

Perancangan Strategi Mitigasi Risiko Pada Proses Produksi Tahu Menggunakan Metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA) Pada IKM Pabrik Tahu Kartika

1st Muhammad Fathur Rahman

Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

fathurmhr@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Tiara Verita Yastica

Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

tiaraverita@telkomuniversity.ac.id

3rd Budi Praptono

Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

budipraptono@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Industri Kecil dan Menengah (IKM) pada sektor pengolahan pangan memiliki peran penting dalam mendukung perekonomian lokal, namun dalam praktiknya masih menghadapi berbagai permasalahan operasional, khususnya terkait kualitas produk. IKM Pabrik Tahu Sartika sebagai salah satu produsen tahu berbasis kedelai mengalami tingkat produk cacat (*defect*) yang melebihi batas toleransi ideal industri pangan, sehingga berdampak pada pemborosan bahan baku, penurunan nilai jual produk, serta potensi ketidakpuasan konsumen. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kejadian risiko dan penyebab risiko pada proses produksi tahu, menentukan prioritas risiko yang paling berpengaruh terhadap terjadinya *defect*, serta merancang strategi mitigasi risiko yang sesuai dengan kondisi perusahaan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) untuk mengidentifikasi mode kegagalan dan menentukan prioritas risiko berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN), serta *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk menganalisis akar penyebab risiko secara sistematis dan terstruktur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa risiko dengan prioritas tertinggi adalah risiko kayu bakar kurang atau tidak tersedia dengan nilai RPN sebesar 508,4 yang termasuk dalam kategori risiko sangat tinggi (*very high*). Berdasarkan hasil analisis tersebut, dirancang sebanyak 25 usulan strategi mitigasi risiko yang difokuskan pada pengendalian penyebab utama kegagalan proses, mencakup aspek bahan baku, peralatan, proses produksi, dan kebersihan. Implementasi usulan mitigasi ini diharapkan dapat menurunkan potensi terjadinya *defect*, meningkatkan stabilitas proses produksi, serta menjaga konsistensi kualitas produk tahu secara berkelanjutan.

Kata kunci— Risiko, Manajemen Risiko, FMEA, FTA

I. PENDAHULUAN

Industri pengolahan pangan memiliki kegiatan mengolah bahan pangan mentah menjadi produk bernilai tambah yang siap dikonsumsi atau digunakan sebagai bahan baku lanjutan oleh industri lain. Industri ini tidak hanya mendorong pertumbuhan ekonomi, tetapi juga menciptakan lapangan kerja dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat (Hidayat & Sari, 2022). Pesatnya pertumbuhan industri pengolahan pangan tidak terlepas dari berbagai tantangan operasional, terutama pada level Industri Kecil dan Menengah (IKM).

Dalam perkembangan industri pengolahan pangan di Indonesia saat ini, terutama Industri Kecil dan Menengah (IKM) menunjukkan persaingan yang semakin ketat dan perusahaan perlu meminimalisir kesalahan serta mencegah risiko di sektor manapun. Salah satu IKM yang bergerak di industri pengolahan pangan yaitu IKM Pabrik Tahu Sartika. IKM Pabrik Tahu Sartika merupakan IKM yang bergerak pada bidang olahan pangan yang bahan baku utamanya kacang kedelai yang dapat memproduksi tahu terutama tahu kuning dan tahu putih, kemudian hasil produksi didistribusikan ke pasar tradisional, toko/ kios, dan konsumen yang membeli langsung ke Pabrik Tahu Sartika. IKM Pabrik Tahu Sartika berperan sebagai pihak manufaktur yang menjalankan proses operasional produksi tahu yang dimulai dari penerimaan dan penyimpanan bahan baku kacang kedelai sampai menjadi produk siap jual.



GAMBAR 1

Alur proses produksi IKM Pabrik Tahu Sartika Berdasarkan alur proses produksi pada IKM Pabrik Tahu Sartika, setiap tahapan produksi memiliki potensi risiko yang dapat memicu terjadinya *defect* produk, mulai dari penerimaan bahan baku hingga penyimpanan tahu. Penetapan batas toleransi *defect* dalam penelitian ini menggunakan pendekatan *Acceptable Quality Level* (AQL) [7] yang mengacu pada standar ISO 2859-1 sebagai standar internasional dalam pengendalian kualitas. Berdasarkan hasil wawancara dan observasi langsung, didapatkan nilai AQL sebesar 2,5% dengan mempertimbangkan jumlah produksi dan jumlah *defect* aktual yang terjadi selama periode

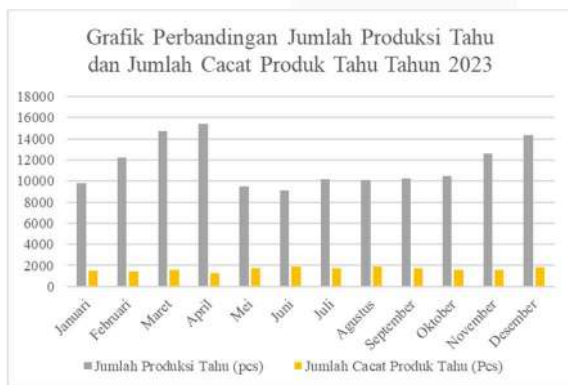
pengamatan. Berikut merupakan presentase *defect* yang terjadi dalam kurung satu tahun 2023.

TABEL 1

Jumlah Produksi dan Persentase *Defect* Produk

Bulan	Jumlah Produksi (pcs)	Jumlah Cacat (pcs)	Persentase Cacat	Toleransi Cacat
Januari	9800	1500	15.31%	2,5%
Februari	12250	1450	11.84%	2,5%
Maret	14700	1600	10.88%	2,5%
April	15400	1300	8.44%	2,5%
Mei	9450	1700	17.99%	2,5%
Juni	9100	1850	20.33%	2,5%
Juli	10150	1750	17.24%	2,5%
Agustus	10080	1900	18.85%	2,5%
September	10220	1700	16.63%	2,5%
Oktober	10500	1600	15.24%	2,5%
November	12600	1550	12.30%	2,5%
Desember	14350	1800	12.54%	2,5%

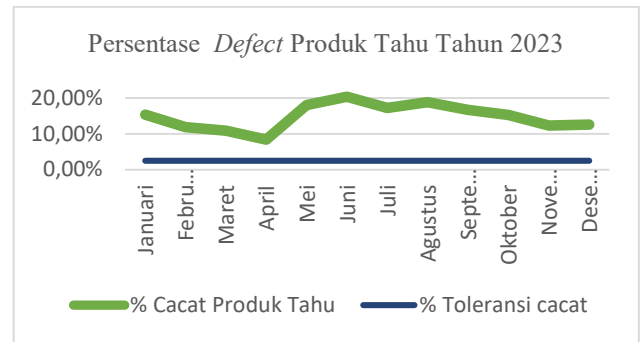
Berdasarkan pada tabel diatas, variasi volume atau jumlah produksi tersebut berkontribusi terhadap meningkatnya tingkat risiko terjadinya *defect* pada produk tahu selama periode tahun 2023. Berikut merupakan grafik mengenai data jumlah produksi bulanan dengan persentase *defect* produk tahu sebagai berikut.



GAMBAR 2

Grafik Perbandingan Jumlah Produksi Tahu dan Jumlah Cacat Produk Tahu Tahun 2023

Berdasarkan data jumlah produksi dan jumlah cacat produk tahu, dapat diketahui bahwa rata – rata jumlah produksi tahu per bulan selama tahun 2023 adalah sekitar 11.500 tahu pcs. Bulan April menunjukkan tingkat produksi tertinggi, yaitu sebesar 15.400 produksi tahu dengan tingkat *defect* sebanyak 1.300 tahu per pcs. Kemudian, tingkat *defect* selalu stabil yang dimana kondisi tersebut menunjukkan sistem produksi masih memiliki tingkat paparan risiko yang tinggi dan akan berdampak pada kerugian di IKM Pabrik Tahu Sartika. Selain itu, data jumlah *defect* produk tahu selama satu tahun tersebut digunakan sebagai tren tingkat *defect* guna mengidentifikasi periode produksi dengan risiko tertinggi. Berikut merupakan grafik persentase tren *defect* dalam periode tahun 2023.



GAMBAR 3

Tren *Defect* Produk Tahu Tahun 2023

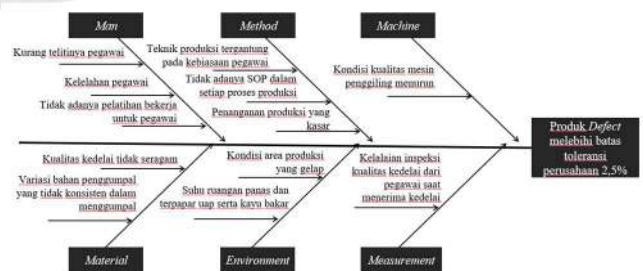
Berdasarkan data pada grafik persentase *defect* produk tahu tahun 2023, terlihat bahwa tingkat *defect* mengalami fluktuasi yang cukup signifikan sepanjang periode tahun 2023. Tingginya persentase *defect* tersebut menunjukkan bahwa proses produksi tahu di IKM Pabrik Tahu Sartika belum berjalan secara optimal dan konsisten, baik dari sisi kualitas bahan baku, kestabilan proses produksi, maupun pengendalian mutu pada setiap tahapan proses produksi.

TABEL 2

Tingkat Kejadian Jenis *Defect*

No.	Jenis <i>Defect</i>	Tingkat Kejadian
1.	Rasa asam atau pahit	Jarang
2.	Bau asam atau apek	Jarang
3.	Warna tidak seragam	Cukup sering
4.	Penampakan retak/ tidak seragam	Sering
5.	Tekstur terlalu lembek atau terlalu keras	Cukup sering

Pihak perusahaan telah berupaya mengatasi produk *defect* yang ditemukan dengan perbaikan langsung atau *rework* untuk jenis cacat minor, sedangkan untuk jenis cacat major yang masih dapat terulang, perlu dilakukan tindakan lebih mendalam agar kondisi kejadian tersebut berkurang. Temuan ini menunjukkan bahwa terdapat penyebab yang terjadi dalam proses produksi sehingga memunculkan *defect* pada produk yang dihasilkan. Selain itu, terdapat enam faktor utama penyebab terjadinya risiko pada produk tahu yang mengalami *defect* di IKM Pabrik Tahu Sartika yang digambarkan dalam *fishbone* diagram sebagai berikut.



GAMBAR 4

Fishbone Diagram

Berdasarkan analisis *fishbone* diagram, diketahui bahwa defect produk tahu yang melebihi batas toleransi 2,5% dipengaruhi oleh enam faktor utama sehingga diperlukan penerapan manajemen risiko yang terstruktur untuk menekan tingkat *defect* dan meningkatkan kinerja operasional IKM Pabrik Tahu Sartika.

II.KAJIAN TEORI

A. Risiko

Risiko dapat diartikan dengan suatu kondisi yang membebani atau barangkali bahwa tujuan kedepan akan menjadi bias dari harapan. Risiko terdapat dimana saja, dapat terjadi kapanpun, dan tidak bisa dihindari (Suriyadi & Facrudin Azmi (2022). Dalam permasalahan ini, risiko dalam rantai pasok tahu meliputi *defect* produk (seperti tekstur tidak merata atau pembusukan cepat), kesenjangan bahan baku, dan penurunan kualitas kerja karyawan, yang sering berasal dari fluktuasi pasokan atau operasional.

B. Manajemen Risiko

Manajemen risiko (*Risk Management*) merupakan disiplin ilmu dan praktik terstruktur yang diterapkan organisasi untuk mengidentifikasi, menganalisis, mengevaluasi, dan mengendalikan segala potensi kejadian atau ketidakpastian yang dapat memengaruhi pencapaian tujuan strategis dan operasional. Dalam proses produksi, manajemen risiko berfungsi sebagai mekanisme proaktif untuk melindungi nilai produk, aset, dan kontinuitas operasional dari berbagai ancaman kegagalan (*failure*), kecelakaan, atau penyimpangan kualitas. Menurut Arifudin, O., Wahrudin, U., & Rusmana, F. D. (2020), manajemen risiko adalah suatu bidang ilmu yang membahas tentang bagaimana suatu organisasi menerapkan ukuran dalam memetakan berbagai permasalahan yang ada dengan menetapkan berbagai pendekatan manajemen secara komprehensif dan sistematis.

C. Kategori Level Risiko

Penentuan kategori level risiko dalam penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi mode kegagalan yang memiliki urgensi tertinggi untuk segera dilakukan mitigasi berdasarkan nilai RPN yang didapat. Berikut merupakan tabel kategori level risiko.

TABEL 3
Kategori Level Risiko
(Sumber: Ivander & Papilaya, 2023)

Nilai	Kategori	Keterangan
< 100	Very Low	Risiko dengan pengaruh kecil terhadap perusahaan, dapat diatasi dengan menerapkan kebijakan tertentu.
100 – 150	Low	Risiko mampu menyebabkan sedikit gangguan dalam bisnis, dapat diatasi dengan menerapkan kebijakan tertentu yang disertai pengawasan.
150 – 200	Medium	Risiko menyebabkan cukup gangguan
200 – 300	High	yang dapat merugikan, sehingga

		memerlukan pengawasan dan membutuhkan penanganan.
> 300	Very High	Risiko berbahaya dan sangat merugikan, harus segera diatasi secepatnya.

D. Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)

Failure mode and effect analysis (FMEA) adalah prosedur terstruktur dalam mengidentifikasi dan mencegah kegagalan yang mungkin terjadi. Pendekatan yang dilakukan bersifat proaktif yaitu dirancang untuk mengidentifikasi dan mencegah masalah sebelum masalah tersebut terjadi dan menimbulkan kerugian (Taufik, 2022).

Berikut merupakan penjelasan dan ketentuan penilaian dari setiap kategori tersebut menurut Gasperz [6]

a. Severity

Severity adalah proses dalam menilai seberapa besar dampak dari risiko yang dapat mempengaruhi proses atau produk (Taufik, 2022). Berikut merupakan ketentuan pemberian nilai pada *severity*.

TABEL 4
Skala Penilaian Severity
(Sumber: Mc.Dermott et al., 2009)

Ranking	Tingkat Keparahan	Definisi Dampak Tingkat Keparahan
1	Tidak ada dampak	Kegagalan tidak terlihat oleh pelanggan dan tidak memengaruhi proses maupun kinerja produk
2	Sangat Kecil	Kegagalan tidak langsung dirasakan oleh pelanggan, namun berdampak kecil pada proses atau produk
3	Kecil	Kegagalan menimbulkan gangguan ringan bagi pelanggan dan dapat diatasi tanpa kehilangan kinerja
4	Sangat Rendah	Kegagalan dapat diperbaiki melalui modifikasi proses atau produk, namun tetap menyebabkan sedikit penurunan kinerja
5	Rendah	Kegagalan menurunkan kinerja produk secara signifikan sehingga pelanggan cenderung mengajukan keluhan
6	Sedang	Kegagalan mengakibatkan kerusakan fungsi pada sebagian atau seluruh subsistem produk
7	Tinggi	Kegagalan menimbulkan tingkat ketidakpuasan pelanggan yang tinggi
8	Sangat Tinggi	Kegagalan menyebabkan unit atau produk tidak dapat beroperasi atau tidak layak untuk digunakan
9	Kritis	Kegagalan dapat mengakibatkan ketidakpatuhan terhadap peraturan atau standar hukum yang berlaku
10	Sangat Kritis	Kegagalan berpotensi menyebabkan cedera serius atau membahayakan keselamatan pelanggan maupun karyawan

b. *Occurrence*

Occurrence adalah nilai yang menunjukkan frekuensi terjadinya kegagalan pada proses atau produk. Berikut merupakan ketentuan pemberian nilai pada *occurrence*.

TABEL 5
Skala Penilaian *Occurrence*
(Sumber: Gasperz, 2013)

Ranking	Tingkat Frekuensi Kegagalan	Definisi Frekuensi Tingkat Kegagalan
1	1 dalam 1.000.000	Tidak mungkin bahwa penyebab nilai yang mengakibatkan mode kegagalan
2	1 dalam 20.000	Kegagalan ini jarang terjadi
3	1 dalam 4.000	Kegagalan ini jarang terjadi
4	1 dalam 1.000	Kegagalan ini agak mungkin terjadi
5	1 dalam 400	Kegagalan ini agak mungkin terjadi
6	1 dalam 80	Kegagalan ini agak mungkin terjadi
7	1 dalam 40	Kegagalan adalah sangat mungkin terjadi
8	1 dalam 20	Kegagalan adalah sangat mungkin terjadi
9	1 dalam 8	Hampir dapat dipastikan bahwa kegagalan akan terjadi
10	1 dalam 2	Hampir dapat dipastikan bahwa kegagalan akan terjadi

c. *Detection*

Detection adalah kemampuan sebuah proses atau produk dideteksi sebelum keagalannya berdampak kepada konsumen. Berikut merupakan ketentuan pemberian nilai pada *detection*.

TABEL 6
Skala Penilaian *Detection*
(Sumber: Gasperz, 2013)

Ranking	Detection	Definisi Tingkat Deteksi
1	Hampir Pasti Terdeteksi	Tindakan pencegahan yang dilakukan sangat efektif, dan tidak ada kemungkinan penyebabnya muncul kembali
2	Sangat Tinggi	Kemungkinan terjadinya sangat rendah.
3	Tinggi	Kemungkinan terjadinya sangat rendah.
4	Cukup Tinggi	Kemungkinan terjadinya sedang, tindakan pencegahan masih memungkinkan penyebab tersebut terjadi.
5	Sedang	Kemungkinan terjadinya sedang, tindakan pencegahan masih memungkinkan penyebab tersebut terjadi.
6	Rendah – Sedang	Kemungkinan terjadinya sedang, tindakan pencegahan masih memungkinkan penyebab tersebut terjadi.

7	Rendah	Kemungkinan terjadinya tinggi. Tindakan pencegahan yang tidak efektif, mengakibatkan hal tersebut terjadi kembali
8	Sangat Rendah	Kemungkinan terjadinya tinggi. Tindakan pencegahan yang tidak efektif, mengakibatkan hal tersebut terjadi kembali
9	Hampir Tidak Terdeteksi	Kemungkinan terjadinya sangat tinggi. Hal ini disebabkan cara pencegahan yang tidak efektif, dan penyebabnya berulang terus menerus
10	Tidak Terdeteksi	Kemungkinan terjadinya sangat tinggi. Hal ini disebabkan cara pencegahan yang tidak efektif, dan penyebabnya berulang terus menerus

1) Membuat prioritas kegagalan menggunakan *rating priority number* (RPN)

Risk priority number adalah pemberian nilai untuk mengetahui besaran prioritas pada kegagalan yang mungkin terjadi (Dahniar, 2021).

$$\text{Risk Priority Number} = \text{severity (S)} \times \text{occurrence (O)} \times \text{detection (D)}$$

GAMBAR 5

Perhitungan Nilai RPN

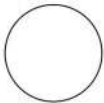
Nilai RPN dapat berkisar dari 1 (risiko terendah) hingga 1000 (risiko tertinggi). Hasil perhitungan RPN akan berupa potensi kegagalan prioritas yang harus diperbaiki.

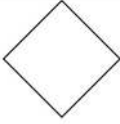
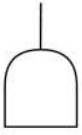
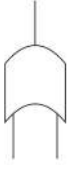
2) Membuat laporan terkait hasil identifikasi kegagalan potensial.

E. *Fault Tree Analysis* (FTA)

Fault tree analysis (FTA) adalah metode untuk mengidentifikasi bentuk kegagalan dari sebuah sistem (*fault tree*) dengan cara menganalisis kejadian puncak (*top event*) yang tidak diinginkan, kemudian diurai secara deduktif untuk menemukan akar penyebab masalah melalui hubungan logika yang direpresentasikan dengan *symbol* (*gate*). Berikut merupakan simbol-simbol yang digunakan dalam *Fault tree analysis*.

TABEL 7
Daftar Simbol - Simbol FTA
(Sumber: Ivo Haring, 2021)

Simbol	Nama	Keterangan
	<i>Top event</i>	Simbol untuk kejadian/kesalahan kegagalan utama yang ingin dilakukan analisa lebih lanjut.
	<i>Basic Event</i>	Simbol untuk peristiwa yang tidak dianggap sebagai kejadian dasar sehingga tidak diperlukan pengembangan atau uraian lebih lanjut.

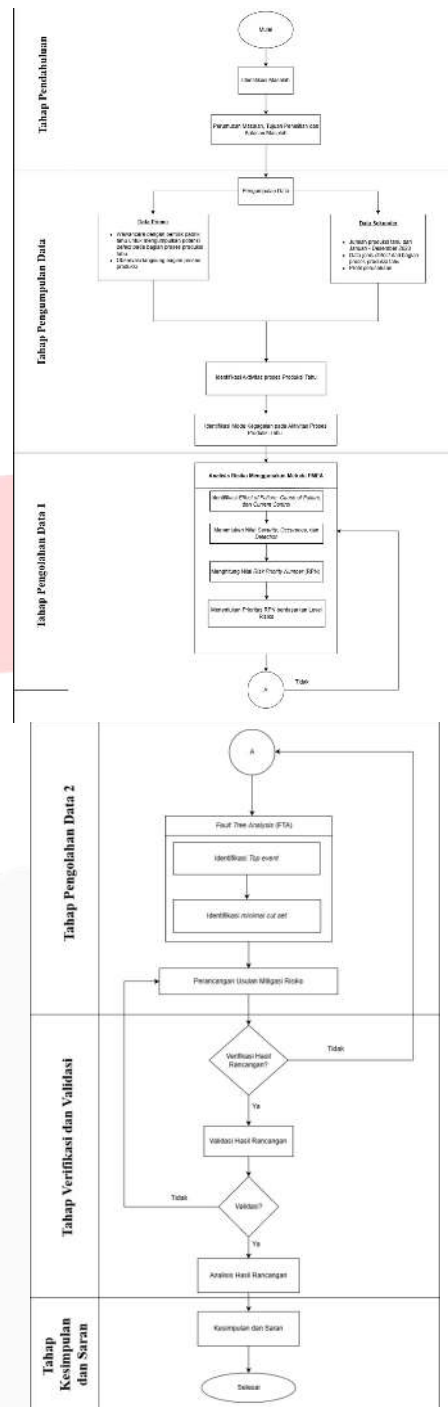
	<i>Undeveloped event</i>	Simbol untuk kejadian yang tidak perlu diuraikan kembali, karena tidak cukup informasi atau dianggap kurang penting.
	<i>AND gate</i>	Simbol yang menunjukkan kejadian utama akan terjadi apabila terdapat seluruh faktor terjadi bersamaan.
	<i>OR gate</i>	Simbol yang menunjukkan kejadian utama akan terjadi apabila satu faktor terjadi.
	<i>Transfer symbol</i>	Simbol yang menunjukkan bahwa <i>Fault Tree</i> berhubungan lebih lanjut dengan <i>Fault Tree</i> di halaman lain atau di bagian lain.

Adapun langkah – langkah dalam menyusun FTA sebagai berikut.

- Mendefinisikan masalah yang terjadi dari suatu sistem yang ingin dianalisis.
- Membuat pohon kesalahan dengan grafik logika, dalam langkah yang diperlukan dengan pencarian *top event* terlebih dahulu.
- Menentukan *minimal cut set* untuk analisa *Fault Tree* secara kualitatif menggunakan aljabar Boolean.
- Melakukan analisis secara kualitatif dari *Fault Tree* untuk mengetahui apakah kejadian lainnya memberikan dampak terhadap *top event*.
- Melakukan analisis secara kuantitatif dari *Fault Tree* untuk mengetahui realibilitas dalam menyelesaikan masalah.

III. METODE

Berikut merupakan sistematika penyelesaian masalah pada penelitian ini.



GAMBAR 4

Sistematika Penyelesaian Masalah

Berdasarkan gambar dapat diketahui sistematika perancangan pada penelitian ini terbagi menjadi lima tahap yaitu:

1. Tahap Pendahuluan

Pada tahap ini dilakukan identifikasi awal permasalahan, khususnya risiko-risiko yang muncul pada setiap tahapan proses produksi tahu, mulai dari penerimaan bahan baku hingga produk siap dipasarkan.

2. Tahap Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan mencakup seluruh aktivitas dan tahapan proses produksi yang dilakukan oleh IKM Pabrik Tahu Sartika dalam kegiatan operasional sehari-hari. Pada penelitian ini pengumpulan data primer melalui wawancara kepada pemilik pabrik untuk mengetahui

potensi risiko yang terjadi dan hasil observasi yang sudah dilakukan. Selain itu, dilakukan juga pengumpulan data sekunder berupa data jumlah produksi tahu dari bulan Januari sampai Desember tahun 2023, data jenis *defect* pada proses produksi tahu, dan profil perusahaan.

3. Tahap Pengolahan Data 1

Pada tahap ini dilakukan analisis risiko dengan metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA).

4. Tahap Pengolahan Data 2

Pada tahap ini dilakukan untuk menganalisis lebih lanjut akar penyebab risiko prioritas menggunakan *Fault tree analysis* (FTA).

5. Tahap Verifikasi dan Validasi

Tahap verifikasi dilakukan untuk memastikan bahwa hasil perancangan mitigasi risiko telah sesuai dengan hasil analisis FMEA dan FTA serta dapat diterapkan pada kondisi aktual IKM Pabrik Tahu Sartika.. Validasi dilakukan melalui diskusi dan konfirmasi dengan pihak pabrik terkait kelayakan dan efektivitas usulan mitigasi. Setelah proses validasi dinyatakan sesuai, dilakukan analisis hasil rancangan mitigasi risiko untuk menilai dampak penerapannya terhadap penurunan risiko *defect* pada proses produksi tahu.

6. Tahap Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini dilakukan perumusan kesimpulan berdasarkan hasil analisis risiko dan perancangan strategi mitigasi yang telah dilakukan. Selain itu, peneliti juga memberikan saran dan rekomendasi yang diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi IKM Pabrik Tahu Sartika dalam meningkatkan kualitas proses produksi dan meminimalkan risiko *defect* di masa mendatang.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan yaitu meliputi analisis risiko dengan metode utama yang digunakan adalah *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) untuk mengidentifikasi dan memprioritaskan risiko pada proses produksi tahu, dilanjutkan dengan penentuan kategori level risiko untuk menentukan risiko dominan, dan diakhiri dengan *Fault tree analysis* (FTA) untuk menganalisis penyebab utama dari *potential failure mode*.

A. Perancangan *Failure Mode and Effects Analysis*

1. Identifikasi *Effect of Failure*

Tahap identifikasi *effect of failure* dilakukan untuk mengetahui dan menggambarkan dampak yang ditimbulkan akibat terjadinya setiap mode kegagalan pada aktivitas proses produksi tahu, baik terhadap kualitas produk, kelancaran proses produksi, maupun tingkat keamanan dan kepuasan konsumen.

2. Identifikasi *Cause of Failure*

Tahap identifikasi *cause of failure* dilakukan untuk mengetahui penyebab terjadinya setiap mode kegagalan pada proses produksi tahu. Identifikasi ini bertujuan untuk menelusuri faktor-faktor yang menimbulkan terjadinya kegagalan, baik yang berasal dari manusia, mesin, metode, material, maupun lingkungan, sehingga dapat

memberikan gambaran mengenai penyebab permasalahan pada setiap tahapan proses produksi.

3. Identifikasi *Current Control*

Tahap identifikasi *current control* dilakukan untuk mengetahui bentuk pengendalian yang saat ini telah diterapkan pada setiap tahapan proses produksi tahu guna mencegah atau mengurangi terjadinya mode kegagalan yang telah diidentifikasi sebelumnya.

4. Menentukan Nilai *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*

Tahap penentuan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* dilakukan untuk menilai tingkat risiko dari setiap *failure mode* yang telah diidentifikasi pada proses produksi tahu. Penilaian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keparahan dampak yang ditimbulkan (*severity*), tingkat kemungkinan terjadinya kegagalan (*occurrence*), serta kemampuan pengendalian yang ada dalam mendeteksi kegagalan (*detection*), sehingga dapat menggambarkan tingkat risiko secara menyeluruh pada setiap tahapan proses produksi.

5. Menentukan Nilai *Risk Priority Number* (RPN)

Nilai RPN diperoleh dari hasil perkalian antara nilai *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D), sehingga dapat menggambarkan tingkat prioritas risiko pada masing-masing aktivitas dalam proses produksi tahu di IKM Pabrik Tahu Sartika. Berikut merupakan tabel perhitungan RPN.

6. Menentukan Prioritas RPN berdasarkan Level Risiko

Failure mode dengan nilai RPN yang berada pada level risiko lebih tinggi menunjukkan kombinasi dampak, frekuensi kejadian, dan tingkat kesulitan deteksi yang lebih besar, sehingga memerlukan perhatian dan tindakan perbaikan yang lebih segera. Berikut merupakan tabel RPN berdasarkan level risiko.

TABEL 8
Penentuan Prioritas RPN Berdasarkan Kategori Level Risiko

Ranking	Kode	Failure Mode	RPN	Level
1	R17	Kayu bakar kurang atau tidak tersedia	508.4	Very High
2	R41	Kondisi penyimpanan tahu kurang baik	488.9	Very High
3	R12	Kerusakan mesin penggiling	470.2	Very High
4	R40	Wadah penyimpanan kotor	311.1	Very High
5	R25	Takaran bahan penggumpal tidak tepat	309.6	Very High
6	R18	Bubur gosong karena kurang pengadukan	306.7	Very High
7	R6	Bak perendaman tidak bersih	254.2	High
8	R26	Gumpalan tidak terbentuk sempurna	253.3	High
9	R24	Suhu pemanasan tidak sesuai	224	High
10	R1	Keterlambatan pasokan kedelai dari supplier	217.8	High
11	R8	Tidak sesuai waktu perendaman	211.1	High
12	R13	Mesin giling macet	206.9	High

13	R32	Tahu pecah saat dikeluarkan	198.3	Medium
14	R39	Terdapat tahu yang pecah	192.1	Medium
15	R7	Kekurangan air tidak sampai terendam	187.2	Medium
16	R2	Kualitas kedelai tidak sesuai standar	182	Medium
17	R16	Bubur tumpah saat pemindahan	180.1	Medium
18	R3	Karung kedelai mengalami robek	168	Medium
19	R19	Bubur tumpah	163.7	Medium
20	R27	Pendinginan kurang lama	155.5	Medium
21	R29	Gumpalan masih terlalu padat	147.8	Low
22	R28	Gumpalan masih terlalu panas saat dicetak	137.9	Low
23	R38	Suhu minyak terlalu panas	136	Low
24	R30	Terdapat kain saring yang robek	128	Low
25	R23	Ampas tercampur kotoran (debu, abu, dsb)	126.7	Low
26	R34	Takaran garam tidak sempurna	126	Low
27	R4	Alat timbangan belum dikalibrasi	124.7	Low
28	R15	Hasil bubur tidak merata	121.3	Low
29	R37	Minyak lama tidak diganti	120	Low
30	R31	Tekanan tidak merata	119	Low
31	R21	Wadah penampungan kotor	115.6	Low
32	R9	Kedelai jatuh saat air dibuang	113.8	Low
33	R14	Kedelai loss karena air terlalu kencang	109.8	Low
34	R5	Human error dalam catatan produksi	107	Low
35	R10	Kotoran kedelai masih tertinggal	105.6	Low
36	R11	Proses pencucian tidak bersih	103.9	Low
37	R22	Sari kedelai masih keruh	95.7	Very Low
38	R35	Waktu perendaman tidak konsisten	95.7	Very Low
39	R36	Pewarna tidak tercampur sempurna	80.7	Very Low
40	R33	Ukuran potongan tidak seragam	77	Very Low
41	R20	Ampas masih tercampur dengan sari kedelai	70.8	Very Low

Berdasarkan kategori level risiko yang didapat berdasarkan perhitungan RPN, maka dipilih risiko dengan level *very high* yang akan dilakukan tindakan mitigasi. Berikut merupakan *failure mode* yang akan dilakukan tindakan mitigasi.

TABEL 9
Hasil Prioritas Risiko

Ranking	Kode	Failure Mode	RPN	Level
1	R17	Kayu bakar kurang atau tidak tersedia	508.4	Very High
2	R41	Kondisi penyimpanan tahu kurang baik	488.9	Very High

3	R12	Kerusakan mesin penggiling	470.2	Very High
4	R40	Wadah penyimpanan kotor	311.1	Very High
5	R25	Takaran bahan penggumpal tidak tepat	309.6	Very High
6	R18	Bubur gosong karena kurang pengadukan	306.7	Very High

Selanjutnya akan dicari akar penyebab masalah menggunakan *fault tree analysis* (FTA). Pendekatan ini digunakan untuk menggambarkan hubungan sebab-akibat secara sistematis, sehingga faktor-faktor penyebab utama dari risiko yang terjadi terhadap terjadinya kegagalan dapat diidentifikasi secara lebih mendalam dan terstruktur.

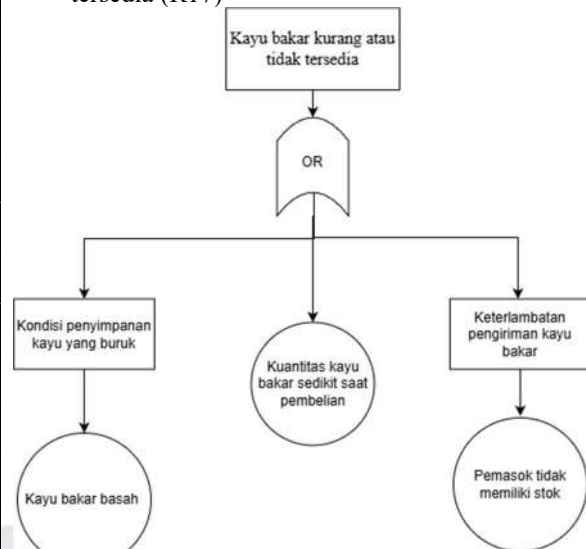
B. Perancangan Fault Tree Analysis

1. Identifikasi Top Event

Identifikasi *top event* merupakan tahap awal dalam perancangan *Fault tree analysis* (FTA).

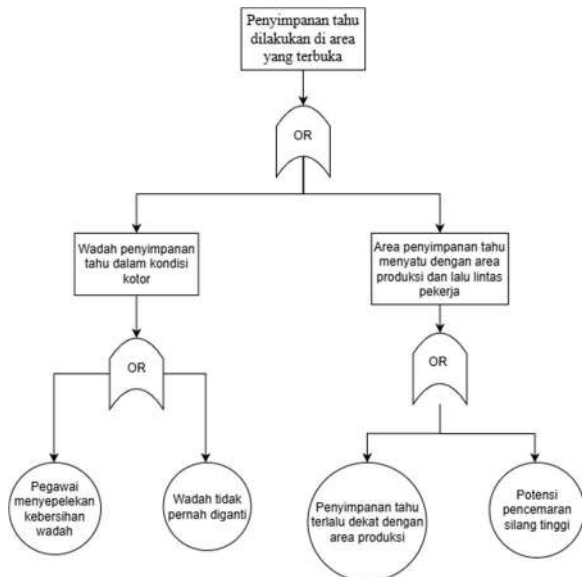
2. Identifikasi Minimal Cut Set

a) *Fault tree* penyebab kayu bakar kurang atau tidak tersedia (R17)



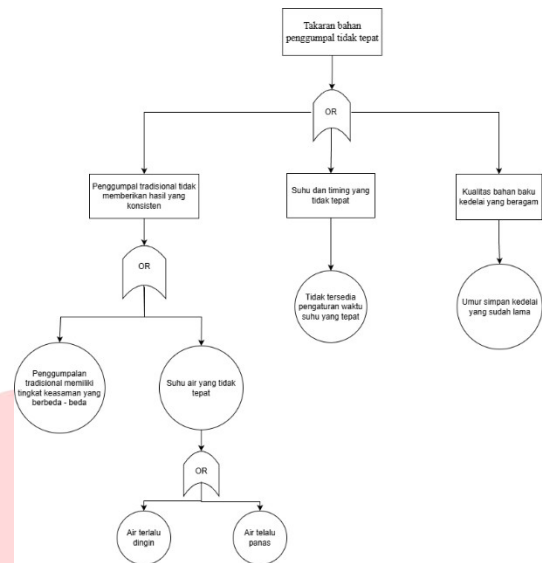
GAMBAR 5
Fault Tree R17

b) *Fault tree* penyebab kondisi penyimpanan tahu kurang baik (R41)



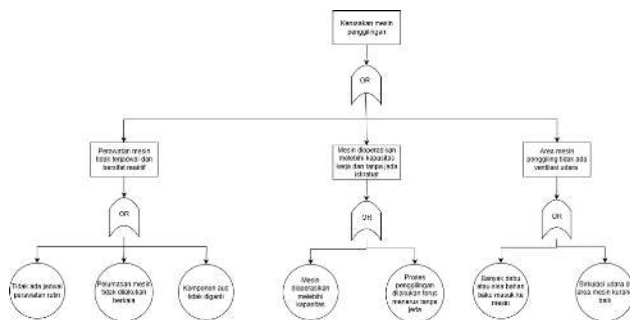
GAMBAR 6
Fault Tree R41

c) *Fault tree* penyebab takaran bahan penggumpal tidak tepat (R25)



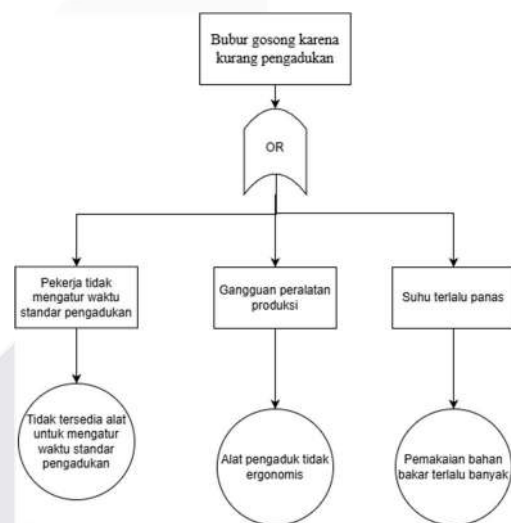
GAMBAR 9
Fault Tree R25

c) *Fault tree* penyebab kerusakan mesin penggiling (R12)



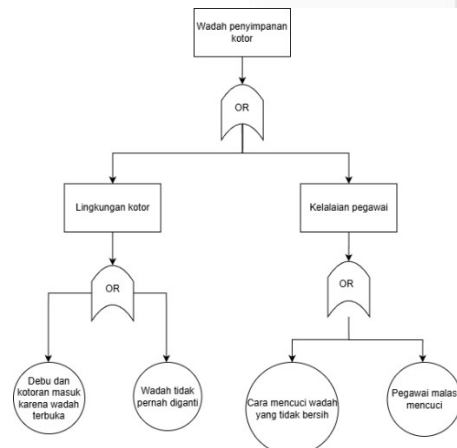
GAMBAR 7
Fault Tree R12

f) *Fault tree* bubur gosong karena kurang pengadukan (R18)



GAMBAR 10
Fault Tree R18

d) *Fault tree* penyebab wadah penyimpanan kotor (R40)



GAMBAR 8
Fault Tree R40

C. Perancangan Usulan Mitigasi Risiko

Usulan yang akan dilakukan untuk keenam bentuk kegagalan tersebut dilakukan berdasarkan penyebab – penyebab kegagalan yang dianalisis berdasarkan FMEA dan FTA, sehingga diketahui permasalahan yang terjadi untuk dilakukan usulan mitigasi. Berdasarkan hasil diskusi dan observasi dengan *keyperson* perusahaan, didapatkan hasil usulan mitigasi yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

TABEL 10
Perancangan Usulan Mitigasi

Risiko	<i>Fault Tree Analysis (FTA)</i>	Rancangan Mitigasi
Kayu bakar kurang atau tidak tersedia	Kayu bakar dalam kondisi basah	Membuat kanopi penyimpanan kayu bakar yang dilengkapi penutup berbahan plastik atau terpal, sehingga kayu tetap kering, kelembapannya terjaga, dan terlindung dari air hujan.
	Kuantitas kayu bakar yang dibeli tidak mencukupi kebutuhan produksi.	Melakukan perencanaan kebutuhan bahan bakar berdasarkan kapasitas produksi harian dan menetapkan jumlah pembelian minimum.
	Pemasok kayu bakar tidak memiliki stok saat dibutuhkan.	Menambah alternatif pemasok.
Kondisi penyimpanan tahu kurang baik	Pegawai menyepikan kebersihan wadah tahu.	Memberikan pengarahan dan pengawasan rutin terkait pentingnya kebersihan wadah penyimpanan.
	Wadah tidak pernah diganti.	Menetapkan jadwal penggantian wadah penyimpanan tahu secara berkala
	Penyimpanan tahu terlalu dekat dengan area produksi.	Menata ulang area penyimpanan agar terpisah dari area produksi.
	Potensi pencemaran silang tinggi.	Menerapkan pemisahan area bersih dan area produksi serta penggunaan penutup wadah.
Kerusakan Mesin Penggiling	Tidak ada jadwal perawatan rutin.	Menyusun dan menerapkan jadwal perawatan mesin secara berkala.
	Pelumasan mesin tidak dilakukan berkala.	Menetapkan prosedur pelumasan mesin sesuai rekomendasi teknis.
	Komponen aus tidak diganti.	Melakukan pemeriksaan kondisi komponen dan penggantian sebelum terjadi kerusakan.
	Mesin dioperasikan melebihi kapasitas.	Menyesuaikan penggunaan mesin dengan kapasitas maksimum yang dianjurkan.
	Proses penggilingan dilakukan terus menerus tanpa jeda.	Memberikan waktu jeda operasi mesin untuk mencegah <i>overheating</i> .
	Banyak debu atau sisa bahan baku masuk ke mesin.	Membersihkan mesin setelah proses produksi dan menggunakan penutup mesin.
	Sirkulasi udara di area mesin kurang.	Memperbaiki ventilasi atau menambah kipas untuk mendukung sirkulasi udara.
Wadah penyimpanan kotor	Debu dan kotoran masuk karena wadah terbuka.	Menggunakan penutup wadah selama penyimpanan tahu.
	Wadah tidak pernah diganti.	Menetapkan standar umur pakai dan jadwal penggantian wadah.
	Cara mencuci wadah yang tidak bersih.	Menyusun SOP pencucian wadah yang jelas dan mudah diterapkan.
	Pegawai malas mencuci.	Memberikan pengawasan dan pembagian tanggung jawab kebersihan.

Takaran bahan penggumpal tidak tepat	Penggumpalan tradisional memiliki tingkat keasaman yang berbeda – beda.	Memilih bahan penggumpalan yang paling optimal untuk digunakan.
	Air terlalu dingin/air terlalu panas.	Mengatur suhu air sesuai standar proses penggumpalan.
	Tidak tersedia pengaturan waktu suhu yang tepat.	Menetapkan standar waktu dan suhu penggumpalan secara tertulis.
	Umur simpan kedelai yang sudah lama.	Mengatur sistem penyimpanan kedelai berdasarkan prinsip FIFO.
Bubur gosong karena kurang pengadukan	Tidak tersedia alat untuk mengatur waktu standar pengadukan.	Menentukan standar waktu pengadukan dan menggunakan alat bantu pengingat.
	Alat pengaduk tidak ergonomis.	Mengganti atau memodifikasi alat pengaduk agar lebih nyaman digunakan.
	Pemakaian bahan bakar yang terlalu banyak.	Mengatur intensitas api sesuai kebutuhan proses perebusan.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil identifikasi dan penilaian risiko menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), ditemukan bahwa risiko dengan prioritas tertinggi adalah Kayu bakar kurang atau tidak tersedia (kode R17) dengan nilai *Risk Priority Number* (RPN) sebesar 508,4 dan berada pada kategori level *very high* pertama, sehingga memerlukan tindakan penanganan segera karena berdampak langsung pada terhentinya proses produksi. Selanjutnya melalui analisis akar penyebab masalah dengan metode *Fault tree analysis* (FTA), teridentifikasi bahwa penyebab utama risiko R17 berasal dari tiga akar penyebab masalah (*basic event*), yaitu kayu bakar dalam kondisi basah akibat penyimpanan yang tidak terlindung dari hujan atau kelembapan kayu, kuantitas kayu bakar yang dibeli tidak mencukupi kebutuhan produksi, dan pemasok kayu bakar tidak memiliki stok saat dibutuhkan. Usulan mitigasi yang dirancang difokuskan pada pengendalian penyebab utama kegagalan proses yang terdiri dari 25 rancangan usulan mitigasi telah divalidasi oleh pihak perusahaan dan dinilai sesuai dengan kondisi aktual serta kemampuan IKM Pabrik Tahu Sartika, beberapa diantaranya adalah membuat kanopi penyimpanan kayu bakar yang dilengkapi penutup plastik atau terpal, melakukan perencanaan kebutuhan bahan bakar berdasarkan kapasitas produksi harian dan menetapkan jumlah pembelian minimum, menambah alternatif pemasok, memberikan pengarahan dan pengawasan rutin terkait kebersihan wadah penyimpanan, menetapkan jadwal penggantian wadah penyimpanan tahu secara berkala, menata ulang area penyimpanan agar terpisah dari area produksi dan lainnya. Perancangan usulan mitigasi ini diharapkan mampu menurunkan potensi terjadinya *defect*, meningkatkan stabilitas proses produksi, serta menjaga konsistensi kualitas produk tahu.

REFERENSI

- [1] Arifudin, O., Wahrudin, U., & Rusmana, F. D. (2020). *Manajemen risiko*. Widina Bhakti Persada.
- [2] Fahmi, I. (2010). *Manajemen risiko: Teori, kasus, dan solusi*. Alfabeta.

- [3] Gaspersz, V. (2013). *Total quality management*. PT Gramedia Pustaka Utama.
- [4] Dewi, S. K., & Purnomo, A. (2022). Analisis Penyebab Produk Cacat dan Strategi Perbaikan. *Jurnal Teknik Industri*, 14(2), 112-125.
- [5] Hidayat, A., & Sari, M. (2022). Analisis Pertumbuhan Ekonomi pada Sektor Industri Pengolahan Pangan. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis*, 15(2), 45-58.
- [6] Huda, N., dkk. (2021). Penerapan Metode FMEA Berdasarkan Penilaian Gasperz. *Jurnal Manajemen Operasional*, 9(1), 50-62.
- [7] International Organization for Standardization. (1999). *ISO 2859-1: Sampling procedures for inspection by attributes—Part 1: Sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection*. ISO.
- [8] IPQI. (2024). *Panduan lengkap: Membuat fishbone diagram untuk identifikasi masalah*. <https://ipqi.org/panduan-lengkap-membuat-fishbone-diagram-untuk-identifikasi-masalah/>
- [9] Krisnaningsih, E., Gautama, P., & Syams, M. F. K. (2021). Usulan perbaikan kualitas dengan menggunakan metode FTA dan FMEA. *Jurnal Intent: Jurnal Industri dan Teknologi Terpadu*, 4(1), 41–54.
- [10] Kusuma, M. Y., Rolliawati, D., & Nooriansyah, S. (2024). Penerapan metode failure mode and effect analysis (FMEA) dan Six Sigma. *Jurnal Manajemen Informatika, Sistem Informasi dan Teknologi Komputer (JUMISTIK)*, 3(2), 238–248.
- [11] Mayastika Sinaga, E. (2022). *Buku ajar manajemen risiko*. PT Inovasi Pratama Internasional.
- [12] Khan, R., et al. (2021). Risk Management in Industrial Systems. *International Journal of Risk Assessment*
- [13] Mayzura, V. I., Mubarak, A. S. F. Q. R., & Kusuma, B. A. W. (2024). Analisis pengendalian mutu produk red snapper fillet menggunakan seven tools. *Industri Inovatif: Jurnal Teknik Industri ITN Malang*, 1–11.
- [14] McDermott, R. E., Mikulak, R. J., & Beauregard, M. R. (2009). *The basics of FMEA* (2nd ed.). Productivity Press.
- [15] Montgomery, D. C. (2020). *Introduction to statistical quality control* (8th ed.). Wiley.
- [16] McDermott, R. E., et al. (2009). *The Basics of FMEA*. Productivity Press.
- [17] Nugroho, D. H., Zaman, M., & Zamhari, M. (2024). *Manajemen industri (ISO/TQC)*. Widina Bhakti Persada.
- [18] Purwanto, Y. A., & Weliana. (2018). Kualitas tempe kedelai pada berbagai suhu fermentasi. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 9(2), 45–53.
- [19] Rebecca, J., & Pasaribu, M. V. D. (2019). Metode failure mode and effect analysis untuk mengurangi cacat produk. *Inaque: Journal of Industrial and Quality Engineering*, 7(2), 117–125.
- [20] Safitri, M. S., Anwar, C., & Muliasari, I. (2021). Analisis pengaruh biaya kualitas terhadap produk cacat (studi kasus pada PT XYZ Aspal tahun 2018–2020). *Jurnal Akuntansi, Perpajakan dan Auditing*, 2(3), 695–709.
- [21] Standar Nasional Indonesia. (2018). *SNI 3142: Tahu*. Badan Standardisasi Nasional.
- [22] Taufik. (2022). *Pengendalian kualitas produk perlengkapan kamar mandi (sanitary accessories) menggunakan metode DMAIC* (1st ed., Bab 11, hlm. 191). Pascal Books.
- [23] Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan.
- [24] Wibowo, D. R. (2023). *Upaya peningkatan efektivitas mesin menggunakan metode overall equipment effectiveness (OEE) dan failure mode and effect analysis (FMEA)*.