. doi: 10.3390/su10041143.
- Kumar, A., Kumar, S., *et al.* (2021) 'Mitigate risks in perishable food supply chains: Learning from COVID-19', *Technological Forecasting & Social Change*. Elsevier Inc., 166(February), p. 120643. doi: 10.1016/j.techfore.2021.120643.
- Kumar, A., Mangla, S. K., *et al.* (2021) 'Mitigate risks in perishable food supply chains: Learning from COVID-19', *Technological Forecasting and Social Change*. Elsevier Inc., 166(February). doi: 10.1016/j.techfore.2021.120643.
- Kumar, N. *et al.* (2019) 'Integrating sustainable supply chain practices with operational performance: an exploratory study of Chinese SMEs', *Production Planning and Control*. Taylor & Francis, 30(5–6), pp. 464–478. doi: 10.1080/09537287.2018.1501816.
- Li, S. *et al.* (2006) 'The impact of supply chain management practices on

- competitive advantage and organizational performance’, *Omega*, 34(2), pp. 107–124. doi: 10.1016/j.omega.2004.08.002.
- Liu, S. *et al.* (2016) ‘On the new model system and model of grey system theory’, *Journal of Grey System*, 28(1), pp. 1–15. doi: 10.1109/GSIS.2015.7301810.
- Mathiyazhagan, K. *et al.* (2020) ‘Modelling the interrelationship of risks for green supply chain management adoption: a DEMATEL approach Siddharth Nangia’, *International Journal of Logistics Systems and Management*, 36(3), pp. 414–440. doi: DOI: 10.1504/ijlsm.2020.108705.
- Mazumdar, P. *et al.* (2019) ‘Biology, phytochemical profile and prospects for snake fruit: An antioxidant-rich fruit of South East Asia’, *Trends in Food Science and Technology*. Elsevier, 91(March), pp. 147–158. doi: 10.1016/j.tifs.2019.06.017.
- Min, S., Zacharia, Z. G. and Smith, C. D. (2019) ‘Defining Supply Chain Management: In the Past, Present, and Future’, *Journal of Business Logistics*, 40(1), pp. 44–55. doi: 10.1111/jbl.12201.
- Mishra, B. K. *et al.* (2019) ‘A model for enterprise risk identification and management: the resource-based view’. doi: 10.1108/MAJ-12-2017-1751.
- Mithun, S. *et al.* (2019) ‘Model for evaluating risks in food supply chain: Implications in food wastage reduction’, *Journal of Cleaner Production*. Elsevier Ltd, 228, pp. 786–800. doi: 10.1016/j.jclepro.2019.04.322.
- Mulyawan, S. (2015) *Manajemen Risiko*. Bandung: CV Pustaka Setia.
- Nakandala, D., Lau, H. and Zhao, L. (2017) ‘Development of a hybrid fresh food supply chain risk assessment model’, *International Journal of Production Research*. Taylor & Francis, 55(14), pp. 4180–4195. doi: 10.1080/00207543.2016.1267413.
- Perevozova, I. *et al.* (2020) ‘Integration of the supply chain management and development of the marketing system’, *International Journal of Supply Chain Management*, pp. 496–507.
- Prakash, S. *et al.* (2017) ‘Risk analysis and mitigation for perishable food supply chain: a case of dairy industry’, *Benchmarking: An International Journal*, 24(1), pp. 2–23. doi: 10.1108/BIJ-07-2015-0070.
- Prashar, A. (2020) ‘Modeling enablers of supply chain quality risk management: a

- grey-DEMATEL approach', 32(5), pp. 1059–1076. doi: 10.1108/TQM-05-2019-0132.
- Pujawan, I. N. and ER, M. (2017) *Supply Chain Management Edisi Ketiga*. 3rd edn.
- Pujawan, I. N. and Geraldin, L. H. (2009) 'House of risk: A model for proactive supply chain risk management', *Business Process Management Journal*, 15(6), pp. 953–967. doi: 10.1108/14637150911003801.
- Raj, A. and Sah, B. (2019) 'Analyzing critical success factors for implementation of drones in the logistics sector using grey-DEMATEL based approach', *Computers and Industrial Engineering*. Elsevier, 138(February), p. 106118. doi: 10.1016/j.cie.2019.106118.
- Rajesh, R. and Ravi, V. (2015) 'Modeling enablers of supply chain risk mitigation in electronic supply chains: A Grey-DEMATEL approach', *Computers and Industrial Engineering*. Elsevier Ltd, 87, pp. 126–139. doi: 10.1016/j.cie.2015.04.028.
- Rathore, R., Thakkar, J. J. and Jha, J. K. (2017) 'A quantitative risk assessment methodology & evaluation of food supply chain', *International Journal of Logistics Management*, 28(4), pp. 1272–1293. doi: 10.1108/IJLM-08-2016-0198.
- Rathore, R., Thakkar, J. J. and Jha, J. K. (2021) 'Evaluation of risks in foodgrains supply chain using failure mode effect analysis and fuzzy VIKOR', *International Journal of Quality and Reliability Management*, 38(2), pp. 551–580. doi: 10.1108/IJQRM-02-2019-0070.
- Ray, P., Duraipandian, R. and Sinha, R. (2021) 'A Model for Identifying and Managing Risk Impact Factors for Disruptions in the Food Supply Chain', 12(4), pp. 1–11. doi: 10.14456/ITJEMAST.2021.84.
- Ridwan, A. *et al.* (2019) 'Design of strategic risk mitigation with supply chain risk management and cold chain system approach', *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 673(1). doi: 10.1088/1757-899X/673/1/012088.
- Rizou, M. *et al.* (2020) 'Trends in Food Science & Technology Safety of foods , food supply chain and environment within the COVID-19 pandemic', 102(April), pp. 293–299.



- Rostamzadeh, R., Keshavarz, M. and Govindan, K. (2018) 'Evaluation of sustainable supply chain risk management using an integrated fuzzy TOPSIS-CRITIC approach', 175.
- Salah, K. *et al.* (2019) 'Blockchain-Based Soybean Traceability in Agricultural Supply Chain', *IEEE Access*. IEEE, 7, pp. 73295–73305. doi: 10.1109/ACCESS.2019.2918000.
- Seering, W. and Al-salamah, M. (2010) 'RISK MANAGEMENT IN PRODUCT DESIGN: CURRENT STATE, CONCEPTUAL MODEL AND FUTURE RESEARCH', *Proceedings of the ASME 2010 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference*.
- Selvavinayagam, K., Francina, V. J. and Pradeep, R. K. (2018) 'A STUDY ON STRATEGIC SOURCING AND SUPPLY CHAIN RISK MANAGEMENT IN AVTEC LIMITED', *ICTACT Journals on Management Studies.*, 4(2), pp. 723–727. doi: 10.21917/ijms.2018.0098.
- Shanker, S., Sharma, H. and Barve, A. (2021) 'Assessment of risks associated with third-party logistics in restaurant supply chain', *Benchmarking*, 28(8), pp. 2432–2464. doi: 10.1108/BIJ-06-2020-0343.
- Siahaan, H. (2007) *Manajemen Resiko - Konsep, Kasus, Implemen.* PT Alex Media Komputindo.
- Soni, U. and Jain, V. (2011) 'Minimizing the vulnerabilities of supply chain: A new model for enhancing the resilience', in *2011 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*. IEEE, pp. 933–939. doi: 10.1109/IEEM.2011.6118053.
- Stock, J. R., Boyer, S. L. and Harmon, T. (2010) 'Research opportunities in supply chain management', (March 2009), pp. 32–41. doi: 10.1007/s11747-009-0136-2.
- Syazwan, M. *et al.* (2015) 'Motivations and limitations in implementing Halal food certification : a Pareto analysis'. doi: 10.1108/BFJ-02-2015-0055.
- Tang, O. and Nurmaya Musa, S. (2011) 'Identifying risk issues and research advancements in supply chain risk management', *International Journal of Production Economics*. Elsevier, 133(1), pp. 25–34. doi:

10.1016/j.ijpe.2010.06.013.

- Taroun, A. (2014) 'Towards a better modelling and assessment of construction risk: Insights from a literature review', *International Journal of Project Management*. Elsevier Ltd and APM IPMA, 32(1), pp. 101–115. doi: 10.1016/j.ijproman.2013.03.004.
- Taylor, P. *et al.* (2015) 'Supply chain risk management: a literature review', *International Journal of Production Research*, (April 2015), pp. 37–41. doi: 10.1080/00207543.2015.1030467.
- Taylor, P., Tse, Y. K. and Tan, K. H. (2011) 'International Journal of Production Managing product quality risk in a multi-tier global supply chain', (December 2014), pp. 37–41. doi: 10.1080/00207543.2010.508942.
- Trkman, P. and McCormack, K. (2009) 'Supply chain risk in turbulent environments-A conceptual model for managing supply chain network risk', *International Journal of Production Economics*. Elsevier, 119(2), pp. 247–258. doi: 10.1016/j.ijpe.2009.03.002.
- Tupa, J., Simota, J. and Steiner, F. (2017) 'Aspects of Risk Management Implementation for Industry 4.0', *Procedia Manufacturing*. Elsevier B.V., 11(June), pp. 1223–1230. doi: 10.1016/j.promfg.2017.07.248.
- Uyttendaele, M., De Boeck, E. and Jacxsens, L. (2016) 'Challenges in Food Safety as Part of Food Security: Lessons Learnt on Food Safety in a Globalized World', *Procedia Food Science*. Elsevier Srl, 6(Icsusl 2015), pp. 16–22. doi: 10.1016/j.profoo.2016.02.003.
- Vishnu, C. R. *et al.* (2020) 'Analysis of the operational risk factors in public hospitals in an Indian state: A hybrid DEMATEL–ISM–PROMETHEE approach', *International Journal of Health Care Quality Assurance*, 33(1), pp. 67–88. doi: 10.1108/IJHCQA-06-2018-0156.
- Vonderembse, M. A. *et al.* (2006) 'Designing supply chains: Towards theory development', *International Journal of Production Economics*, 100(2), pp. 223–238. doi: 10.1016/j.ijpe.2004.11.014.
- Wahyuni, H. C., Sumarmi, W. and Saidi, I. A. (2018) 'Food safety risk analysis of food supply chain in small and medium enterprises (case study: Supply chain of fish)', *International Journal of Engineering and Technology(UAE)*, 7(2.14

Special Issue 14), pp. 229–233.

- Wang, X., Li, D. and Shi, X. (2012) ‘A fuzzy model for aggregative food safety risk assessment in food supply chains’, *Production Planning and Control*, 23(5), pp. 377–395. doi: 10.1080/09537287.2011.561812.
- Wei, D., Liu, H. and Shi, K. (2019) ‘What are the key barriers for the further development of shale gas in China? A grey-DEMATEL approach’, *Energy Reports*. Elsevier Ltd, 5, pp. 298–304. doi: 10.1016/j.egy.2019.02.010.
- Wu, J. Y. and Hsiao, H. I. (2021) ‘Food quality and safety risk diagnosis in the food cold chain through failure mode and effect analysis’, *Food Control*. Elsevier Ltd, 120(April 2020), p. 107501. doi: 10.1016/j.foodcont.2020.107501.
- Wu, T., Blackhurst, J. and Chidambaram, V. (2006) ‘A model for inbound supply risk analysis’, *Computers in Industry*, 57(4), pp. 350–365. doi: 10.1016/j.compind.2005.11.001.
- Yu, H., Legendre, T. S. and Ma, J. (2021) ‘We stand by our brand: Consumers’ post-food safety crisis purchase intention and moral reasoning’, *Journal of Business Research*, 132(April), pp. 79–87. doi: 10.1016/j.jbusres.2021.04.020.
- Yu, W. *et al.* (2018) ‘Data-driven supply chain capabilities and performance: A resource-based view’, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. Elsevier Ltd, 114, pp. 371–385. doi: 10.1016/j.tre.2017.04.002.
- Zubayer, A. Al and Ali, S. M. (2019) ‘Analysis of supply chain risk in the ceramic industry using the TOPSIS method under a fuzzy environment’. doi: 10.1108/JM2-06-2018-0081.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Kuesioner dengan *google form*

**Pengembangan Framework Evaluasi Risiko pada Rantai Pasok Pangan menggunakan Integrasi Grey System Theory dengan DEMATEL dan ISM**

Kuesioner Tahap 1 (Pertama):  
Tahap ini merupakan langkah awal dalam melakukan identifikasi risiko terpenting yang terkait dengan produk pangan  
Jika ada yang ingin ditanyakan dapat menghubungi via Whatsapp : 082159588849

**Bagian 1**  
Tolong jawab pertanyaan singkat berikut:

**Nama \***  
Short answer text

**Nama Perusahaan \***  
Short answer text

### Lampiran 2. Kuesioner penilaian kepentingan risiko

Silakan pilih risiko rantai pasok pangan yang paling penting berikut ini: \*

Bagian yang perlu di centang hanya 1 pada YES/NO dan 1 pada skala 5-1. Sehingga hanya diperlukan 2 centang pada setiap barisnya. JIKA MEMILIH NO TIDAK PERLU MENCENTANG ANGKA PADA BAGIAN SKALA, SEHINGGA HANYA 1 CENTANG SAJA DI PILIHAN NO

	YES	NO	5	4	3	2	1
Pandemic ...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Risiko Ling...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hukum da...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Demand	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Selera Pela...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Customer ...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	—	—	—	—	—	—	—

### Lampiran 3. Kuesioner penilaian hubungan antar risiko

#### PETUNJUK PENGISIAN

Saudara/i hanya perlu memberi tanda centang (✓) pada pilihan jawaban yang tersedia menurut pendapat saudara/i, setiap pertanyaan hanya membutuhkan satu jawaban.

Dengan penilaian sebagai berikut:

- 0 = Tidak Berpengaruh
- 1 = Berpengaruh rendah
- 2 = Berpengaruh Sedang
- 3 = Berpengaruh Kuat
- 4 = Berpengaruh Sangat Kuat

Nama Responden: Riswan Yuni

Sebagai contoh:

1. Apakah menurut saudara/i **Pandemic Covid-19 (R1)** berpengaruh pada Y ?

R1					Y
0	1	2	3	4	
				✓	Pemasok gagal memenuhi permintaan tepat waktu atau menyediakan bahan baku berkualitas kurang baik (R7).

2. Apakah menurut saudara/i **Pemasok gagal memenuhi permintaan tepat waktu atau menyediakan bahan baku berkualitas kurang baik (R7)** berpengaruh pada Y ?

R7					Y
0	1	2	3	4	
✓					Pandemic COVID-19 (R1)

Sehingga dapat diperhatikan bahwa meski pertanyaan tersebut dibalik akan menghasilkan penilaian yang berbeda, karena dalam konteksnya risiko pandemic covid-19 (R1) berpengaruh sangat kuat terhadap *risiko supply* (R7). Tetapi risiko *supply* (R7) tidak berpengaruh terhadap risiko pandemic covid-19 (R1).

Dengan penilaian sebagai berikut:

0 = Tidak Berpengaruh

1 = Berpengaruh rendah

2 = Berpengaruh Sedang

3 = Berpengaruh Kuat

4 = Berpengaruh Sangat Kuat

1. Apakah menurut saudara/i **Risiko Pandemic Covid-19 (R1)** berpengaruh pada Y ?

Penilaian					Y
0	1	2	3	4	
	✓				Risiko yang terkait dengan kegagalan dalam memenuhi standar lingkungan produksi (R2)
		✓			Risiko kegagalan untuk mematuhi peraturan dan hukum yang diberlakukan oleh pemerintah (R3)
			✓		Risiko terhadap fluktuasi permintaan atau ketidakpastian permintaan (R4)
				✓	Selera pelanggan berubah terhadap produk (R5)
		✓			Risiko akibat hubungan dengan pelanggan yang buruk (R6)
	✓				Pemasok gagal memenuhi permintaan tepat waktu atau menyediakan bahan baku berkualitas kurang baik (R7)
			✓		Risiko penyimpanan persediaan terlalu tinggi atau terlalu rendah menyebabkan produk kadaluarsa atau kehilangan penjualan (R8)
	✓				Kurangnya kapasitas untuk dapat memenuhi permintaan pelanggan (R9)
	✓				Waktu produksi berhenti karena kegagalan mesin/peralatan dan fasilitas (R10)
	✓				Kurangnya pengetahuan diantara para pekerja tentang pekerjaan masing-masing (R11)
	✓				Terjadi kesalahpahaman antara pengangkutan, penyimpanan, dan pengiriman bahan baku atau produk jadi (R12)
		✓			Gangguan dalam kegiatan bisnis termasuk penjualan, produksi, dan arus kas dalam rantai pasok karena kesalahan sistem TI (Teknologi Informasi) (R13)

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Hendrik Vicarlo Saragih Manihuruk, lahir di Balikpapan, Provinsi Kalimantan Timur pada tanggal 12 September 1996. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan Esron Saragih Manihuruk dan Elvi Purba. Penulis saat ini bertempat tinggal di Perum. PGRI Blok L No. 20, Kelurahan Gunung Bahagia, Kecamatan Balikpapan Selatan, Kota Balikpapan. Penulis menempuh Pendidikan formal di SD Negeri 007 Balikpapan, SMP Negeri 5 Balikpapan, SMK Negeri 1 Balikpapan, dan berlanjut untuk menempuh pendidikan perguruan tinggi di Universitas Mulawarman Samarinda dengan program studi Teknik Industri pada tahun 2014 hingga 2018 untuk studi program sarjana Strata 1 (S1). Pada tahun 2019 penulis melanjutkan pendidikan Strata 2 (S2) di Departemen Teknik Sistem dan Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya di bidang konsentrasi Manajemen Rantai Pasok dan Logistik. Penulis dapat dihubungi melalui [vicarlo.hendrik@gmail.com](mailto:vicarlo.hendrik@gmail.com).