Journal of Innovative and Creativity
Journal Homepage: https://joecy.org/index.php/joecy
e-mail: galungwaknook@gmail.co

Faculty of Education
University of Pahlawan Tuanku Tambusai
ISSN 2775-771X (Online)
ISSN 2962-570X (Printed)
5 (3) 2025, Page: 32784-32795

Analisis Pengendalian Mutu Dengan Metode *Statistical Process Control* Pada Budidaya Ikan Komet Di Cibaraja Fish

Siti Syabrina Nur Aisyah[1], Tio Dwi Saputra[2], Muhamad Afrizal Fahmi[3], Nuraeni[4], Kharisma Fitri Hapsari[5], Siti Salwa[6]

[1,2,3,4,5,6] **Program Studi Manajemen Agribisnis, Sekolah Vokasi IPB University**
Corresponding Author: Siti Syabrina Nur Aisyah, e-mail: syabrinanuraisyah@gmail.com

Published: November 2025

ABSTRACT

Innovation in ornamental fish cultivation plays a vital role in improving productivity and the economic value of aquaculture commodities, including the cultivation of comet fish (Carassius auratus). This study aims to analyze the input, process, output, and challenges encountered in comet fish farming. The research employs a descriptive qualitative approach using in-depth interviews and literature review. The results indicate that key factors influencing cultivation success include broodstock quality, feed management, and water quality control. Quality control strategies are applied to maintain fish health and minimize mortality rates. Additionally, this study applies Statistical Process Control (SPC) to analyze and manage variability during the cultivation process. SPC is used to monitor parameters such as temperature, pH, dissolved oxygen, and fish growth to ensure production consistency. The implementation of this cultivation innovation is expected to improve production efficiency, enhance the quality of comet fish, and support the sustainability of small and medium-scale aquaculture enterprises.

Keywords: *Innovation, Comet Fish Cultivation, Water Quality, Input-Process-Output, Statistical Proces Control*

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Atibution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

PENDAHULUAN

Budidaya ikan hias merupakan salah satu subsektor perikanan yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Salah satu komoditas ikan hias air tawar yang banyak diminati oleh pasar domestik maupun internasional adalah ikan komet *(Carassius auratus)*. Ikan komet merupakan salah satu komoditas ikan hias air tawar yang memiliki nilai permintaan pasar yang tinggi. Tingginya permintaan ikan hias pada daerah-daerah lain selain daerah pusat budidaya ikan hias disebabkan karena tidak semua daerah memiliki pasokan air tawar sehingga sulit untuk membudidayakan ikan hias ini (Agustin *et al.* 2020).

Budidaya ikan komet sangat prospek untuk dikembangkan karena ikan komet memiliki bentuk dan gerakan yang menarik, serta memiliki warna yang indah. Keunggulan utama ikan komet adalah warnanya yang beragam seperti merah, putih, kuning, dan campuran dari warna tersebut. Ikan komet ukuran 3-5 cm itu usianya 2-4 minggu, hal ini menyatakan bahwa ikan komet memiliki pertumbuhan yang cepat (Nawawi *et al.* 2024). Menurut Hafiz *et al.* (2020), warna merupakan indikator utama estetika pada ikan hias, sehingga ikan dengan warna cerah, proporsional, dan konsisten lebih diminati konsumen. Sebaliknya, ikan yang berwarna pucat, memiliki bentuk tubuh tidak simetris, atau ukuran yang tidak sesuai standar umumnya dianggap tidak berkualitas oleh pasar. Dalam praktik budidaya, sering ditemukan sejumlah ikan yang tidak dapat dipasarkan karena tidak memenuhi standar kualitas tersebut, misalnya beberapa ekor ikan yang berwarna kusam atau mengalami deformitas sehingga tidak laku dijual. Kondisi ini menunjukkan perlunya pengendalian kualitas agar ikan komet yang dihasilkan tetap sesuai dengan harapan pasar.

Saat ini usaha perikanan khususnya perikanan air tawar kolam merupakan alternatif usaha yang dapat dijadikan salah satu cara untuk menjalankan kegiatan perekonomian di Indonesia. Berdasarkan

komunitasnya, ada dua jenis bidang usaha yang dapat dikembangkan untuk menghasilkan nilai tambah yaitu bidang usaha ikan konsumsi dan bidang usaha ikan hias (Sinaga, 2016). Cibaraja Fish sebagai salah satu unit usaha budidaya ikan hias yang berada di daerah Cisaat, Kabupaten Sukabumi. Usaha ini mengembangkan budidaya ikan komet melalui sistem pemeliharaan kolam tanah dan telah menjadi salah satu pemasok ikan hias di wilayah tersebut dengan memanfaatkan pengalaman dan teknik budidaya yang diwariskan secara turun-temurun.

Meski demikian, usaha budidaya ikan komet di Cibaraja Fish saat ini menghadapi beberapa tantangan seperti bagaimana cara mempertahankan kualitas ikan yang di budidaya terutama dalam aspek ukuran, bentuk tubuh dan kecerahan warna agar hasil dari kegiatan budidaya yang dilakukan bisa tetap diterima oleh konsumen. Dalam praktiknya, terdapat kasus di mana sejumlah ikan tidak dapat dipasarkan karena tidak memenuhi kriteria kualitas tersebut. Sebagai contoh, terdapat sejumlah ekor ikan yang tidak laku terjual akibat ukuran yang tidak seragam, bentuk tubuh yang kurang proporsional, dan warna yang kurang cerah sehingga tidak sesuai dengan preferensi pasar. Kondisi ini menunjukkan bahwa diperlukan upaya pengendalian kualitas yang lebih sistematis agar produk ikan komet yang dihasilkan mampu konsisten memenuhi ekspektasi konsumen dan meningkatkan daya saing usaha ke depannya. Selain itu tantangan lain yang masih dihadapi oleh Cibaraja Fish berkaitan dengan kesehatan dan kerusakan ikan karena infestasi parasit, kutu air dan jamur pada ikan masih menjadi permasalahan yang berulang sehingga hasil akhir produksi dapat dikatakan belum maksimal. Selain itu, tantangan terakhir yang dihadapi oleh Cibaraja Fish tidak luput dari manajemen mutu yang belum terealisasikan dengan baik yang didasari oleh penggunaan metode pencatatan yang masih bersifat umum sehingga sering terjadi keterlamabatan dan ketidak lengkapan data yang menyebabkan analisis mutu tidak dapat dilakukan secara optimal dan pengambilan keputusan yang tidak tepat.

Adapun langkah yang harus dilakukan oleh Cibaraja Fish dalam mengatasi masalah tersebut, Cibaraja Fish harus melakukan pengendalian terhadap proses produksi yang dilakukan agar kualitas yang dihasilkan bisa maksimal. Pengendalian kualitas sebagai sebuah teknik pembenaran serta pengawasan yang dilakukan untuk menjaga kualitas suatu produk maupun prosedur yang dilakukan pada perencanaan proses produksi yang telah dibuat, penggunaan alat yang sesuai, pengawasan yang dilakukan secara konstan serta melakukan korektif jika memang dibutuhkan. Pada suatu budidaya ikan komet, pengendalian kualitas merupakan hal yang sangat penting karena menyangkut output yang akan dihasilkan, dengan pengendalian kualitas ini sebuah usaha budidaya dapat memantau seluruh kegiatan yang dilakukan agar hasil yang dituju pada perencanaan awal mampu didapatkan. Oleh karena itu, perlu adanya pengukuran dalam aspek kerusakan maupun kecacatan yang terjadi selama proses budidaya. Pengukuran ini dapat dilakukan melalui beberapa metode, salah satu metode yang harus diterpakan dalam budidaya ikan komet di Cibaraja Fish adalah metode *Statistical Process Control* (SPC). Menurut Heizer dan Render, *Statistical Process Control* (SPC) merupakan sebuah proses yang dilakukan dengan tujuan untuk melakukan pengukuran, mengawasi standar, serta mengambil tindakan perbaikan ketika proses produksi suatu produk atau jasa sedang berjalan. Heizer dan Render juga menyebutkan bahwa pada *Statistical Process Control* (SPC) memiliki 7 alat bantu utama yang disebut Seven Tools terdiri dari checksheet, histogram, diagram pencar, diagram pareto, stratifikasi, diagram sebab-akibat, dan peta kendali (Elyas & Handayani, 2020)

Dapat disimpulkan dari seluruh latar belakang yang sudah dijelaskan sebelumnya bahwa tujuan utama dilakukannya penelitian ini adalah untuk menganalisis penggunaan metode *Statictical Process Control* (SPC) pada budidaya ikan komet Cibaraja Fish yang bertujuan untuk mengidentifikasi pengukurann kualitas selama proses produksi berlangsung, dengan menggunakan 3 alat bantu utama, yaitu penerapan *check sheet*, diagram pareto, dan *fishbone* sebagai alat pengukuran kualitas. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisis penyebab terjadinya kecacatan dan kerusakan pada ikan, jenis kecacatan dan jumlah kerusakan apa saja yang memiliki persentasi lebih tinggi, sehingga dapat menyimpulkan keputusan dan tindakan apa saja yang perlu dilakukan agar Cibaraja Fish menghasilkan ikan komet dengan kualitas maksimal.

METODE

Penelitian ini dilakukan dengan teknik wawancara dan observasi. Penelitian dilaksanakan pada tanggal 4 November 2025 yang berlokasi di Cibaraja Fish, Cisaat, Kabupaten Sukabumi. Cibaraja Fish

merupakan suatu unit usaha yang bergerak pada bidang budidaya ikan komet, sebagai salah satu ikan hias yang memiliki permintaan pasar cukup tinggi dan merupakan ikan hias yang sangat diminati oleh konsumen karena memiliki bentuk tubuh yang bagus, warna yang cerah, dan elegan. Dengan menggunakan tiga alat bantu utama dari metode *Statistical Process Control* (SPC), yaitu *check sheet*, diagram pareto, dan *fishbone*, penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan apa yang sedang terjadi di Cibaraja Fish. Alur penelitian yang dilakukan mulai dari identifikasi masalah melalui wawancara langsung dan observasi bersama pemilik Cibaraja Fish yang akrab disapa Pak Udin, menetapkan tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini, pengumpulan serta pengolahan data, dan pengambilan kesimpulan sebagai capaian akhir dari kegiatan penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Produk

Produk ikan komet (*Carassius auratus*) yang diproduksi di Cibaraja Fish merupakan jenis ikan hias air tawar yang memiliki nilai ekonomis tinggi, dihasilkan melalui pendekatan Input–Proses–Output (IPO). Proses budidaya dilakukan secara terencana dengan perhatian khusus pada kualitas benih, kestabilan lingkungan, serta pertumbuhan yang optimal. Langkah-langkah produksi mencakup seleksi indukan yang sehat, pemijahan, penetasan telur, dan pemeliharaan larva serta benih dalam kondisi air yang terjaga, dengan pengawasan parameter seperti suhu, pH, oksigen terlarut, dan amonia. Pemberian pakan baik alami maupun buatan disesuaikan dengan tahapan pertumbuhan untuk memelihara kesehatan ikan dan meningkatkan efisiensi pakan.

Hasil akhir adalah ikan komet yang sudah siap untuk dijual, dengan warna yang mencolok, bentuk tubuh yang simetris, serta gerakan aktif sebagai indikator kualitas, dan juga tersedia benih sebagai produk tambahan untuk petani lainnya. Konsistensi kualitas dicapai melalui pengendalian mutu yang meliputi manajemen input, sanitasi media, serta proses pemisahan dan pengelompokan. Dengan penerapan sistem budidaya yang efektif, produk ikan komet dari Cibaraja Fish mampu memenuhi permintaan pasar ikan hias saat ini sekaligus memberikan keuntungan ekonomi bagi pelaku agribisnis perikanan.

Alur Input, Proses, Output



Gambar 1. *Flowchart* Input, Proses, dan Output
Sumber : Data Diolah Sendiri (2025)

1. **Input**

Input merupakan tahap awal yang menjadi dasar keberhasilan budidaya ikan komet. Sumber daya alam yang paling utama adalah air bersih dengan kualitas baik, memiliki pH stabil antara 6,5 hingga 7,5, serta suhu 25–30°C agar mendukung pertumbuhan ikan. Selain itu, sarana budidaya seperti kolam tanah, kolam semen, atau akuarium juga menjadi bagian penting untuk media pemeliharaan. Bibit ikan komet yang digunakan harus berasal dari indukan berkualitas, sehat, berwarna cerah, dan memiliki tubuh simetris. Pakan juga menjadi faktor penentu, baik pakan alami seperti cacing sutra dan kutu air, maupun pakan buatan berupa pelet yang kaya protein. Pengetahuan dan keterampilan pembudidaya mengenai teknik pemijahan, pengelolaan air, serta pencegahan penyakit juga diperlukan. Tidak kalah penting, modal usaha dibutuhkan untuk membeli sarana, pakan, dan bibit ikan.

2. **Proses**

Proses merupakan inti dari sistem IPO, di mana seluruh faktor produksi dikelola untuk menghasilkan ikan komet berkualitas. Proses dimulai dari persiapan sarana, seperti membersihkan kolam atau akuarium dan memastikan kualitas air berada dalam kondisi optimal. Tahapan berikutnya adalah pemijahan, yaitu pemilihan indukan jantan dan betina yang sehat, kemudian dilakukan pemijahan secara alami atau semi alami. Telur yang dihasilkan akan menetas menjadi larva, kemudian dipindahkan ke wadah khusus agar lebih mudah dirawat.

Proses pembesaran benih dilakukan dengan pemberian pakan alami pada tahap awal, kemudian dilanjutkan dengan pakan pelet saat ikan mulai tumbuh. Pemeliharaan harian meliputi pemberian pakan secara teratur, penggantian air sebagian, serta pengawasan kesehatan ikan. Jika ada ikan yang sakit, pembudidaya harus segera melakukan perawatan khusus agar penyakit tidak menular. Pada tahap akhir, dilakukan sortir atau grading ikan komet berdasarkan ukuran, warna, dan bentuk tubuh agar produk memiliki kualitas seragam dan nilai jual yang lebih tinggi.

3. Output

Output utama dari budidaya ikan komet adalah ikan hias berkualitas yang siap dipasarkan. Ikan yang dihasilkan memiliki warna cerah, tubuh simetris, sehat, dan aktif bergerak, sehingga diminati oleh konsumen. Selain ikan siap jual, benih ikan komet juga menjadi output tambahan yang dapat dijual kepada pembudidaya lain untuk dikembangkan. Dari sisi ekonomi, budidaya ikan komet memberikan Pada tahap input, terdapat beberapa hal penting yang menjadi dasar keberhasilan budidaya ikan komet, yaitu keuntungan yang cukup menjanjikan karena harga ikan hias ini cenderung stabil dan dapat meningkat seiring kualitasnya. Dari sisi sosial, budidaya ikan komet mampu menciptakan lapangan kerja baru, memperluas komunitas pecinta ikan hias, dan meningkatkan minat masyarakat terhadap usaha perikanan hias.

Identifikasi Waste dan Penanganannya

Berdasarkan hasil wawancara dan observasi di Cibaraja Fish, ditemukan bahwa dalam proses budidaya ikan komet masih ditemukan beberapa *waste product* atau pemborosan yang mempengaruhi efisiensi produksi. *Waste product* ini muncul akibat ketidakstabilan kondisi lingkungan budidaya di Cibaraja Fish, pengelolaan pakan yang belum konsisten, dan pelaksanaan pemeliharaan rutin yang tidak selalu berjalan sesuai kebutuhan. *Waste product* tersebut berdampak pada menurunnya kualitas ikan, peningkatan biaya operasional, serta penggunaan waktu kerja yang kurang efektif. Menurut Wahidan & Mulyani (2024), stabiilitas suhu dan manajemen pakan yang tepat memiliki pengaruh langsung terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan komet.

Permasalahan tersebut dapat dianalisis lebih mendalam menggunakan konsep 8 waste, pemborosan di Cibaraja Fish mencakup beberapa kategori. Aspek *injuries* dalam prosedur keselamatan kerja belum optimal dan tidak sesuai SOP sehingga perlu diperbaiki untuk mencegah kecelakaan dalam kegiatan budidaya. *Defects* terdapat ikan komet yang siripnya rusak, warnanya yang tidak kontras, dan tingginya kematian pada benih ikan komet akibat pemeliharaan yang tidak sesuai SOP dapat ditangani dengan stabilisasi suhu kolam, penggunaan sensor suhu, dan peningkatan kualitas pakan. Inventory berupa penyimpanan pakan berlebih tanpa kontrol kualitas yang memadai dapat dikurangi dengan manajemen stok pakan yang lebih terukur serta pemeriksaan mutu secara berkala. Dalam Aspek *Overproduction*, seringkali dalam pemberian pakan di Cibaraja Fish pakan diberikan melebihi kebutuhan ikan dan tidak sesuai SOP sehingga mencemari air kolam dapat dicegah dengan penentuan dosis pakan sesuai ukuran ikan dan pemberian pakan berbasis jadwal. *Waiting time* di Cibaraja Fish terjadi karena keterlambatan perawatan kolam yang menghambat proses budidaya, pemborosan tersebut dapat ditangani melalui pembuatan jadwal pemeliharaan rutin. Dalam aspek *motion*, pekerja sering melakukan gerakan tidak efisien karena penataan yang kurang rapi, yaitu pekerja sering berjalan bolak-balik mengambil serokan (*scoop net*) dan pakan sehingga menyebabkan tidak efisien dapat ditangani dengan penataan ulang peralatan agar lebih dekat dengan area kerja. *Transportation* jauhnya jarak pekerja mengambil alat atau pakan. Pemborosan terakhir, yaitu *processing* pengurasan air yang dilakukan lebih sering dibandingkan kebutuhan karena pengawasan kualitas air belum terukur dengan baik. Pemborosan operasional tersebut dapat diminimalisir melalui pengaturan alur kerja dan monitoring lingkungan yang lebih terstruktur sehingga Cibaraja Fish perlu melakukan perbaikan menyeluruh untuk meningkatkan efisiensi dan kesinambungan budidaya.

Kegiatan dalam Menjamin Mutu Terjaga Berdasarkan Tahap Input, Proses, dan Output

Penjaminan mutu dalam kegiatan budidaya ikan komet harus dilakukan dengan pendekatan produksi yang berkelanjutan, terukur, dan mengikuti standar operasional yang sudah didokumentasikan. Pendekatan ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap tahap produksi dapat menghasilkan ikan hias yang sesuai dengan standar estetik, fisiologis, dan komersial yang diterima di pasar.

1. Penjaminan Mutu Tahap Input

Dalam memulai kegiatan budidaya ikan hias, rangkaian persiapan yang terstandardisasi sangatlah krusial. Proses ini diawali dengan pemilihan induk dan benih yang baik, yang ditetapkan melalui kriteria fenotipik ideal seperti warna yang cerah, bentuk tubuh proporsional, sisik sempurna, serta respons pergerakan yang normal; ikan juga wajib dipastikan bebas dari segala jenis hama dan penyakit melalui observasi awal dan karantina singkat demi mencegah penularan kontaminasi biologis. Langkah selanjutnya adalah standarisasi media dan kualitas air; media pemeliharaan harus disiapkan dengan membersihkan wadah, menyaring, dan menguji kualitas air sebelum digunakan. Parameter air yang diperiksa meliputi suhu, pH, oksigen terlarut, amonia, nitrit, dan tingkat kekeruhan, karena kualitas air adalah faktor penting yang harus disesuaikan sedekat mungkin dengan habitat ideal agar ikan dapat beradaptasi tanpa stres. Selain itu, perlu dilakukan penyediaan peralatan produksi dan teknologi pendukung yang memadai, seperti aerator, filter biologi-mekanis, alat penguji kualitas air, pengendali suhu, lampu khusus, dan wadah untuk karantina, yang sangat penting untuk menjaga kualitas lingkungan budidaya. Terakhir, penyusunan nutrisi dan standar pakan perlu diperhatikan secara saksama, sebab ketersediaan pakan dengan kadar nutrisi yang tepat sangat penting untuk pembentukan warna dan pertumbuhan ikan. Pakan alami seperti *daphnia* atau *moina* diberikan pada tahap juvenil, sementara pakan pelet digunakan pada fase pembesaran dengan dosis dan frekuensi yang sudah ditentukan.

2. Penjaminan Mutu Proses

Pelaksanaan SOP pemeliharaan secara rutin sangat penting dilakukan untuk memastikan seluruh kegiatan budidaya berjalan sesuai prosedur, mulai dari pemberian pakan, siklus filtrasi, penggantian air, sanitasi peralatan, hingga pengaturan kepadatan tebar, sehingga variasi kualitas dapat diminimalkan dan kesalahan berulang dapat dicegah. Selain itu, pemantauan kualitas air secara periodik harus dilakukan dengan pencatatan harian atau mingguan untuk mendeteksi penyimpangan dari parameter ideal, sehingga tindakan korektif seperti penggantian air, penambahan aerasi, atau pemberian probiotik dapat segera dilakukan. Upaya pemeliharaan juga diperkuat melalui implementasi sistem *biosecurity* dan pengendalian penyakit, termasuk karantina ikan baru, pemisahan ikan sakit, disinfeksi peralatan, serta pengelolaan limbah, karena pencegahan lebih efektif dibanding penanganan penyakit yang dapat menurunkan kualitas dan menimbulkan risiko ekonomi.

Selain itu, sortasi dan *grading* secara berkala perlu dilakukan untuk mengelompokkan ikan berdasarkan ukuran, warna, dan bentuk tubuh agar pertumbuhan lebih merata dan kualitas produk seragam sehingga nilai jual meningkat. Untuk memastikan seluruh proses tetap berada dalam batas toleransi standar, pengawasan kualitas juga didukung oleh penggunaan alat analisis data seperti lembar cek, diagram Pareto, fishbone, dan grafik kendali sebagai bagian dari pengendalian mutu yang berkelanjutan.

3. Penjaminan Mutu Output

Pemeriksaan kualitas produk sebelum panen dilakukan untuk menilai kondisi ikan berdasarkan kriteria visual seperti warna yang cerah, sirip yang utuh, gerakan responsif, dan mata jernih, yang semuanya dinilai oleh pihak yang memahami standar estetika ikan komet agar hasil panen sesuai dengan segmen pasar yang ditargetkan. Selain itu, setiap kelompok produksi didokumentasikan secara lengkap, mencakup jenis ikan, tanggal pemijahan, pakan yang diberikan, kondisi air terakhir, serta riwayat penyakit sebagai bentuk penelusuran data yang penting untuk menjamin kualitas dan memenuhi persyaratan sertifikasi usaha. Untuk menjaga mutu hingga tahap distribusi, proses panen dilanjutkan dengan standarisasi pengemasan dan transportasi menggunakan kantong plastik steril berisi air dan oksigen murni serta kotak insulasi yang menjaga kestabilan suhu, sehingga tingkat stres dan risiko kematian ikan selama pengiriman dapat diminimalkan.

Kendala dalam Pencapaian Standar Mutu dan Cara Mengatasinya

Pencapaian kualitas yang baik dalam budidaya ikan komet adalah sebuah tantangan kompleks karena melibatkan interaksi antara aspek biologis, teknis, manajerial, dan pemasaran. Di lapangan, para pembudidaya sering kali menemui berbagai masalah yang dapat mempengaruhi konsistensi kualitas produk. Salah satu masalah yang umum adalah perubahan kualitas air yang tidak stabil akibat variasi cuaca, tingkat pencahayaan, dan pakan yang tidak terukur, yang semuanya mempengaruhi respons fisiologis ikan serta dapat mengurangi kualitas warna dan vitalitas tubuh mereka. Air sebagai lingkungan utama pemeliharaan memberikan pengaruh langsung pada metabolisme dan sistem imun ikan, sehingga sedikit perubahan pada parameter seperti suhu, pH, oksigen terlarut, atau amonia bisa menyebabkan stres, yang pada gilirannya dapat mengakibatkan masalah pertumbuhan, kerusakan sirip, dan meningkatkan rentan terhadap penyakit.

Selain faktor lingkungan, masalah kualitas sering kali berasal dari penyakit infeksius atau infestasi parasit yang sulit ditangani dalam sistem budidaya yang intensif. Penyakit seperti infeksi jamur atau bakteri dapat menyebar dengan cepat di lingkungan akuakultur yang padat, terutama ketika sanitasi tidak memadai, sistem filtrasi kurang baik, dan langkah-langkah biosekuriti tidak ketat. Situasi ini semakin buruk jika pembudidaya tidak melakukan karantina terhadap induk atau benih, yang meningkatkan risiko penularan penyakit ke seluruh populasi. Akibatnya, bukan hanya kualitas visual produk yang menurun, tetapi juga tingkat kelangsungan hidup ikan, yang berujung pada kerugian ekonomi serta merusak reputasi bisnis.

Masalah selanjutnya terkait dengan manajemen internal, khususnya ketidakteraturan dalam penerapan prosedur operasional standar selama pemeliharaan harian. Perbedaan dalam cara pemberian pakan, jadwal pemeliharaan, dan penanganan ikan bisa berakibat pada variasi kualitas panen dalam hal ukuran, warna, dan bentuk badan ikan. Dalam banyak situasi, sejumlah pembudidaya masih mengandalkan pengalaman tradisional tanpa melakukan kontrol berbasis data, pencatatan standar, atau evaluasi rutin. Hal ini menjadikan perbaikan kualitas menjadi sulit karena tidak ada data yang bisa dipakai sebagai dasar untuk analisis. Ketidaktepatan dalam manajemen nutrisi juga menjadi faktor lain yang tidak boleh diabaikan. Pakan yang diberikan tanpa memperhatikan unsur gizi, ukuran pellet, frekuensi pemberian, dan jumlah yang tepat dapat melemahkan warna, laju pertumbuhan, dan daya tahan ikan komet terhadap penyakit.

Di samping aspek teknis dalam budidaya, kurangnya fasilitas dan teknologi pendukung juga menjadi halangan dalam memenuhi standar kualitas. Budidaya ikan hias yang optimal membutuhkan dukungan alat ukur untuk kualitas air, sistem filtrasi yang efisien, dan teknologi pemantauan untuk mengawasi perubahan lingkungan secara langsung. Namun, tidak semua unit usaha budidaya memiliki sumber daya yang cukup untuk melengkapi alat-alat tersebut, sehingga keputusan seringkali berdasarkan perkiraan visual dan pengalaman, bukan pada data yang terukur. Ini membuat deteksi awal penurunan kualitas menjadi lambat dan langkah korektif tidak dapat diambil dengan tepat waktu.

Di sisi lain, tantangan juga muncul dari aspek pemasaran dan distribusi produk. Proses pengiriman yang tidak mempertimbangkan kestabilan suhu, kadar oksigen, dan manajemen stres dapat mengakibatkan penurunan kualitas fisik ikan saat sampai di tangan konsumen. Keadaan ini berdampak secara langsung pada persepsi kualitas, karena standar kualitas ikan hias bukan hanya dilihat dari keindahan warna dan bentuk, tetapi juga dari respons pergerakan, daya tahan, dan adaptasi setelah pengiriman. Persaingan harga di pasar juga memaksa para pembudidaya untuk menjaga kualitas agar tidak terjebak dalam kompetisi harga yang rendah yang mengorbankan mutu produk.

Dengan cara itu, untuk mencapai standar kualitas dalam budidaya ikan komet, diperlukan pendekatan yang menyeluruh, mencakup pengelolaan lingkungan, peningkatan sistem biosekuriti, penciptaan budaya kerja yang berlandaskan SOP, penerapan teknologi pendukung, manajemen nutrisi yang sesuai, hingga sistem pemasaran dan distribusi yang mempertimbangkan karakteristik fisiologis ikan. penggunaan tanaman akuatik dalam sistem budidaya dapat secara signifikan meningkatkan kualitas fisiologis dan warna tubuh ikan komet (*Carassius auratus*), karena tanaman berfungsi sebagai bio-filtrasi alami yang membantu menstabilkan parameter air seperti pH, oksigen terlarut, dan total padatan terlarut misalnya, ikan yang dipelihara dengan tanaman akuatik memiliki jumlah sel kromatofor yang lebih tinggi sebagai indikator warna yang lebih baik dan kadar glukosa darah yang lebih rendah sebagai indikator stres yang lebih rendah dibandingkan ikan tanpa

Dengan demikian, pendekatan ini menekankan bahwa pengelolaan lingkungan yang lebih hidup (misalnya dengan vegetasi air) tak hanya mendukung aspek teknis-kimia tetapi juga kualitas visual dan kesehatan ikan, yang pada akhirnya berkontribusi kepada pencapaian standar mutu yang konsisten dalam budidaya ikan hias.

Statistical Proses Control

***Check Sheet* – Jenis dan Jumlah Kerusakan Ikan Komet 3 bulan 1 kali panen**

Check sheet ini digunakan untuk mencatat jenis dan jumlah kerusakan yang terjadi pada ikan komet selama dua periode panen. Periode pertama menggunakan jumlah tebar 50.000 ekor dengan total kerusakan 10.000 ekor (20%), sedangkan periode kedua menggunakan jumlah tebar 100.000 ekor dengan total kerusakan 22.000 ekor (22%). Setiap jenis kerusakan dihitung jumlah serta persentasenya terhadap total kerusakan pada masing-masing periode. Persentase diperoleh dari perbandingan jumlah kerusakan tiap jenis dengan total kerusakan pada periode tersebut.

Tabel 1. *Check Sheet* Kerusakan Ikan Komet

Jenis Kerusakan	Periode panen 1 (50.000 ekor - 20%)	Periode panen 2 (100.000 ekor - 12%)	Total
Infestasi kutu air	3.000	4.000	7.000
Warna tidak sesuai/tidak cerah	2.500	3.500	6.000
Ukuran tidak sesuai	2.000	2.300	4.300
Jamur pada sirip/tubuh	1.500	1.800	3.300
Sisik sobek/rusak	1.000	400	1.400
Total cacat	**10.000**	**12.000**	**22.000**

Sumber: Data Diolah Sendiri (2025)

Berdasarkan data pada Tabel 1, tercatat lima kategori utama kerusakan ikan komet selama dua periode panen dengan total kerusakan sebesar 22.000 ekor. Kerusakan tertinggi berasal dari infestasi kutu air sebesar 7.000 ekor (31,8%), yang dipicu oleh meningkatnya kepadatan tebar pada periode kedua sehingga mempermudah perkembangan parasit. Kerusakan berikutnya adalah warna tidak cerah sebanyak 6.000 ekor (27,3%) yang menunjukkan adanya stres lingkungan akibat ketidakstabilan kualitas air, perubahan cuaca, dan ketidakseimbangan pakan. Dua kategori besar ini menggambarkan bahwa faktor biologis dan kondisi lingkungan berperan penting dalam memengaruhi kesehatan ikan komet (Sumarni *et al.* 2022)

Kategori kerusakan lainnya meliputi sirip sobek atau rusak sebanyak 4.300 ekor (19,5%), bentuk tubuh cacat sebanyak 3.300 ekor (15,0%), dan luka pada tubuh sebesar 1.400 ekor (6,4%). Kerusakan-kerusakan ini sebagian besar dipengaruhi oleh interaksi fisik antar ikan pada kolam padat, ketidakseimbangan nutrisi, serta kemungkinan serangan parasite (Mahanani *et al.* n.d.). Secara keseluruhan, temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan kepadatan tebar memiliki pengaruh signifikan terhadap peningkatan kerusakan, sehingga diperlukan manajemen kolam yang lebih baik, termasuk pengaturan kualitas air, pencegahan parasit, dan pemberian pakan yang optimal agar angka kerusakan dapat ditekan pada periode selanjutnya.

1. Diagram Pareto

Diagram Pareto adalah grafik batang yang digunakan untuk menampilkan masalah utama dalam proses produksi berdasarkan frekuensi kejadiannya. Prinsip 80/20 menyatakan bahwa sekitar 80% masalah biasanya disebabkan oleh 20% faktor yang paling dominan. Hal ini sejalan dengan pendapat (Slack et al., 2016) yang menjelaskan bahwa dalam konteks manajemen operasi, Pareto chart dapat digunakan untuk menganalisis masalah produksi, keluhan pelanggan, maupun kegagalan sistem yang sering terjadi (Zenneta & Sufa, 2023)

Pareto chart berfungsi untuk menunjukkan distribusi frekuensi atau besaran suatu permasalahan secara visual sehingga penyebab dengan kontribusi terbesar dapat dengan mudah diidentifikasi (Hidayat et al., 2024). Dengan demikian, Pareto chart memudahkan proses identifikasi dan penentuan prioritas perbaikan secara visual (Muhammad Hafizh, 2019)

Tabel 2. Jenis dan Jumlah Kerusakan Ikan Komet

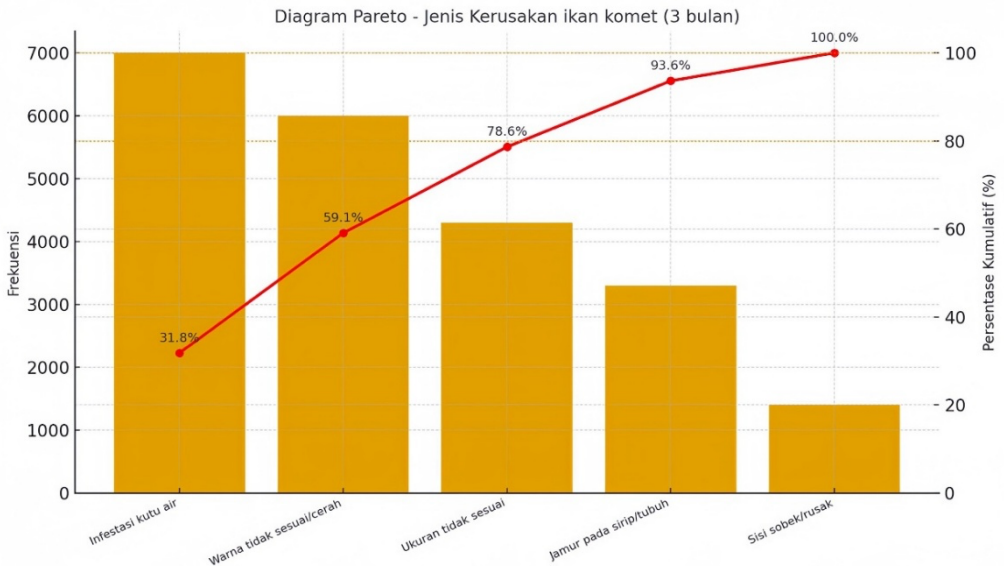
Jenis kerusakan	Frekuensi	Persentase %	Persentase

			Kumulatif %
Infestasi kutu air	7.000	31,8%	31,8%
Warna tidak sesuai/cerah	6.000	27,3%	59,1%
Ukuran tidak sesuai	4.300	19,5%	78,6%
Jamur pada sirip/tubuh	3.300	15,0%	93,6%
Sisi sobek /rusak	1.400	6,4%	100%
Total	**22.000**	**100%**	**-**

Sumber: Data Diolah Sendiri (2025)

Berdasarkan data dari Tabel 2 tentang jenis dan jumlah kerusakan ikan komet, diketahui bahwa jenis kerusakan yang paling banyak terjadi adalah infestasi kutu air dengan persentase sebesar 31,8%. Kerusakan berikutnya adalah warna tidak sesuai atau kurang cerah sebesar 27,3%, disusul ukuran tidak sesuai sebesar 19,5%, jamur pada sirip atau tubuh sebesar 15%, serta sisik sobek atau rusak sebesar 6,4%. Data tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar kerusakan pada ikan komet berkaitan dengan faktor kesehatan, terutama serangan parasit dan infeksi jamur, yang dipengaruhi oleh kualitas air serta sanitasi kolam yang kurang optimal.

Diagram pareto kerusakan ikan komet



Gambar 2. Diagram Pareto

Sumber : Data Diolah Sendiri (2025)

Berdasarkan tabel rekapitulasi kerusakan ikan komet, dapat disimpulkan bahwa jenis kerusakan utama yang menyumbang sekitar 80% dari total permasalahan adalah:

1. Kerusakan akibat infestasi kutu air (31,8%)
2. Warna tidak sesuai/tidak cerah (27,3%)
3. Ukuran tidak sesuai (19,5%)

Ketiga jenis kerusakan tersebut merupakan faktor dominan yang menyebabkan sebagian besar penurunan kualitas ikan komet, yaitu sekitar 78,6% dari total kerusakan. Oleh karena itu, ketiga faktor ini menjadi prioritas utama yang perlu diperbaiki terlebih dahulu agar kualitas ikan komet dapat meningkat secara signifikan pada periode panen berikutnya.

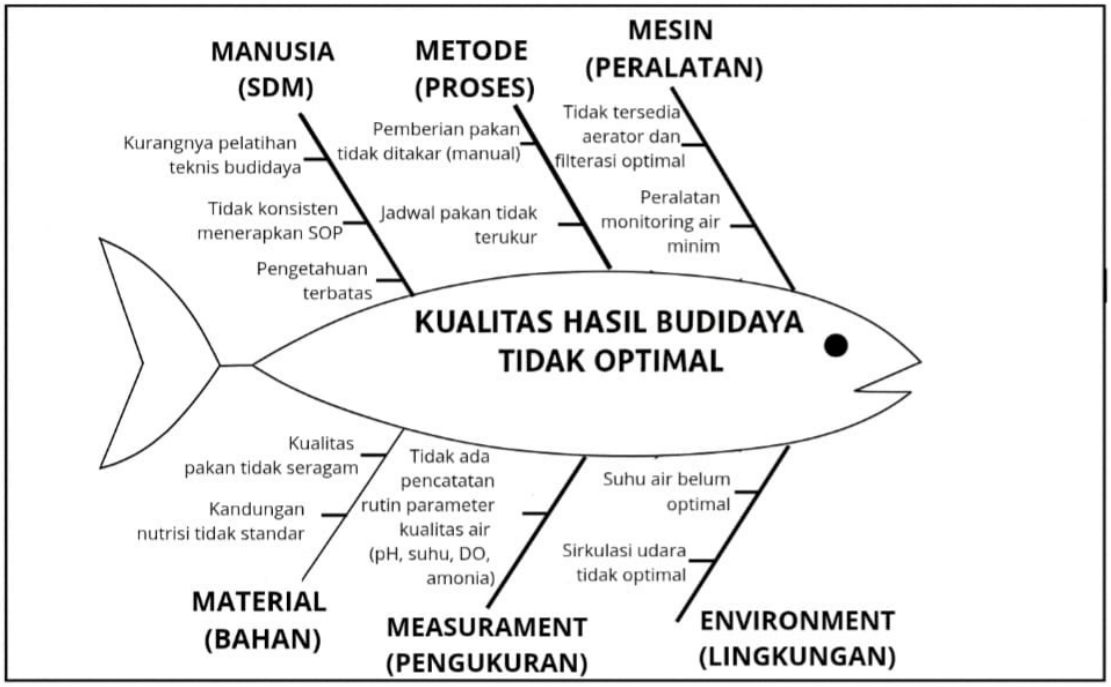
2. *Fishbone*

Diagram Fishbone atau diagram sebab-akibat digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor utama yang memeengaruhi kualitas hasil budidaya ikan komet (*Carassius auratus*) di Cibaraja Fish. Diagram Fishbone ini membantu mengetahui penyebab utama dari permasalahan yang terjadi di Cibaraja Fish, seperti rendahnya tingkat kelangsungan hidup ikan, pertumbuhan yang tidak seragam, dan penurunan kualitas fisik maupun warna ikan komet. Berdasarkan hasil wawancara terhadap kegiatan budidaya di Cibaraja Fish, ditemukan bahwa ketidaksesuaian kualitas tersebut dipengaruhi

oleh enam kategori utama, yaitu *Man* (Manusia), *Method* (Metode), *Machine* (Peralatan), *Material* (Bahan), *Measurement* (Pengukuran), dan *Environment* (Lingkungan).

Tabel 3. Kategori Penyebab Kerusakan

No	Aspek (6M)	Penyebab Utama	Dampak
1	*Man* (SDM/Pembudidaya)	Kurangnya pelatihan teknis budidaya Tidak konsisten dalam penerapan SOP	Terjadi kesalahan dalam pemberian pakan dan pengelolaan air Pertumbuhan ikan komet tidak optimal
2	*Method* (Metode)	Pemberian pakan dan penggantian air masih dilakukan manual tanpa pengukuran pasti	Risiko terkena penyakit tinggi dan variasi pertumbuhan antar ikan tinggi
3	*Machine* (Peralatan)	Tidak ada aerator dan filterasi	Penurunan kadar oksigen terlarut dan peningkatan kadar amonia
4	*Material* (Bahan)	Pakan yang digunakan memiliki kuallitas tidak seragam	Warna ikan komet kurang cerah dan pertumbuham melambat
5	*Measurament* (Pengukuran)	Tidak ada pencatatan rutin terhadap parameter pH, suhu, dan amonia	Sulit mendeteksi perubahan lingkungan yang berpotensi menyebabkan stres dan penyakit
6	*Environment* (Lingkungan)	Sirkulasi udara di kolam belum optimal	Penurunan daya tahan ikan dan meningkatkan infeksi penyakit



Gambar 3. Diagram *Fishbone*
Sumber : Data Diolah Sendiri (2025)

Setelah dilakukan observasi, ditemukan bahwa ketidaksesuaian mutu hasil budidaya ikan komet di Cibaraja Fish disebabkan oleh beberapa faktor yang saling berkaitan antara aspek manusia, metode, peralatan, bahan, pengukuran, dan lingkungan. Faktor yang paling berpengaruh berasal dari aspek manusia dan metode, di mana keterbatasan keterampilan teknis tenaga kerja dan ketidakkonsistenan dalam penerapan prosedur budidaya di Cibaraja fish menyebabkan mutu ikan komet tidak stabil. Menurut (Wahidan & Mulyani, 2024), pemberian pakan dan manajemen pemeliharaan yang tidak tepat berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan serta tingkat kelangsungan hidup ikan komet, hal tersebut memperkuat pentingnya kompetensi tenaga kerja dalam

menjaga kualitas hasil budidaya. Selain itu, peralatan pendukung seperti aerator dan sistem filtrasi yang belum optimal turut memperburuk kualitas air sementara pencatatan parameter lingkungan yang belum rutin dilakukan menghambat proses evaluasi kondisi kolam.

Kombinasi dari berbagai faktor tersebut berdampak pada pertumbuhan ikan yang tidak seragam, perubahan warna, serta meningkatnya tingkat kematian pada tahap pembesaran. Oleh karena itu, diperlukan langkah perbaikan melalui peningkatan kompetensi tenaga kerja, penerapan standar operasional prosedur (SOP) yang jelas dan terstruktur, serta pemanfaatan teknologi pendukung seperti sensor kualitas air dan sistem pakan otomatis. Dengan penerapan sistem pengawasan dan evaluasi yang berkelanjutan, Cibaraja Fish dapat meningkatkan stabilitas mutu ikan komet, mengurangi risiko kegagalan produksi, serta mendukung penerapan budidaya yang efisien dan berorientasi pada kualitas.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis pengendalian mutu menggunakan metode Statistical Process Control (SPC), dapat disimpulkan bahwa kegiatan budidaya ikan komet di Cibaraja Fish masih menghadapi sejumlah permasalahan kualitas yang tercermin dari tingginya tingkat kerusakan dan kecacatan pada dua periode panen. Data pada check sheet menunjukkan bahwa total kerusakan pada periode pertama adalah 10.000 ekor dari 50.000 ekor (20%), sedangkan pada periode kedua jumlah kerusakan mencapai 12.000 ekor dari 100.000 ekor (12%), sehingga total kerusakan keseluruhan ialah 22.000 ekor. Persentase ini menunjukkan bahwa meskipun kepadatan tebar meningkat, tingkat kerusakan relatif menurun, menandakan adanya perbaikan manajemen, namun masalah kualitas masih signifikan dan memerlukan pengendalian lebih lanjut.

Jenis kerusakan yang paling dominan berdasarkan data tabel check sheet dan diagram Pareto adalah infestasi kutu air (31,8%), diikuti oleh warna tidak cerah (27,3%), dan ukuran tidak sesuai (19,5%). Ketiga jenis kerusakan ini menyumbang 78,6% dari total kerusakan, sehingga dapat dikategorikan sebagai *critical defects* yang harus menjadi fokus utama dalam rencana perbaikan mutu. Visualisasi melalui diagram Pareto mempertegas bahwa sebagian besar masalah produksi disebabkan oleh sedikit faktor utama, sehingga pengendalian mutu akan lebih efektif jika dimulai dari penyebab dengan kontribusi terbesar.

Hasil fishbone diagram menunjukkan bahwa penyebab utama kerusakan dan kecacatan ikan berasal dari enam aspek, yaitu *Man, Method, Machine, Material, Measurement, dan Environment*. Faktor manusia dan metode merupakan penyebab paling dominan, ditandai dengan kurangnya pelatihan teknis, ketidakpatuhan pada SOP, penggunaan metode pemeliharaan yang masih manual, serta distribusi pakan dan penggantian air yang belum terukur jelas. Faktor peralatan seperti ketiadaan teknologi modern yang memadai turut memperlambat proses kegiatan budidaya, sementara aspek material seperti pakan yang tidak seragam menyebabkan pertumbuhan ikan tidak merata dan kualitas ikan yang berbeda. Ketidakteraturan pencatatan parameter kualitas air serta kondisi lingkungan yang kurang stabil juga memicu stres, penyakit, dan penurunan kualitas visual ikan.

Dari hasil identifikasi *waste product* menunjukkan bahwa pemborosan terjadi pada aspek *overproduction* pakan, *motion* dan *transportation* akibat layout perusahaan yang belum efisien, *waiting time* karena keterlambatan dalam pemberian pakan maupun pembersihan kolam, serta *defects* yang berupa peningkatan jumlah ikan rusak atau cacat dan memiliki warna yang tidak cerah. Selain itu, pemborosan pada *inventory* pakan juga terjadi akibat penyimpanan yang tidak terkontrol. *Waste-waste* tersebut tidak hanya menyebabkan kerugian ekonomis tetapi juga berdampak pada kualitas produk akhir yang dihasilkan.

Secara keseluruhan, penelitian ini menjelaskan bahwa pengendalian mutu di Cibaraja Fish belum dilakukan secara optimal. Terdapat beberapa perbaikan yang harus dilakukan pada aspek manajemen pakan, standarisasi prosedur, pengendalian Kesehatan ikan dan kualitas air, serta penggunaan teknologi modern seperti aerator, filter, dan alat ukur kualitas air. Implementasi SPC melalui *check sheet*, diagram pareto, dan *fishbone* sangat membantu dalam mengidentifikasi sumber kerusakan, menentukan prioritas perbaikan, serta memudahkan evaluasi proses secara berkelanjutan. Dengan perbaikan yang tepat dan konsisten, diharapkan kualitas ikan komet yang dihasilkan dapat meningkat, tingkat kerusakan menurun, serta produktivitas dan nilai ekonomi usaha dapat terus berkembang.

REFERENSI

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), 52–63.

Alifka R, & Apriliani N. (2024). Analysis of quality problems in food production using fishbone diagram. Jurnal Ilmu Manajemen Produksi, 8(2), 112-120. https://jurnal.ilmubersama.com/index.php/factory/article/view/486.

Alifka R & Apriliani N. (2024). Root cause analysis in quality control using fishbone diagram. Jurnal Ilmu Produksi, 8(2), 112-120. https://jurnal.ilmubersama.com/index.php/factory/article/view/486.

Andriyanto, S. & Widodo, W. (2019). *Pengaruh Suplementasi Kalsium dan Vitamin D3 terhadap Kualitas Telur Puyuh*. Jurnal Peternakan Indonesia, 21(3), 145–152. https://journal.ipb.ac.id/index.php/jpi.

Aristriyana, E., & Ahmad Fauzi, R. (2023). Analisis Penyebab Kecacatan Produk Dengan MetodeFishbone Diagram Dan Failure Mode Effect Analysis (Fmea) Pada Perusahaan Elang Mas Sindang Kasih Ciamis. Jurnal https://doi.org/10.25157/jig.v4i2.3021.

Barsalou, M. (2023). Determining which of the classic seven quality tools are in the quality practitioner's RCA tool kit. Cogent Engineering, 10(1). https://doi.org/10.1080/23311916.2023.2199516.

Damayanti, K., Fajri, M., & Adriana, N. (2022). Pengendalian kualitas di Mabel PT. Jaya Abadi dengan menggunakan metode seven tools. Bulletin of Applied Industrial Engineering Theory, 3(1).

Damayanti R, Prasetyo H & Nugroho S. (2022). Implementation of check sheet in monitoring production defects. Jurnal Teknik Industri, 19(1), 55-63.

Dhiba A, & Arsiwi T. (2025). Process capability indices and their application in quality control. Jurnal Teknik dan Manajemen Industri, 7(1), 45-52. https://jurnal-tmit.com/index.php/home/article/view/586.

Ekpo, K. J., Agoura, J., Glago, J., Osseyi, G., & Dossou, J. (2021). Quail (*Coturnix japonica*) eggs composition, properties and processing for preservation: A review. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research (IJAAR)*, 19(5), 60–73.

Elyas M & Handayani S. (2023). The role of check sheet in SPC for product defect tracking. BISMA Journal of Management, 15(1), 88-96. https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/BISMA-JM/article/view/24415.

Gunathilaka K et al. (2021). Nutritional composition of quail eggs and their health benefits. Journal of Animal Science and Technology, 63(1), 25-33. https://java.sljol.info/articles/26/files/submission/proof/26-1-48-1-10-20220307.pdf.

Haider, S., Ali, I., Ali, I., Sattar, A., Ahmed, W., & Alam, M. (2024). Applications of Seven Quality Control Tools for Defects Reduction in Aluminum Spanners. 2, 1–10. Manaf, S. M., & Darajatun, R. A. (2022). Pengendalian Kualitas Telur Dengan Metode Seven Tools di Umkm Puyuh Kompas. Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan, 8(13), 403–411.

Handoko, B. (2018). Pengendalian Mutu dalam Produksi Peternakan. Jakarta: Penebar Swadaya.

Hanifa R, & Pitoyo A. (2023). Histogram analysis for frequency distribution in production process. Jurnal Manajemen dan Teknologi, 9(2), 77-85. https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/rekayasa-teknik-sipil/article/view/18961.

Hanifa, R., & Pitoyo, D. (2023). Seven Tools Kombinasi Dengan Metode Six Sigma. 573–587. https://doi.org/10.47492/jip.v2i10.1354.

Jeke F, Adekunle T & Osman M. (2018). Nutritional profile of quail eggs: Protein, vitamins, and minerals. Journal of Food Science, 83(4), 1025–1033. https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23311932.2018.1473009.

Kusumorini A, Wicaksono H & Rahman F. (2021). Physical characteristics and quality indicators of quail eggs. Journal of Poultry Science, 58(3), 210-218. https://nexusacademicpublishers.com/uploads/files/AAVS_9_10_1616-1624.pdf.

Mnisi, C. M., Mlambo, V., & Panichella, M. (2023). Nutritional composition of quail eggs and implications for human health. *Frontiers in Animal Science*, 4, 1066388.

Novaliansyah T., Permana, D., & Satria, Y. (2023). Pareto diagram application in identifying dominant defects in manufacturing. Journal of Industrial Engineering, 12(2), 56-64. https://ejurnal.ubharajaya.ac.id/index.php/JKI/article/view/1619.

Nugroho, A., Susanti, R., & Lestari, P. (2020). *Faktor Nutrisi dan Manajemen yang Mempengaruhi Ketebalan Cangkang Telur Unggas*. Jurnal Sain Peternakan, 18(2), 75–84. https://ejournal.undip.ac.id/index.php/sainpeternakan.

Nur Aini L. (2025). Control chart analysis for monitoring production processes. Jurnal Teknik Produksi, 10(1), 31-39. https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/rekayasa-teknik-sipil/article/view/18961.

Nursyamsi, I., & Momon, A. (2022). Analisa pengendalian kualitas menggunakan metode seven tools untuk meminimalkan return konsumen di PT. XYZ. Jurnal Serambi Engineering, 7(1), 2701–2708.

Prasetyo, A. (2020). Manajemen Lingkungan Kandang dalam Produksi Unggas. Malang: UB Press.

Radianza, A., & Mashabai, M. (2020). *Statistika Deskriptif untuk Analisis Data Produksi*. Jakarta: Pustaka Mandiri.

Rosa M, Ahmad S & Lee H. (2025). Nutritional evaluation of quail-based complementary food. Journal of Poultry Nutrition, 14(2), 88–96. https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/download/1261/662.

Shaker A, El-Hawary R & Mahmoud K. (2022). Effect of albumen and yolk density on egg characteristics of Japanese quail (Coturnix japonica). Research in Poultry Science, 5(1), 15–23. https://www.researchgate.net/publication/366185917.

Sholiha, L., & Syaichu, A. (2017). Analisa pengendalian kualitas produk gula kristal putih dengan metode seven tools. SISTEM Jurnal Ilmu Ilmu Teknik, 13(1), 50–58.

Sidadolog, J.P. (2018). *Nutrisi Unggas: Mineral Makro dan Perannya pada Pembentukan Cangkang Telur*. Jurnal Ilmu Ternak Terapan, 5(1), 11–19. https://jurnal.usu.ac.id/JITT.

Sunarto, S. (2020). Buku Saku Analisis Pareto. In Surabaya Health Polytechnic (Issue July).

Sutrisno. (2020). Manajemen Sumber Daya Manusia Peternakan Unggas. Yogyakarta: Deepublish.

Suyatyo A, Widodo E & Fadillah R. (2025). Statistical process control for quality improvement in production systems. Jurnal Manajemen Industri, 18(1), 41–55. https://journal.ppmi.web.id/index.php/jmie/article/view/2342.

Thomas P, Johnson A & Baker, L. (2016). Comparative nutrient analysis of quail and chicken eggs. Journal of Food Composition and Analysis, 51, 1-7. https://krishikosh.egranth.ac.in/server/api/core/bitstreams/3617a890-db26-4a7a-b7f7-f634c28ce4ce/content.

Tolik A, Rahman D & Susanto B. (2014). Vitamin and mineral content in quail eggs compared to chicken eggs. Folia Biologica, 62(4), 15-22. https://www.isez.pan.krakow.pl/journals/folia/pdf/62%284%29/62%284%29_01.pdf.

Wheindrata, M. (2020). *Panduan Lengkap Beternak Burung Puyuh Petelur*. Jakarta: AgroMedia Pustaka.

Wengerska, K., Czech, A., Knaga, S., Drabik, K., Próchniak, T., Bagrowski, R., Gryta, A., & Batkowska, J. (2022). The quality of eggs derived from Japanese quail fed with fermented and non-fermented rapeseed meal. *Foods*, 11(16), 2492.

Wiradimadja, R., et al. (2021). *Manajemen Lingkungan dan Pengaruhnya terhadap Stres pada Puyuh Petelur*. Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan, 9(4), 244–252. https://journal.ipb.ac.id/index.php/ipthp.