

Penerapan Metode Six Sigma (DMAIC) dan FMEA dalam Mengidentifikasi dan Meminimalkan Produk Reject Tomat Beef pada Proses Budidaya Hidroponik

Safrie Syamsuoddin¹, Anita Ilmaniati²
Program Studi Teknik Industri, Universitas Suryakancana, Cianjur

E-mail: ¹safriesyam04@gmail.com

E-mail: ²anitailmaniati@unsur.ac.id

ABSTRAK

PT. Agricole Indonesia Makmur adalah perusahaan yang bergerak di sektor hortikultura, khususnya dalam budidaya tomat beef secara hidroponik di dalam greenhouse, dengan tingkat produk tidak layak mencapai 10%. Studi ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis kerusakan yang paling banyak terjadi, menelusuri akar permasalahannya, serta menyusun rekomendasi perbaikan melalui pendekatan Six Sigma (DMAIC) yang dikombinasikan dengan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Data dikumpulkan melalui observasi langsung, wawancara, serta pencatatan data produksi selama Oktober 2025. Temuan menunjukkan bahwa kerusakan akibat bercak gosong karena paparan sinar matahari (sunscauld) mendominasi sebesar 40% dari total kerusakan, dengan rata-rata DPMO 25.066 dan level sigma 3,46. Analisis menggunakan diagram Pareto, fishbone, dan FMEA mengkonfirmasi paparan sinar matahari langsung dalam durasi panjang sebagai faktor utama, dengan nilai RPN tertinggi mencapai 490. Rekomendasi perbaikan mencakup instalasi shading net, penggunaan sensor IoT untuk pemantauan suhu, serta peningkatan manajemen ventilasi, yang diperkuat oleh implementasi SOP, check sheet, dan P-Chart guna memastikan keberlanjutan perbaikan.

Kata kunci: Six Sigma, DMAIC, FMEA, Sunscald, Pengendalian Kualitas

ABSTRACT

PT. Agricole Indonesia Makmur is a horticultural enterprise cultivating beef tomatoes through hydroponic systems inside greenhouses, with a recorded defect rate of 10%. This research seeks to pinpoint the predominant defect category, investigate its root causes, and formulate quality improvement recommendations using the Six Sigma DMAIC framework combined with Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Data collection was conducted via direct observation, structured interviews, and production records from October 2025. The findings reveal that sunscald—characterized by sun-induced discoloration marks on fruit surfaces—accounts for 40% of all defects, with a mean DPMO of 25,066 and a sigma level of 3.46. Pareto analysis, fishbone diagrams, and FMEA converged on prolonged direct sunlight exposure as the primary failure driver, yielding the highest RPN of 490. Recommended corrective measures include shading net installation, IoT-enabled temperature monitoring, and ventilation management improvements, reinforced through SOP implementation, daily check sheets, and P-Chart monitoring for sustained quality control.

Keywords: Six Sigma, DMAIC, FMEA, Sunscald, Quality Control

1. PENDAHULUAN

Industri hortikultura menjadi salah satu pilar penting dalam sistem pangan modern, dengan tuntutan standar mutu yang tinggi, terutama pada komoditas yang mudah mengalami kerusakan pasca panen seperti buah dan sayuran segar. Menurut Dequiedt (2018), kualitas komoditas

pertanian dipengaruhi oleh berbagai dimensi, mulai dari penampilan fisik dan komposisi gizi, hingga metode budidaya dan aspek keamanan pangan. Di tengah persaingan pasar global yang kian kompetitif, konsistensi dalam menghadirkan produk bermutu tinggi bukan sekadar keunggulan—melainkan prasyarat kelangsungan bisnis (Tanjung dkk., 2025).

Sistem manajemen mutu atau Quality Control berperan sentral dalam memastikan bahwa produk yang dihasilkan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan, sekaligus menjaga efisiensi biaya desain, inspeksi, dan proses produksi (Lestari & Purwatmini, 2021). Kualitas secara konseptual dapat dipahami sebagai derajat kesesuaian suatu produk terhadap spesifikasi yang ditentukan, di mana pengendalian variabilitas proses menjadi kunci utama (Abidin dkk., 2022). Perusahaan yang menerapkan manajemen mutu secara sistematis terbukti mampu menekan pemborosan, menurunkan biaya akibat produk cacat, dan meningkatkan produktivitas secara keseluruhan (Baali dkk., 2023). Sebaliknya, absennya sistem kendali mutu yang efektif berpotensi memicu kerugian finansial sekaligus erosi kepercayaan konsumen (Safuan dkk., 2024).

PT. Agricole Indonesia Makmur merupakan perusahaan agribisnis yang mengkhususkan diri pada budidaya komoditas hortikultura, salah satunya tomat beef—varietas tomat dengan nilai ekonomi tinggi karena keunggulan tampilan dan ukurannya. Perusahaan ini mengoperasikan empat unit greenhouse dengan populasi tanaman lebih dari seribu pohon per unit. Siklus tanam berlangsung rata-rata 11 bulan hingga satu tahun, dengan dua bulan awal merupakan fase vegetatif sebelum memasuki fase generatif saat tanaman mulai aktif berbuah.

Dalam satu siklus tanam penuh, tomat beef dipanen secara rutin dua kali per minggu selama fase generatif. Volume panen dari keempat greenhouse berkisar antara 400 hingga 500 kg per sesi panen. Data hasil panen pada periode Oktober 2025 dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Data Hasil Panen Tomat Beef Oktober 2025

Panen ke-	Tanggal	Total Panen (kg)	Jumlah Produk Tidak Layak (kg)
1	01/10/25	612	65
2	05/10/25	580	58
3	08/10/25	640	72
4	12/10/25	705	75
5	15/10/25	672	68
6	19/10/25	613	50
7	22/10/25	602	48
8	27/10/25	655	75
Total		5.079	511
Rata-rata		634,9	63,9

Berdasarkan data tersebut, rata-rata tingkat produk tidak layak melampaui 10%—angka yang mengindikasikan adanya masalah kualitas yang cukup substansial. Bentuk kerusakan yang ditemukan beragam, antara lain deformasi fisik, busuk ujung buah, retakan pada permukaan, pematangan tidak seragam, bercak gosong akibat sinar matahari, serta ukuran yang tidak memenuhi standar pasar. Kondisi ini mencerminkan ketidakstabilan pengendalian mutu yang, apabila dibiarkan, akan berdampak negatif pada efisiensi produksi maupun reputasi perusahaan di mata konsumen.

Guna mengatasi permasalahan tersebut secara sistematis dan berbasis data, penelitian ini mengadopsi metodologi Six Sigma dengan kerangka DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control). Pendekatan DMAIC memfasilitasi proses identifikasi akar masalah secara terstruktur—mulai dari penetapan karakteristik kualitas yang kritis hingga penerapan mekanisme kendali yang berkelanjutan (Lestari & Purwatmini, 2021). Sebagai komplemen, metode FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) turut diintegrasikan untuk memetakan potensi kegagalan dan memprioritaskan tindakan perbaikan berdasarkan nilai Risk Priority Number (RPN) (Asfahani & Negoro, 2025).

2. LANDASAN TEORI

2.1 Six Sigma dan DMAIC

Six Sigma adalah pendekatan manajemen mutu berbasis statistik yang bertujuan meminimalkan cacat dalam proses produksi dengan meningkatkan konsistensi dan kapabilitas proses. Kerangka DMAIC yang menjadi tulang punggung Six Sigma memungkinkan perusahaan menelusuri akar masalah secara bertahap—dari tahap identifikasi hingga verifikasi keberlanjutan perbaikan (Lestari & Purwatmini, 2021). Pendekatan ini sangat relevan untuk menangani variabilitas produk yang tinggi seperti yang terjadi pada budidaya tomat beef ini. Kelima tahapan DMAIC meliputi:

1. Define: penetapan ruang lingkup masalah dan karakteristik mutu yang kritis (CTQ) melalui diagram SIPOC;
2. Measure: pengukuran kinerja proses dengan indikator DPMO dan level sigma;
3. Analyze: penelusuran faktor penyebab masalah menggunakan diagram Pareto dan fishbone;

4. Improve: penyusunan dan implementasi rencana perbaikan;
5. Control: pemantauan berkelanjutan untuk memastikan hasil perbaikan tetap terjaga.

Nilai DPMO dihitung menggunakan rumus berikut:

$$DPMO = \frac{\text{Jumlah produk cacat}}{\text{Jumlah produk yang diperiksa} \times CTQ \text{ potensial}} \times 1.000.000$$

Adapun level sigma diturunkan dari nilai DPMO melalui konversi:

$$\text{Nilai sigma} = \text{NORMSINV} \left(1 - \frac{DPMO}{10^6} \right) + 1,5$$

Setelah nilai sigma diketahui, nilai sigma tersebut dapat digolongkan kedalam 4 golongan standar nilai sigma di bawah ini.

Tabel 2. Klasifikasi Standar Level Sigma

Persentase Memenuhi Spesifikasi	DPMO	Level Sigma	Keterangan
31%	691.462	1-sigma	Sangat tidak kompetitif
69,20%	308.538	2-sigma	—
93,32%	66.807	3-sigma	Rata-rata industri Indonesia
99,379%	6.210	4-sigma	—
99,977%	233	5-sigma	Rata-rata industri USA
99,9997%	3,4	6-sigma	Industri kelas dunia

2.2 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

FMEA merupakan instrumen analitis yang digunakan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengelola potensi kegagalan dalam sebuah proses. Setiap mode kegagalan dinilai dari tiga dimensi: Severity (S) tingkat dampak kegagalan, Occurrence (O) frekuensi kemunculan, dan Detection (D) kemampuan mendeteksi kegagalan sebelum sampai ke konsumen. Ketiga nilai tersebut dikalikan untuk menghasilkan Risk Priority Number (RPN) dengan rumus:

$$RPN = S \times O \times D$$

Semakin tinggi nilai RPN, semakin tinggi urgensi perbaikan yang diperlukan (Asfahani & Negoro, 2025).

2.3 Pengendalian Kualitas Hortikultura

Kualitas produk pertanian mencerminkan kombinasi antara penampilan visual, profil gizi, komposisi kimiawi, teknik budidaya, serta aspek keamanan dan kesehatan (Dequiedt, 2018). Tujuan pengendalian mutu bukan sekadar memastikan kesesuaian produk dengan standar yang ditetapkan, tetapi juga menjaga efisiensi biaya sepanjang rantai produksi (Lestari & Purwatmini, 2021).

3. METODOLOGI

3.1 Studi Pendahuluan

Penelitian diawali dengan studi pendahuluan untuk memperoleh pemahaman menyeluruh mengenai kondisi aktual pengendalian mutu di PT. Agricole Indonesia Makmur. Proses ini dilakukan melalui observasi lapangan secara langsung dan wawancara mendalam dengan pihak perusahaan. Objek penelitian adalah proses pengendalian kualitas komoditas tomat beef di fasilitas yang berlokasi di Desa Sukatani, Kecamatan Pacet, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat, dengan fokus pada upaya menurunkan angka produk tidak layak dalam proses budidaya.

3.2 Perumusan Masalah

Setelah gambaran permasalahan terpetakan secara rinci, tahap berikutnya adalah perumusan masalah yang menjadi arah penelitian. Rumusan masalah disusun untuk memastikan penelitian bergerak menuju tujuan yang terukur dan relevan.

3.3 Penetapan Tujuan, Batasan, dan Manfaat Penelitian

Pada tahap ini, tujuan penelitian ditetapkan berdasarkan rumusan masalah yang telah dirumuskan. Batasan penelitian ditentukan agar kajian tetap fokus dan tidak melebar dari ruang lingkup yang telah ditetapkan, sementara manfaat penelitian dirumuskan untuk menggambarkan kontribusi yang diharapkan dari studi ini.

3.4 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka dilakukan dengan mengkaji berbagai referensi ilmiah yang relevan, mencakup buku teks, artikel jurnal, dan laporan

penelitian terdahulu. Kajian difokuskan pada teori dan penerapan Six Sigma, DMAIC, FMEA, serta alat bantu analisis pendukung lainnya.

3.5 Pengumpulan Data

Data dikumpulkan untuk mendukung proses analisis dan pengambilan keputusan. Pengumpulan dilakukan secara langsung oleh peneliti, meliputi data alur proses budidaya, volume panen (dalam kilogram), jumlah dan jenis produk tidak layak per sesi panen. Selama periode magang Oktober 2025, total terdapat delapan sesi panen yang dijadikan bahan kajian.

3.5.1 Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua jenis:

1. Data primer, diperoleh secara langsung melalui: observasi proses budidaya dan sortasi mutu, wawancara dengan petugas lapangan, serta pencatatan langsung meliputi alur produksi, hasil panen, jumlah dan jenis produk tidak layak, serta faktor-faktor penyebabnya.
2. Data sekunder, diperoleh tidak langsung melalui literatur yang dipublikasikan maupun tidak—mencakup profil perusahaan, referensi Six Sigma, DMAIC, dan FMEA.

3.5.2 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. Observasi: peneliti mengikuti secara langsung seluruh tahapan budidaya, mulai dari pemangkasan dan pelilitan batang, proses pemanenan, hingga sortasi (grading) di gudang, guna mengidentifikasi titik-titik potensi masalah kualitas.
2. Wawancara: dilaksanakan secara langsung kepada pekerja lapangan dan manajemen untuk memperoleh pemahaman komprehensif tentang kualitas produk dan tantangan yang dihadapi.
3. Studi pustaka: merujuk pada sumber-sumber akademis yang menjadi dasar teori penelitian ini.

3.6 Pengolahan Data

Pengolahan data dilaksanakan sepenuhnya menggunakan kerangka Six Sigma dengan pendekatan DMAIC.

3.6.1 Define

Tahap pertama berfokus pada pendefinisian masalah dan penetapan karakteristik mutu yang kritis bagi konsumen. Alat utama yang digunakan adalah: (a) Diagram SIPOC (Supplier, Input, Process, Output, Customer)—untuk memetakan keseluruhan proses bisnis dari hulu ke hilir sebelum perbaikan dimulai (Anggraini, 2021); dan (b) CTQ (Critical to Quality)—untuk mengidentifikasi atribut produk yang paling berpengaruh terhadap kepuasan konsumen (Utomo dkk., 2022).

3.6.2 Measure

Tahap kedua bertujuan mengukur kinerja proses secara kuantitatif melalui perhitungan nilai DPMO dan level sigma, sehingga kondisi baseline proses dapat dipahami secara objektif.

3.6.3 Analyze

Pada tahap ini, penyebab utama tingginya tingkat produk tidak layak ditelusuri menggunakan tiga alat analisis:

- Diagram Pareto—untuk mengidentifikasi jenis kerusakan yang paling dominan dan menjadi prioritas perbaikan;
- Fishbone Diagram—untuk menelusuri akar penyebab masalah dari enam dimensi: manusia, metode, alat, bahan, pengukuran, dan lingkungan;
- FMEA—untuk menganalisis setiap potensi kegagalan dengan menghitung nilai RPN berdasarkan penilaian Severity, Occurrence, dan Detection yang diperoleh melalui kuesioner dan wawancara dengan pihak perusahaan.

3.6.4 Improve

Berdasarkan hasil analisis, peneliti merumuskan rekomendasi perbaikan yang terstruktur dan dapat diterapkan untuk mengatasi penyebab utama kerusakan produk.

3.6.5 Control

Tahap terakhir mencakup perancangan mekanisme pengendalian dan pemantauan pasca-implementasi untuk memastikan perbaikan yang

telah dilakukan tetap berjalan efektif dan berkelanjutan.

3.7 Pembahasan Hasil

Setelah seluruh data diolah, hasilnya dianalisis secara mendalam untuk menghasilkan informasi yang dapat dijadikan landasan pengambilan keputusan operasional. Analisis menggunakan perspektif Six Sigma sebagai kerangka interpretasi utama.

3.8 Simpulan dan Saran

Tahap akhir penelitian adalah penarikan simpulan yang menjawab rumusan masalah secara langsung, serta penyusunan saran perbaikan bagi perusahaan. Saran difokuskan pada penguatan efektivitas budidaya melalui penyusunan SOP, pelatihan pekerja, pembenahan sistem dokumentasi data, dan perbaikan infrastruktur penanganan pascapanen.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian berlangsung di PT. Agricole Indonesia Makmur, perusahaan agribisnis yang memproduksi berbagai komoditas hortikultura premium, dengan fokus pada lini produksi tomat beef. Komoditas ini dibudidayakan secara intensif di dalam empat unit greenhouse menggunakan sistem hidroponik, irigasi tetes, dan NFT (Nutrient Film Technique). Meskipun perusahaan telah menerapkan standar GAP (Good Agricultural Practice), data Oktober 2025 memperlihatkan tingkat produk tidak layak rata-rata 10,06% mengindikasikan bahwa pengendalian proses belum sepenuhnya optimal. Untuk mengurai permasalahan ini secara sistematis, digunakan pendekatan Six Sigma.

4.1 Tahap Define

Tahap Define berfungsi memetakan alur proses produksi sekaligus menetapkan karakteristik mutu yang kritis sebagai acuan perbaikan.

4.1.1 Pemetaan Proses (SIPOC)

Diagram SIPOC pada **Lampiran 1** menguraikan elemen-elemen kunci dalam rantai nilai dari pemasok hingga konsumen akhir. Input kritis budidaya mencakup benih tomat beef, air bersih, dan nutrisi tanaman. Proses pemeliharaan, yang meliputi pemangkasan dan pelilitan, serta pengendalian hama merupakan titik kritis yang paling berpengaruh terhadap kualitas output. Adanya produk tidak layak di

samping tomat segar siap jual menandakan bahwa variasi proses pada aspek perawatan dan pengendalian lingkungan masih perlu dibenahi.

4.1.2 Critical to Quality (CTQ)

Empat karakteristik mutu kritis ditetapkan berdasarkan analisis data kerusakan untuk menjamin kepuasan konsumen:

Tabel 3. Critical to Quality Tomat Beef

Kebutuhan Konsumen	CTQ (Critical to Quality)	Spesifikasi/Toleransi
Tomat bebas kerusakan saat panen.	Bebas Kerusakan Sinar Matahari	Maks. 0% permukaan buah terkena bercak/gosong.
Tomat bebas serangan hama.	Bebas Hama/Penyakit	Maks. 0% buah menunjukkan tanda serangan hama atau penyakit.
Tomat utuh secara fisik.	Bebas Cacat Mekanis	Maks. 0% buah memiliki goresan, retakan, atau memar.
Ukuran sesuai standar pasar.	Ukuran & Berat Standar	Diameter buah tidak kurang dari 6 cm.

4.2 Tahap Measure

Tahap ini mengukur kinerja dasar proses budidaya menggunakan indikator DPMO dan level sigma berdasarkan 4 CTQ yang telah ditetapkan.

Tabel 4. Nilai DPMO dan Level Sigma per Sesi Panen

Panen ke-	Tanggal	Total Panen (kg)	Tidak Layak (kg)	DPMO	Sigma
1	01/10/25	612	65	26.552	3,43
2	05/10/25	580	58	25.000	3,46
3	08/10/25	640	72	28.125	3,41
4	12/10/25	705	75	26.596	3,43
5	15/10/25	672	68	25.298	3,45
6	19/10/25	613	50	20.392	3,55
7	22/10/25	602	48	19.934	3,56
8	27/10/25	655	75	28.626	3,40
Rata-rata				25.066	3,46

Nilai sigma rata-rata sebesar 3,46 menempatkan kinerja proses di atas rata-rata industri nasional (level 3-sigma), namun masih jauh dari target optimal 4-sigma. Variasi nilai DPMO tertinggi pada panen ke-8 (28.626) dan terendah pada panen ke-7 (19.934) mencerminkan ketidakstabilan proses yang dipengaruhi fluktuasi kondisi lingkungan greenhouse.

4.3 Tahap Analyze

Tahap analisis bertujuan mengidentifikasi akar penyebab dominan dari produk tidak layak dan menetapkan prioritas perbaikan.

4.3.1 Analisis Diagram Pareto

Kerusakan berupa bercak gosong akibat paparan sinar matahari (sunsald) merupakan jenis kerusakan paling dominan, yakni 206 kg atau 40% dari total 511 kg kerusakan yang tercatat. Temuan ini menjadikan sunscald sebagai prioritas utama yang perlu segera ditangani.

Tabel 5. Distribusi dan Akumulasi Persentase Jenis Kerusakan Tomat Beef

Jenis Kerusakan	Total (kg)	Persentase	Kumulatif
Bercak Sinar Matahari (Sunsald)	206	40%	40%
Serangan Hama/Penyakit	103	20%	60%
Goresan/Memar	84	16%	77%
Ukuran Tidak Sesuai Standar	60	12%	89%
Lainnya	58	11%	100%
Total	511	100%	—

4.3.2 Analisis Fishbone Diagram

Penelusuran akar penyebab sunscald sebagaimana ditampilkan pada **Lampiran 2** mengungkap empat faktor dominan dari lima faktor. Dari sisi lingkungan (Environment), permasalahan utama adalah suhu dalam greenhouse yang tinggi akibat sirkulasi udara yang buruk, diperparah oleh paparan langsung sinar matahari. Dari sisi metode (Method), pengukuran suhu yang bergantung pada estimasi manual pekerja tanpa instrumen, serta tidak adanya pemeriksaan harian, menjadi kelemahan krusial. Faktor alat (Machine) ditandai dengan ketiadaan termometer/higrometer dan kipas sirkulasi udara. Sementara faktor manusia (Man) mencakup rendahnya pemahaman pekerja terhadap kondisi lingkungan serta keterlambatan pemasangan paranet.

4.3.3 Analisis FMEA

Tiga mode kegagalan dengan nilai RPN tertinggi teridentifikasi sebagai prioritas utama perbaikan: (1) paparan sinar matahari langsung dalam durasi panjang (RPN 490); (2) ketiadaan alat pengukur suhu (RPN 336); dan (3) tingginya suhu dalam greenhouse akibat ventilasi yang kurang (RPN 288).

Tabel 6. Tiga Mode Kegagalan dengan RPN Tertinggi

Potensi Kegagalan	S	O	D	RPN
Paparan sinar matahari langsung dalam durasi panjang	10	7	7	490
Tidak tersedianya alat bantu pengukur suhu	6	7	8	336
Suhu udara tinggi akibat greenhouse yang tertutup	8	6	6	288

Mode kegagalan pertama mendominasi dengan nilai Severity 10, menandakan dampak yang sangat kritis terhadap kualitas akhir produk tomat beef.

4.4 Tahap Improve

Berdasarkan prioritas RPN dari analisis FMEA, tiga strategi perbaikan teknis dirumuskan:

- Mitigasi Paparan Matahari (RPN 490): instalasi Shading Net (Paranet) berkepadatan 25-30% untuk mendistribusikan intensitas cahaya secara merata tanpa menghambat fotosintesis, sehingga jaringan epidermis buah terlindungi dari sunscald.
- Digitalisasi Pemantauan Suhu (RPN 336): pemasangan termometer digital atau sensor IoT (Internet of Things) guna menggantikan estimasi manual, memungkinkan pemantauan suhu dan kelembapan secara real-time.
- Pengelolaan Iklim Mikro (RPN 288): optimalisasi ventilasi melalui pemasangan exhaust fan atau kipas sirkulasi untuk membuang akumulasi panas dalam greenhouse dan menurunkan suhu mikro di sekitar tanaman.

4.5 Tahap Control: Mekanisme Pemantauan Berkelanjutan

Mekanisme kendali dirancang untuk menjamin keberlanjutan perbaikan yang telah diimplementasikan:

- Standar Operasional Prosedur (SOP): penyusunan SOP baru yang mengatur pemangkasan selektif daun pelindung buah dan jadwal pemantauan suhu harian;

- Check Sheet Harian: lembar periksa untuk memverifikasi kondisi fisik paranet, alat ukur suhu, dan peralatan ventilasi setiap harinya;
- Peta Kendali P-Chart: pemantauan statistik proporsi produk tidak layak secara berkala untuk mendeteksi penyimpangan dan memastikan proses tetap dalam batas kendali yang telah ditetapkan.

Secara keseluruhan, implementasi perbaikan pada faktor pengelolaan lingkungan dan sistem pemantauan ini memiliki potensi besar untuk mendorong nilai Sigma PT. Agricole Indonesia Makmur melampaui 3,46 sekaligus menurunkan angka produk tidak layak secara signifikan.

5. SIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi dan menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan tingginya tingkat produk tidak layak pada budidaya tomat beef di PT. Agricole Indonesia Makmur. Simpulan utama yang dihasilkan adalah:

1. Jenis kerusakan dominan adalah sunscald (bercak gosong akibat sinar matahari) dengan proporsi 40% dari total kerusakan. Berdasarkan FMEA, paparan sinar matahari langsung dalam durasi panjang menjadi faktor utama dengan RPN tertinggi sebesar 490, diperparah oleh suhu tinggi dan tidak tersedianya alat ukur suhu.
2. Rata-rata DPMO sebesar 25.066 dengan level sigma 3,46 menunjukkan kinerja proses yang melampaui rata-rata industri Indonesia, namun masih membutuhkan peningkatan signifikan untuk mencapai level 4-sigma.
3. Rekomendasi perbaikan meliputi pemasangan paranet berkepadatan 25-30%, pemantauan suhu berbasis IoT, dan optimalisasi ventilasi greenhouse, yang diperkuat dengan penerapan SOP, check sheet harian, dan P-Chart untuk kendali mutu yang berkelanjutan.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT atas segala karunia dan kemudahan yang diberikan sehingga penelitian ini dapat diselesaikan. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT, atas limpahan nikmat, kekuatan, dan kelancaran yang selalu menyertai penulis.
2. Keluarga, khususnya kedua orang tua, yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan motivasi tanpa henti.
3. Bapak Ir. H. Widy Setyawan, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Suryakencana, atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menjalankan program kerja praktik ini.
4. Ibu Anita Ilmaniati, S.T.P., M.T., selaku Dosen Pembimbing, yang telah meluangkan waktu dan pikiran untuk membimbing, mengarahkan, serta memberikan masukan berharga selama proses penyelesaian laporan ini.
5. Rekan-rekan Niscala 22, yang selalu hadir menemani dan saling menguatkan selama perjalanan penyusunan laporan ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa artikel ini masih jauh dari sempurna. Saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga penelitian ini dapat memberikan kontribusi nyata bagi pembaca dan kemajuan ilmu pengetahuan.

DAFTAR PUSTAKA

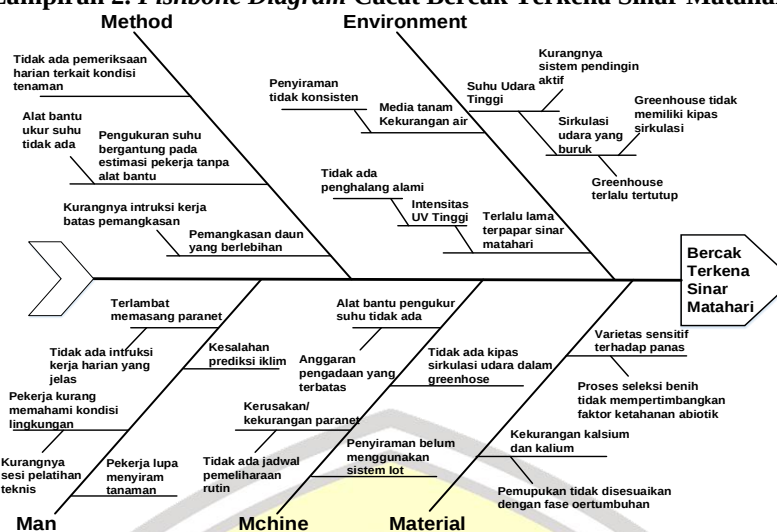
- Abidin, A. A., Wahyudin, W., Fitriani, R., & Astuti, F. (2022). *Pengendalian kualitas produk roti dengan metode seven tools di UMKM Anni Bakery and Cake*. *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, 21(1), 52. <https://doi.org/10.20961/performa.21.1.53700>
- Anggraini, Y. N. (2021). *Usulan penerapan metode Six Sigma dan Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ) untuk upaya mengurangi produk defect pada proses produksi core board paper (Studi kasus: PT. Papertech Indonesia, Subang) [Skripsi]*. Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Armevia, N. R., & Nugraha, I. (2025). *Analisis pengendalian kualitas produk pakan ternak pada PT XYZ dengan metode Six Sigma dan FMEA*. *Jurnal Teknik Industri*, 9(3).

- Asfahani, N. A., & Negoro, Y. P. (2025). *Bogie product quality control using Six Sigma and FMEA methods at PT. XYZ. Journal of Information Technology and Computer Science*.
- Baali, Y., Saerang, A. A., Anwar, & Sudirjo, F. (2023). *Manajemen kualitas*. CV Getpress Indonesia.
- Dequiedt, V. (2018). *Product quality in developing countries agrifood supply chains: A survey of theory*.
- Kristanto, D. (2019). *Pengaruh naungan dan penjarangan buah terhadap pertumbuhan dan kualitas buah tomat (Lycopersicum esculentum Mill.) [Skripsi]*. Universitas Brawijaya.
- Lestari, F. A., & Purwatmini, N. (2021). *Pengendalian kualitas produk tekstil menggunakan metoda DMAIC. Jurnal Ecodemica: Jurnal Ekonomi, Manajemen, dan Bisnis*, 5(1), 79-85. <https://doi.org/10.31294/jeco.v5i1.9233>
- Pratomo, G. W., Puspaningrum, A. S., & Ismail, I. (2025). *Implementasi sistem otomatisasi sirkulasi udara menggunakan fan exhaust berbasis sensor DHT21 pada vertikal hidroponik. MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 5(2), 656-663.
- Safuan, S., Rini, R., Maulidita, D., Hijriyana, V., & Azzahra, F. (2024). *Manajemen kualitas dalam meningkatkan efisiensi proses bisnis perusahaan. Jurnal Syntax Admiration*, 5(10), 3989-3999.
- Siwi, B. R. (2024). *Aplikasi Six Sigma DMAIC dan Kaizen sebagai metode pengendalian dan perbaikan kualitas produk PT. Sarandi Karya Nugraha [Skripsi]*.
- Syarief, S., Neparassi, W. B., & Nurwidiana, G. A. (2017). *Sistem monitoring suhu dan kelembaban tanaman cabai pada greenhouse berbasis LabVIEW. Jurnal Poli-Teknologi*, 15(2).
- Tanjung, D. P., Zega, J. H. Y., Zai, I. I., & Harefa, D. I. P. (2025). *Kualitas dalam memproduksi suatu barang dan jasa. Jurnal Manajemen dan Bisnis*, 2.
- Utomo, Y., Jumali, M. A., & Salsabila, D. N. (2022). *Analisis critical to quality (CTQ) pada percetakan koran di PT Temprina Media Grafika (Jawa Pos Group). Waktu: Jurnal Teknik UNIPA*, 20(02), 103-109.
- Wijaya, T., Ghazali, T., & Bachri, K. O. (n.d.). *Pemantauan dan pengendalian suhu dan kelembapan udara untuk tanaman tomat dengan menggunakan Wemos D*.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram SIPOC



Lampiran 2. Fishbone Diagram Cacat Bercak Terkena Sinar Matahari**Lampiran 3. Tabel Failure Mode and Effect Analysis**

Mode Kegagalan (Reject)	Potential Failure	S	O	D	RPN
Bercak terkena sinar matahari langsung	Environment (Lingkungan)				
	Media tanam kekurangan air	8	5	3	120
	Terlalu lama terkena sinar matahari secara langsung	10	7	7	490
	Suhu udara tinggi	8	6	6	288
	Method (Metode)				
	Tidak ada pemeriksaan harian kondisi tanaman	7	4	6	168
	Pengukuran suhu bergantung pada estimasi pekerja	6	7	6	252
	Pemangkasan daun yang berlebihan	8	5	5	200
	Man (Manusia)				
	Kesalahan prediksi iklim	6	5	5	150
	Pekerja kurang memahami kondisi lingkungan	7	5	6	210
	Pekerja lupa menyiram tanaman	8	3	5	120
	Terlambat memasang paranet	9	5	6	270
	Machine (Mesin/Alat)				
	Kerusakan/kekurangan paranet	9	3	3	81
	Penyiraman belum menggunakan sistem IoT	2	7	2	28
	Alat bantu pengukur suhu tidak ada	6	7	8	336
	Tidak ada kipas sirkulasi dalam greenhouse	7	6	4	168
	Material (Bahan)				
	Varietas sensitif terhadap panas	7	5	6	210
	Kekurangan kalsium dan kalium	7	4	7	196