

Risk Linkage Model for Cooking Oil Supply Chain

Model Keterkaitan Risiko Pada Rantai Pasok Minyak Goreng

Paramaditya^{1*}, Iwan Vanany²

¹Prodi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

²Prodi Teknik Sistem Industri, Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem,

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Email : dityaars@gmail.com*, iwan.vanany@gmail.com

ABSTRAK

Minyak goreng merupakan salah satu dari sembilan bahan untuk makanan pokok, yang disebut sembako bagi masyarakat Indonesia. Pada pertengahan tahun 2022, munculnya fenomena kelangkaan minyak goreng dan melonjaknya harga sudah terlihat di tengah masyarakat. Penyebab kenaikan harga minyak goreng antara lain kenaikan harga bahan baku CPO (Crude Palm Oil), terganggunya jalur distribusi, penurunan stok kelapa sawit dalam negeri, dan beberapa produsen minyak goreng dalam negeri melakukan ekspor tanpa izin dari pemerintah dan melanggar undang-undang yang berlaku saat ini. Salah satu industri produksi minyak sawit mempunyai aktivitas rantai pasok yang mencakup pemasok kelapa sawit, kemudian kelapa sawit diolah produsen menjadi minyak mentah yang kemudian dikirim ke konsumen dalam negeri sebagai bahan baku untuk menghasilkan minyak goreng. Berdasarkan aktivitas rantai pasok yang terbentuk, akan menimbulkan kejadian-kejadian risiko yang tidak diinginkan. Tujuan penelitian adalah untuk mengidentifikasi risk events, mengetahui keterkaitan risiko pada rantai pasok minyak goreng dengan integrasi metode fuzzy DEMATEL-ISM-MICMAC dan merencanakan aksi mitigasi risiko untuk menguranginya. Metode integrasi fuzzy DEMATEL untuk membangun model struktural yang melibatkan hubungan sebab akibat diantara faktor-faktor kompleks. Kemudian ISM, memetakan dan memvisualisasikan keterkaitan risiko dalam grafik. Metode MICMAC untuk mengkategorikan elemen-elemen yang ada berdasarkan kekuatan dependence power dan driver power. Hasil dari penelitian ini telah teridentifikasi sebelas kejadian risiko dan risiko yang paling mempengaruhi kejadian-kejadian risiko adalah ketidakpastian pengiriman (R8). Rencana aksi mitigasi yang direkomendasikan untuk mengatasi ketidakpastian pengiriman adalah memberikan alternatif mitra pengiriman yang lain

Kata Kunci: Rantai Pasok Minyak Goreng, Risk Events, fuzzy DEMATEL, ISM, MICMAC

ABSTRACT

Cooking oil is one of nine elements of Indonesian staple cuisine, also known as basic food. In the middle of 2022, the public will experience cooking oil scarcity, with prices that are significantly higher than before. The price increase of CPO (Crude Palm Oil) raw materials, disruption of distribution channels, low supplies of domestic palm oil raw materials, and some domestic cooking oil producers exporting without permission from the government and violating the law are some of the causes of the rise in cooking oil prices. As a result, the supply that should be available to Indonesians has been curtailed, and there is a lack of cooking oil. One of the palm oil generating sectors involves supply chain activities that include palm oil suppliers, producers converting it into crude oil, and then sending the crude oil to domestic customers who utilize the crude oil as raw material to make the products they want, namely oil. fry. Unwanted risk occurrences will occur as a result of the supply chain activities that are

Perancangan Model Keterkaitan Risiko Pada Rantai Pasok Minyak Goreng / Paramaditya, Iwan Vanany

Peer reviewed under responsibility of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

© 2023 Paramaditya, Iwan Vanany

formed. The goal of this study is to identify risk events, analyze the linkage between risks in the cooking oil supply chain using the DEMATEL-ISM-MICMAC fuzzy technique, and develop risk reduction strategies. DEMATEL fuzzy integration approach for developing structural models including complicated cause-and-effect interactions. Then, using graphs, ISM maps and visualizes risk correlations. The MICMAC approach is used to categorize existing elements based on their dependence power and driver power. The findings of this study found eleven risk events, with shipping uncertainty (R8) being the most influential risk event. To combat shipping unpredictability, the recommended mitigation action strategy is to supply alternative shipping partners.

Keywords: *Cooking Oil Supply, Risk Events, fuzzy DEMATEL, ISM, MICMAC*

PENDAHULUAN

Minyak goreng merupakan salah satu dari sembilan bahan untuk makanan pokok, yang disebut sembako di kalangan masyarakat Indonesia [1]. Komponen utama minyak goreng adalah trigliserida, diperoleh dari bahan tumbuhan tanpa perubahan kimia seperti hidrogenasi atau pendinginan dan telah melalui proses pemurnian untuk digoreng [2]. Pada pertengahan tahun 2022, fenomena kelangkaan minyak goreng muncul di kalangan masyarakat dengan harga yang mahal atau cukup tinggi dari sebelumnya. Beberapa penyebab kenaikan harga minyak goreng adalah meningkatnya harga bahan baku CPO (Crude Palm Oil), jalur distribusi menjadi terganggu, rendahnya persediaan kelapa sawit dalam negeri, sebagian produsen minyak goreng yang ada di dalam negeri melakukan ekspor tanpa izin dari pemerintah dan melanggar hukum yang berlaku. Hal ini telah mengurangi persediaan bagi penduduk Indonesia dan menyebabkan kelangkaan minyak goreng [3]. Salah satu industri produksi minyak kelapa sawit memiliki aktivitas rantai pasok antara lain pemasok kelapa sawit yang kemudian diolah menjadi minyak mentah oleh produsen dan minyak mentah tersebut dikirim kepada konsumen dalam negeri untuk menghasilkan minyak goreng. Berdasarkan aktivitas rantai pasok yang terbentuk, akan menimbulkan kejadian-kejadian risiko yang tidak diinginkan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengidentifikasi risk events, mengetahui keterkaitan risiko pada rantai pasok minyak goreng dan merencanakan aksi mitigasi risiko yang perlu dilakukan untuk mereduksi terjadinya risiko pada rantai pasok minyak goreng. Sampai saat ini, hanya sedikit penelitian yang secara spesifik mengidentifikasi kejadian-kejadian risiko pada rantai pasok minyak goreng. Penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, menggunakan integrasi metode grey DEMATEL-ISM-MICMAC untuk mengidentifikasi dan mengetahui keterkaitan risiko pada traceability system untuk rantai pasok minyak nabati. Temuan ini mengidentifikasi 20 barriers, model struktural hierarki antar barriers dan mengklasifikasikan barriers berdasarkan dependence power dan driver power. Kelemahan paper tersebut, adanya ketidakjelasan atau keraguan pendapat yang disampaikan para ahli tidak diatasi. Sehingga, perlu menggunakan metode yang efektif dengan menggabungkan logika fuzzy dan DEMATEL [4]. Mengisi gap pada penelitian tersebut, posisi penelitian ini melakukan penilaian risiko menggunakan integrasi metode fuzzy DEMATEL-ISM-MICMAC pada rantai pasok minyak goreng dengan sudut pandang dari pelaku rantai pasok produsen, distributor, konsumen dan akademisi.

METODE

Penelitian tentang pengelolaan risiko rantai pasok minyak goreng jarang ditemukan sehingga studi literatur yang dilakukan adalah rantai pasok minyak kelapa sawit hingga penggunaan minyak goreng bekas dan rantai pasok pangan untuk mengidentifikasi berbagai jenis risiko yang ditimbulkan. Menurut Syarif Hidayat [5], mengidentifikasi risiko rantai pasok kelapa sawit dengan menggunakan fuzzy AHP telah mengidentifikasi kejadian-kejadian risiko sebanyak dua belas jenis diantaranya risiko harga, pasokan, transportasi, kebijakan, informasi, pasar, penyimpanan, produksi, lingkungan, kualitas, kemitraan dan teknologi. Hasil penelitian dapat diketahui tingkat risiko terpenting untuk keseluruhan pelaku rantai pasok. Penelitian berikutnya menurut Ruri Kurnia [6], melakukan penentuan prioritas

Perancangan Model Keterkaitan Risiko Pada Rantai Pasok Minyak Goreng / Paramaditya, Iwan Vanany

Peer reviewed under responsibility of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

© 2023 Paramaditya, Iwan Vanany

risiko dari minyak goreng bekas ke biodiesel dengan menggunakan fuzzyAHP. Dari hasil penelitian, terdapat enam jenis risiko diantaranya risiko bahan baku, mutu, transportasi, pasar, produksi dan kemitraan yang teridentifikasi.

Integrasi metode grey system theory dan DEMATEL digunakan untuk mengembangkan kerangka kerja berkelanjutan untuk rantai pasok pangan. Jenis risiko yang teridentifikasi ada tujuh belas diantaranya pasokan, persediaan, permintaan, mendeteksi penyakit hama, kurangnya terampil tenaga kerja, kegagalan sistem IT (Teknologi dan Informasi), mutu kualitas produk yang menurun, kapasitas, legal dan huku, kegagalan komunikasi dengan supplier, perubahan perilaku pelanggan, kepemimpinan yang buruk, kegagalan mesin, lingkungan dan kurangnya kerjasama dengan mitra. Temuan penelitian mengungkapkan bahwa lima risiko diperoleh sebagai risiko penyebab sedangkan lima risiko diperoleh sebagai risiko akibat [7]. Sedangkan menurut penelitian Ivan Gunawan melakukan penelitian pada rantai pasok minyak nabati khususnya minyak sawit dan minyak kelapa. Metode yang digunakan yaitu integrasi metode DEMATEL-ISM-MICMAC untuk melakukan identifikasi hambatan risiko dan memodelkan hubungan antar barriers untuk meningkatkan keandalan. Hasil dari penelitian ini adalah tervisualisasinya model hierarki antar barriers dan terbentuknya tiga kelompok yaitu barriers, suppliers penghubung barriers dan sales yang terbentuk dari dependence power dan driver power.

Beberapa penelitian sebelumnya, menggunakan metode fuzzy, DEMATEL, ISM dan MICMAC untuk melakukan penilaian risiko pada rantai pasok selain minyak goreng dan pangan seperti [8] menggunakan kombinasi ISM dan MICMAC untuk memetakan hubungan antara hambatan dalam rantai pasokan susu di India, [9] menggunakan ISM untuk memodelkan interaksi hambatan dalam rantai pasokan produk pertanian, [10] menggunakan kombinasi ISM dan DEMATEL untuk memodelkan interaksi hambatan dalam implementasi IoT di tingkat pengecer makanan. Penelitian [11], melakukan identifikasi risiko pada keamanan pangan dan halal status di industri pengolah makanan menggunakan metode bayesian network structure. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 19 risiko terintegrasi terhadap keamanan dan kehalalan pangan. Dua belas risiko disebabkan oleh keamanan pangan dan tujuh risiko karena status halal. Secara keseluruhan, risiko yang diidentifikasi dijelaskan melalui struktur bayesian network yang terdiri dari empat level sebagai dasar penentuan nilai peluang risiko.

Penelitian ini menggunakan metode integrasi fuzzyDEMATEL untuk membangun model struktural yang melibatkan hubungan sebab akibat di antara faktor-faktor kompleks. Kemudian ISM, memetakan dan memvisualisasikan keterkaitan risiko dalam grafik. Metode MICMAC untuk mengkategorikan elemen-elemen yang ada berdasarkan kekuatan dependence power dan driver power. Terakhir, merencanakan aksi mitigasi risiko berdasarkan hasil integrasi ketiga metode tersebut. Berikut langkah-langkah integrasi metode fuzzyDEMATEL-ISM-MICMAC:

Langkah 1: Merancang Kuesioner

Kuesioner berisi sekumpulan kriteria $F = \{f_1, f_2, \dots, f_n\}$ disusun dalam perbandingan berpasangan. Skala perbandingan berpasangan diatur pada empat tingkat. Nilai 0 mewakili “tidak ada pengaruh”, nilai 1 mewakili “pengaruh sangat rendah”, nilai 2 mewakili “pengaruh rendah”, nilai 3 mewakili “pengaruh tinggi”, nilai 4 mewakili “pengaruh sangat tinggi”. Kemudian para ahli mengisi perbandingan berpasangan dari elemen f_i ke f_j sesuai dengan keyakinannya, dilihat pada Tabel 1.

Langkah 2: Membangun initial direct relation matrix (A)

Ada H sebagai responden dan n kriteria yang harus dipertimbangkan. Setiap responden akan menghasilkan $n \times n$ matriks non negatif $X^k = \{X_{ij}^k\}_{n \times n}$, dengan $1 \leq k \leq H$. Kemudian menghitung $n \times n$ matriks rata-rata A , yang mencakup semua pendapat responden dengan rata-rata nilai mereka. Matriks A disebut initial direct relation matrix. Matriks ini menunjukkan pengaruh langsung dari setiap kriteria yang diberikan dan diterima dari kriteria lain.

Langkah 3: Menormalisasikan initial direct relation matrix (A) menjadi matriks initial direct relation matrix (G) yang dinormalisasi.

Skala nilai yang digunakan setiap peneliti dapat berbeda-beda. Oleh karena itu, initial direct relation matrix (A) perlu dinormalisasi menjadi normalized direct relation matrix $G = [g_{ij}]_{n \times n}$ dengan $0 \leq g_{ij} \leq 1$.

Langkah 4: Menghitung total relation matrix (T)

Proses normalisasi membuat perbedaan antara kriteria (g_{ij}) dari matriks G tidak signifikan. Kompilasi total relation matrix $T = (t_{ij})_{n \times n}$ menguatkan setiap nilai unsur, sehingga unsur yang sebenarnya saling mempengaruhi dapat dibedakan dari unsur yang tidak mempunyai pengaruh, dilihat pada Tabel 3.

Langkah 5: Mengubah total relation matrix (T) menjadi initial reachability matrix (K)

Matriks T mempresentasikan hubungan antar kriteria yang diamati. Hubungan antar kriteria f_i dan kriteria f_j ditunjukkan oleh t_{ij} yang lebih besar atau sama dengan nilai ambang batas. Nilai ambang batas (α) adalah nilai rata-rata dalam total relation matrix. Initial reachability matrix (K) digunakan untuk menunjukkan hubungan dari kriteria f_i ke f_j yang dinyatakan dalam $\{0,1\}$.

Langkah 6 : Memeriksa transivitas dan menetapkan final reachability matrix (K')

Konsep transivitas memediasi pertukaran informasi logis dan data empiris selama proses penataan sistem. Dalam prosedur ISM, transivitas dijelaskan f_1 berhubungan dengan f_2 dan f_2 berhubungan dengan f_3 , maka f_1 berhubungan dengan f_3 . $k_{13} = 1$. Setelah itu, $k_{13} = 0$ transivitas telah diperiksa dan final reachability matrix (K') terbentuk, dilihat pada Tabel 6.

Langkah 7: Mendefinisikan reachability set dan antecedent set

Secara teknis, Reachability set dari elemen sistem adalah himpunan elemen yang bersesuaian dengan kolom, dimana semua elemen bernilai 1. Antecedent set adalah himpunan elemen yang bersesuaian dengan baris, dimana semua elemen bernilai 1, dapat dilihat pada Tabel 7.

Langkah 8: Menyusun struktur hierarki

Elemen yang muncul baik di reachability set dan antecedent set dipilih sebagai intersection set. Susunan elemen dimulai dari level 1, yang ditempatkan di bagian atas hierarki. Elemen yang dipilih adalah elemen yang memiliki reachability set dan intersection set yang sama dalam final reachability matrix. Iterasi berakhir ketika semua level elemen telah ditemukan.

Langkah 9 : Menghasilkan diagram model ISM

Tingkatan elemen beserta final reachability matrix digunakan sebagai dasar untuk menggambar grafik berarah (diagraf), yang merupakan visualisasi elemen, hubungan kontekstual antar elemen dan penyusunan level hierarki, dapat dilihat pada Gambar 2.

Langkah 10: Menganalisis menggunakan diagram MICMAC berdasarkan dependence power dan driver power .

Diagram MICMAC digunakan untuk mengklasifikasikan elemen-elemen yang teridentifikasi ke dalam empat klaster: autonomous, dependent, linkage, dan independent. Klaster I autonomous indicators, terdiri dari elemen dengan kekuatan penggerak dan ketergantungan yang lemah. Klaster II, dependent indicators, terdiri dari elemen-elemen dengan daya dorong yang lemah tetapi daya ketergantungan yang kuat. Klaster III, linkage indicators, terdiri

dari elemen-elemen dengan daya dorong dan daya ketergantungan yang kuat. Yang terakhir, Klaster IV, independent indicators, terdiri dari elemen dengan kekuatan pendorong yang kuat tetapi kekuatan ketergantungan yang lemah, dapat dilihat pada Gambar 3.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan awal adalah mengidentifikasi kejadian risiko melalui pengisian kuesioner dengan para ahli. Responden pada penelitian ini, mengungkapkan pemikirannya terkait dengan pengetahuan, pengalaman dan keahlian mereka. Pengalaman dan tingkat pengetahuan para responden berbeda-beda. Namun, pemahaman tentang penggunaan produk dan rantai pasok minyak goreng cukup untuk penelitian ini. Daftar responden yang terlibat dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Responden

Responden	Pelaku Rantai Pasok	Pengalaman	Tanggung Jawab pekerjaan
Responden 1 (A ₁)	Konsumen	>5 tahun	Mengkonsumsi minyak goreng untuk kebutuhan sehari-hari
Responden 2 (A ₂)	Distributor	>5 tahun	Merencanakan dan mengelola keperluan logistik, gudang dan transportasi. Bekerja sama dan bernegosiasi dengan penyuplai, produsen dan konsumen
Responden 3 (A ₃)	Produsen	>5 tahun	Memproduksi dan menyediakan barang kebutuhan pasar.
Responden 4 (A ₄)	Akademisi	>10 tahun	Akademisi bidang rantai pasok

Keempat responden diminta untuk mengisi kuesioner perbandingan berpasangan secara individual. Responden dipilih berdasarkan pengalaman kerja dan kesediaan untuk berpartisipasi. Kejadian-kejadian risiko rantai pasok minyak goreng dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kejadian-Kejadian Risiko

Sumber Risiko	Dari Sudut Pandang Pelaku rantai pasok	Risk Events	Potensi Risiko	Referensi
Risiko Pasokan	Produsen	Rendahnya persediaan minyak goreng	Risiko rendahnya persediaan sehingga menyebabkan kelangkaan minyak goreng di pasaran	[12]; [7]
	Distributor	Dugaan penimbunan minyak goreng	Risiko adanya dugaan penimbunan minyak goreng oleh pihak yang tidak bertanggung jawab sehingga menimbulkan kelangkaan minyak goreng	Responden 2 (A ₂)
	Distributor	Kenaikan harga minyak goreng	Risiko naiknya harga minyak goreng	Responden 2 (A ₂)
	Produsen	Produksi bahan baku menurun	Risiko menurunnya produksi bahan baku karena cuaca yang tidak mendukung sehingga menghambat masa panen dan tidak dapat memenuhi kebutuhan permintaan produksi	[12]; [7]; [1]

Sumber Risiko	Dari Sudut Pandang Pelaku rantai pasok	Risk Events	Potensi Risiko	Referensi
Risiko Produksi	Distributor	Distorsi Informasi	Risiko adanya distorsi informasi dengan mitra kerja sehingga menghambat aktivitas proses rantai pasok	[13] [14]; [7]
	Distributor	Dugaan penyalahgunaan distribusi	Risiko adanya dugaan penyalahgunaan distribusi, dari awalnya yang didistribusikan ke masyarakat menjadi ke industri	Responden 2 (A ₂)
Risiko Permintaan	Konsumen	Ketidakpastian Permintaan	Risiko terhadap ketidakpastian permintaan produksi.	[12]; [15]
Risiko Eksternal	Distributor	Ketidakpastian Waktu pengiriman	Risiko terhadap situasi pandemi covid19 menyebabkan arus pengiriman barang terganggu karena adanya Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat (PPKM)	[12]; [7]
	Produsen	Kualitas produk menurun	Risiko yang diakibatkan tidak terpenuhinya standar ISO manajemen lingkungan pada perusahaan sehingga berdampak pada kualitas produk	[16]; [7]
	Akademisi	Perubahan kebijakan pemerintah	Risiko menghadapi kebijakan pemerintah tentang penetapan harga eceran tertinggi minyak goreng yang berubah dengan cepat sehingga memerlukan waktu implementasi di lapangan.	[1]
	Distributor	SDM melakukan kecurangan	Risiko dugaan pihak-pihak yang mengambil keuntungan dengan fenomena kelangkaan minyak goreng	[1]

Tahapan selanjutnya, setelah kejadian-kejadian risiko teridentifikasi, dilakukan penilaian risiko menggunakan *fuzzy*DEMATEL. Hasil perhitungan *fuzzy*DEMATEL menghasilkan *total relation matrix* (T) sebagai berikut:

Tabel 3. *Total Relation Matrix*

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11
R1	0,33534	0,37523	0,47236	0,46332	0,38922	0,44331	0,52223	0,45513	0,40427	0,48403	0,3273
R2	0,31229	0,27685	0,38067	0,30754	0,28157	0,34575	0,43679	0,37797	0,31783	0,38956	0,25175
R3	0,39376	0,37482	0,40607	0,43069	0,31903	0,37424	0,43199	0,3999	0,36436	0,45698	0,28817
R4	0,38812	0,34887	0,43261	0,37091	0,33728	0,39376	0,47249	0,38863	0,34976	0,40929	0,26087
R5	0,31263	0,2992	0,37667	0,35935	0,29815	0,37473	0,41393	0,38404	0,35186	0,39832	0,25697
R6	0,39562	0,37415	0,47377	0,45062	0,40777	0,41925	0,51836	0,48732	0,40297	0,5054	0,33451
R7	0,45788	0,43832	0,53182	0,4918	0,40731	0,47898	0,52189	0,51879	0,43576	0,53798	0,34872
R8	0,4002	0,42497	0,51279	0,46624	0,39083	0,47245	0,54738	0,44703	0,4232	0,51149	0,32907
R9	0,30183	0,31207	0,35962	0,3684	0,28644	0,35581	0,3821	0,37804	0,30765	0,36951	0,25355
R10	0,47292	0,46491	0,55356	0,51987	0,42058	0,49913	0,58893	0,53944	0,45772	0,51187	0,34288
R11	0,22178	0,21753	0,25923	0,2848	0,23156	0,25476	0,29596	0,27624	0,27067	0,29746	0,19755

Perancangan Model Keterkaitan Risiko Pada Rantai Pasok Minyak Goreng / Paramaditya, Iwan Vanany

Peer reviewed under responsibility of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

© 2023 Paramaditya, Iwan Vanany

Selanjutnya, menentukan nilai D_i+R_j dan D_i-R_j . D_i+R_j disebut *prominence* yang artinya seberapa penting kriteria tersebut, dilihat pada Tabel 4. Sedangkan, D_i-R_j disebut *relation* yang artinya membagi kriteria tersebut menjadi kelompok penyebab dan akibat [17]. Nilai (D_i-R_j) positif menjadi kelompok penyebab risiko, sedangkan nilai (D_i-R_j) negatif menjadi kelompok akibat risiko, dilihat pada Tabel 5. Kelompok penyebab terjadinya risiko diantaranya risiko rendahnya persediaan minyak goreng (R1), risiko perubahan kebijakan pemerintah (R10), risiko adanya dugaan penyalahgunaan dsitribusi (R6), risiko ketidakpastian waktu pengiriman (R8), risiko distorsi informasi (R5), dan risiko ketidakpastian permintaan (R7). Kelompok akibat risiko terdiri dari kenaikan harga minyak goreng (R3), kualitas produk menurun (R9), SDM melakukan kecurangan (R11), produksi bahan baku menurun (R4) dan dugaan penimbunan minyak goreng (R2)[18].

Tabel 4. *Prominence* Kriteria Risiko

Rank	Risiko	D_i+R_j
1	R7	10,301
2	R10	10,244
3	R8	9,578
4	R6	9,182
5	R3	8,999
6	R4	8,666
7	R10	8,664
8	R9	7,761
9	R5	7,596
10	R2	7,586
11	R11	5,999

Tabel 5. *Relation* Kriteria Risiko

Rank	Kelompok Sebab	D_i-R_j	Rank	Kelompok Akibat	D_i-R_j
1	R1	0,679	1	R3	-0,519
2	R10	0,5	2	R9	-0,411
3	R6	0,358	3	R11	-0,384
4	R8	0,273	4	R4	-0,361
5	R5	0,056	5	R2	-0,228
6	R7	0,037			

Setelah melakukan penilaian risiko dengan *fuzzy*DEMATEL, selanjutnya melakukan penilaian risiko dengan metode ISM [19]. Hasil dari penilaian risiko ISM adalah terbentuknya *final reachability matrix*, lalu menentukan level partisi dan membuat diagram ISM.

Tabel 6. *Final Reachability Matrix*

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

Interpretasi dari Tabel 6, untuk setiap item nilai 0 menandakan tidak adanya hubungan dari parameter baris dan kolom. Untuk nilai 1*, menunjukkan adanya hubungan berdasarkan transivitasnya. Angka 1, adanya hubungan langsung antara parameter dalam baris dan kolom tersebut dari *initial reachability matrix*. Sedangkan, angka 1* menandakan adanya hubungan yang diakibatkan oleh transivitas. Menyusun elemen struktur hierarki (*level partitioning*) didapatkan dari hasil iterasi *reachability matrix*. Iterasi matriks bertujuan untuk mendapatkan elemen faktor yang mempengaruhi rantai pasok. Hubungan pada setiap elemen kolom sebagai *reachability set* dan setiap elemen baris sebagai *antecedent set*. Elemen yang muncul pada *reachability set* dan *antecedent set* dipilih untuk menjadi *intersection set* dalam *final reachability matrix*. Jika *reachability set* dan *intersection set* sama maka risiko tersebut dianggap berada pada level I dan diberikan posisi teratas dalam hierarki ISM [20]. Level partisi yang sudah terbentuk dapat dilihat pada Tabel 7.

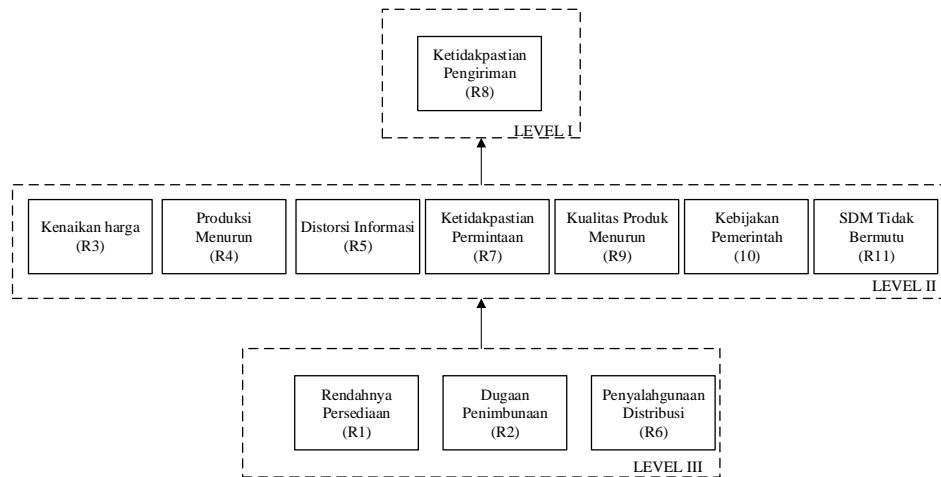
Tabel 7. Level Partisi

Risiko	Reachability Set	Antecedent Set	Intersection Set	Level
1	1, 2, 6,	1, 2, 6,	1, 2, 6,	3
2	1, 2, 6,	1, 2, 6,	1, 2, 6,	3
3	3, 4, 5, 7, 9, 10, 11,	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11,	3, 4, 5, 7, 9, 10, 11,	2
4	3, 4, 5, 7, 9, 10, 11,	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11,	3, 4, 5, 7, 9, 10, 11,	2
5	3, 4, 5, 7, 9, 10, 11,	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11,	3, 4, 5, 7, 9, 10, 11,	2
6	1, 2, 6,	1, 2, 6,	1, 2, 6,	3
7	3, 4, 5, 7, 9, 10, 11,	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11,	3, 4, 5, 7, 9, 10, 11,	2
8	8	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11,	8	1
9	3, 4, 5, 7, 9, 10, 11,	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11,	3, 4, 5, 7, 9, 10, 11,	2
10	3, 4, 5, 7, 9, 10, 11,	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11,	3, 4, 5, 7, 9, 10, 11,	2
11	3, 4, 5, 7, 9, 10, 11,	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11,	3, 4, 5, 7, 9, 10, 11,	2

Level tiap elemen pada *final reachability matrix* digunakan untuk dasar membuat diagram arah yang merupakan visualisasi hubungan kontekstual antar elemen. Model ISM yang diperoleh ditunjukkan pada Gambar 2. Struktur hierarki [21] yang dihasilkan oleh metode ISM, menunjukkan terdapat tiga level pada faktor yang memiliki peran dalam mempengaruhi rantai pasok minyak goreng. Semakin kecil angka level, maka pengaruh yang dimiliki elemen pada pasokan minyak goreng akan semakin kuat dan semakin besar angka level maka pengaruh elemen pada pasokan minyak goreng akan semakin lemah. Dengan adanya struktur hierarki ini diharapkan dapat membantu meminimalisir kejadian risiko dalam rantai pasok minyak goreng.

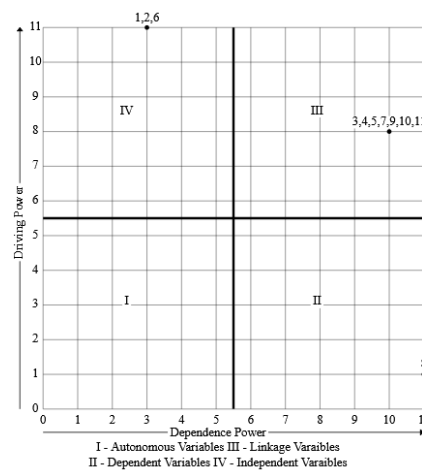
Pada level III, kejadian risiko rendahnya persediaan (R1), dugaan penimbunan (R2) dan penyalahgunaan distribusi (R6) hal ini terjadi karena pihak yang melakukan kecurangan melakukan penimbunan minyak goreng dan penyalahgunaan distribusi sehingga mengakibatkan rendahnya persediaan. Level II, kejadian risiko kenaikan harga (R3), produksi menurun (R4), distorsi informasi (R5), ketidakpastian permintaan (R7), kualitas menurun (R9), kebijakan pemerintah (R10), SDM tidak bermutu (R11). Hal ini terjadi karena pihak yang menimbun minyak goreng mendistribusikan ke industri dengan harga yang lebih tinggi dari harga pasaran [22]. Lalu, menurunnya proses produksi bahan baku mempengaruhi aktivitas distribusi yang memungkinkan tidak terpenuhinya kapasitas angkut pada moda transportasi sehingga mengalami kerugian. Melihat fenomena kelangkaan minyak goreng tidak ada di pasaran, pemerintah membuat kebijakan untuk mencabut harga eceran tinggi dan harga yang ditetapkan mengikuti mekanisme pasar.

Level I, ketidakpastian pengiriman (R8). Distribusi minyak goreng yang seharusnya disampaikan ke masyarakat dialihkan ke industri, sehingga memungkinkan masyarakat berfikir adanya keterlambatan pengiriman. [23]. Pada akhirnya, elemen pada level III-II mempengaruhi satu elemen pada level I. Seluruh elemen pada level I merupakan risiko paling berpengaruh karena secara langsung mempengaruhi masalah utama yaitu kelangkaan minyak goreng.



Gambar 2. Model ISM

Kriteria risiko dalam model ISM memiliki nilai *driver power* dan *dependence power*, dimana *driver power* dari kriteria risiko yang dihitung dengan cara menjumlah sejumlah total kriteria risiko yang dalam baris *i*. Sedangkan untuk *dependence power*, dihitung dengan menjumlah total kriteria risiko dalam kolom *j*. Nilai *driver power* yang tinggi mempunyai pengertian setiap perubahan yang terjadi pada kriteria risiko akan sangat mempengaruhi risiko lainnya, dengan demikian kriteria risiko lain sangat tergantung pada kriteria risiko dengan nilai *driver power* yang tinggi. Sedangkan, nilai *dependence power* yang rendah berarti setiap perubahan yang terjadi pada kriteria risiko lain, tidak akan berdampak signifikan terhadap risiko tersebut [24].



Gambar 3. Diagram MICMAC

Pada Gambar 3, Nilai *dependence power* dan *driver power* menjadi nilai inputan untuk mengklasifikasikan indikator-indikator menggunakan MICMAC yang berbentuk diagram kartesius. Berdasarkan Gambar 3, kejadian ketidakpastian pengiriman (R8) termasuk kluster 2 yaitu *dependent indicators* yang artinya, indikator ini memiliki ketergantungan yang kuat tapi daya penggerakannya rendah[25]. Kejadian kenaikan harga (R3), produksi menurun (R4), distorsi informasi (R5), ketidakpastian permintaan (R7), kualitas produk menurun (R9), kebijakan pemerintah (R10) dan SDM tidak bermutu (R11) termasuk kluster 3 yaitu *linkage indicators* yang artinya indikator-indikator ini memiliki ketergantungan tinggi dan daya penggerakannya tinggi. Kejadian rendahnya persediaan (R1), dugaan penimbunan (R2) dan penyalahgunaan distribusi (R6) termasuk kluster 4 yaitu *independent indicators* yang artinya indikator ini memiliki ketergantungan yang lemah dan daya penggerakannya kuat. Terakhir, tidak ada kejadian risiko yang termasuk *autonomous indicators* pada kluster 1 yang artinya, indikator-indikatornya tidak terkait dengan indikator lain.

SIMPULAN

Penelitian ini memberikan penilaian terhadap risiko rantai pasok minyak goreng dan strategi mitigasi risiko dalam menghadapi kelangkaan minyak goreng. Metode fuzzyDEMATEL-ISM-MICMAC dapat menemukan hubungan sebab akibat antara risiko yang teridentifikasi. Hubungan keterkaitan risiko tersebut menjadi dasar dalam membangun model hubungan antar risiko dalam struktur hierarki melalui metode Interpretive Structural Modelling. Didapatkan tiga level struktur hierarki keterkaitan risiko yang telah divalidasi oleh diagram kartesius MICMAC. Hasil dari penelitian ini telah teridentifikasi sebelas kejadian risiko dan risiko yang paling mempengaruhi kejadian-kejadian risiko adalah ketidakpastian pengiriman (R8). Rencana aksi mitigasi yang direkomendasikan untuk mengatasi ketidakpastian pengiriman adalah memberikan alternatif mitra pengiriman yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. R. Syahfitri, R. Amwa, and S. Aisyah, "Peran Pemerintah Terhadap Supply Chain Management Pada Produk Minyak Goreng," *Jurnal Manajemen Akuntansi (JUMSI)*, vol. 2, no. 4, pp. 592-596, 2022.
- [2] I. R. Lempang, "Uji Kualitas Minyak Goreng Curah Dan Minyak Goreng Kemasan di Manado," *Jurnal Ilmiah Farmasi*, vol. 5, no. 4, 2016.
- [3] D. R. Syahfitri, R. Amwa, and S. Aisyah, "Peran Pemerintah Terhadap Supply Chain Management Pada Produk Minyak Goreng," *Jurnal Manajemen Akuntansi*, vol. 2, no. 4, pp. 592-596, 2022.
- [4] T. M. Simatupang, "Sistem Rantai Pasokan Minyak Goreng," ITB, Bandung, 2022.
- [5] I. Gunawan, I. Vanany, and E. Widodo, "Typical traceability barriers in the Indonesia Vegetable Oil Industry," *British Food Journal*, 2020.
- [6] Q. Zhou, W. Huang, and Y. Zhang, "Identifying Critical Success Factors in Emergency Management Using a Fuzzy DEMATEL Method," *Safety Science*, vol. 49, pp. 243-252, 2011.
- [7] S. Hidayat, Marimin, A. Suryani, Sukardi, and M. Yani, "Model Identifikasi Risiko dan Strategi Peningkatan Nilai Tambah pada Rantai Pasok Kelapa Sawit," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 14, no. 2, pp. 89-96, 2012.
- [8] R. Kurnia and R. A. Hadiguna, "Penentuan prioritas risiko pada rancangan rantai pasok biodiesel dari minyak goreng bekas di kota Padang," *Penentuan Prioritas Risiko pada Rancangan Rantai pasok Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas di Kota Padang*, vol. 5, no. 1, pp. 15-25, 2016.
- [9] S. Mithun, "Model for Evaluating risks in food supply chain: Implications in food wastage reduction," *Journal Cleaner Production*, pp. 786-800, 2019.

-
- [10] R. Mor, A. Bhardwaj, and S. Singh, "Benchmarking the interactions among performance indicators in dairy supply chain," *Benchmarking: An International Journal*, vol. 25, no. 9, pp. 3858-3881, 2018.
- [11] R. Raut and B. Gardas, "Sustainable logistics barriers of fruits and vegetables," *Benchmarking: An International Journal*, vol. 25, no. 8, pp. 2589-2610, 2018.
- [12] S. Kamble, A. Gunasekaran, H. Parekh, and S. Joshi, "Modeling the internet of things adoption barriers in food retail supply chain," *Journal of Retailing and Consumer Services*, vol. 48, pp. 154-168, 2019.
- [13] H. Wahyuni, I. Vanany, and U. Ciptomulyono, "Application of Bayesian Network for Food Safety Risk in Cattle Slaughtering Industry," *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, pp. 450-454, 2019.
- [14] G. Guan, Q. Dong, and C. Li, "Risk Identification and evaluation research on F-AHP evaluation based supply chain," 2011.
- [15] Y. Lu, "Supply Chain Risk Assessment Based on AHP and Fuzzy Comprehensive Assessment Mode: A Case Study of the Chemical Supply Chain," *International Journal of u and e Service, Science and Technology*, vol. 8, no. 2, pp. 227-234, 2015.
- [16] A. Diabat, K. Govindan, and V. Panicker, "Supply chain risks management and its mitigation in a food industry," *International Journal of Production*, vol. 50, no. 11, pp. 3039-3059, 2012.
- [17] R. Rostamzadeh, M. Keshavarz, and K. Govindan, "Evaluation of sustainable supply chain risk management using an integrated fuzzy TOPSIS-CRITIC approach," p. 175, 2018.
- [18] M. Shirani and M. Demichela, "Integration of FMEA and human factor in the food chain risk assessment," *International Journal Social Behaviour*, vol. 12, pp. 4103-4106, 2015.
- [19] G. Kannan and N. Haq, "Analysis of interactions of criteria and sub-criteria for the selection of supplier in the built in order supply chain environment," *International Journal of Production Research*, vol. 45, no. 17, pp. 3831-3852, 2007.
- [20] H. Babu, P. Bhardwaj, and A.K. Agrawal, "Modelling the supply chain risk variables using ISM: A case study on Indian manufacturing SME'S," *Journal of Modelling in Management*, vol. 16, no. 1, pp. 215-239, 2020.
- [21] G. Ma, J. Jia, J. Ding, S. Shang, and S. Jiang, "Interpretative Structural Model Based Factor Analysis of BIM Adoption in Chinese Construction Organizations," *Sustainability*, vol. 11, no. 7, pp. 1-16, 2019.
- [22] H. Wahyuni, I. Vanany, and U. Ciptomulyono, "Food safety and halal food in the supply chain: Review and bibliometric analysis," *J. Ind. Eng. Manag*, vol. 12, no. 2, pp. 373-391, 2019.
- [23] N. Nadif and I. Vanany, "Analysis of Demand Disruption on Product Availability in the Retail Industry," *PROZIMA (Productivity, Optim. Manuf. Syst. Eng)*, vol. 5, no. 1, pp. 12-20, 2021.
- [24] I. Vanany, S. Zailani, and N. Pujawan, "Supply chain risk management: literature review and future research," *Int. J. Inf. Syst. Supply Chain Manag*, vol. 2, no. 1, pp. 16-32, 2009.
- [25] H. Wahyuni, I. Vanany, U. Ciptomulyono, and J. Purnomo, "Integrated risk to food safety and halal using a Bayesian Network model," *Supply Chain Forum: An International Journal*, pp. 1-14, 2020.