

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Halal

Kata halal atau halla merupakan asal kata dari bahasa Arab yang memiliki arti tidak terikat atau lepas. Pada kamus fikih, halal diartikan dan dipahami sebagai sesuatu yang boleh untuk dilakukan atau dimakan (Firdaus, 2023) . istilah halal sering kali diasosiasikan dengan makanan dan minuman, pada kenyataannya konsep halal memiliki cakupan yang jauh lebih luas. Halal tidak hanya berlaku pada konsumsi pangan, tetapi juga mencakup produk kosmetik, farmasi, hingga aktivitas dalam rantai distribusi dan logistik. Dalam konteks modern, penerapan prinsip halal menuntut tidak hanya kesadaran individu, tetapi juga dukungan dari sistem kelembagaan dan regulasi yang kuat. Di Indonesia, upaya untuk menjamin kehalalan suatu produk difasilitasi oleh berbagai institusi, seperti Majelis Ulama Indonesia (MUI) yang berperan dalam menetapkan fatwa dan mengeluarkan sertifikasi halal, Dewan Syariah Nasional (DSN-MUI) yang mengatur penerapan syariat di sektor ekonomi dan keuangan, serta Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) yang bertanggung jawab dalam menjamin keamanan dan kelayakan konsumsi produk.. Untuk memastikan bahwa produk yang beredar benar-benar memenuhi prinsip halal secara menyeluruh dan berkelanjutan, MUI menerbitkan pedoman HAS 23000, yang menjadi acuan dalam implementasi Sistem Jaminan Produk Halal (SJPH) di tingkat industri, termasuk bagi pelaku UMKM. SJPH ini berfungsi sebagai sistem yang mengatur tata kelola halal dalam seluruh proses bisnis dan operasional, dari hulu hingga hilir. Setidaknya terdapat lima pilar utama dalam SJPH yang wajib dipenuhi oleh pelaku usaha, yaitu:

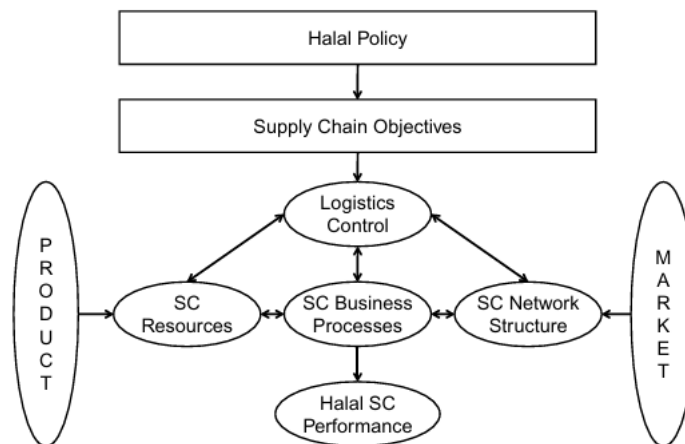
1. Komitmen dan Tanggung Jawab, yang mencakup kebijakan halal tertulis, pembentukan tim manajemen halal, serta pelaksanaan pelatihan halal secara rutin.

2. Bahan Baku, yaitu jaminan bahwa seluruh bahan yang digunakan—baik bahan utama, tambahan, bahan penolong, maupun kemasan—harus diverifikasi kehalalannya.
3. Proses Produk dan Fasilitas, meliputi pemisahan fasilitas produksi untuk produk halal dan non-halal, penerapan proses pembersihan (sertu), serta pengawasan terhadap fasilitas produksi.
4. Produk dan Traceability, yaitu adanya sertifikasi halal pada produk akhir dan sistem pelacakan yang memungkinkan penelusuran bahan dari sumber hingga ke tangan konsumen.
5. Pemantauan dan Evaluasi, berupa audit internal dan kaji ulang manajemen secara berkala untuk menjaga konsistensi penerapan sistem halal.

2.2 Halal Supply Chain Management

Halal Supply Chain merupakan sistem manajemen yang dirancang untuk memastikan bahwa seluruh aktivitas dalam proses rantai pasokan—mulai dari pengadaan bahan baku, produksi, pengemasan, pelabelan, logistik, distribusi, hingga sampai ke tangan konsumen—memenuhi prinsip-prinsip *halal* dan *thayyib*, yaitu sesuai dengan syariat Islam dan layak dikonsumsi (Khan et al., 2018). Sebagaimana dikemukakan oleh Hanim (2010) istilah *halal* berasal dari bahasa Arab yang berarti “diperbolehkan” dalam konteks ajaran Islam. Seiring meningkatnya kesadaran konsumen Muslim terhadap pentingnya kehalalan suatu produk, konsep manajemen rantai pasok mulai menjadi perhatian utama dalam industri makanan halal. Dalam praktiknya, produksi halal tidak bisa dilepaskan dari pengelolaan rantai pasok yang berlandaskan nilai-nilai syariah. Setiap tahap dalam aliran produk, termasuk penyimpanan dan transportasi, harus dikelola dengan memperhatikan prinsip halal. Hal ini menjadi semakin penting mengingat tingginya permintaan pasar terhadap produk halal (Apriza et al., 2021). Menurut yang disampaikan oleh Khazaini (2024) HSCM memastikan bahwa konsumen bisa benar-benar percaya pada produk yang mereka beli. Kami akan transparan tentang bagaimana dan dari mana produk dibuat, mulai dari bahan baku sampai proses akhirnya. Ini termasuk menunjukkan sertifikasi halal yang membuktikan

produk tersebut diproduksi sesuai standar halal yang ketat. *Halal Supply Chain* sangat penting dilaksanakan oleh pelaku usaha untuk menjamin kehalalan produk, sehingga masyarakat menjadi lebih percaya untuk mengkonsumsinya (Fikri Firdaus & Wiji Safitri, 2023).



Gambar 2. 1 *Halal Supply chain Model*

Sumber Tieman (2012)

Penelitian yang dilakukan oleh Tieman, van der Vorst, dan Che Ghazali (2012) memperkenalkan sebuah kerangka kerja yang komprehensif untuk merancang dan mengelola rantai pasok makanan halal, yang dikenal sebagai *Halal Supply Chain Model*. Model ini menekankan bahwa menjaga integritas halal tidak cukup hanya di tingkat produksi, tetapi harus diperluas hingga seluruh proses rantai pasok mulai dari sumber bahan, produksi, logistik, hingga distribusi akhir ke konsumen. Tieman et al. menyatakan bahwa keberhasilan halal supply chain sangat tergantung pada koordinasi antar pelaku rantai pasok, penyusunan kebijakan halal internal, serta penyediaan infrastruktur dan logistik halal yang memadai, khususnya untuk produk sensitif seperti makanan segar, daging, dan produk berbasis hewani.

2.3 Risiko

Risiko merupakan kemungkinan terjadinya suatu peristiwa yang belum pasti, yang jika benar-benar terjadi bisa membawa dampak baik positif maupun negatif. Dalam kehidupan sehari-hari maupun dalam dunia bisnis, risiko adalah bagian yang tak terpisahkan. Hampir setiap perusahaan menghadapi berbagai bentuk risiko, sehingga keberadaannya menjadi aspek penting yang harus diperhatikan secara serius (Putu Sugih Arta et al., 2021). Secara umum, risiko seringkali diartikan sebagai kondisi yang dipenuhi ketidakpastian, yang dapat memengaruhi tercapainya tujuan atau hasil yang telah direncanakan. Ketidakpastian ini dapat menjadi hambatan, bahkan bisa menggagalkan pencapaian target baik pada level individu maupun organisasi (Mustofa S, 2023).

Menurut yang disampaikan oleh Wibowo (2021) risiko memiliki berbagai karakteristik yang berbeda-beda, sehingga pengelolaannya pun harus disesuaikan dengan jenis risikonya. Secara umum, risiko dapat diklasifikasikan ke dalam empat kategori utama:

- Risiko kepatuhan (atau wajib), yakni risiko yang berkaitan dengan ketaatan terhadap hukum, peraturan, dan standar yang berlaku.
- Risiko bahaya (atau murni), yaitu risiko yang hanya membawa kemungkinan kerugian tanpa potensi keuntungan.
- Risiko pengendalian (atau ketidakpastian), yaitu risiko yang muncul akibat adanya ketidakpastian dalam mekanisme pengendalian suatu aktivitas atau sistem.
- Risiko peluang (atau spekulatif), yakni risiko yang dapat menghasilkan keuntungan maupun kerugian, tergantung pada hasil yang terjadi.

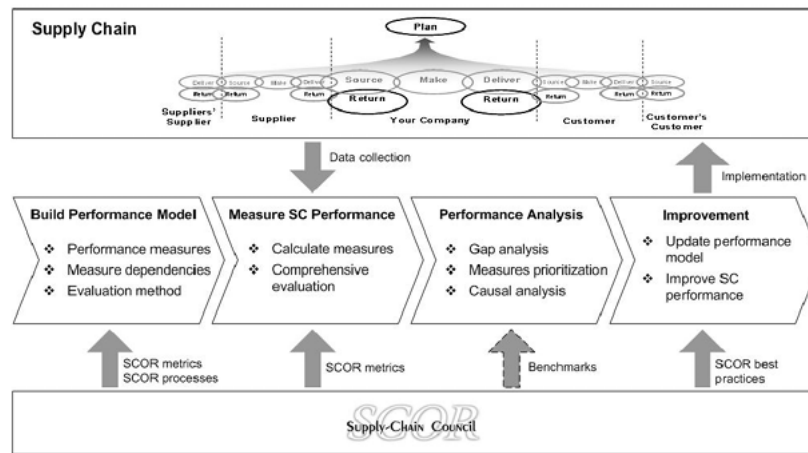
2.4 SCOR (*Supply Chain Operations Reference*)

SCOR (*Supply Chain Operations Reference*) merupakan sebuah model yang digunakan untuk mengukur dan mengevaluasi kinerja rantai pasok dalam suatu perusahaan. Model ini menyediakan kerangka kerja yang menggambarkan alur aktivitas bisnis di seluruh elemen rantai pasok mulai dari pemasok di bagian hulu hingga konsumen akhir di bagian hilir (Agustina & Suseno, 2024). Model SCOR pertama kali dikembangkan pada tahun 1996 oleh *Supply Chain Council* yang kini

menjadi bagian dari APICS sebagai panduan dalam mengelola strategi, mengevaluasi kinerja, dan melakukan perbaikan proses dalam manajemen rantai pasok. Tujuannya adalah untuk membantu perusahaan mencapai kepuasan pelanggan secara lebih efektif. Model ini dapat diterapkan di berbagai jenis perusahaan, baik manufaktur maupun jasa, khususnya pada level operasional yang berkaitan dengan pengambilan keputusan strategis. (Iskandar et al., 2024)

2.2.1 SCOR Framework

Model SCOR menggabungkan beberapa elemen penting dalam strategi bisnis seperti rekayasa proses bisnis, *benchmarking*, dan analisis praktik terbaik, lalu menyatukannya dalam sebuah kerangka kerja yang terstruktur (Iskandar et al., 2024). Secara hierarki, SCOR terdiri dari proses-proses detail yang saling terhubung, mulai dari pemasok hingga pelanggan. Semua proses ini selaras dengan strategi operasional, aliran material, tenaga kerja, dan informasi yang dijalankan oleh perusahaan. Dalam kerangka kerja SCOR, terdapat integrasi dua konsep utama dalam pengelolaan kinerja, yaitu pengukuran dan peningkatan kinerja (Sriwana et al., 2021). Dari sisi pengukuran, SCOR mencakup berbagai aspek, mulai dari pengumpulan data ukuran kinerja, mengukur ketergantungan antar proses, hingga melakukan evaluasi menyeluruh. Sementara dari sisi peningkatan kinerja, model ini memberikan panduan dalam membangun sistem, melakukan pengukuran, analisis, hingga merancang langkah-langkah perbaikan untuk meningkatkan kinerja *supply chain* secara menyeluruh (Sriwana et al., 2021).



Gambar 2. 2 *Supply Chain Framework*

Sumber (Ren et al., 2006)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hasibuan (2021) model SCOR mengelompokkan seluruh proses dalam rantai pasok menjadi lima kategori utama, yaitu:

1. *Plan* (Proses Perencanaan) yaitu proses ini mencakup kegiatan untuk menyeimbangkan permintaan dan pasokan, serta merancang langkah terbaik dalam memenuhi kebutuhan pengadaan, produksi, dan pengiriman.
2. *Source* (Proses Pengadaan) merupakan proses untuk memperoleh barang atau jasa yang dibutuhkan guna memenuhi permintaan dari pelanggan.
3. *Make* (Proses Produksi) yaitu proses transformasi bahan baku menjadi produk akhir yang sesuai dengan keinginan atau kebutuhan konsumen.
4. *Deliver* (Proses Pengiriman) yaitu meliputi seluruh aktivitas yang berkaitan dengan pemenuhan pesanan, termasuk pengelolaan pemesanan, transportasi, dan distribusi produk.
5. *Return* (Proses Pengembalian) yaitu proses ini mengatur alur pengembalian produk, baik karena kerusakan, ketidaksesuaian, maupun alasan lainnya.

2.2.2 SCOR Model

Model SCOR (*Supply Chain Operations Reference*) yang dikembangkan oleh *Supply Chain Council* (2010) membagi proses rantai pasok menjadi empat level: *Process Types*, *Process Categories*, *Process Elements*, dan *Activities*. Level 1 mendefinisikan ruang lingkup dan tujuan strategis dari rantai pasok, seperti perencanaan, pengadaan, produksi, distribusi, pengembalian, dan pengaktifan proses. Level 2 berfokus pada konfigurasi strategi operasional, seperti *Make-to-Stock* atau *Make-to-Order*. Level 3 menguraikan proses-proses detail yang dapat dieksekusi seperti verifikasi produk, pengiriman, dan otorisasi pembayaran. Sementara Level 4 merupakan tingkat implementasi spesifik yang bergantung pada kondisi internal perusahaan. Dalam penelitian yang ditulis oleh Ilham Sugeng Hamdani (2023) Struktur dalam model SCOR terdiri dari tiga tingkatan, yang dimulai dari gambaran umum hingga ke proses yang paling rinci, berikut rinciannya.

1. Level pertama adalah tingkatan paling tinggi yang mendefinisikan proses-proses utama dalam rantai pasok, seperti pengadaan, produksi, distribusi, dan pengembalian barang.
2. Level kedua atau konfigurasi, mencakup sekitar 30 proses inti. Proses-proses ini membantu mengintegrasikan aktivitas rantai pasok secara menyeluruh, baik untuk kondisi saat ini maupun dalam konteks perencanaan masa depan.
3. Level ketiga, yang disebut juga item proses, berfokus pada rincian teknis. Pada tingkat ini, setiap pihak dalam rantai pasok dapat mendefinisikan elemen-elemen penting seperti input, proses, dan output secara spesifik

| | Level | | Examples | Comments |
|----------------------|-------|------------------------------------|---|--|
| | # | Description | | |
| Within scope of SCOR | 1 | Process Types (Scope) | Plan, Source, Make, Deliver, Return and Enable | Level-1 defines scope and content of a supply chain. At level-1 the basis-of-competition performance targets for a supply chain are set. |
| | 2 | Process Categories (Configuration) | Make-to-Stock, Make-to-Order, Engineer-to-Order Defective Products, MRO Products, Excess Products | Level-2 defines the operations strategy. At level-2 the process capabilities for a supply chain are set. (Make-to-Stock, Make-to-Order) |
| | 3 | Process Elements (Steps) | <ul style="list-style-type: none"> • Schedule Deliveries • Receive Product • Verify Product • Transfer Product • Authorize Payment | Level-3 defines the configuration of individual processes. At level-3 the ability to execute is set. At level-3 the focus is on the right: <ul style="list-style-type: none"> • Processes • Inputs and Outputs • Process performance • Practices • Technology capabilities • Skills of staff |
| Not in scope | 4 | Activities (Implementation) | Industry-, company-, location- and/or technology specific steps | Level-4 describes the activities performed within the supply chain. Companies implement industry-, company-, and/or location-specific processes and practices to achieve required performance |

Gambar 2. 3 SCOR Model

Sumber Supply Chain Council, (2010)

2.5 Metode FMEA

FMEA merupakan salah satu teknik yang sistematis untuk menganalisis kegagalan. Menurut Hasibuan (2021) FMEA dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisa suatu kegagalan sehingga dapat mengantisipasi kegagalan tersebut. Metode FMEA berguna untuk mengenali risiko dari setiap kemungkinan kesalahan atau kegagalan yang bisa terjadi, serta memahami dampak yang ditimbulkan. Dengan pendekatan ini, penyusunan prioritas risiko berdasarkan tingkat urgensinya dan merancang langkah perbaikan yang tepat. Tujuannya adalah untuk memperkecil peluang kegagalan, menurunkan tingkat kerusakan, dan mencegah terjadinya kecelakaan yang membahayakan (Sutiono et al., 2022). Menurut Sutiono dkk. (2022), terdapat beberapa langkah dalam metode FMEA yang dapat dilakukan untuk menganalisis potensi risiko dalam suatu proses. Langkah-langkah tersebut meliputi

1. Melakukan observasi terhadap proses
2. Mengidentifikasi kemungkinan kekurangan atau kesalahan yang bisa terjadi selama proses berlangsung

3. Mencari akibat kegagalan yang ditimbulkan pada proses
4. Menilai tingkat keparahan dari dampak kesalahan tersebut melalui nilai severity (S).
5. Mengidentifikasi penyebab (potential cause) dari kegagalan pada proses yang berlangsung
6. Menilai seberapa sering kesalahan tersebut bisa terjadi, yang dihitung melalui nilai Occurrence (O)
7. Identifikasi kontrol proses saat ini (current process control) yang merupakan penjelasan dari control untuk mencegah kemungkinan terjadinya mode kegagalan.
8. Menilai sejauh mana sistem kontrol yang ada mampu mendeteksi atau mencegah kesalahan, yang dihitung melalui nilai Detection (D).
9. Menghitung nilai RPN (*risk priority number*) dengan perkalian nilai severity (S), occurrence (O), detection (D) sebagai indikator Tingkat prioritas risiko.
10. Nilai RPN ini menggambarkan seberapa serius dan mendesaknya suatu potensi kesalahan untuk segera ditangani. Jika nilainya tinggi, maka diperlukan tindakan perbaikan segera, seperti mencari solusi penyebab utama, memperkuat kontrol, dan mengatasi faktor pemicu kegagalan.

Dalam penelitian yang disampaikan oleh Curkovic (2013) penentuan prioritas penanganan kegagalan dalam FMEA dilakukan dengan menghitung tiga komponen utama, yaitu *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*. Ketiga elemen ini dikalikan untuk menghasilkan *Risk Priority Number* (RPN), yang digunakan sebagai indikator tingkat risiko.

1. *Severity*

Merupakan ukuran seberapa besar dampak atau konsekuensi dari suatu kegagalan terhadap hasil akhir. Skor diberikan dalam skala 1 hingga 10, di mana angka yang lebih tinggi menunjukkan dampak yang lebih serius. skor penilaian *severity* dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 2. 1 Tabel perhitungan Severity

| Tingkat | Deskripsi | Nilai Median |
|---------------|---|--------------|
| Sangat Tinggi | Bila suatu mode kegagalan berpotensi memengaruhi keselamatan operasi produk dan/atau melanggar peraturan pemerintah. Dapat membahayakan manusia atau produk. Nilai "9" jika ada peringatan sebelum kegagalan, dan "10" jika tidak ada peringatan. | 10 / 9 |
| Tinggi | Bila kegagalan menyebabkan ketidakpuasan pelanggan yang tinggi. Tidak melibatkan keselamatan atau regulasi, tetapi dapat mengganggu proses lanjutan atau memerlukan perbaikan. | 8 / 7 |
| Sedang | Bila kegagalan menyebabkan ketidaknyamanan sedang pada pelanggan. Pelanggan merasa terganggu atau tidak nyaman. Mungkin memerlukan perbaikan atau menyebabkan kerusakan pada peralatan. | 6 / 5 / 4 |
| Rendah | Bila kegagalan hanya menimbulkan gangguan kecil pada pelanggan. | 3 / 2 |
| Sangat Rendah | Bila kegagalan kemungkinan besar tidak menyebabkan pengaruh nyata terhadap proses/operasi selanjutnya. Sebagian besar pelanggan tidak menyadari adanya kegagalan. Perbaikan, jika diperlukan, bersifat ringan. | 1 |

Sumber (Curkovic, 2013)

2. Occurance

Menggambarkan seberapa sering suatu penyebab kegagalan kemungkinan akan muncul selama masa penggunaan produk atau proses berlangsung. Semakin sering terjadi, maka skor *Occurrence* akan semakin tinggi., skor penilaian *occurrence* dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 2. 2 Tabel *Occurance*

| Peluang | Deskripsi | Probabilitas | Nilai Median |
|---------------|---|---------------------|--------------|
| Sangat Tinggi | Kegagalan hampir pasti terjadi. | 1 banding 2 | 10 |
| Tinggi | Proses "mirip" dengan proses sebelumnya yang memiliki tingkat kegagalan tinggi. | 1:3, 1:8, 1:20 | 9, 8, 7 |
| Sedang | Proses "mirip" dengan proses sebelumnya yang mengalami kegagalan sesekali. | 1:80, 1:400, 1:2000 | 6, 5, 4 |
| Rendah | Proses "mirip" dengan proses sebelumnya yang mengalami kegagalan secara terisolasi. | 1:15.000 | 3 |

| | | | |
|----------------------|--|-------------|---|
| Sangat Rendah | Proses "mirip" dengan proses sebelumnya dengan kegagalan yang sangat jarang terjadi. | 1:150.000 | 2 |
| Sangat Tidak Mungkin | Proses "mirip" dengan proses sebelumnya tanpa adanya kegagalan yang diketahui. | 1:1.500.000 | 1 |

Sumber (Curkovic , 2013)

3. *Detection*

Menggambarakan seberapa besar kemungkinan sistem atau mekanisme kontrol yang ada dapat mendeteksi penyebab kegagalan. Semakin kecil kemungkinan kegagalan terdeteksi, maka nilai *Detection* yang diberikan akan semakin tinggi.

Tabel 2. 3 Tabel *Detection*

| Tingkat | Persentase (%) | Deskripsi | Nilai Median |
|-----------------------|----------------|--|--------------|
| Tidak Dapat Dideteksi | 0% | Metode pengendalian tidak dapat atau tidak akan mendeteksi keberadaan masalah. | 10 |
| Sangat Rendah | 0–50% | Metode pengendalian kemungkinan besar tidak akan mendeteksi masalah. | 9 |
| Rendah | 50–70% | Metode pengendalian memiliki kemungkinan kecil untuk mendeteksi masalah. | 8 / 7 |
| Sedang | 70–85% | Metode pengendalian mungkin dapat mendeteksi keberadaan masalah. | 6 / 5 |
| Tinggi | 85–95% | Metode pengendalian memiliki kemungkinan besar untuk mendeteksi masalah. | 4 / 3 |
| Sangat Tinggi | 95–100% | Metode pengendalian hampir pasti akan mendeteksi keberadaan masalah. | 2 / 1 |

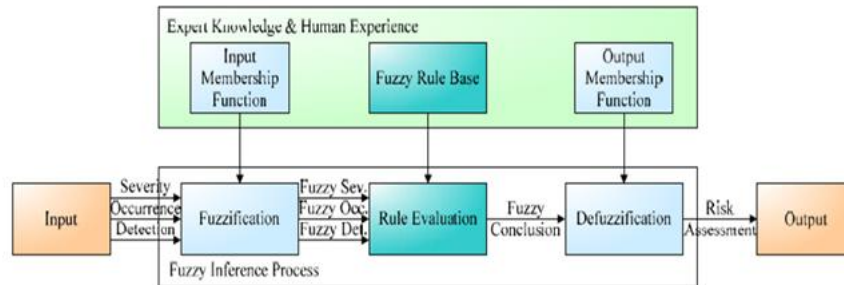
Sumber (Curkovic 2013)

2.6 Metode *Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis (FFMEA)*

Metode FMEA tradisional sering dianggap kurang optimal dalam fungsi pengawasan mutu perencanaan karena memiliki sejumlah keterbatasan, seperti penilaian yang cenderung bersifat subjektif dan kualitatif. Oleh karena itu, untuk mengatasi kekurangan tersebut, diperlukan pendekatan tambahan dengan memanfaatkan logika fuzzy (Krisnaningsih et al., 2022). Fuzzy FMEA adalah bentuk penyempurnaan dari metode FMEA yang memungkinkan adanya fleksibilitas dalam menangani ketidakpastian, baik yang berasal dari informasi yang kurang jelas maupun dari unsur penilaian subjektif terhadap mode kegagalan. Integrasi konsep fuzzy dalam algoritma FMEA memungkinkan penggunaan data linguistik maupun numerik, di mana setiap data akan memiliki tingkat keanggotaan terhadap atribut tertentu (Marizka et al., 2019)

Secara etimologis, fuzzy berarti tidak jelas atau ambigu, yaitu suatu kondisi di mana suatu nilai bisa memiliki elemen kebenaran dan kesalahan secara bersamaan. Dalam logika fuzzy, dikenal adanya tingkat keanggotaan dengan skala nilai antara 0 (tidak benar) hingga 1 (benar sepenuhnya). Logika ini merepresentasikan suatu sistem penalaran yang memungkinkan ketidakpastian antara benar dan salah. Nilai kebenaran dan kesalahan dalam sistem ini tergantung pada seberapa besar bobot keanggotaan yang dimiliki (Marizka et al., 2019)

Berikut ini gambaran dari tahapan Fuzzy FMEA



Gambar 2. 4 Tahapan Fuzzy FMEA

Sumber (Ishak et al., 2020)

Langkah-langkah dalam *Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis* (Fuzzy FMEA) adalah sebagai berikut (Ishak et al., 2020)

2.6.1 Fuzzification

Pembentukan fungsi keanggotaan fuzzy untuk kriteria *Severity (S)*, *Occurrence (O)*, dan *Detection (D)* dilakukan pada tahap awal proses fuzzifikasi. Setelah memperoleh nilai *S*, *O*, dan *D* dalam bentuk skala crisp (nilai pasti), nilai-nilai ini kemudian dikonversi menjadi input fuzzy. Masing-masing parameter tersebut direpresentasikan melalui lima istilah linguistik, yaitu *very high (VH)*, *high (H)*, *moderate (M)*, *low (L)*, dan *very low (VL)*. Tahapan awal fuzzifikasi dimulai dengan membentuk fungsi keanggotaan bagi setiap parameter. Fungsi ini menggambarkan sejauh mana suatu nilai crisp termasuk ke dalam suatu himpunan fuzzy tertentu. Umumnya, bentuk fungsi keanggotaan yang digunakan dapat berupa segitiga, trapesium, atau bentuk lainnya, tergantung pada karakteristik evaluasi yang ingin dicapai (Ishak et al., 2020).

Berikut adalah nilai dan interpretasi untuk *S* (Albab et al., 2023).

S1: Tidak signifikan, Kegagalan yang terjadi nyaris tidak memberikan dampak apa pun terhadap fungsi atau performa sistem maupun produk..

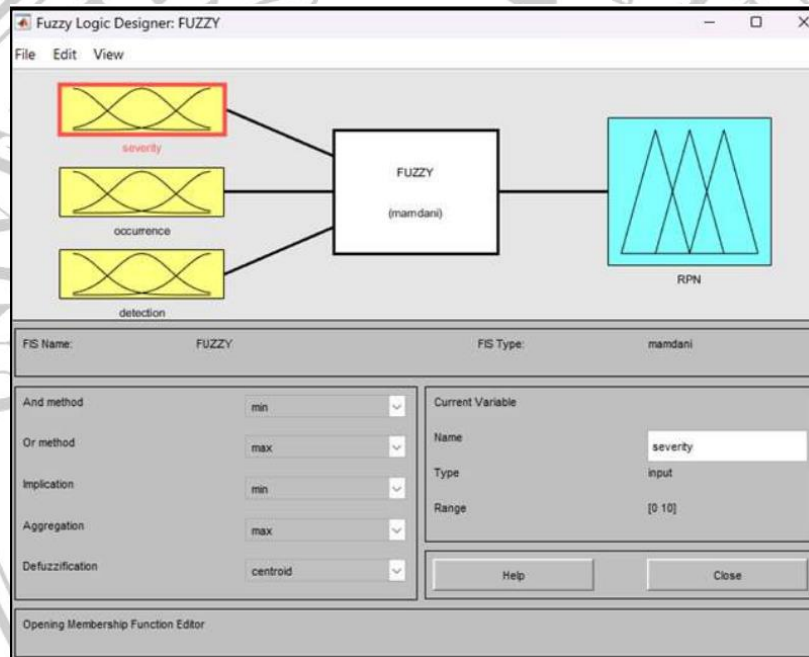
S2: Ringan, Kegagalan memiliki efek kecil yang dapat diatasi dengan mudah dan tidak memberikan pengaruh besar terhadap operasional sistem atau produk.

S3: Sedang, Dampak kegagalan berada pada tingkat menengah, yang mungkin dapat memengaruhi performa atau penggunaan sistem dalam periode tertentu.

S4: Serius, Kegagalan menyebabkan pengaruh besar yang dapat menurunkan kinerja sistem secara signifikan dan memerlukan penanganan atau perbaikan segera.

S5: Sangat kritis, Kegagalan berdampak sangat parah hingga berpotensi menyebabkan kerusakan total pada sistem atau produk, bahkan bisa membahayakan secara serius.

Berikut tampilan severity pada matlab



Gambar 2. 5 Tampilan Severity di Matlab

Sumber (Sherin Ramadhania et al., 2024)

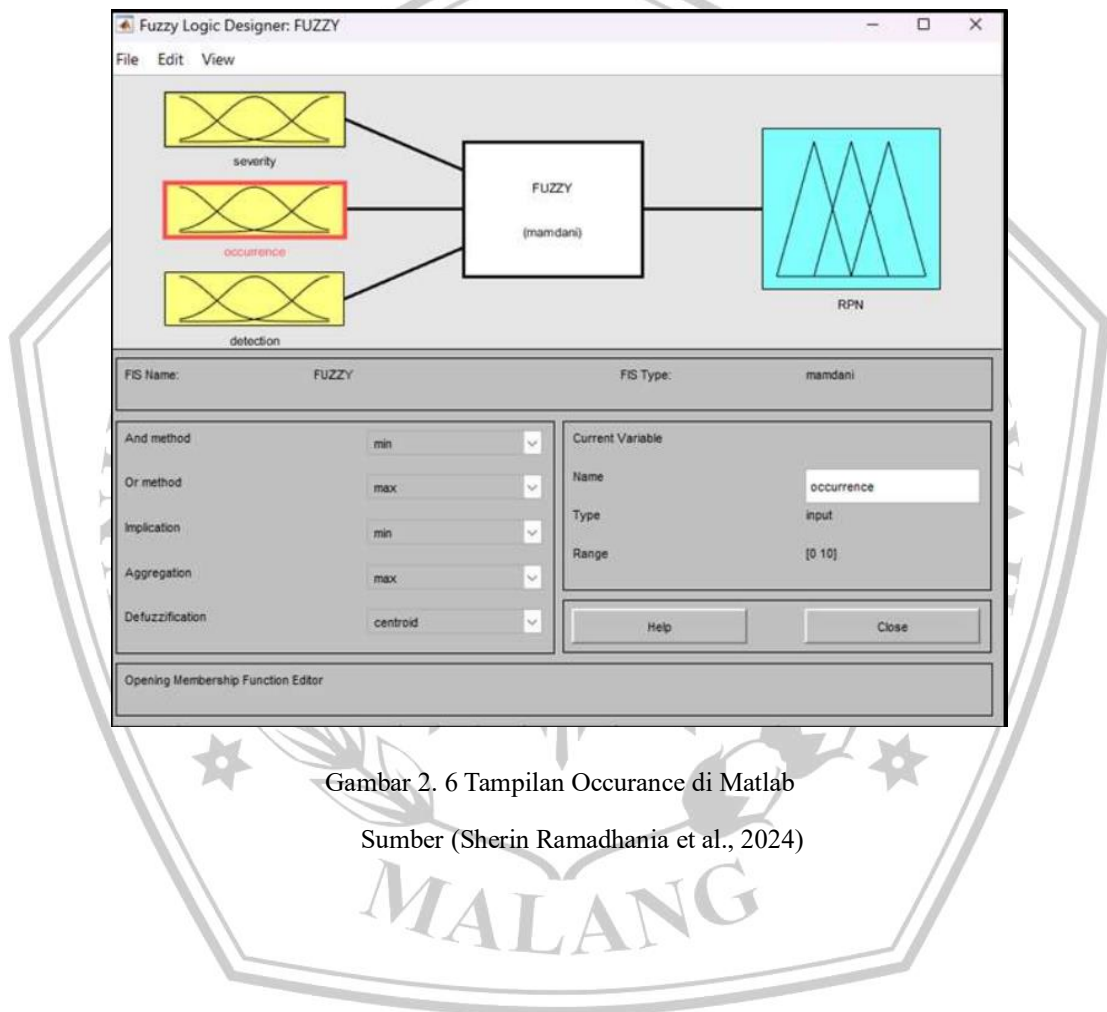
Berikut adalah nilai dan interpretasi untuk O (Albab et al., 2023).

O1: Jarang terjadi, Kegagalan sangat jarang muncul dan memiliki peluang kecil untuk terjadi selama proses operasional normal, dengan estimasi kejadian sekitar 1 hingga 10 kali per tahun

O2: Kadang-kadang terjadi, Kegagalan sesekali muncul dalam aktivitas operasional biasa, dengan kemungkinan kejadian berada dalam kisaran 11 hingga 50 kali per tahun.

O3: Sering terjadi, Kegagalan kerap terjadi dalam kondisi operasional normal, dengan jumlah kejadian yang melebihi 50 kali dalam satu tahun.

Berikut tampilan occurrence pada matlab;



Gambar 2. 6 Tampilan Occurance di Matlab

Sumber (Sherin Ramadhania et al., 2024)

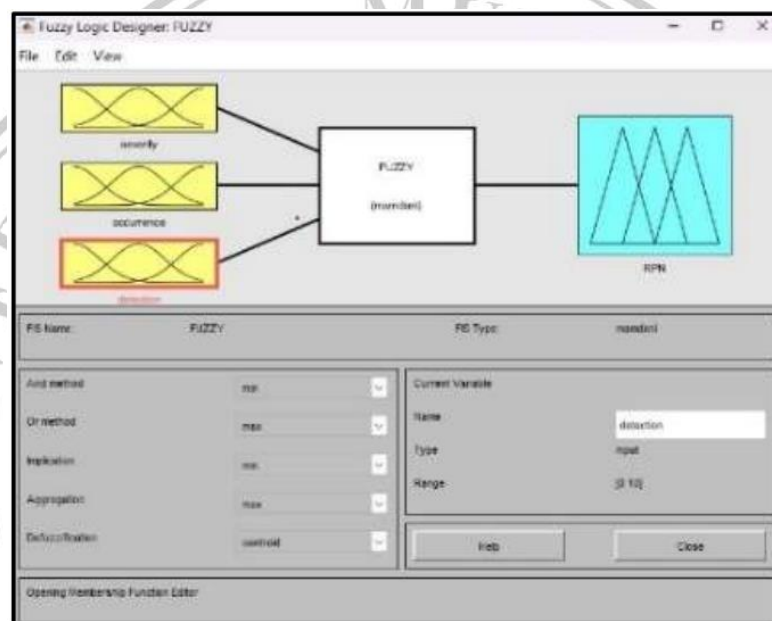
Berikut adalah contoh nilai dan interpretasi untuk D (Albab et al., 2023).

D1: Mudah dideteksi, Kegagalan dapat dikenali dengan mudah melalui sistem pemantauan atau prosedur kontrol yang telah tersedia, sehingga kemungkinan terjadinya tidak luput dari pengawasan.

D2: Sulit dideteksi, Kegagalan cukup sulit untuk diidentifikasi dan biasanya membutuhkan proses tambahan seperti pengujian atau inspeksi khusus agar bisa diketahui secara akurat.

D3: Sangat sulit dideteksi, Kegagalan sangat sulit untuk dikenali dan umumnya baru diketahui setelah produk atau sistem digunakan oleh konsumen atau telah berada di tangan pengguna akhir.

Berikut tampilan detection pada matlab

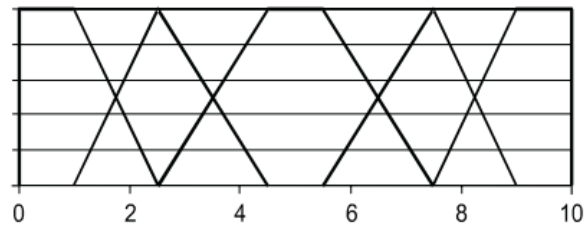


Gambar 2. 7 Tampilan Detection di Matlab

Sumber (Sherin Ramadhania et al., 2024)

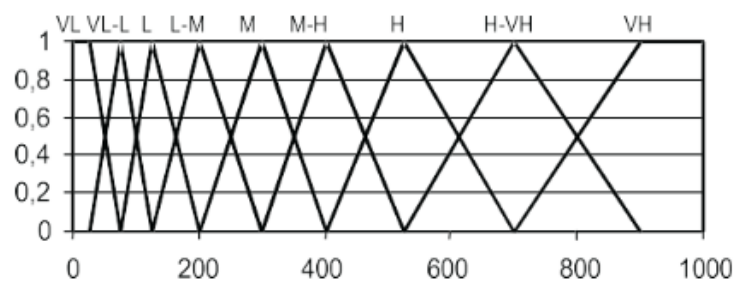
Berdasarkan hasil input fuzzy yang diambil dari analisis FMEA, akan terbentuk himpunan keanggotaan untuk masing-masing variabel input. Setiap variabel input memiliki parameter yang mencerminkan kategori tertentu serta jenis kurva fungsi keanggotaannya. Baik variabel input maupun output menggunakan fungsi keanggotaan berbentuk segitiga (*triangular*) dan trapesium (*trapezoidal*), sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.5 dan 2.6. Setiap nilai input yang dimasukkan akan diklasifikasikan ke dalam salah satu dari lima area linguistik, yang terbagi ke dalam skala 10 tingkat (Ishak et al., 2020).

Berikut ini gambar dari parameter variabel untuk input:



Gambar 2. 8 Gambar Variabel Input

Berikut ini gambar dari parameter variable untuk output



Gambar 2. 9 variable untuk output

Fungsi keanggotaan ditentukan untuk masing-masing variabel input fuzzy, yaitu *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Nilai keanggotaan untuk output dari himpunan fuzzy ini disusun berdasarkan skala penilaian dari ketiga variabel tersebut, dengan rentang nilai mulai dari 1 hingga 10 (Aulia Ishak et al., 2020).

Kategori variable input

Tabel 2. 4 Tabel kategori input

| Kategori | Rank | | |
|----------|--------------|---------------|---------------|
| | Severity (S) | Occurance (O) | Detection (D) |
| VL | 1 | 1 | 1 |
| L | 2,3 | 2,3 | 2,3 |
| M | 4,5,6 | 4,5,6 | 4,5,6 |
| H | 7,8 | 7,8 | 7,8 |
| VH | 9,10 | 9,10 | 9,10 |

Parameter dari variable input fungsi keanggotaan (*Membership Function*)

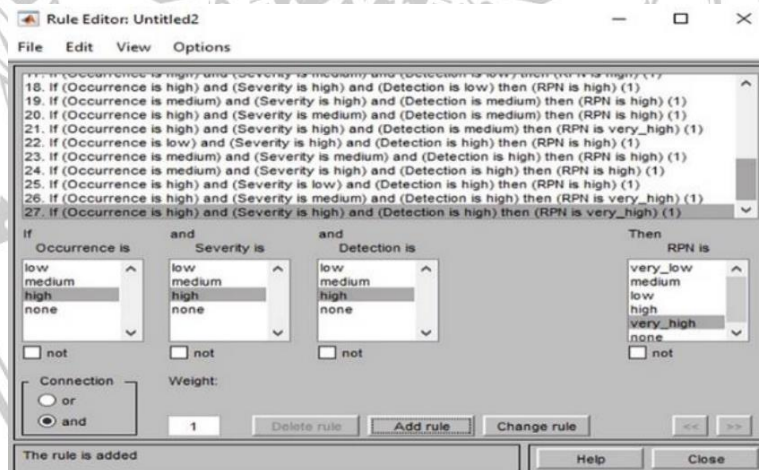
Tabel 2. 5 Tabel parameter variabel input

| Kategori | Parameter |
|----------|-------------------------|
| VL | (0 ; 1 ; 2,5) |
| L | (1 ; 2,5 ; 4,5) |
| M | (2,5 ; 4,5 ; 5,5 ; 7,5) |
| H | (5,5 ; 7,5 ; 9) |
| VH | (7,5 ; 9 ; 10) |

2.6.2 Penentuan *Fuzzy Inference System/ Rules Fuzzy*

Aturan dalam metode Fuzzy FMEA dibentuk dari kombinasi tiga variabel input, yaitu *severity*, *occurrence*, dan *detection*, serta dilengkapi dengan output berupa nilai fuzzy RPN. Penetapan aturan dilakukan melalui logika *if-then* yang digunakan untuk menentukan nilai fuzzy dari faktor S, O, dan D. Dalam pendekatan Fuzzy FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*), penilaian terhadap *Severity (S)*, *Occurrence (O)*, dan *Detection (D)* untuk setiap mode kegagalan dilakukan dengan menggunakan logika fuzzy (Ramadhania S. et al., 2024).

Berikut tampilan rule fuzzy pada matlab



Gambar 2. 10 Tampilan *rule fuzzy*

Sumber (Karatop et al., 2021)

2.6.3 Defuzzification

Defuzzifikasi merupakan tahapan untuk mengonversi hasil dari himpunan fuzzy menjadi angka pasti (*crisp value*). Karena sistem inferensi hanya dapat memproses nilai yang bersifat tegas, maka diperlukan mekanisme bernama unit defuzzifikasi untuk mengubah keluaran fuzzy menjadi nilai yang dapat diinterpretasikan secara jelas. Tujuan utama dari proses ini adalah untuk memperoleh nilai akhir dari *Fuzzy Risk Priority Number* (FRPN) secara lebih pasti dan terukur. Metode yang digunakan dalam proses defuzzifikasi ini adalah metode *centroid*. Rentang nilai output yang dihasilkan berada pada skala 1 hingga 1000. Nilai FRPN tersebut kemudian juga ditentukan keanggotaannya dalam himpunan fuzzy dengan mengacu pada rentang tersebut (Suryoputro et al., 2019).

Kemudian diisi nilai parameter yang dapat dilihat masing-masing parameter nilai tersebut memiliki (Suryoputro,dkk.,2019).

Tabel 2. 6 Nilai parameter Kurva

| Kategori | Jenis Kurva | Parameter |
|----------|-------------|--------------------------|
| VL | Trapesium | (0 , 0 ,25 ,75) |
| VL-L | Segitiga | (25, 75, 125) |
| L | Segitiga | (75 ,125 ,200) |
| L-M | Segitiga | (125 , 200 ,300) |
| M | Segitiga | (200 , 300 , 400) |
| M-H | Segitiga | (300, 400, 500) |
| H | Segitiga | (400 , 500 , 700) |
| H-VH | Segitiga | (500 , 700 , 900) |
| VH | Trapesium | (700 , 900 , 1000, 1000) |

2.6.4 Kategori FRPN

Setelah diperoleh nilai *Fuzzy Risk Priority Number* (FRPN), langkah berikutnya adalah menetapkan prioritas penanganan berdasarkan nilai FRPN tertinggi yang telah dihitung (Suryoputro et al., 2019). Adapun pengelompokan tingkat prioritas dapat dilihat pada tabel kategori FRPN berikut:

Tabel 2. 7 Kategori Interval FRPN

| Kategori | Kelas Interval Nilai FRPN |
|----------|---------------------------|
| VL | 1-49 |
| VL-L | 50-99 |
| L | 100-149 |
| L-M | 150-249 |
| M | 250-349 |
| M-H | 350-449 |
| H | 450-599 |
| H-VH | 600-799 |
| VH | 800-1000 |

2.7 Fault Tree Analysis (FTA)







Fault Tree Analysis (FTA) merupakan metode sistematis yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis penyebab kegagalan pada suatu sistem secara hierarkis. Metode ini menggunakan pendekatan *top-down*, dimulai dari kejadian puncak yang tidak diinginkan (*top event*), kemudian menelusuri akar penyebabnya melalui diagram pohon kesalahan (*fault tree*). Diagram ini menggambarkan hubungan antar kejadian dengan gerbang logika seperti AND dan OR yang merepresentasikan kombinasi penyebab kegagalan (Jahanian, 2025). Dalam proses FTA, penyebab kegagalan dasar (*basic events*) diidentifikasi dan dianalisis secara kuantitatif maupun kualitatif. Analisis kualitatif bertujuan menemukan minimal cut sets, yaitu kombinasi terkecil dari kejadian dasar yang dapat menyebabkan terjadinya kegagalan puncak. Sedangkan analisis kuantitatif digunakan untuk menghitung probabilitas kegagalan sistem berdasarkan data kegagalan komponen. Dengan demikian, FTA tidak hanya membantu dalam diagnosis masalah, tetapi juga mendukung prediksi dan pengambilan keputusan preventif dalam pengelolaan risiko (Jahanian, 2025). Berikut merupakan Langkah – Langkah melakukan analisis dari metode *fault tree analysis* (FTA) (Khafidin & Wahyuni, 2023).

1. Mengidentifikasi *top level event*, yaitu jenis kerusakan atau peristiwa yang tidak diinginkan (*undesired event*) yang muncul sebelumnya, sebagai dasar dalam menemukan sumber kesalahan sistem.

2. Menyusun diagram fault tree dengan memanfaatkan simbol-simbol standar pada metode *Fault Tree Analysis* (FTA).
3. Melakukan analisis terhadap *fault tree* yang telah dibuat.

Adapun simbol-simbol yang digunakan dalam penyusunan Fault Tree Analysis (FTA) menurut Khafidin & Wahyuni (2023) ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 2. 8 Simbol pada *Fault Tree Analysis*

| Simbol | Keterangan |
|---|---|
|  | <i>Top Event</i> Peristiwa utama atau kejadian puncak yang dianalisis lebih lanjut untuk dilacak hingga ke peristiwa dasar dengan bantuan gerbang logika, guna mengetahui dampak kegagalan |
|  | <i>Logic Event OR</i> Relasi logika antar input yang dihubungkan dengan operator OR. |
|  | <i>Logic Event AND</i> Hubungan logika antar input yang dihubungkan melalui operator AND. |
|  | <i>Transferred Event</i> Simbol berbentuk segitiga yang digunakan sebagai tanda penghubung untuk melanjutkan penjabaran peristiwa ke bagian lain dalam diagram. |
|  | <i>Undeveloped Event</i> Peristiwa dasar atau basic event yang tidak dianalisis lebih lanjut karena keterbatasan informasi. |
|  | <i>Basic Event</i> Peristiwa yang tidak diinginkan dan dianggap sebagai penyebab dasar, sehingga tidak memerlukan analisis tambahan. |

2.8 Literature Riview

Dalam penentuan indikator dan sub indikator, yang terkait dengan hambatan adopsi sertifikasi halal. Penelitian sebelumnya mengenai risiko halal supply chain juga di evaluasi, serta jurnal-jurnal pendukung yang relevan dengan topik penelitian. Berikut indikator dan sub indikator yang terkait risiko halal supply chain di sajikan pada tabel 2.8.

Tabel 2. 9 *Research Gap* Penelitian

| No | Peneliti | Judul | Tujuan Penelitian | Metode | Hasil |
|----|--------------------------------|--|--|--------|--|
| 1 | Yuyun Pujiastuti et al. (2024) | <i>Analysis of the Institutional Risk of The Halal Supply Chain in The Potato Chips Micro Scale using The SCOR Methods</i> | Mengidentifikasi dan memetakan risiko institusional dalam rantai pasok halal pada skala mikro industri keripik kentang menggunakan metode SCOR, serta menambahkan SSOP dan GMP untuk memperkuat analisis.. | SCOR | Teridentifikasi 69 peristiwa risiko dan 70 agen risiko, dengan mayoritas risiko terjadi pada tingkat produsen (70%). |

| | | | | | |
|---|--|---|--|---------------------------|---|
| 2 | Hasibuan, S., Thaheer, H., & Supono, J. (2021) | Analisis Risiko Pada Rantai Pasok Industri Minuman Siap Saji Jus Buah Dengan Pendekatan SCOR-FMEA | Menganalisis risiko pada rantai pasok industri minuman siap saji jus buah dengan pendekatan SCOR-FMEA untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan risiko yang mempengaruhi kehalalan produk. | SCOR, FMEA | Teridentifikasi risiko pada proses pengadaan bahan baku dan distribusi produk akhir yang dapat mempengaruhi kehalalan produk. |
| 3 | Faiz Al-As'ad (2023) | Analisis Manajemen Risiko Rantai Pasok Halal pada Rumah Potong Hewan | Membuat pemetaan aktivitas rantai pasok menggunakan komponen SCOR pada RPH-R Kota Pekanbaru dan mengidentifikasi faktor risiko kritis pada proses pemotongan sapi dengan standar halal. | SCOR, House of Risk (HOR) | Teridentifikasi faktor risiko terbesar berasal dari ketidaksesuaian proses penyembelihan sesuai syariah. |

| | | | | | |
|---|-------------------------|--|--|---------------------------|--|
| 4 | Sholichah et al. (2023) | Analisis Risiko Halal Supply Chain Produk Otak-otak Bandeng Bu Afifah Menggunakan Metode House Of Risk | Mengetahui serta menilai risk event dan risk agent dalam rantai pasok produk otak-otak bandeng serta menentukan langkah mitigasi sebagai upaya penanganan agen risiko. | SCOR, House of Risk (HOR) | Teridentifikasi risiko pada proses produksi dan distribusi yang dapat mempengaruhi kehalalan produk. |
| 5 | Eis Nur Rizki (2024) | ANALISIS RISIKO KEGAGALAN PRODUKSI DI UMKM KENANGA MENGGUNAKAN METODE FUZZY FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FFMEA) | Melakukan identifikasi risiko pada proses pembuatan Kerupuk di UMKM menggunakan metode FFMEA | FFMEA | Penelitian ini meng Analisis risiko kegagalan pada proses produksi di UMKM Kenanga menggunakan metode Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis didapatkan 14 jenis kegagalan yang terjadi dengan 23 penyebab kegagalan pada proses produksinya.. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|------|---|
| 6 | Rurry Patradhiani, Dian T.N , Merisha. H (2023) | Identifikasi Risiko Makanan Halal untuk Menjamin Kualitas Produk Dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis(FMEA) | Melakukan identifikasi risiko pada UMKM roti untuk mengetahui ketidakhalalan produk menggunakan metode FMEA | FMEA | Pada Penelitian ini menghasilkan 18 risiko yang teridentifikasi pada proses produksi dengan risiko tertinggi pada R04 dengan Risk Priority Number (RPN) 75, |
|---|---|---|---|------|---|

Penelitian ini dilakukan untuk mengisi celah (gap) yang masih terdapat dalam kajian-kajian sebelumnya terkait analisis risiko dalam halal supply chain, khususnya pada sektor produk olahan berbasis susu seperti yogurt. Berdasarkan hasil tinjauan pustaka, mayoritas penelitian seperti yang dilakukan oleh Yuyun Pujiastuti et al. (2024) dan Faiz Al-As'ad (2023) lebih banyak memanfaatkan model SCOR untuk memetakan aktivitas dalam rantai pasok halal dan mengidentifikasi risiko secara umum. Namun, keduanya belum menekankan secara mendalam pada aspek integritas halal (*halal integrity*) seperti integritas bahan baku, proses, informasi, dan SDM, yang menjadi krusial dalam menjamin kehalalan produk hewani. Sementara itu, penelitian Hasibuan et al. (2021) telah menggabungkan pendekatan SCOR dan FMEA untuk mengidentifikasi serta mengklasifikasikan risiko pada industri minuman siap saji, tetapi penilaian risiko masih dilakukan secara konvensional menggunakan FMEA, yang memiliki keterbatasan dalam menangani ketidakpastian dan subjektivitas penilaian. Di sisi lain, penelitian seperti yang dilakukan oleh Eis Nur Rizki (2024) dan Rurry Patradhiani et al. (2023) telah

mulai menerapkan metode Fuzzy FMEA untuk menganalisis risiko kegagalan dalam proses produksi, namun konteks penggunaannya masih terbatas pada produk non-hewani seperti kerupuk dan roti, serta belum diarahkan secara spesifik untuk mengevaluasi risiko pada halal supply chain. Dengan mempertimbangkan kekosongan tersebut, penelitian ini mengombinasikan model SCOR dan metode *Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis* (Fuzzy FMEA) untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan memprioritaskan risiko dalam rantai pasok halal produk yogurt, yang notabene merupakan produk olahan susu dengan tantangan kontaminasi dan integritas kehalalan yang tinggi. Pendekatan ini diharapkan mampu menghasilkan analisis risiko yang lebih akurat dan relevan dengan kondisi nyata di lapangan, serta memperkuat aspek halal integrity pada seluruh proses rantai pasok, mulai dari bahan baku hingga distribusi produk akhir.

