

ANALISIS PENGENDALIAN CACAT PRODUK TELUR AYAM MENGGUNAKAN *STATISTICAL QUALITY CONTROL* DI BRAM FARM

Eva Kosasih¹, Alen Viktoria Bria², Ni Nyoman Ayu Nirmala Lukita³, Ni Putu Sintya Arta Dewi⁴,
Made Ayu Dwi Octavanny^{5§}

¹Program Studi Matematika, Universitas Udayana [Email: kosasih.2208541054@student.unud.ac.id]

²Program Studi Matematika, Universitas Udayana [Email: bria.2208541058@student.unud.ac.id]

³Program Studi Matematika, Universitas Udayana [Email: lukita.2208541078@student.unud.ac.id]

⁴Program Studi Matematika, Universitas Udayana [Email: dewi.2208541083@student.unud.ac.id]

⁵Program Studi Matematika, Universitas Udayana [Email: octavanny@unud.ac.id]

[§]Corresponding Author

ABSTRACT

This study aims to analyze the quality control of chicken egg production at Bram Farm by applying Statistical Quality Control (SQC) tools to identify the level and types of defects that occur during the production process. Quantitative data were obtained from primary documentation through daily records collected over a 14-day observation period, consisting of the total number of eggs produced and the number of defective eggs categorized into specific defect types. Qualitative data were collected through direct observations and unstructured interviews with the farm owner to validate statistical findings and explore operational factors causing defects. The analysis employs three main SQC tools: the check sheet to record defect occurrences, the Pareto diagram to identify dominant defect categories, and the p-chart to evaluate the statistical stability of the production process. The results show that cracked eggs, thin-shelled eggs, and broken eggs are the dominant defects contributing to the overall defect rate. The p-chart indicates that all daily defect proportions fall within the control limits, demonstrating that the production process was statistically stable. These findings suggest that quality control at Bram Farm is effective, although improvement efforts should focus on the dominant defect categories to enhance production quality further.

Keywords: check sheet, egg defects, p-chart, Pareto diagram, Statistical Quality Control.

1. PENDAHULUAN

Peternakan ayam petelur memiliki kontribusi besar dalam memenuhi kebutuhan protein hewani sekaligus mendorong pertumbuhan ekonomi pada tingkat lokal (Azis et al., 2024). Telur ayam sebagai produk utama usaha peternakan ini berperan sebagai salah satu sumber protein hewani alternatif selain produk ternak lainnya. Seiring meningkatnya kebutuhan masyarakat, industri peternakan ayam ras petelur terus berkembang pesat karena kontribusinya yang signifikan dalam penyediaan protein hewani serta dukungannya terhadap berbagai sektor, khususnya industri pangan (Deanova et al., 2021). Selain itu, karena harga telur relatif lebih murah dibandingkan sumber protein hewani lainnya, hampir setiap lapisan masyarakat menjadikannya pilihan utama untuk

memenuhi kebutuhan protein sehari-hari. Oleh sebab itu, telur menjadi bahan pangan yang dikonsumsi dalam jumlah besar dan selalu diminati masyarakat (Wijaya & Sidharta, 2025).

Sebagai salah satu produsen telur ayam, Bram Farm yang berlokasi di Desa Jatiluwih, Kabupaten Tabanan, Bali berupaya memenuhi permintaan pasar melalui peningkatan kapasitas produksi dan pengelolaan peternakan yang optimal. Namun demikian, kualitas telur yang dihasilkan tidak selalu memenuhi standar yang diharapkan. Beberapa masalah sering ditemukan, antara lain telur retak, pecah, berlubang, pucat, serta cangkang yang tipis. Permasalahan tersebut dapat menurunkan nilai jual, meningkatkan tingkat kerusakan produk, serta mengurangi kepercayaan konsumen.

Kondisi ini menjadi semakin penting untuk diatasi karena persaingan pasar pangan semakin kompetitif, dan konsumen kini lebih selektif dalam memilih produk, terutama terkait kualitas dan harga. Dengan demikian, peningkatan pengendalian mutu menjadi faktor utama bagi perusahaan untuk mempertahankan dan memperluas pangsa pasar (Zulkarnain et al., 2025).

Untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab terjadinya kecacatan pada produk telur dan menurunkan tingkat kecacatan, diperlukan analisis yang mampu mengungkap sumber masalah dan memberikan arahan perbaikan yang tepat. Dalam penelitian ini digunakan pendekatan *Statistical Quality Control* (SQC) melalui tiga alat utama, yaitu *check sheet*, diagram Pareto, dan bagan kendali p (*p-chart*) (Siahaan et al., 2025). *Check sheet* digunakan untuk mencatat informasi penting seperti tanggal produksi, jumlah produksi, jenis kecacatan, serta persentase kecacatan pada setiap kelompok telur. Diagram Pareto digunakan untuk menentukan prioritas masalah berdasarkan prinsip 80/20, sehingga perusahaan dapat fokus pada kategori kecacatan yang memberikan dampak paling signifikan terhadap penurunan kualitas. Sementara itu, *p-chart* berperan untuk memantau kestabilan proses produksi dari waktu ke waktu dan mendeteksi adanya penyimpangan dalam pengendalian mutu (Surayya Lubis et al., 2023).

Beberapa penelitian terdahulu mengenai pengendalian kualitas produk telur ayam menunjukkan bahwa penerapan alat SQC membantu menekan tingkat kecacatan produk. Mahid et al. (2020) pada UD Amina menemukan bahwa penggunaan *check sheet* mempermudah pengumpulan dan analisis data kecacatan, sementara penerapan *p-chart* efektif dalam memantau kualitas produksi serta memberikan informasi mengenai waktu atau titik proses yang memerlukan perbaikan. Kuswardani et al. (2020) pada Persada Farm menegaskan bahwa diagram Pareto membantu mengidentifikasi jenis kecacatan dominan sehingga prioritas perbaikan dapat ditentukan lebih tepat. Meskipun berbagai studi telah membahas pengendalian kualitas pada industri telur, hingga saat ini belum ada penelitian yang khusus mengkaji penerapannya pada proses produksi telur di Bram Farm.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis pengendalian kualitas telur ayam di Bram Farm melalui integrasi *check sheet*,

diagram Pareto, dan *p-chart*. Analisis ini diharapkan memberikan gambaran menyeluruh mengenai kondisi mutu produk yang dihasilkan, mengidentifikasi jenis serta frekuensi kecacatan, menentukan prioritas perbaikan, mengevaluasi kestabilan proses melalui proporsi kecacatan, serta merumuskan rekomendasi strategi perbaikan yang dapat membantu Bram Farm menurunkan tingkat kecacatan dan meningkatkan kualitas telur secara berkelanjutan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain *mixed methods*, yaitu kombinasi pendekatan kuantitatif dan kualitatif untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai pengendalian mutu telur ayam (Creswell & Plano Clark, 2017). Pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengukur tingkat kecacatan melalui analisis statistik, sedangkan pendekatan kualitatif digunakan untuk mengidentifikasi faktor penyebab kecacatan melalui wawancara dan observasi lapangan (Sugiyono, 2017).

Penelitian dilaksanakan di Bram Farm yang berlokasi di Desa Jatiluwih, Kabupaten Tabanan, Bali. Pengambilan data dilakukan selama 14 hari, terhitung mulai tanggal 11 November hingga 24 November 2025. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh telur ayam yang diproduksi oleh Bram Farm. Teknik pengambilan sampel menggunakan metode total sampling (sensus) harian selama periode pengamatan. Sampel penelitian mencakup seluruh hasil produksi harian yang diperiksa kualitas fisiknya, dengan total sampel (n) sebanyak 84.170 butir. Variabel yang diamati adalah atribut kualitas fisik telur. Kriteria kecacatan (*defect*) ditetapkan berdasarkan standar mutu internal perusahaan, yang meliputi: (1) telur retak; (2) telur pecah; (3) telur berlubang; (4) telur berwarna pucat; dan (5) telur bercangkang tipis.

Data penelitian merupakan data primer yang dikumpulkan melalui dua mekanisme, yaitu:

1. Data Kuantitatif

Pengumpulan data kuantitatif diperoleh melalui dokumentasi atas catatan harian (*daily log*) produksi. Pemilik peternakan bertindak sebagai observer yang mencatat jumlah telur yang dihasilkan (n) serta jumlah telur cacat (np) setiap harinya. Data tersebut kemudian direkap dan dikirimkan

secara berkala kepada peneliti melalui media digital.

2. Data Kualitatif (Wawancara & Observasi)
Pengumpulan data kualitatif dilakukan melalui wawancara tidak terstruktur dengan pemilik usaha serta obsevasi langsung di lokasi. Hal ini bertujuan untuk memvalidasi temuan statistik, memahami sistem kerja, mengevaluasi penerapan SOP, serta mengidentifikasi kendala teknis yang berpotensi menyebabkan kecacatan.

Analisis data dilakukan menggunakan alat bantu *Statistical Quality Control* (SQC) mengacu pada Montgomery (2009), dengan tahapan sebagai berikut:

1. Lembar pemeriksaan (*check sheet*)
Langkah awal adalah menyusun *check sheet* untuk merekapitulasi data produksi harian dan jenis kecacatan yang terjadi selama 14 hari pengamatan.
2. Diagram Pareto
Diagram Pareto digunakan untuk mengidentifikasi jenis kecacatan yang paling dominan (*vital few*). Data diurutkan dari frekuensi tertinggi ke terendah, kemudian dihitung persentase dan persentase kumulatifnya. Prinsip Pareto (80/20) menjadi dasar pengambilan keputusan prioritas perbaikan.
3. Bagan kendali p (*p-Chart*)
Bagan kendali p digunakan untuk menganalisis stabilitas proses produksi berdasarkan proporsi kecacatan dengan ukuran sampel yang bervariasi. Batas kendali dihitung menggunakan persamaan (1), (2), dan (3) berikut:

Garis pusat (*Center Line*):

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} \quad (1)$$

Batas kendali atas (*Upper Control Limit*):

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n_i}} \quad (2)$$

Batas kendali bawah (*Lower Control Limit*):

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n_i}} \quad (3)$$

dimana \bar{p} adalah rata-rata proporsi cacat, n_i adalah ukuran sampel pada hari ke- i , $\sum np$ adalah total kecacatan, dan $\sum n$ adalah total jumlah sampel. Proses dikatakan terkendali

secara statistik apabila seluruh titik proporsi kecacatan harian berada di antara batas UCL dan LCL.

Untuk memperkuat analisis bagan kendali p, digunakan aturan *Western Electric* (Western Electric Company, 1956) guna mendeteksi pola non-acak yang mengindikasikan proses berada di luar kendali statistik. Secara khusus, proses dinyatakan tidak terkendali apabila memenuhi salah satu dari kondisi berikut, yaitu:

- (1) satu titik berada di luar batas kendali tiga sigma;
- (2) dua dari tiga titik berurutan berada di luar batas peringatan dua sigma;
- (3) empat dari lima titik berurutan berada pada jarak satu sigma atau lebih dari garis tengah; atau
- (4) delapan titik berurutan berada pada satu sisi garis tengah.

Penerapan aturan *Western Electric* ini memungkinkan identifikasi ketidakstabilan proses secara lebih dini dan komprehensif, sehingga penyebab khusus dapat segera ditelusuri dan tindakan perbaikan dapat dilakukan secara tepat.

3. HASIL DAN PENDAHULUAN

Check Sheet

Berdasarkan hasil pengumpulan data yang dilakukan, diperoleh catatan mengenai jumlah kecacatan produk telur ayam di Bram Farm selama periode pengamatan tanggal 11 November hingga 24 November 2025. Data tersebut dikumpulkan secara harian menggunakan *check sheet* sebagai alat pencatatan awal untuk mengidentifikasi jenis dan frekuensi kecacatan yang terjadi pada proses produksi disajikan dalam bentuk tabel berikut sebagai dasar untuk analisis lebih lanjut menggunakan diagram Pareto dan bagan kendali p.

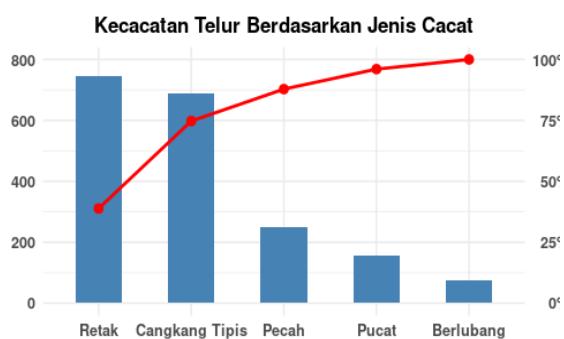
Berdasarkan Tabel 1, dapat diketahui bahwa terdapat lima kategori kecacatan pada produk telur ayam, yaitu telur retak, telur pecah, telur berlubang, telur pucat, dan telur dengan cangkang tipis. Data produksi menunjukkan bahwa telur yang dihasilkan setiap harinya berkisar antara 5.960 hingga 6.080 butir, dengan total telur cacat yang ditemukan selama periode pengamatan berada pada kisaran 121 hingga 152 butir per hari, dengan persentase kecacatan harian berkisar antara 2,00% hingga 2,54%.

Tabel 1. Laporan Hasil Produksi Telur Ayam Bram Farm

Tanggal Produksi	Jumlah Produksi (butir)	Jenis Kecacatan					Total Cacat (butir)	Percentase Kecacatan (%)
		Telur Retak (butir)	Telur Pecah (butir)	Telur Berlubang (butir)	Telur Pucat (butir)	Telur Cangkang Tipis (butir)		
11-Nov	6.015	53	17	6	12	48	136	2,26%
12-Nov	5.980	58	20	5	10	52	145	2,42%
13-Nov	6.050	49	16	4	14	45	128	2,12%
14-Nov	5.990	55	19	7	9	55	145	2,42%
15-Nov	6.025	51	18	5	11	47	132	2,19%
16-Nov	5.960	57	15	6	13	50	141	2,37%
17-Nov	6.080	48	21	4	10	44	127	2,09%
18-Nov	6.010	54	17	8	12	53	144	2,40%
19-Nov	5.975	56	19	5	9	51	140	2,34%
20-Nov	6.035	50	16	6	15	46	133	2,20%
21-Nov	6.005	52	18	4	11	49	134	2,23%
22-Nov	5.985	59	22	7	8	56	152	2,54%
23-Nov	6.040	47	15	3	13	43	121	2,00%
24-Nov	6.020	55	18	6	10	48	137	2,28%

Diagram Pareto

Berikut merupakan hasil pengolahan data kecacatan telur menggunakan Diagram Pareto sebagai langkah awal penentuan prioritas perbaikan mutu.



Gambar 1. Hasil Diagram Pareto

Berdasarkan hasil pengolahan data kecacatan telur menggunakan Diagram Pareto, diterapkan prinsip aturan 80/20, yang menyatakan bahwa

sebagian besar masalah kualitas (80%) umumnya disebabkan oleh sebagian kecil faktor penyebab (20%). Diagram Pareto menunjukkan bahwa jenis kecacatan yang memberikan kontribusi terbesar terhadap total cacat adalah telur retak dan telur dengan cangkang tipis, diikuti oleh telur pecah sebagai urutan berikutnya. Ketiga jenis kecacatan tersebut menyumbang persentase terbesar dari keseluruhan kecacatan yang terjadi selama periode 11–24 November 2025, sehingga menjadi prioritas utama dalam upaya pengendalian kualitas di Bram Farm. Sementara itu, kecacatan telur pucat dan telur berlubang memiliki kontribusi yang relatif kecil dan tidak signifikan terhadap total *defect*, sehingga dapat dijadikan prioritas perbaikan pada tahap perbaikan lanjut.

Bagan kendali p (*p*-chart)

Setelah dilakukan analisis menggunakan diagram Pareto untuk mengidentifikasi jenis

kecacatan yang paling dominan pada produk telur ayam di Bram Farm, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis bagan kendali p (*p*-chart). *p*-chart digunakan untuk memantau kestabilan proses produksi dan melihat apakah tingkat kecacatan telur dari hari ke hari masih berada dalam batas kendali yang dapat diterima atau menunjukkan adanya variasi yang tidak wajar.

1. Bagan Kendali Hasil Produksi Telur Ayam



Gambar 2. Grafik Bagan Kendali p

Bagan kendali p (*proportion chart*) pada gambar di atas menunjukkan pola variasi proporsi kecacatan telur ayam di Bram Farm selama periode 11–24 November 2025. Nilai garis tengah (*Center Line/CL*) berada pada proporsi 0,0228, dengan batas kendali atas (UCL) sebesar 0,0285 dan batas kendali bawah (LCL) sebesar 0,0170. Jika ditinjau dari posisi titik-titik proporsi kecacatan harian, seluruh data berada di dalam batas kendali, dan tidak ada titik yang melampaui UCL maupun turun di bawah LCL. Variasi kecacatan yang terjadi merupakan variasi alami dalam proses dan tidak menunjukkan adanya penyimpangan khusus (*assignable cause*). Hal ini menunjukkan bahwa proses produksi telur ayam selama periode tersebut berada dalam kondisi terkendali secara statistik (*in control*).

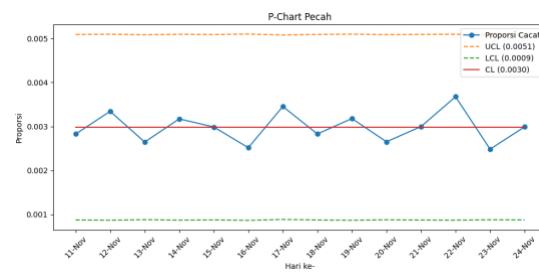
2. Bagan Kendali Telur Retak



Gambar 3. Cacat Telur Retak

Berdasarkan hasil analisis menggunakan bagan kendali p (*p*-chart) terhadap proporsi cacat telur retak pada periode 11–24 November, diperoleh bahwa seluruh titik data berada di dalam batas kendali atas (UCL = 0,0125) dan batas kendali bawah (LCL = 0,0052), serta berfluktuasi normal di sekitar garis tengah. Hal ini menunjukkan bahwa proses produksi berada dalam keadaan stabil dan terkendali secara statistik, sehingga variasi cacat retak yang terjadi termasuk *common cause variation* atau variasi alami yang masih dapat diterima. Cacat telur retak umumnya disebabkan oleh benturan fisik yang berlebihan selama proses pengambilan telur, maupun penumpukan pada rak penyimpanan. Dampak tekanan berlebih saat sortir atau kondisi tempat bertelur yang keras juga dapat meningkatkan risiko kerusakan. Meskipun kondisi terkendali, monitoring rutin tetap diperlukan untuk mengurangi peluang peningkatan cacat di masa mendatang.

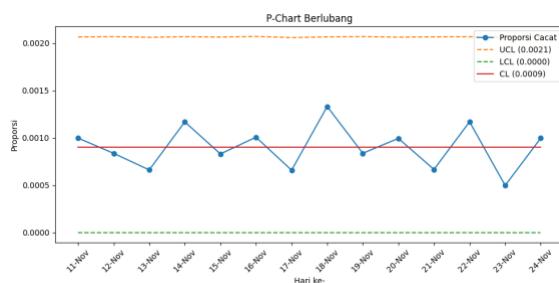
3. Bagan Kendali Telur Pecah



Gambar 4. Cacat Telur Pecah

Berdasarkan hasil pengolahan data proporsi cacat telur pecah menggunakan bagan kendali p (*p*-chart), terlihat bahwa seluruh titik pengamatan berada dalam batas kendali (UCL = 0,0051 dan LCL = 0,0009) dan berfluktuasi di sekitar garis tengah (CL = 0,0030) tanpa adanya pola abnormal. Kondisi ini mengindikasikan bahwa proses produksi stabil dan terkendali secara statistik, sehingga variasi cacat telur pecah dapat dikategorikan sebagai *common cause variation*. Cacat telur pecah biasanya terjadi akibat tekanan fisik yang lebih ekstrim, misalnya saat telur ditumpuk melebihi batas kapasitas atau penanganan kasar saat pemindahan. Selain itu, telur dengan struktur cangkang rapuh akibat kondisi kesehatan ayam yang kurang optimal juga lebih mudah pecah. Oleh karena itu, pemantauan berkala perlu dilakukan untuk mempertahankan kestabilan proses.

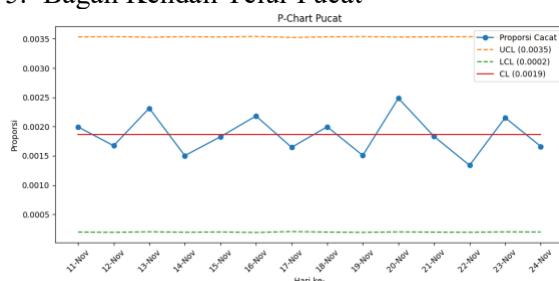
4. Bagan Kendali Telur Berlubang



Gambar 5. Cacat Telur Berlubang

Berdasarkan analisis bagan kendali p untuk cacat telur berlubang pada periode 11–24 November, seluruh titik proporsi cacat berada dalam batas kendali yang ditetapkan ($UCL = 0,0021$ dan $LCL = 0,0000$), serta berfluktuasi secara normal di sekitar garis tengah ($CL = 0,0009$). Tidak ditemukan titik yang melampaui batas kendali ataupun pola abnormal lain, sehingga proses produksi berada dalam kondisi terkendali dan stabil secara statistik. Cacat telur berlubang seringkali disebabkan oleh kerusakan mekanis tajam seperti tertusuk benda keras di area kandang atau pematokan antar ayam (*cannibalism*), terutama pada kondisi stres dan kekurangan mineral tertentu. Lubang juga bisa terbentuk akibat kontak dengan permukaan kasar atau tajam pada alat penampung telur. Untuk mencegah peningkatan kecacatan, perlu dilakukan pengawasan rutin kondisi kandang dan peralatan.

5. Bagan Kendali Telur Pucat

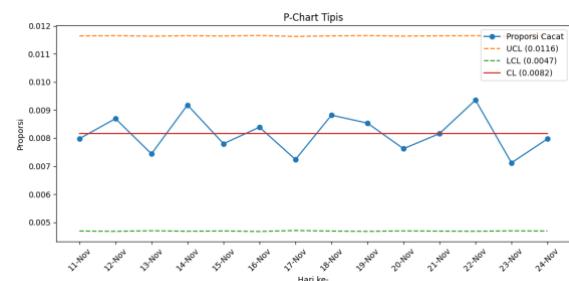


Gambar 6. Cacat Telur Pucat

Berdasarkan hasil analisis pada bagan kendali p untuk cacat telur pucat, terlihat bahwa seluruh titik pengamatan tetap berada dalam batas kendali atas ($UCL = 0,0035$) dan bawah ($LCL = 0,0002$), serta berfluktuasi normal di sekitar garis tengah ($CL = 0,0019$). Tidak terdapat pola khusus atau titik yang melewati batas kendali, sehingga kondisi ini menunjukkan bahwa proses produksi berada dalam keadaan

stabil dan terkendali secara statistik. Telur pucat umumnya terjadi karena penurunan kualitas pigmen cangkang yang dipicu oleh kurangnya nutrisi, terutama kalsium, vitamin D3, dan mineral esensial. Selain itu, stres akibat suhu ekstrem, atau penyakit juga dapat memengaruhi kualitas warna cangkang. Pemantauan kualitas pakan dan kesejahteraan ayam menjadi faktor penting untuk mengurangi kasus ini.

6. Bagan Kendali Telur Cangkang Tipis



Gambar 7. Cacat Telur Cangkang Tipis

Berdasarkan hasil analisis bagan kendali p untuk cacat telur cangkang tipis, diketahui bahwa seluruh titik proporsi cacat berada dalam batas kendali ($UCL = 0,0116$, $LCL = 0,0047$) dan berfluktuasi di sekitar garis tengah ($CL = 0,0082$), tanpa adanya pola tren atau titik yang keluar dari batas kendali. Hal ini menunjukkan bahwa variasi cacat cangkang tipis masih merupakan *common cause variation* dan proses produksi dapat dikatakan stabil secara statistik. Cangkang tipis umumnya terjadi akibat ketidakseimbangan nutrisi terutama kekurangan kalsium, fosfor, dan vitamin D3, serta faktor usia ayam yang lebih tua. Stress dan penyakit reproduksi juga dapat menghambat proses mineralisasi cangkang. Oleh karena itu, diperlukan pemantauan berkelanjutan terkait kualitas pakan dan kondisi kesehatan ayam untuk mempertahankan kualitas produksi.

3. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis pengendalian kualitas menggunakan metode *Statistical Quality Control* (SQC), dapat disimpulkan bahwa proses produksi telur ayam di Bram Farm selama periode penelitian berada dalam kondisi terkendali secara statistik.

Hasil Diagram Pareto menunjukkan bahwa jenis kecacatan yang memberikan kontribusi terbesar terhadap total cacat adalah telur retak, telur bercangkang tipis, dan telur pecah,

sehingga ketiga jenis cacat tersebut menjadi prioritas utama dalam upaya perbaikan kualitas. Adapun jenis cacat lainnya, seperti telur pucat dan berlubang, memiliki kontribusi yang relatif kecil.

Selanjutnya, hasil analisis bagan kendali p (*p*-chart) memperlihatkan bahwa seluruh proporsi kecacatan harian berada dalam batas kendali atas (UCL) dan batas kendali bawah (LCL), sehingga tidak terdapat indikasi penyimpangan proses yang signifikan. Dengan demikian, proses produksi dapat dinyatakan stabil dan konsisten selama periode pengamatan.

Berdasarkan temuan tersebut, Bram Farm disarankan untuk memfokuskan tindakan perbaikan pada jenis kecacatan yang paling dominan, memperketat pengawasan pada tahap penanganan dan penyortiran telur, meningkatkan pemeliharaan sarana produksi untuk meminimalkan kerusakan fisik, serta melakukan evaluasi rutin menggunakan alat SQC agar kualitas produksi dapat terus dipantau dan ditingkatkan secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Azis, A. R., Hamka, M. S., Bilyaro, W., Dani, M., & Wahidin. (2024). *Optimalisasi peluang pertumbuhan: Analisis strategis pengembangan*.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2017). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). SAGE.
- Deanova, A. W., Moeis, E. M., & Esti, R. N. (2021). Analisis kelayakan usaha peternakan ayam petelur milik Bapak Edi di Desa Siraman Kecamatan Kesamben Kabupaten Blitar. *Jurnal Ekonomi Pertanian*, 167–186.
- Kuswardani, I., Made, N., YP, S., Heni, D., & Utami, H. (2020). Analisis pengendalian kualitas produk telur di Persada Farm Dusun Argopeni Desa Sudimoro Kecamatan Srumbung Kabupaten Magelang. *Jurnal Dinamika Sosial Ekonomi*, 21(2), 105–121.
- Mahid, D. A., Kaseng, S., & Syamsuddin, S. (2020). Analisis pengendalian kualitas produk telur ayam pada UD Amina Kelurahan Petobo di Kota Palu. *Jurnal Ilmu Manajemen Universitas Tadulako (JIMUT)*, 4(3), 271–280. <https://doi.org/10.22487/jimut.v4i3.130>
- Montgomery, D. C. (2009). *Introduction to statistical quality control* (6th ed.). John Wiley & Sons.
- Siahaan, E. F., Silitonga, M., Gultom, J. A., & Sinurat, W. (2025). Analisis kualitas pulp dengan empat metode. *Jurnal Teknologi Industri*, 6(1), 15–23.
- Sugiyono. (2017). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Surayya Lubis, F., Gusti Fara Hitari, B., & Sri Wahyuni, A. (2023). Pengendalian produk cacat menggunakan metode seven tools untuk meningkatkan produktivitas di PT Amanah Insanillahiah. *Surya Teknika*, 10(2), 774–778.
- Western Electric Company. (1956). *Statistical quality control handbook* (2nd ed.). Western Electric Company.
- Wijaya, J. G., & Sidharta, H. (2025). Faktor-faktor kualitas dari telur ayam layer yang dipertimbangkan konsumen dalam keputusan pembelian telur ayam layer di UD Dopin Farm. *Jurnal Ilmiah Manajemen, Ekonomi & Akuntansi (MEA)*, 9(2), 806–822. <https://doi.org/10.31955/mea.v9i2.5698>
- Zulkarnain, M. Z., Negoro, Y. P., & Hidayat. (2025). Implementation of seven tools and FMEA methods to improve the production process. *International Journal of Industrial Engineering*, 8, 529–537.