

SKRIPSI

Peningkatan Kualitas Produk Menggunakan Pendekatan *Seven Tools*, FMEA, dan Simulasi Monte Carlo pada UMKM Tempe



**Anjar Suprianto
E22220219**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SETIA BUDI
TAHUN 2026**

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

Peningkatan Kualitas Produk Menggunakan Pendekatan *Seven Tools*, FMEA, dan Simulasi Monte Carlo pada UMKM Tempe

Disusun Oleh:

**ANJAR SUPRIANTO
E22220219**

Telah disetujui untuk diujikan
Pada tanggal 23 Juli 2026

Pembimbing I



ERNI SUPARTI, ST., MT
NIS: 01201109162145

Pembimbing II



MUHAMMAD AVE SINA, ST., M.Sc
NIS: 01202307161241

Mengetahui,
Kaprodi S1 Teknik Industri



ERNI SUPARTI, ST., MT
NIS: 01201109162145

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

Peningkatan Kualitas Produk Menggunakan Pendekatan *Seven Tools*, FMEA, dan Simulasi Monte Carlo pada UMKM Tempe

Disusun Oleh:
ANJAR SUPRIANTO
E22220219

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji, diujikan dan disahkan
pada tanggal 23 Juli 2026
Susunan Tim Penguji

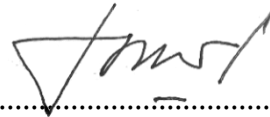
Pembimbing:
ERNI SUPARTI, ST., MT



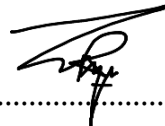
MUHAMMAD AVE SINA, ST., M.Sc



Penguji:
BAGUS ISMAIL ADHI W, ST., MT



WAHYU WIDHARSO, ST., MT



Mengetahui,


Dekan Fakultas Sains dan
Teknologi
Dr. Des. Suseno, M. Si
NIS: 01199408011044

Ketua Program Studi S1
Teknik Industri

Erni Suparti, ST., MT
NIS: 01201109162145

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **Peningkatan Kualitas Produk Menggunakan Pendekatan *Seven Tools*, FMEA, dan Simulasi Monte Carlo pada UMKM Tempe** adalah benar merupakan hasil karya saya dengan arahan dari pembimbing tanpa ada upaya penjiplakan atau pemalsuan dan manipulasi data dari karya orang lain. Sepanjang pengetahuan saya sebagai penulis juga tidak terdapat karya yang telah diterbitkan sebelumnya di institusi lain dengan judul yang sama persis. Semua sumber data dan informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Surakarta, 13 Mei 2026



Anjar Suprianto

KATA PENGANTAR

Kata pengantar merupakan pernyataan resmi untuk menyampaikan ucapan terima kasih oleh penulis kepada pihak lain, misalnya kepada para pembimbing, penguji, dan semua pihak yang terkait dalam penyelesaian tugas akhir termasuk orang tua dan penyandang dana. Nama harus ditulis secara lengkap termasuk gelar akademik dan harus dihindari ucapan terima kasih kepada pihak yang tidak terkait. Dalam Prakata, Bahasa yang digunakan harus mengikuti kaidah Bahasa Indonesia yang baku.

Surakarta, 13 Mei 2026



Anjar Suprianto

DAFTAR ISI

HALAMAN.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
INTISARI	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Tinjauan Pustaka dan <i>Novelty</i>	5
1.3 Rumusan Masalah.....	7
1.4 Tujuan Penelitian.....	8
1.5 Manfaat Penelitian.....	8
1.6 Batasan Penelitian.....	8
BAB II LANDASAN TEORI.....	9
2.1 Kualitas	9
2.2 Pengendalian Kualitas	9
2.3 <i>Seven Tools</i>	10
2.3.1 <i>Flowchart</i>	11
2.3.2 <i>Check Sheet</i>	11
2.3.3 <i>Histogram</i>	12
2.3.4 <i>Pareto Diagrama</i>	12
2.3.5 <i>Scatter Diagram</i>	13
2.3.6 <i>Control Chart</i>	13
2.3.7 <i>Fishbone</i>	15
2.4 <i>Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)</i>	15
2.5 Simulasi Monte Carlo	16
2.6 Industri Tempe dan Proses Produksi	19

2.7 Hubungan Antar Metode dalam Penelitian	19
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1 Jadwal Penelitian	21
3.2 Tahapan Penelitian	22
3.3 Penjelasan <i>Flowchart</i>	23
3.3.1 Studi Lapangan.....	23
3.3.2 Studi Pustaka.....	23
3.3.3 Perumusan Masalah	23
3.3.4 Tujuan Penelitian	23
3.3.5 Pengumpulan Data	23
3.3.6 Analisis Menggunakan <i>Seven Tools</i>	24
3.3.7 Analisis Menggunakan FMEA.....	24
3.3.8 Simulasi Monte Carlo	25
3.3.9 Analisis Hasil Simulasi & Evaluasi Perbaikan	25
3.3.10 Kesimpulan	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1 Pengumpulan Data.....	27
4.2 Analisis Menggunakan <i>Seven Tools</i>	28
4.2.1 <i>Flowchart</i> Produksi.....	28
4.2.2 <i>Check Sheet</i>	29
4.2.3 <i>Histogram</i>	30
4.2.4 <i>Diagram Pareto</i>	31
4.2.5 <i>Scatter Diagram</i>	31
4.2.6 <i>Control Chart</i>	33
4.2.7 <i>Fishbone</i>	36
4.3 <i>Failure Mode and Effects Analysis</i> (FMEA).....	38
4.3.1 Menentukan Bentuk Kegagalan dan Penyebab Kegagalan	38
4.3.2 Penentuan Nilai <i>Severity</i> , <i>Occurrence</i> , dan <i>Detection</i>	40
4.3.3 Perhitungan <i>Risk Priority Number</i> (RPN).....	42
4.3.4 Prioritas Usulan Perbaikan	44
4.4 Simulasi Monte Carlo.....	46
4.4.1 Penyusunan Skenario Simulasi	46
4.4.2 Menentukan Probabilitas.....	51
4.4.3 Interval Bilangan Acak	56
4.4.4 Pembangkitan Bilangan Acak	59
4.4.5 Hasil Simulasi Monte Carlo	60
4.4.6 Analisis Hasil Simulasi	74
4.5 Evaluasi Usulan Perbaikan	75
4.5.1 Prediksi Jumlah Kecacatan Setelah Perbaikan.....	75

4.5.2 Evaluasi Efektivitas Usulan Perbaikan	77
4.6 Pembahasan	78
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	82
5.1 Kesimpulan	82
5.2 Saran	82
DAFTAR PUSTAKA.....	84
LAMPIRAN	86

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Data Produksi dan Jumlah Cacat.....	2
Tabel 2 <i>Novelty</i> Penelitian.....	7
Tabel 3 Jadwal Penelitian.....	21
Tabel 4 Data Jumlah Cacat Bulan Juni.....	27
Tabel 5 Hasil <i>Check Sheet</i>	29
Tabel 6 Hasil <i>Scatter Diagram</i>	32
Tabel 7 Hasil <i>Control Chart</i>	34
Tabel 8 Bentuk Kegagalan dan Penyebab Kegagalan	39
Tabel 9 Skala Penilaian <i>Saverity</i> (S)	41
Tabel 10 Skala Penilaian <i>Occurrence</i> (O).....	42
Tabel 11 Skala Penilaian <i>Detection</i> (D)	42
Tabel 12 Hasil Penilaian S,O,D dan Perhitungan RPN	43
Tabel 13 Prioritas Usulan Perbaikan Berdasarkan Nilai RPN	44
Tabel 14 Penyusunan Skenario Simulasi Monte Carlo	47
Tabel 15 Usulan Perbaikan Pada Setiap Skenario.....	49
Tabel 16 Jumlah Cacat Setelah Perbaikan Skenario 1	52
Tabel 17 Hasil Probabilitas Skenario 1	52
Tabel 18 Jumlah Cacat Setelah Perbaikan Skenario 2	53
Tabel 19 Hasil Probabilitas Skenario 2	54
Tabel 20 Jumlah cacat Setelah Perbaikan Skenario 3	55
Tabel 21 Hasil Probabilitas Skenario 3	55
Tabel 22 Interval Bilangan Acak Skenario 1.....	57
Tabel 23 Interval Bilangan Acak Skenario 2.....	58
Tabel 24 Interval Bilangan Acak Skenario 3.....	58
Tabel 25 Bilangan Acak Hasil Pembangkitan 100 Iterasi.....	59
Tabel 26 Hasil Simulasi Skenario 1	60
Tabel 27 Rekapitulasi Hasil Simulasi Skenario 1	63
Tabel 28 Perbandingan Probabilitas dan Hasil Simulasi Skenario 1....	64
Tabel 29 Hasil Simulasi Skenario 2	65
Tabel 30 Rekapitulasi Hasil Simulasi Skenario 2	68
Tabel 31 Perbandingan Probabilitas dan Hasil Simulasi Skenario 2....	68
Tabel 32 Hasil Simulasi Skenario 3	70
Tabel 33 Rekapitulasi Hasil Simulasi Skenario 3	73
Tabel 34 Perbandingan Probabilitas dan Hasil Simulasi Skenario 3....	73
Tabel 35 Perbandingan Hasil Simulasi Ketiga Skenario.....	74
Tabel 36 Prediksi Jumlah Cacat Setelah Penerapan Usulan Perbaikan....	76
Tabel 37 Evaluasi Usulan Perbaikan Berdasarkan Hasil Simulasi.....	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 <i>Flowchart</i> Penelitian.....	22
Gambar 2 <i>Flowchart</i> Produksi	28
Gambar 3 <i>Histogram</i>	30
Gambar 4 <i>Diagram Pareto</i>	31
Gambar 5 Hasil <i>Scatter Diagram</i>	33
Gambar 6 Hasil <i>Control Chart</i>	35
Gambar 7 <i>Fishbone</i> Tempe Kehitaman.....	36
Gambar 8 <i>Fishbone</i> Kedelai Kurang Matang.....	37
Gambar 9 <i>Fishbone</i> Rusak Kemasan.....	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Proses pengemasan	87
Lampiran 2	Selesai dikemas	87
Lampiran 3	Hasil Pengemasan	87
Lampiran 4	Kemasan rusak	87
Lampiran 5	Tempe Kehitaman	87
Lampiran 6	Kedelai Kurang Matang	87
Lampiran 7	Proses Fermentasi	88
Lampiran 8	List Pertanyaan Wawancara	88

INTISARI

Peningkatan Kualitas Produk Menggunakan Pendekatan *Seven Tools*, FMEA, dan Simulasi Monte Carlo pada UMKM Tempe

Oleh:

Anjar Suprianto, Erni Suparti, Muhammad ave Sina

Produk tempe pada UMKM Tempe Pak Suharto masih mengalami kecacatan yang menyebabkan kualitas hasil produksi belum optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis dan faktor penyebab kecacatan menggunakan *Seven Tools*, menentukan prioritas penyebab kegagalan menggunakan *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA), serta mengevaluasi efektivitas usulan perbaikan melalui Simulasi Monte Carlo. Penelitian menggunakan data produksi dan kecacatan produk tempe selama periode pengamatan. Analisis dilakukan menggunakan *Seven Tools*, dilanjutkan dengan FMEA untuk menentukan nilai *Severity* (S), *Occurrence* (O), *Detection* (D), dan *Risk Priority Number* (RPN), kemudian dievaluasi menggunakan Simulasi Monte Carlo melalui tiga skenario implementasi usulan perbaikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari total produksi 41.270 produk, diperoleh 3.366 produk cacat (8,16%) dengan kerugian sebesar Rp6.732.000. Jenis kecacatan yang paling dominan adalah kemasan rusak sebanyak 1.452 produk (43,14%), diikuti kedelai kurang matang sebanyak 1.045 produk (31,05%), dan tempe kehitaman sebanyak 869 produk (25,81%). Hasil *fishbone diagram* menunjukkan bahwa faktor penyebab kecacatan berasal dari aspek manusia, metode, material, dan lingkungan. Simulasi Monte Carlo menunjukkan bahwa penerapan seluruh usulan perbaikan menghasilkan prediksi jumlah produk cacat paling rendah, yaitu 2.355 produk (5,71%), atau menurun 1.011 produk dibandingkan kondisi aktual, serta menurunkan kerugian menjadi Rp4.710.000. Dengan demikian, integrasi *Seven Tools*, FMEA, dan Simulasi Monte Carlo dapat digunakan untuk mengidentifikasi penyebab kecacatan, menentukan prioritas perbaikan, serta mengevaluasi efektivitas usulan perbaikan dalam meningkatkan kualitas produk tempe dan mengurangi kerugian yang dialami UMKM Tempe Pak Suharto.

Kata kunci: *Seven Tools*, FMEA, Simulasi Monte Carlo, Pengendalian Kualitas, Produk Tempe.

ABSTRACT

Product Quality Improvement Using the Seven Tools, FMEA, and Monte Carlo Simulation in Tempe MSMEs

By:

Anjar Suprianto, Erni Suparti, Muhammad Ave Sina

Tempe products at MSME Tempe Pak Suharto still experience defects that cause the quality of production results to be less than optimal. This study aims to identify the types and factors causing defects using Seven Tools, determine the priority of failure causes using Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), and evaluate the effectiveness of proposed improvements through Monte Carlo Simulation. The study used production and product defect data collected during the observation period. The analysis was conducted using the Seven Tools, followed by FMEA to determine the Severity (S), Occurrence (O), Detection (D), and Risk Priority Number (RPN). The proposed improvements were then evaluated using Monte Carlo Simulation through three implementation scenarios. The results showed that out of a total production of 41,270 products, 3,366 defective products (8.16%) were identified, resulting in financial losses of IDR 6,732,000. The most dominant defect was damaged packaging with 1,452 products (43.14%), followed by undercooked soybeans with 1,045 products (31.05%) and blackened tempeh with 869 products (25.81%). The fishbone diagram indicated that the causes of defects originated from human, method, material, and environmental factors. Monte Carlo Simulation showed that implementing all proposed improvements produced the lowest predicted number of defective products, namely 2,355 products (5.71%), representing a reduction of 1,011 products compared to the actual condition, while reducing financial losses to IDR 4,710,000. Therefore, the integration of the Seven Tools, FMEA, and Monte Carlo Simulation can be used to identify the causes of product defects, determine improvement priorities, and evaluate the effectiveness of proposed improvements in enhancing tempeh product quality and reducing financial losses experienced by Pak Suharto's Tempeh MSME.

Keywords: Seven Tools, FMEA, Monte Carlo Simulation, Quality Control, Tempe Product.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kualitas produk merupakan salah satu faktor penting dalam industri pangan karena berkaitan langsung dengan keamanan, kepuasan, dan kepercayaan konsumen (Sari et al., 2025). Dalam perspektif operasi manajemen, kualitas yang tidak terjaga juga dapat mempengaruhi efisiensi proses produksi dan menurunkan kepuasan pelanggan, terutama pada industri skala kecil dan menengah yang memiliki keterbatasan sumber daya (Prasetyo & Sutopo, 2018). Oleh karena itu, pengendalian kualitas menjadi aspek yang sangat penting dalam industri pangan guna memastikan produk yang dihasilkan sesuai dengan standar yang ditetapkan, aman untuk dikonsumsi, serta mampu mempertahankan kepercayaan konsumen secara berkelanjutan (Anshari et al., 2022).

Salah satu industri pangan yang memiliki peran penting di Indonesia adalah industri tempe. Tempe merupakan makanan tradisional berbahan baku kedelai yang banyak dikonsumsi masyarakat karena memiliki kandungan gizi tinggi, harga terjangkau, serta mudah diperoleh, sehingga menjadi sumber protein nabati utama bagi sebagian besar masyarakat Indonesia (Astuti & Yarlina, 2021). Selain sebagai sumber pangan, usaha produksi tempe juga berperan sebagai penopang ekonomi masyarakat melalui keberadaan Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) yang tersebar di berbagai daerah (Anshari et al., 2022). Industri tempe di Indonesia didominasi oleh skala usaha kecil dan menengah dengan karakteristik proses produksi yang masih sederhana dan berbasis tenaga kerja, sehingga memiliki kontribusi besar terhadap penyerapan tenaga kerja lokal. Data dari Gabungan Koperasi Produsen Tempe Tahu Indonesia menyebutkan bahwa terdapat sekitar 160.000 perajin tahu dan tempe di Indonesia, yang menunjukkan besarnya peran industri ini dalam mendukung ketahanan pangan nasional dan perekonomian Masyarakat (Tanoyo, 2014). Namun, dengan tingginya jumlah pelaku usaha tersebut, persaingan antar produsen juga semakin meningkat sehingga kualitas produk menjadi faktor kunci agar usaha dapat bertahan, berkembang (Sari et al., 2025).

Namun demikian, proses produksi tempe masih menghadapi berbagai permasalahan kualitas, terutama pada UMKM yang sebagian besar masih menggunakan proses produksi tradisional (Anshari et al., 2022). Kondisi tersebut juga terjadi pada UMKM Tempe Pak Suharto yang berdiri sejak tahun 2019, dengan kapasitas produksi harian berkisar antara 1.300 hingga 1.400 pcs. Untuk memenuhi kapasitas produksi tersebut, UMKM ini membutuhkan sekitar 200 kg kedelai setiap harinya sebagai bahan baku utama untuk menghasilkan produk tempe siap jual. Produk tempe yang dihasilkan dipasarkan dengan harga jual sebesar Rp2.000 per pcs, sehingga setiap produk yang mengalami kecacatan dan tidak dapat dipasarkan akan menimbulkan kerugian bagi UMKM.

Berikut disajikan data produksi, jumlah kecacatan, persentase kecacatan, serta kerugian akibat produk cacat pada UMKM Tempe Pak Suharto selama bulan Maret dan April 2026 yang akan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Data Produksi dan Jumlah Cacat

Bulan	Hari	Jumlah Produksi (Pcs)	Jumlah Cacat (Pcs)	Presentase (%)	Kerugian (Rp)
Maret	31	42.250	2.387	5,65%	Rp 4.774.000
April	30	41.110	3.064	7,45%	Rp 6.128.000

Berdasarkan Tabel 1, pada bulan Maret 2026 UMKM Tempe Pak Suharto memproduksi 42.250 pcs tempe dengan jumlah produk cacat sebanyak 2.387 pcs atau sebesar 5,65% dari total produksi, sehingga mengalami kerugian sebesar Rp4.774.000. Pada bulan April 2026, jumlah produksi mencapai 41.110 pcs dengan produk cacat sebanyak 3.064 pcs atau sebesar 7,45% dari total produksi, sehingga kerugian meningkat menjadi Rp6.128.000. Peningkatan jumlah produk cacat dari bulan Maret ke April menunjukkan bahwa permasalahan kualitas masih terjadi dan berdampak langsung terhadap kerugian yang dialami UMKM.

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) Tempe Kedelai, produk tempe yang baik harus memiliki warna, aroma, tekstur, dan kondisi fisik yang sesuai dengan persyaratan mutu. Namun, dalam proses produksinya masih ditemukan beberapa jenis kecacatan, seperti tempe

berwarna kehitaman, kedelai kurang matang, dan kemasan rusak, yang menyebabkan produk tidak memenuhi standar kualitas dan tidak dapat dipasarkan sebagaimana mestinya. Kecacatan tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain kualitas bahan baku yang kurang baik, waktu perebusan yang belum optimal, serta kesalahan operator saat pengemasan. Kondisi ini menunjukkan bahwa pengendalian kualitas pada UMKM Tempe Pak Suharto masih belum optimal, sehingga diperlukan suatu pendekatan pengendalian kualitas yang sistematis dan berbasis data agar penyebab kecacatan dapat diidentifikasi secara tepat serta dirumuskan usulan perbaikan yang efektif untuk menurunkan jumlah produk cacat dan kerugian yang dialami UMKM.

Sebagai upaya untuk menekan tingkat kecacatan, diperlukan sistem pengendalian kualitas berbasis data yang mampu memberikan rekomendasi perbaikan secara akurat dan terukur (Sari et al., 2025). Penelitian ini mengusulkan penggunaan metode *Seven Tools* sebagai langkah awal untuk mengidentifikasi, mengelompokkan, dan menganalisis jenis kecacatan dominan, khususnya melalui penerapan diagram Pareto yang mampu menunjukkan prioritas permasalahan kualitas secara visual dan sistematis (Zendrato et al., 2022). Namun demikian, metode *Seven Tools* memiliki keterbatasan dalam menentukan tingkat prioritas risiko secara kuantitatif, sehingga diperlukan metode lanjutan yaitu metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) yang digunakan untuk menganalisis potensi proses kegagalan serta menentukan tingkat risiko melalui perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) berdasarkan parameter *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection* (S,O,D) (Maharani et al., 2025). Dengan pendekatan ini, penyebab kecacatan dapat diprioritaskan berdasarkan tingkat kritisnya sehingga memudahkan dalam penyusunan strategi perbaikan yang lebih efektif. Untuk melengkapi penelitian ini, simulasi Monte Carlo digunakan untuk mengetahui penurunan jumlah cacat setelah dilakukan langkah pengendalian. Dengan menjalankan simulasi berulang kali, metode ini mampu menunjukan bagaimana peluang terjadinya resiko cacat sesudah pengendalian diterapkan, Hasilnya, UMKM dapat melihat seberapa besar efektivitas strategi pencegahan yang dilakukan (Rahmadani, 2025).

Berdasarkan hasil telaah literatur, masih terdapat kesenjangan penelitian (*research gap*) dalam studi pengendalian kualitas, khususnya

pada industri pangan skala UMKM. Sebagian besar penelitian terdahulu hanya fokus pada tahap identifikasi permasalahan menggunakan metode *Seven Tools* atau pengendalian proses melalui *Statistical Quality Control* (SQC), tanpa disertai analisis risiko yang komprehensif (Sari et al., 2025). Beberapa penelitian lain memang telah menggabungkan metode *Seven Tools* dengan FMEA, namun umumnya terbatas pada penentuan prioritas perbaikan tanpa melakukan evaluasi lebih lanjut terhadap efektivitas usulan yang dihasilkan (Husada et al., 2021). Selain itu, penggunaan pendekatan simulasi seperti Monte Carlo yang mampu mengakomodasi akomodasi dalam proses produksi masih belum banyak diterapkan dalam penelitian pengendalian kualitas di sektor industri pangan. Akibatnya, hasil penelitian sebelumnya cenderung hanya memberikan gambaran kondisi masa lalu dan belum mampu menghasilkan analisis prediktif terhadap potensi cacat di masa mendatang. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan yang lebih terpadu dengan menggabungkan metode identifikasi, analisis risiko, dan simulasi agar menghasilkan rekomendasi perbaikan yang tidak hanya bersifat deskriptif, tetapi juga prediktif dan aplikatif.

Oleh karena itu, penelitian ini diposisikan untuk mengisi celah tersebut dengan melakukan analisis kecacatan produk tempe secara komprehensif dan terintegrasi. Melalui kombinasi metode *Seven Tools*, FMEA, dan simulasi Monte Carlo, penelitian ini tidak hanya fokus pada identifikasi jenis cacat dominan, tetapi juga menganalisis akar penyebab serta menentukan prioritas perbaikan berdasarkan tingkat risiko yang diukur. Selain itu, penggunaan simulasi Monte Carlo memungkinkan dilakukannya simulasi secara berulang dengan melibatkan bilangan acak sebagai input untuk merepresentasikan ketidakpastian dalam proses produksi. Pada penelitian ini, simulasi Monte Carlo dilakukan sebanyak 100 iterasi untuk memprediksi kemungkinan tingkat kecacatan produk setelah usulan perbaikan diterapkan. Jumlah iterasi tersebut dipilih dengan mengacu pada konsep dasar simulasi Monte Carlo yang dijelaskan oleh (Rubinstein & Kroese, 2008). Dengan pendekatan ini, hasil penelitian diharapkan mampu memberikan gambaran yang lebih komprehensif, tidak hanya bersifat deskriptif tetapi juga prediktif dalam mendukung pengambilan keputusan. Lebih lanjut, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis bagi pelaku UMKM dalam meningkatkan kualitas produk secara berkelanjutan,

meningkatkan efisiensi proses produksi, serta meminimalkan kerugian akibat cacat produk. Dari sisi akademisi, penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan metode pengendalian kualitas berbasis integrasi dan simulasi analisis, khususnya pada industri pangan skala kecil dan menengah.

1.2 Tinjauan Pustaka dan *Novelty*

Tinjauan pustaka dilakukan untuk mengkaji penelitian terdahulu yang berkaitan dengan pengendalian kualitas pada industri tempe, khususnya yang menggunakan metode *Seven Tools*, *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA), serta simulasi Monte Carlo. Kajian ini bertujuan untuk mengetahui perkembangan penelitian, metode yang digunakan, serta menemukan celah penelitian (*research gap*) yang dapat menjadi dasar pengembangan penelitian saat ini. Berdasarkan hasil telaah literatur, sebagian besar penelitian sebelumnya masih berfokus pada identifikasi jenis cacat dan analisis penyebab kecacatan, namun belum banyak yang mengintegrasikan metode analisis risiko dan simulasi prediktif secara menyeluruh. Oleh karena itu, penelitian ini menggabungkan metode *Seven Tools*, FMEA, dan simulasi Monte Carlo untuk menghasilkan analisis yang lebih komprehensif, mulai dari identifikasi kecacatan, penentuan prioritas risiko, hingga prediksi tingkat kecacatan setelah usulan perbaikan diterapkan.

Penelitian oleh Zendrato et al. pada tahun 2022 menggunakan metode *Seven Tools* untuk menganalisis pengendalian kualitas produk tempe. Penelitian tersebut berfokus pada identifikasi jenis kecacatan dominan dan analisis penyebab cacat menggunakan alat bantu statistik dasar seperti check sheet, histogram, diagram Pareto, dan *fishbone*. Namun, penelitian ini belum melakukan analisis tingkat risiko terhadap penyebab kecacatan serta belum mengevaluasi efektivitas usulan perbaikan secara prediktif.

Pada tahun 2023, penelitian oleh Falah et al. mengombinasikan metode *Seven Tools* dan FMEA dalam analisis pengendalian kualitas produk tempe. Penelitian ini berhasil mengidentifikasi jenis cacat dominan dan menentukan prioritas perbaikan berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Meskipun demikian, penelitian tersebut masih terbatas pada tahap analisis risiko dan belum melakukan simulasi terhadap kemungkinan hasil perbaikan di masa mendatang.

Selanjutnya, penelitian oleh Alim et al. pada tahun 2024 menggunakan pendekatan *Statistical Quality Control* (SQC) dan *Seven Tools* untuk mengendalikan kualitas produksi tempe. Fokus penelitian ini lebih menekankan pada pengendalian proses statistik dan pemantauan kestabilan produksi menggunakan *control chart*. Namun, penelitian tersebut belum membahas analisis prioritas risiko kegagalan proses maupun simulasi prediksi kecacatan setelah dilakukan perbaikan.

Masih pada tahun 2024, penelitian oleh Pettalolo et al. menggunakan metode FMEA untuk menganalisis risiko kecacatan produk tempe. Penelitian tersebut berfokus pada identifikasi failure mode dan penentuan nilai RPN untuk menentukan prioritas perbaikan. Akan tetapi, penelitian ini belum menggunakan *Seven Tools* sebagai alat identifikasi awal kecacatan dan belum melakukan simulasi evaluasi hasil perbaikan.

Pada tahun 2025, penelitian oleh Maharani et al. menggunakan pendekatan Six Sigma-DMAIC dalam pengendalian kualitas produk tempe. Penelitian ini menitikberatkan pada peningkatan kualitas melalui tahapan *define, measure, analyze, improve, dan control*. Meskipun mampu memberikan usulan perbaikan proses, penelitian tersebut belum mengintegrasikan simulasi probabilistik untuk memprediksi hasil perbaikan di masa mendatang.

Berdasarkan uraian penelitian terdahulu tersebut, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar penelitian masih berfokus pada identifikasi jenis kecacatan menggunakan *Seven Tools*, analisis prioritas risiko menggunakan FMEA, atau pengendalian proses statistik menggunakan *Statistical Quality Control* (SQC) dan *Six Sigma-DMAIC*. Meskipun beberapa penelitian telah mengombinasikan *Seven Tools* dan FMEA, analisis yang dilakukan umumnya masih terbatas pada identifikasi masalah dan penentuan prioritas perbaikan, serta belum mengevaluasi efektivitas usulan perbaikan secara prediktif. Selain itu, penelitian yang menggunakan FMEA belum didukung oleh *Seven Tools* sebagai identifikasi awal kecacatan secara visual dan sistematis, sedangkan penelitian yang menggunakan *Seven Tools* maupun *Six Sigma-DMAIC* belum mengintegrasikan simulasi Monte Carlo untuk memprediksi kemungkinan penurunan tingkat kecacatan berdasarkan probabilitas data historis. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan pendekatan yang lebih komprehensif melalui integrasi *Seven Tools*, FMEA, dan Simulasi Monte Carlo. Integrasi tersebut memungkinkan identifikasi kecacatan secara sistematis, penentuan prioritas risiko berdasarkan nilai *Risk*

Priority Number (RPN), serta evaluasi efektivitas usulan perbaikan secara prediktif melalui simulasi probabilistik, sehingga menghasilkan analisis pengendalian kualitas yang lebih sistematis, objektif, dan mendukung pengambilan keputusan dalam peningkatan kualitas produk tempe.

Berdasarkan penjelasan tinjauan pustaka dari setiap penelitian terdahulu diatas berikut merupakan tabel *novelty* penelitian yang akan disajikan pada Table 2.

Tabel 2 Novelty Penelitian

No	Penulis	Metode yang digunakan			Objek Penelitian
		Seven Tools	FMEA	Simulasi Monte Carlo	
1	Zendrato et al. (2022)	√	X	X	UMKM Tempe
2	Alim et al. (2024)	√	X	X	UMKM Tempe
3	Maharani (2025)	X	√	X	UMKM Tempe
4	Pettalolo et al. (2024)	X	√	X	UMKM Tempe
5	Falah et al. (2023)	√	√	X	UMKM Tempe
6	Penelitian Ini (2026)	√	√	√	UMKM Tempe

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1.3 Rumusan Masalah

1. Apa saja faktor penyebab terjadinya kecacatan produk tempe berdasarkan analisis proses produksi?
2. Bagaimana tingkat prioritas risiko dari setiap penyebab kecacatan berdasarkan pendekatan FMEA?
3. Bagaimana prediksi tingkat kecacatan produk di masa depan setelah dilakukan simulasi usulan perbaikan menggunakan Simulasi Monte Carlo?

1.4 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis faktor penyebab kecacatan produk tempe menggunakan diagram sebab-akibat (*fishbone*).
2. Menentukan prioritas risiko penyebab kecacatan menggunakan pendekatan FMEA berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN).
3. Memprediksi tingkat kecacatan produk berdasarkan Simulasi Monte Carlo untuk mengevaluasi efektivitas usulan perbaikan.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Membantu UMKM dalam menurunkan tingkat cacat dan meningkatkan kualitas produksi secara lebih terarah.
2. Menjadi referensi akademis terkait penerapan *Seven Tools*, FMEA dan Simulasi Monte Carlo pada pengendalian kualitas industri pangan.

1.6 Batasan Penelitian

1. Data yang digunakan merupakan data produksi dan kecacatan produk selama 1 bulan pengamatan
2. Jenis kecacatan yang dianalisis terbatas pada kecacatan fisik produk tempe.
3. Simulasi Monte Carlo dilakukan berdasarkan distribusi data historis selama periode pengamatan.