

Efforts to Control Defects in Shrimp Crackers Productions using The Six Sigma and Kaizen Methods

[Upaya Pengendalian Cacat Produksi Kerupuk Udang dengan Metode Six Sigma dan Kaizen]

Wakhlul Rusanto¹⁾, Atikha Sidhi Cahyana²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: atikhasidhi@umsida.ac.id

ABSTRACT. *In the production process of shrimp crackers at U.D. XYZ, various types of product defects were found, such as broken crackers (43.48%), torn (16.85%), color (11.41%), texture (9.78%), thickness (9.24%), and size (9.24%) which reduced quality and affected consumer satisfaction. The daily defect percentage was 0.76% to 1.39%, indicating that there were still production defects. This study aims to identify the types of product defects that occur during the shrimp cracker production process, determine the main causes of product defects through quality analysis, provide recommendations for improving the production process so that product efficiency and quality continue to increase. The method used is six sigma with DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) stages to measure the level of defects and their causes, as well as kaizen for continuous improvement. Data were obtained through observation, interviews, and analysis of defect data. The results of the study indicate that although production volume is relatively stable, product quality is still affected by various types of defects. Therefore, it is necessary to conduct regular training, quality inspections, and the use of semi-automatic technology with regular monitoring to reduce defects.*

Keywords - Six Sigma, Kaizen, Defect Control, Shrimp Crackers

ABSTRAK. Dalam proses produksi kerupuk udang U.D. XYZ, ditemukan berbagai jenis cacat produk seperti krupuk pecah (43,48%), sobek (16,85%), warna (11,41%), tekstur (9,78%), ketebalan (9,24%), dan ukuran (9,24%) yang menurunkan kualitas dan mempengaruhi kepuasan konsumen. Persentase cacat harian 0,76% hingga 1,39%, menunjukkan masih ada cacat produksi. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi jenis cacat produk yang terjadi selama proses produksi kerupuk udang, menentukan faktor penyebab utama cacat produk melalui analisis kualitas, memberikan rekomendasi perbaikan proses produksi agar efisiensi dan kualitas produk terus meningkat. Metode yang digunakan adalah *six sigma* dengan tahapan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) untuk mengukur tingkat cacat dan faktor penyebabnya, serta *kaizen* untuk perbaikan berkelanjutan. Data diperoleh melalui observasi, wawancara, dan analisis data cacat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun volume produksi relatif stabil, kualitas produk masih dipengaruhi oleh berbagai jenis kecacatan. Sehingga perlu dilakukan pelatihan rutin, inspeksi kualitas, dan penggunaan teknologi semi otomatis dengan pemantauan berkala guna menurunkan kecacatan.

Kata Kunci - Six Sigma, Kaizen, Cacat Produk, Kerupuk Udang

I. PENDAHULUAN

Usaha dagang merupakan komponen penting dalam sistem perekonomian yang mendukung pengembangan strategi dengan membuat usaha yang mandiri, sehat, kuat, bersaing serta mengembangkan diri untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi, serta mendukung perluasan lapangan kerja dalam mewujudkan demokrasi ekonomi[1]. Udang merupakan salah satu komoditi perikanan yang memiliki daya tahan yang sangat rendah selama penanganannya, sehingga dilakukan pengolahan lebih lanjut supaya dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama[2]. Salah satu pengolahan udang adalah kerupuk udang, kerupuk dapat dijadikan sebagai makanan pendamping nasi, namun karena diminati oleh sebagian besar masyarakat maka kerupuk sering dijadikan sebagai makanan ringan atau snack [3]. Kerupuk udang memiliki bahan baku utama tepung tapioka dan daging udang segar dan kualitas rasanya bergantung pada banyaknya komposisi udang yang terkandung dalam kerupuk [4].

Produk cacat yaitu barang yang dihasilkan pada suatu proses produksi tetapi masih mempunyai kekurangan yang menyebabkan oleh kualitas produk kurang baik atau kurang sempurna jika pasarkan[5]. Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan cacat produk dibawah kriteria yang ditetapkan, baik dari segi pekerja, metode, perkakas yang digunakan, dan bahan baku[6]. Pada proses produksi ada beragam faktor yang menyebabkan kecacatan produk, hasil krupuk yang di produksi oleh U.D XYZ memiliki beberapa jenis kecacatan yang dapat memengaruhi kualitas produk. Dalam waktu 2 minggu UD. XYZ ini produksi kerupuk sebanyak 3.787 bal atau sebanyak menghasilkan 18.935 kg kerupuk dengan rata-rata produksi perhari sebanyak 1578 kg atau sebanyak 315 bal, terjadi kecacatan kerupuk pecah

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.

Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

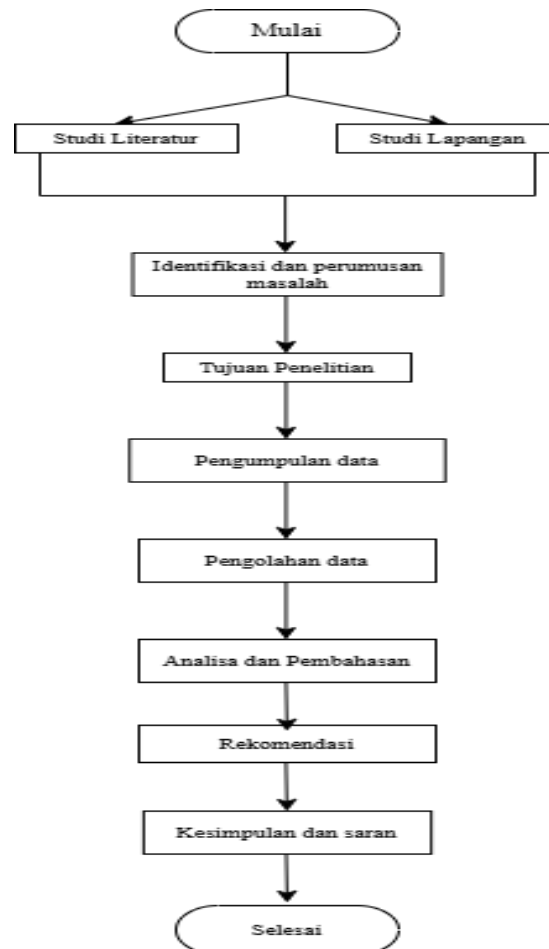
sebanyak 80 kg, ketebalan kerupuk sebanyak 17 kg, ukuran kerupuk sebanyak 17 kg, warna kerupuk sebanyak 21 kg, tekstur kerupuk sebanyak 18 kg dan kerupuk sobek sebanyak 31 kg dengan total jumlah cacat keseluruhan sebanyak 184 kg kerupuk cacat[7]. Peningkatan efisiensi produksi dapat dilakukan dengan berbagai metode seperti melakukan pembelian teknologi terbaru, peningkatan layanan, kualitas, serta mengurangi *waste*[8].

Penelitian oleh Thony (2022) metode Kaizen yang menghasilkan kecacatan tertinggi yaitu jenis *pulp low brightness* sebesar 53,29 % dan nilai *silica acid* yang *out spect* sebesar 26,81% yang dilihat pada diagram pareto, keterkaitan dengan penelitian yang sekarang yaitu menjadi acuan penerapan konsep 5S dalam mendukung efektivitas kegiatan *kaizen* di U.D. XYZ[9]. Penelitian oleh Agustian Waruru (2022) Berdasarkan data yang diolah dapat dijelaskan total tingkat kecacatan yang terjadi pada PT. KLM dengan mencapai angka 12,8%, untuk mengetahui penyebab kecacatan produk desain kalender maka digunakan metode pengendalian kualitas produksi, salah satu diantaranya adalah metode *Six Sigma*. Dalam penerapan *six sigma* menggunakan pendekatan DMAIC, keterkaitan dengan penelitian sekarang hasil yang didapat sama menunjukkan bahwa teori DMAIC sangatlah berguna untuk mengidentifikasi kecacatan produksi[10].

Pengendalian kualitas yang baik sangat perlu diterapkan dengan menggunakan metode perbaikan kualitas yang bertujuan untuk mengurangi persentase produk cacat, agar produk yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik dan dapat memenuhi kepuasan konsumen[11]. Kualitas adalah komponen yang mendukung kemampuannya untuk memenuhi kebutuhan yang ditentukan atau dicirikan[12]. Metode *six sigma* telah banyak diterapkan dalam pengendalian dan perbaikan kualitas. Penelitian *six sigma* yang bertujuan menurunkan produk cacat[13]. *Kaizen* merupakan suatu konsep perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*) dengan fokus utama dalam konsep ini adalah dengan memperhatikan proses bukan hasil, konsep *kaizen* biasanya digunakan bersama dengan konsep manajemen kualitas beserta peralatan lainnya agar peningkatan serta perbaikan yang dilakukan dapat berjalan secara optimal dan berkelanjutan[14]. Kendali di dalam kualitas bermanfaat untuk pengawasan efisiensi yang produk rusak dan menjaga terjadinya produk cacat[15]. Kontrol kualitas adalah proses menghasilkan produk yang seragam untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab cacat produk[16]. pengendalian kualitas adalah aktivitas terus-menerus (*on-going activities*) di seluruh siklus proses, yakni berfokus pada pemahaman penyebab masalah dan berusaha mengurangi atau menghilangkan dampaknya dalam bentuk yang paling efektif[17]. Pengendalian kualitas ialah suatu teknik dan kegiatan/tindakan yang terencana yang dilakukan untuk mencapai kualitas yang lebih baik[18]. Pengendalian kualitas dilakukan agar dapat menghasilkan produk sesuai dengan standar yang telah ditetapkan dan mempertahankan kualitas yang sesuai, dengan pendekatan ini diharapkan mampu memberikan hasil yang *maximal* berupa penurunan tingkat cacat produk, peningkatan efisiensi proses, serta pengoptimalan penggunaan bahan baku[19]. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi jenis-jenis cacat produk yang terjadi selama proses produksi kerupuk udang, menentukan faktor penyebab utama cacat produk melalui analisis kualitas, dan memberikan rekomendasi perbaikan proses produksi agar efisiensi dan kualitas produk dapat terus meningkat dengan metode *six sigma* dan *kaizen*[20].

II. METODE

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu: (1). Tahapan awal yaitu titik awal penelitian dimulai. (2). Tahapan Studi literatur melalui buku, jurnal, dan penelitian terdahulu yang relevan. (3). Studi lapangan dilakukan dengan mengamati seluruh proses produksi kerupuk udang di UD. XYZ dari bahan baku hingga produk jadi, serta wawancara dengan pemilik usaha dan lima pekerja untuk mengetahui jenis cacat yang terjadi. (4). Tahapan Identifikasi dan Rumusan Masalah, yaitu bagaimana strategi pengendalian cacat untuk meningkatkan kualitas produksi kerupuk udang dengan menggunakan analisis *Six Sigma* dan *Kaizen*?. (5). Tujuan Penelitian, mengidentifikasi jenis-jenis cacat produk yang terjadi selama proses produksi kerupuk udang, menentukan faktor penyebab utama cacat produk melalui analisis kualitas, memberikan rekomendasi perbaikan proses produksi agar efisiensi dan kualitas produk dapat terus meningkat. (6). Pengumpulan data dilakukan di UD. XYZ menggunakan dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung di area produksi kerupuk udang. Observasi dilakukan dengan pendekatan diagram tulang ikan (*fishbone diagram*) untuk menganalisis faktor penyebab kecacatan meliputi manusia, lingkungan, bahan baku, peralatan, dan metode kerja. (7). Pengolahan Data, Penelitian ini menggunakan pendekatan *kuantitatif deskriptif* dengan metode *Six Sigma* dan *Kaizen*. *Six Sigma* digunakan untuk menganalisis proses produksi dan mengukur kecacatan produk melalui fase DMAIC: [21].



Gambar 1. Diagram Tahapan Penelitian

Dalam implementasi metode *six sigma* terdapat 4 langkah yang harus dilakukan yaitu sebagai berikut : (a). Tahap *Define* Menyatakan masalah, tujuan, dan batasan proyek, serta menyusun *diagram* SIPOC dan pareto. (b). Tahap *Measure* Mengumpulkan data produksi dan jumlah cacat harian selama dua minggu, serta menghitung persentase kecacatan untuk menganalisis variasi proses.

- Menghitung proporsi kerusakan:

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

Sumber ; [22]

- Memastikan batasan pada p-chart atas dan bawah atau UCL (*Upper Control Limit*) dan LCL (*Lower Control Limit*)

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} \quad (2)$$

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

$$LCL = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (4)$$

Sumber ; [22], [23]

- Perhitungan *defect per million opportunity* (DPMO) dan *Level Sigma*

$$\text{Defect per unit : DPU} = \frac{\text{Defect}}{\text{Output Produksi}} \quad (5)$$

$$\text{Defect Per Opportunity : DPO} = \frac{DPU}{CTQ} \quad (6)$$

$$\frac{\text{Total Defect}}{\text{Output Produksi} \times CTQ} \times 10^6 \text{ Defect per million Opportunity (7)}$$

$$\text{Level Sigma : } \frac{1000000 - DPMO}{1000000 + 1,5} \quad (8)$$

Sumber ; [21]

(c). Tahap *analyze* Mengidentifikasi faktor penting yang memengaruhi cacat menggunakan *fishbone diagram*. (d). *Improve* adalah tahap tentang perbaikan kecacatan produk yang menggunakan metode 5W+ 1H. (e). *Control* Mendokumentasikan prosedur dan hasil perbaikan sebagai standar kerja agar masalah tidak terulang. *Kaizen* diterapkan sebagai perbaikan berkelanjutan, dengan fokus pada sumber daya manusia serta implementasi melalui *Five M-Checklist* (Manusia, Alat, Bahan baku, Metode, Lingkungan) dan 6S untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas secara bertahap[24]. (8). Tahap analisa dan pembahasan bertujuan untuk mengevaluasi kinerja kualitas proses produksi kerupuk udang serta mengidentifikasi faktor utama penyebab kecacatan produk. Metode *six sigma* digunakan sebagai pendekatan kuantitatif untuk mengukur tingkat kecacatan, menganalisis variasi proses, dan menentukan prioritas perbaikan berbasis data, sedangkan pendekatan *kaizen* diterapkan sebagai strategi perbaikan berkelanjutan yang berfokus pada peningkatan proses secara bertahap melalui standarisasi kerja, pengendalian proses, dan peningkatan keterlibatan sumber daya manusia. (9). Rekomendasi, berisi usulan perbaikan berdasarkan hasil analisis untuk mencegah kecacatan berulang. (10). Kesimpulan dan saran, ringkasan temuan dan langkah perbaikan yang dapat diterapkan. (11). Selesai, setelah semua tahapan dilakukan, penelitian dinyatakan selesai.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder pada studi kasus di UD. XYZ. Data primer diperoleh melalui observasi langsung proses produksi dengan analisis diagram tulang ikan serta wawancara kepada pemilik dan lima pekerja untuk mengidentifikasi penyebab kecacatan produk. Data sekunder dikumpulkan melalui studi pustaka sebagai acuan teori yang relevan dengan permasalahan penelitian. Adapun langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut:

1. Total Produksi dan Total Cacat

Data yang akan digunakan penelitian ini adalah data per hari kerupuk udang berupa data total produksi dan total cacat. Berikut merupakan total produksi dan total cacat kerupuk udang dalam 2 minggu produksi pada tabel 2.

Tabel 2. Total Produksi dan Total cacat Kerupuk Udang Selama 2 Minggu

No.	Tanggal Produksi	Jumlah Produksi (kg)	Jumlah Cacat (kg)	Persentase Cacat %
1	01/08/2025	1585	20	1,26%
2	02/08/2025	1575	15	0,95%
3	03/08/2025	1580	15	0,95%
4	04/08/2025	1585	16	1,01%
5	05/08/2025	1590	20	1,26%
6	06/08/2025	1580	12	0,76%
7	08/08/2025	1575	16	1,02%
8	09/08/2025	1570	13	0,83%
9	10/08/2025	1585	16	1,01%
10	11/08/2025	1575	13	0,83%
11	12/08/2025	1570	16	1,02%
12	13/08/2025	1565	12	0,77%
Jumlah		18935	184	
Rata-rata		1578		

Dari tabel 2 dapat diketahui bahwa seluruh jumlah produksi selama 2 minggu sebesar 18935 kg dan total seluruh cacat sebesar 184 kg, dari 2 minggu produksi tersebut jumlah produksi tertinggi pada tanggal 5 dengan total produksi sebanyak 1590 kg dengan total cacat sebesar 20 kg sedangkan jumlah produksi terendah pada tanggal 13 dengan total produksi sebanyak 1565 kg dengan total cacat sebesar 12 kg. Persentase cacat tertinggi terjadi pada tanggal 1 dan 5 Agustus 2025 sebesar 1,26%, sedangkan persentase cacat terendah terjadi pada tanggal 6 Agustus 2025 sebesar 0,76%. Secara umum, persentase cacat harian berada pada rentang 0,76% hingga 1,26%, yang menunjukkan bahwa meskipun volume produksi relatif stabil, tingkat kecacatan masih bervariasi dari hari ke hari.

2. Jenis Kecacatan Kerupuk Udang

Jenis kecacatan kerupuk udang didasarkan pada hasil identifikasi dan pengamatan pada kegiatan penelitian sesuai pada produksi per hari. Berikut merupakan hasil data kecacatan produksi kerupuk udang pada tabel 3.

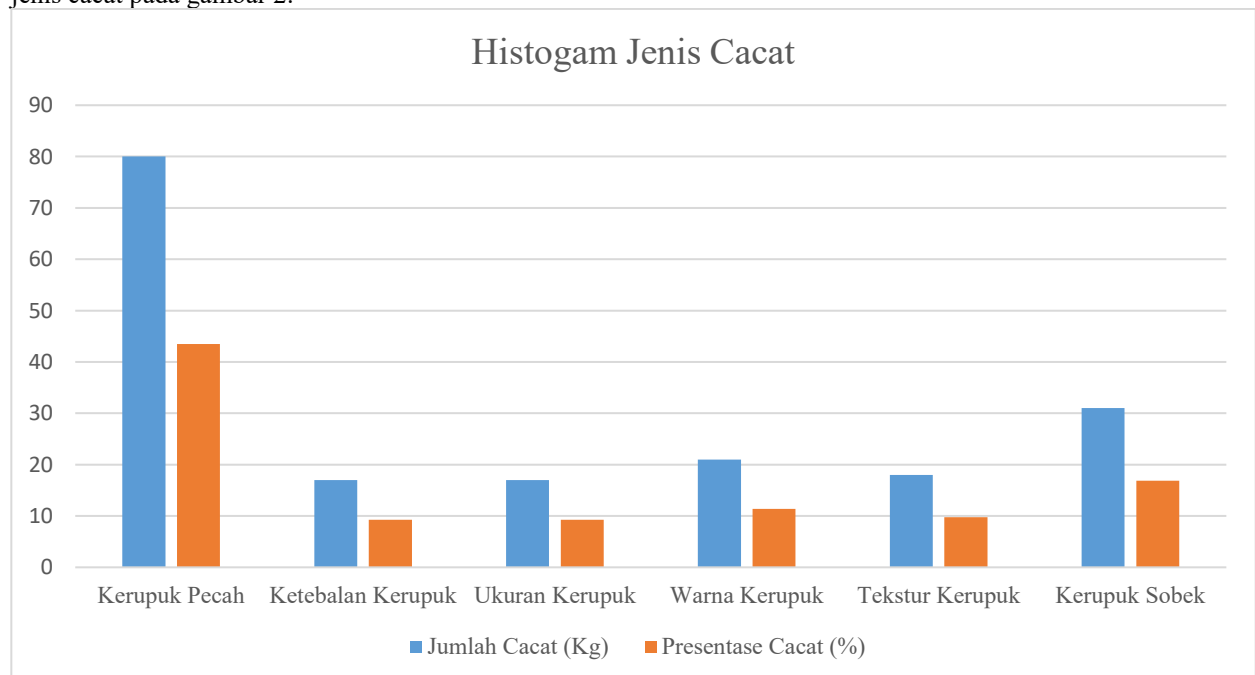
Tabel 3. Data Jenis cacat Kerupuk Udang Selama 2 Minggu

Hari ke-	Jenis cacat kerupuk						Total defect (kg)
	Pecah	Ketebalan	Ukuran	Warna	Tekstur	Sobek	
1	10	2	2	0	3	3	20
2	5	1	1	3	3	2	15
3	5	2	1	3	0	4	15
4	10	2	2	0	0	2	16
5	10	2	2	0	3	3	20
6	5	1	1	3	0	2	12
7	5	1	1	3	3	3	16
8	5	1	1	3	0	3	13
9	10	2	2	0	0	2	16
10	5	1	2	0	3	2	13
11	5	1	1	3	3	3	16
12	5	1	1	3	0	2	12
Jumlah	80	17	17	21	18	31	184

Dari tabel 3 dapat diketahui bahwa seluruh cacat sebesar 184 kg. Dari keenam jenis cacat tersebut jenis cacat tertinggi pada kerupuk pecah dengan jumlah cacat keseluruhan 80 kg, sedangkan jenis cacat terendah pada ukuran kerupuk sebesar 17 kg.

3. Analisis Pengendalian Cacat Produksi Kerupuk Udang dengan Metode Six sigma

Pada tahap ini merupakan tahap identifikasi objek dimana peneliti menentukan objek yang akan digunakan pada penelitiannya yaitu mengenai produksi kerupuk udang di UD XYZ yang mengalami cacat produksi dengan rata-rata sebanyak 31 kg dari per hari dengan total produksi rata-rata sebanyak 1578 kg. Berikut merupakan histogram jenis cacat pada gambar 2.



Gambar 2. Histogram Jenis Cacat

Dari data cacat pada gambar 2 diketahui grafik *histogram* jenis cacat menunjukkan distribusi jumlah dan persentase kecacatan pada produksi kerupuk udang di UD. XYZ. Berdasarkan grafik, jenis cacat yang paling dominan adalah kerupuk pecah dengan jumlah cacat sekitar 80 kg dan persentase sekitar 43%, sehingga menjadi penyumbang kecacatan terbesar dalam proses produksi. Jenis cacat lainnya seperti kerupuk sobek dengan jumlah cacat 30 kg dan persentase cacat 17%, warna kerupuk dengan jumlah cacat 20 kg dan persentase cacat 11%, tekstur kerupuk dengan jumlah cacat 18 kg dan persentase cacat 10%, ketebalan kerupuk dengan jumlah cacat 16 kg dan persentase 9%, ukuran kerupuk dengan jumlah cacat 17 kg dan persentase cacat 9% memiliki jumlah dan persentase yang relatif lebih rendah dibandingkan kerupuk pecah. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa permasalahan utama dalam proses produksi terletak pada cacat kerupuk pecah, sehingga perlu menjadi prioritas dalam analisis penyebab dan penyusunan usulan perbaikan untuk menurunkan tingkat kecacatan secara keseluruhan.

B. Pengolahan Data

Pada proses penilaian dan mengolah data yang dihasilkan dengan metode *six sigma* dapat menekan faktor-faktor penyebab kecacatan dari hasil produksi yang dipengaruhi oleh lingkungan, bahan baku, metode, alat, dan manusia. Kemudian dilakukan pendekatan metode *kaizen* dengan pengontrolan dan pembiasaan untuk meningkatkan kualitas produk kerupuk udang. Adapun langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut :

1. Tahap Identifikasi CTQ (Critical To Quality)

Dari hasil gambar 2 dengan melihat proses produksi kerupuk udang dari awal hingga akhir dapat diketahui jenis-jenis cacat kerupuk udang selama proses produksi berlangsung yaitu:

- Kerupuk pecah, merupakan bentuk kerupuk mengalami pecah yang disebabkan terlalu lama waktu menjemur dan waktu *packing* yang tidak aturan. Ini dapat mempengaruhi kualitas dan konsistensi penjualan karena turunnya permintaan pembeli.
- Ketebalan kerupuk, merupakan bentuk yang tidak sesuai dengan standarnya yang disebabkan ketika memotong adonan jadi tidak selaras. Ini mempengaruhi tekstur ketika dimakan jadi keras tidak renyah.
- Ukuran kerupuk, merupakan bentuk yang tidak sesuai dengan standarnya bisa disebabkan ketika memotong adonan tidak fokus. Ini menyebabkan kerupuk tidak layak jual karena ukurannya tidak sesuai.
- Warna kerupuk, merupakan perbedaan warna pada kerupuk yang disebabkan waktu pembuatan adonan takaran pewarna tidak sesuai. Ini mungkin penurunan permintaan karena tidak minatnya konsumen ketika melihat produk yang tidak sesuai.
- Tekstur kerupuk, merupakan cacat pada tekstur ketika masih jadi adonan belum dijemur, ini mungkin terjadi pada saat proses pembuatan adonan dan waktu menanak adonan. Ini mempengaruhi hasil produk karena cacat tersebut tidak bisa dikelola kembali.
- Kerupuk sobek, merupakan sobekan kerupuk atau adonan jadi ketika sudah dipotong, ini mungkin terjadi karena waktu menata adonan ke wadah untuk dilakukan proses penjemuran tergesa-gesa sehingga adonan menjadi sobek. Ini mempengaruhi pendapatan karena produk yang sobek tidak bisa dijual dengan harga normal.

2. Menentukan Persentase Cacat

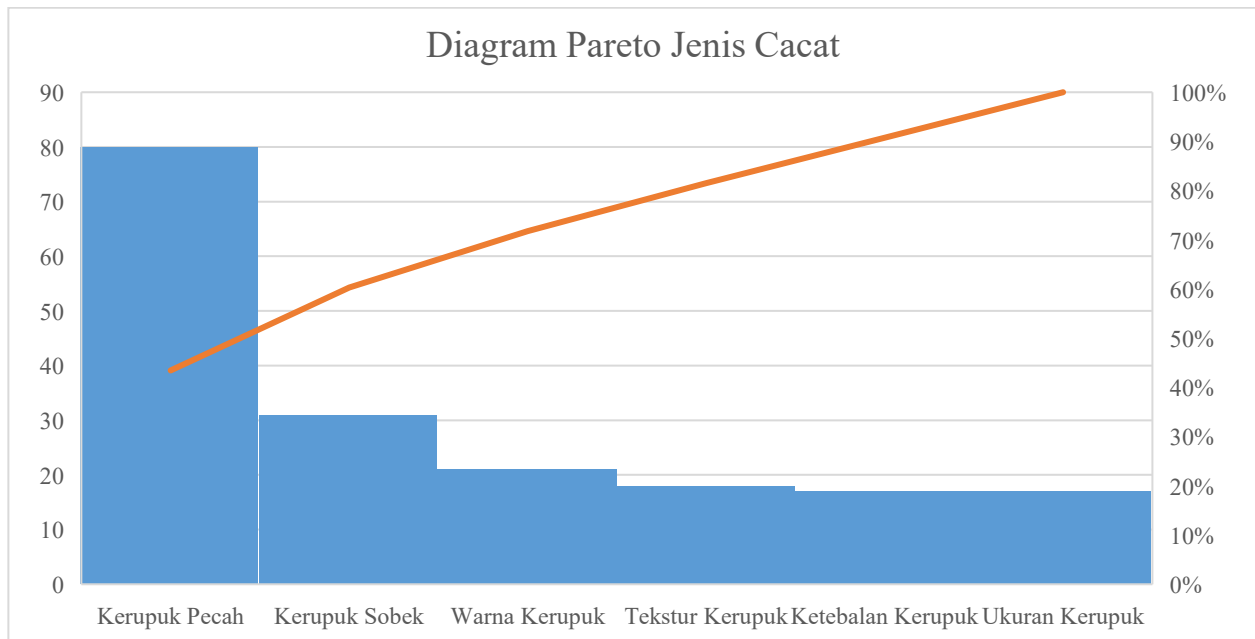
Penentuan persentase cacat berdasarkan pada perhitungan jumlah jenis cacat dibagi dengan total seluruh cacat. Berikut merupakan presentase kelima jenis cacat kerupuk udang pada tabel 4.

Tabel 4. Persentase Kelima jenis Cacat Kerupuk Udang

Urutan Jenis Cacat	Jumlah Cacat (Kg)	Persentase Cacat (%)	Persentase Kumulatif (%)
Kerupuk Pecah	80	43,48	43,48
Ketebalan Kerupuk	17	9,24	52,72
Ukuran Kerupuk	17	9,24	61,96
Warna Kerupuk	21	11,41	73,37
Tekstur Kerupuk	18	9,78	83,15
Kerupuk Sobek	31	16,85	100,00
Jumlah	184	100,00	

Berdasarkan hasil pada tabel 4 mengenai persentase cacat pada tiap jenis cacat kerupuk udang selama 2 minggu produksi maka dapat diketahui bahwa dari keenam jenis cacat tersebut, jumlah cacat tertinggi pada jenis kecacatan berupa kerupuk pecah sebesar 80 kg dengan persentase sebesar 43,48%. Sedangkan pada jumlah terendah pada jenis kecacatan ukuran kerupuk yang hanya sebesar 17 kg dengan persentase 9,24%.

Berdasarkan hasil persentase pada tabel 4 akan disajikan dalam *diagram pareto* untuk menggambarkan persentase cacat pada tiap jenis kecacatan kerupuk udang. Berikut merupakan *diagram pareto* jenis cacat kerupuk udang pada gambar 3.



Gambar 3. Diagram Pareto Jenis Cacat Kerupuk Udang

Dapat dilihat pada gambar 3 bahwa selama 2 minggu produksi jumlah cacat kerupuk pecah sebesar 80 kg dengan persentase cacat sebesar 43,48%, kerupuk sobek sebesar 31 kg dengan persentase cacat sebesar 16,85%, warna kerupuk sebesar 21 kg dengan persentase cacat sebesar 11,41%, tekstur kerupuk sebesar 18 kg dengan persentase cacat sebesar 9,78%, ketebalan kerupuk sebesar 17 kg dengan persentase cacat sebesar 9,24%, dan ukuran kerupuk sebesar 17 kg dengan persentase cacat sebesar 9,24%, cacat terbesar adalah cacat kerupuk pecah sebesar 80 kg dengan persentase cacat sebesar 43,48%.

3. Identifikasi CTQ (*Critical To Quality*) dengan Peta Kendali P

Peta kendali memiliki fungsi, yaitu dapat membantu perusahaan untuk mengetahui kapan sebaiknya perusahaan melakukan perbaikan kualitas. Setelah melihat tabel 2, maka dapat dilihat jumlah kerusakan pada produksi kerupuk udang UD XYZ. Melalui data tersebut dapat diketahui apakah kerusakan masih dalam batas kendali statistik atau telah melebihi batas kendali. Berikut adalah cara untuk membuat peta kendali $\bar{p}$:

4. Menghitung Proporsi Kerusakan

Perhitungan proporsi kerusakan ($\bar{p}$) adalah sebagai berikut:

Sub rata-rata produksi perhari (cacat paling banyak) :

$$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{80}{1578} = 0,05070$$

Hasil perhitungan diatas merupakan perhitungan prosentase kecacatan yang terjadi dalam proses produksi kerupuk udang di UD XYZ selama 2 minggu produksi. Hasil perhitungan dapat diperoleh dari jumlah kecacatan dalam cacat paling banyak atau sering terjadi dibagi dengan rata-rata produksi perhari, dan selama 2 minggu produksi memiliki prosentase kerusakan tertinggi, yaitu sebesar 0,05070 atau 5,07%.

5. Menghitung Garis Pusat atau Control Line (CL)

Garis pusat merupakan rata-rata kecacatan yang terjadi pada kerupuk udang selama 2 minggu produksi.

Perhitungan *Central Line* (CL) adalah sebagai berikut :

Sub rata-rata produksi perhari (cacat paling banyak) :

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{184}{18935} = 0,00972$$

Perhitungan *Central Line* (CL) merupakan perhitungan jumlah rata-rata dari kecacatan yang terjadi pada saat produksi kerupuk udang di UD XYZ selama 2 minggu produksi. Perhitungan *Central Line* (CL) didapatkan dari pembagian jumlah total seluruh kecacatan dengan jumlah total produksi. Dari perhitungan diatas diperoleh jumlah nilai rata-rata kecacatan pada produksi kerupuk udang di UD XYZ sebesar 9,72 kg. Hasil tersebut adalah rata-rata kecacatan yang terjadi pada proses produksi kerupuk udang di UD XYZ selama 2 minggu produksi.

6. Menghitung Batas Kendali Atas atau Upper Control Limit (UCL)

Perhitungan ini dilakukan agar mengetahui batas kendali atas dalam proses produksi kerupuk udang di UD XYZ. Perhitungan *Upper Control Limit* (UCL) sebagai berikut :

Sub rata-rata produksi perhari (cacat paling banyak) :

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

$$UCL = 0,05070 + 3 \sqrt{\frac{0,05070(1 - 0,05070)}{1578}}$$

$$UCL = 0,01713$$

Perhitungan *Upper Control Limit* (UCL) merupakan perhitungan batas kendali atas untuk kecacatan dalam proses produksi kerupuk udang. Dari perhitungan diatas diperoleh batas kendali atas kerusakan pada produksi kerupuk udang UD XYZ didapatkan pada rata-rata produksi perhari dan kecacatan yang sering terjadi sebesar 0,01713. Nilai tersebut merupakan batas atas proporsi kecacatan jumlah produksi perhari yang dilakukan selama 2 minggu yang berada dalam batas kendali kerusakan.

7. Menghitung Batas Kendali Bawah atau *Lower Control Limit* (LCL)

Perhitungan ini dilakukan agar mengetahui batas kendali bawah dalam proses produksi kerupuk udang di UD XYZ. Perhitungan *Lower Control Limit* (LCL) sebagai berikut :

Sub rata-rata produksi perhari (cacat paling banyak) :

$$LCL = \bar{P} - 3 \sqrt{\frac{\bar{P}(1 - \bar{P})}{n}}$$

$$LCL = 0,05070 - 3 \sqrt{\frac{0,05070(1 - 0,05070)}{1578}}$$

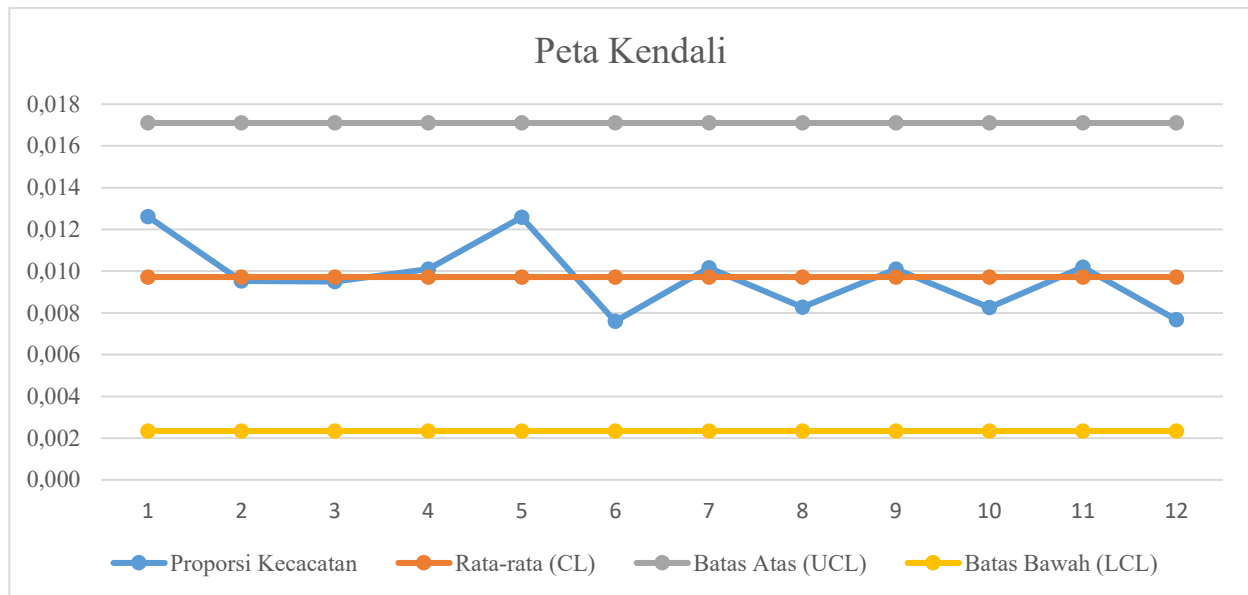
$$LCL = 0,00231$$

Perhitungan *Lower Control Limit* (LCL) merupakan perhitungan batas kendali bawah untuk kecacatan dalam proses produksi kerupuk udang. Dari perhitungan diatas diperoleh batas kendali atas kerusakan pada produksi kerupuk udang UD XYZ didapatkan pada rata-rata produksi perhari dan kecacatan yang sering terjadi sebesar 0,00231. Nilai tersebut merupakan batas atas proporsi kecacatan jumlah produksi perhari yang dilakukan selama 2 minggu yang berada dalam batas kendali kerusakan. Berikut merupakan hasil perhitungan yang telah dilakukan dapat dilihat dalam tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan Batas Kendali Kecacatan Kerupuk Udang di UD Mapan S.

Hari ke-	Jenis Cacat (Kg)					
	Pecah	Ketebalan	Ukuran	Warna	Tekstur	Sobek
1	10	2	2	0	3	3
2	5	1	1	3	3	2
3	5	2	1	3	0	4
4	10	2	2	0	0	2
5	10	2	2	0	3	3
6	5	1	1	3	0	2
7	5	1	1	3	3	3
8	5	1	1	3	0	3
9	10	2	2	0	0	2
10	5	1	2	0	3	2
11	5	1	1	3	3	3
12	5	1	1	3	0	2
Jumlah	80	17	17	21	18	31
Proporsi	0,05070	0,01077	0,01077	0,01331	0,01141	0,01965
CL	0,00972	0,00972	0,00972	0,00972	0,00972	0,00972
UCL	0,01713	0,01713	0,01713	0,01713	0,01713	0,01713
LCL	0,00231	0,00231	0,00231	0,00231	0,00231	0,00231

Berdasarkan dengan perhitungan tabel 5, dapat diketahui perhitungan batas kendali kecacatan produk kerupuk udang di UD XYZ. Garis proporsi kerupuk pecah sebesar 0,05070, ketebalan kerupuk sebesar 0,01077, ukuran kerupuk sebesar 0,01077, warna kerupuk sebesar 0,01331, tekstur kerupuk sebesar 0,01141, dan kerupuk sobek sebesar 0,01965. Garis pusat atau *Central Line* (CL) sebesar 0,00972, batas kendali atas atau *Upper Control Limit* (UCL) sebesar pada rata-rata produksi perhari sebesar 0,01713, dan batas kendali bawah atau *Lower Control Limit* (LCL) sebesar pada rata-rata produksi perhari sebesar 0,00231. Berikut merupakan hasil dari perhitungan tabel 5 dengan dibuatkan peta kendali dalam bentuk gambar pada proses produksi kerupuk udang pada gambar 4.



Gambar 4. Peta Kendali P

Dari data cacat maka dapat digambarkan pada gambar 4 peta kendali p diketahui seluruh data kecacatan berada di antara batas kendali atas (UCL) dan batas kendali bawah (LCL), sehingga proses produksi dapat dikatakan terkendali secara statistik dan tidak menunjukkan adanya penyimpangan khusus (*special cause variation*). Dilakukannya titik acuan tetap yang digunakan untuk tujuan perbandingan pengukuran yang dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana suatu produk dapat memenuhi kebutuhan spesifik perusahaan, sebelum produk itu diserahkan kepada konsumen. Dalam pengukuran ini digunakan satuan DPMO untuk menentukan tingkat sigma.

8. Perhitungan Nilai DPMO dan Level Sigma

Perhitungan ini dilakukan agar mengetahui nilai DPMO dan level *sigma* produksi kerupuk udang di UD XYZ. Perhitungan DPMO sebagai berikut:

Sub rata-rata produksi perhari (total keseluruhan cacat) :

$$DPO = \frac{\text{Banyaknya cacat yang ditentukan}}{\text{Jumlah produksi} \times \text{peluang kerusakan}} = \frac{20}{1578} = 0,012674$$

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 = 0,012674 \times 1.000.000 = 12674$$

Hasil perhitungan nilai DPMO dan nilai level *sigma* akan disajikan pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Perhitungan DPMO Dan Level Sigma Pada Kerupuk Udang

Hari Ke-	Total Produksi (Kg)	Total Cacat (Kg)	CTQ	DPO	DPMO	Level Sigma
1	1585	20	6	0,01267	12674	3,7
2	1575	15	6	0,00951	9506	3,8
3	1580	15	6	0,00951	9506	3,8
4	1585	16	6	0,01014	10139	3,8
5	1590	20	6	0,01267	12674	3,7
6	1580	12	6	0,00760	7605	3,9
7	1575	16	6	0,01014	10139	3,8
8	1570	13	6	0,00824	8238	3,9
9	1585	16	6	0,01014	10139	3,8
10	1575	13	6	0,00824	8238	3,9
11	1570	16	6	0,01014	10139	3,8
12	1565	12	6	0,00760	7605	3,9
Jumlah	18935	184	72	0,11660	116603	46,1
Rata-rata	1578	15	6	0,00972	9717	3,8

$$\text{Nilai rata-rata DPMO} = \frac{\text{Jumlah DPMO selama 2 minggu}}{14} = \frac{143853}{14} = 10275$$

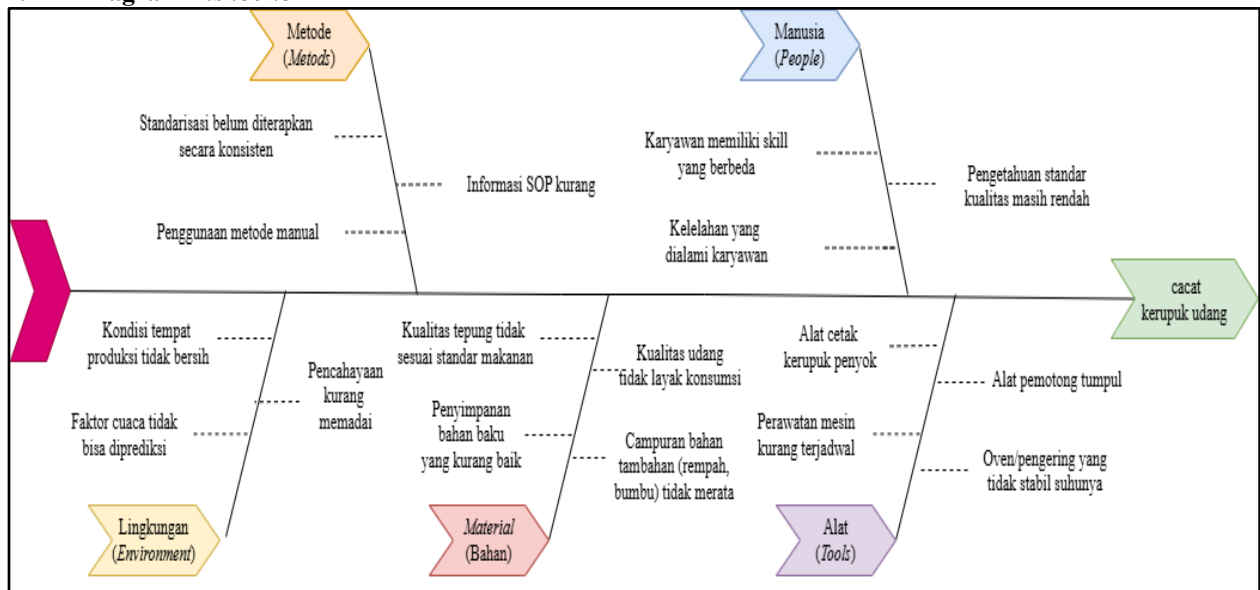
$$\text{Nilai rata-rata Sigma} = \frac{\text{Jumlah DPMO selama 2 minggu}}{14} = \frac{53,5}{14} = 3,8$$

Berdasarkan hasil perhitungan, menunjukkan bahwa berdasarkan tabel konversi *six sigma*, U.D. XYZ berada pada level 17,3 atau bisa dikatakan berada pada level 3,8σ dengan nilai rata-rata DPMO 10275 setiap 1.000.000 produksi yang dilakukan oleh U.D. XYZ. Maka dapat dikatakan perusahaan berada pada level 3,8σ dan sekilas diatas rata-rata industri Indonesia.

C. Analisa Dan Pembahasan

Mengevaluasi kinerja kualitas proses produksi kerupuk udang serta mengidentifikasi faktor-faktor utama penyebab terjadinya kecacatan produk, penerapan metode *six sigma* digunakan sebagai pendekatan kuantitatif dan sistematis dalam mengukur tingkat kecacatan, menganalisis variasi proses serta menentukan prioritas perbaikan berdasarkan data, sedangkan pendekatan *kaizen* dibahas sebagai strategi perbaikan berkelanjutan yang berorientasi pada peningkatan proses secara bertahap melalui standarisasi kerja, pengendalian proses, dan peningkatan keterlibatan sumber daya manusia. Adapun langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut:

1. Diagram Fishbone



Gambar 5. Fishbone Diagram

Dari *diagram fishbone* pada gambar 5 dapat diketahui bahwa timbulnya cacat jenis kematangan tidak seragam diakibatkan adanya 5 faktor *environment* (lingkungan), *tool* (alat), *man* (manusia), *method* (metode), *material* (bahan). Berikut penjelasan mengenai faktor tersebut:

- Faktor alat yang disebabkan oleh perawatan mesin kurang terjadwal, alat cetak kerupuk penyok, alat pemotong tumpul, oven/pengering yang tidak stabil suhunya sehingga mengganggu berlangsungnya proses produksi. dalam hal ini dapat diatasi dengan membuat jadwal *maintenance* tiap minggu, menerapkan jadwal pengecekan alat setiap 1 bulan produksi, mengatur dan selalu mengecek suhu oven.
- Faktor manusia yang disebabkan oleh kelelahan yang dialami karyawan, pemahaman standar kualitas masih rendah, keterampilan pekerja yang belum merata dan kurang teliti, karyawan memiliki skill yang berbeda sehingga dapat menimbulkan cacat pada krupuk. dalam hal ini dapat diatasi dengan mengadakan pelatihan setiap 2 bulan sekali, mengatur beban kerja & tingkatkan istirahat, mengadakan *training* dan evaluasi rutin.
- Faktor lingkungan yang disebabkan oleh faktor cuaca tidak bisa diprediksi, kondisi tempat produksi tidak bersih, pencahayaan kurang memadai yang membuat proses pengeringan menjadi terhambat dan pemotongan tidak merata dalam hal ini dapat diatasi dengan penggunaan alat pengering seperti oven atau *dehydrator*, perbaikan ruang kerja, meningkatkan intensitas pencahayaan di area produksi.
- Faktor bahan baku yang disebabkan oleh kualitas tepung tidak sesuai standar makanan, kualitas udang tidak layak konsumsi, penyimpanan bahan baku yang kurang baik, pencampuran bahan(rempah,bumbu) tidak merata dapat diatasi dengan memilih pemasok tepung dan udang berkualitas dengan standar kualitas yang jelas, mengelola penyimpanan serta persediaan bahan baku dengan baik, membuat SOP pencampuran bahan baku.
- Faktor metode yang disebabkan oleh penggunaan metode yang manual, standarisasi belum diterapkan secara konsisten, informasi SOP kurang dapat diatasi dengan mempertimbangkan menggunakan teknologi semi otomatis untuk produksi, memperbaiki dan sosialisasi SOP yang lebih detail, revisi prosedur kerja agar

mencakup semua langkah operasional

Pentingnya untuk memperhatikan semua faktor ini dan menjaga konsistensi dalam proses produksi agar mampu menurunkan tingkat kecacatan produk. Memahami dan mengelola faktor-faktor ini dengan baik juga dapat meningkatkan kualitas produksi sehingga permintaan terus melonjak naik dan mengurangi tingkat kerugian.

2. Analisis Perbaikan Kualitas Produk Kerupuk Udang dengan Metode Kaizen

Hasil analisis perbaikan kelima faktor penyebab kecacatan kerupuk udang dengan *Kaizen Five-M Chechlist* akan disajikan pada tabel 7.

Tabel 7. Analisis Perbaikan Dengan Kaizen Five-M Chechlist

No.	Faktor	Penyebab	Usulan Perbaikan
1.	Alat	1. Alat cetak kerupuk penyok 2. Perawatan mesin tidak terjadwal 3. Oven/pengering tidak stabil suhunya 4. Alat pemotong pada mesin tumpul	1. Menerapkan jadwal <i>maintenance</i> , pengecekan berkala sesuai SOP[25]. 2. Menerapkan jadwal pengecekan alat setiap 1 bulan produksi[26]. 3. Mengatur dan selalu mengecek suhu oven[27]. 4. Menerapkan jadwal <i>maintenance</i> pengecekan berkala sesuai SOP [25].
2.	Manusia	1. Karyawan memiliki skill yang berbeda 2. Kelelahan yang dialami karyawan 3. Pengetahuan standar kualitas masih rendah	1. Mengadakan pelatihan setiap 2 bulan sekali[28]. 2. Mengatur beban kerja & tingkatan istirahat[29]. 3. Mengadakan <i>training</i> dan evaluasi rutin[30].
3.	Lingkungan	1. Faktor cuaca tidak bisa diprediksi 2. Kondisi tempat produksi tidak bersih 3. Pencahayaan kurang memadai	1. Penggunaan alat seperti <i>oven/dehydrator</i> [31]. 2. Pembuatan jadwal kebersihan ruang kerja[32]. 3. Meningkatkan intensitas pencahayaan di area produksi[33].
4.	Bahan baku	1. Kualitas tepung tidak sesuai standar makanan 2. Kualitas udang tidak layak konsumsi 3. Penyimpanan bahan baku yang kurang baik 4. Pencampuran bahan(rempah,bumbu) tidak merata	1. Memilih pemasok tepung dan udang berkualitas dengan standar kualitas yang jelas[25]. 2. . Memilih pemasok tepung dan udang berkualitas dengan standar kualitas yang jelas[25]. 3. Mengelola penyimpanan serta persediaan bahan baku dengan baik [34]. 4. Membuat SOP pencampuran bahan baku[35].
5.	Metode	1. Penggunaan metode manual 2. Standarisasi belum diterapkan secara konsisten 3. Informasi SOP kurang	1. Mempertimbangkan penggunaan teknologi semi otomatis untuk produksi[36]. 2. Memperbaiki dan sosialisasi SOP yang lebih detail[37]. 3. Revisi prosedur kerja agar mencakup semua langkah operasional[30].

Berdasarkan dari tabel 7, melalui penerapan *kaizen five-m checklist* dapat melakukan evaluasi menyeluruh terhadap lima elemen untuk mengidentifikasi area perbaikan, dan menerapkan tindakan perbaikan yang sesuai. Pendekatan ini mendorong perbaikan berkelanjutan, dengan meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan kualitas dalam aspek manusia, metode, alat, material, dan lingkungan, serta perusahaan dapat mencapai tujuan dengan lebih efektif dan mempertahankan daya saing yang lebih tinggi di pasar.

3. Kaizen Five Step Plan

Keuntungan dari pelaksanaan 5S adalah untuk mengurangi tingkat cacat. Hal tersebut bisa terjadi karena adanya penurunan produktivitas produksi, meningkatkan moral pekerja dan menyederhanakan lingkungan kerja. Usulan perbaikan cacat dengan *Kaizen Five Step Plan* akan disajikan pada tabel 8.

Tabel 8. Usulan Perbaikan Menggunakan *Kaizen Five Step Plan*

Five Step Plan	Saran Pelaksanaan
Seiri (Pemilahan)	Mengganti alat yang tidak berfungsi di ruang kerja Menyingkirkan bahan baku basi atau berkualitas buruk
Seiton (Penataan)	Menata peralatan dengan rapi Penjadwalan jam istirahat untuk mengurangi kelelahan
Seiso (Pembersihan)	Menetapkan jadwal pembersihan mingguan untuk area kerja, alat, dan bahan
Seiketsu (Pemantapan)	Membuat <i>checklist</i> pemeliharaan alat, jadwal kebersihan rutin, dan SOP produksi
Shitsuke (Pembiasaan)	Memberikan briefing harian sebelum bekerja Melakukan pengawasan berkala untuk memastikan kebiasaan baru diterapkan

Berdasarkan dari tabel 8, melalui penerapan *kaizen five step plan* diharapkan dapat meningkatkan efisiensi, kualitas, serta perbaikan kualitas kerupuk udang. Perbaikan pada faktor-faktor tersebut akan berkontribusi pada hasil produksi yang lebih baik, mengurangi kecacatan, dan meningkatkan produktivitas dalam proses produksi kerupuk udang. Penerapan *kaizen five step plan 5S* (*seiri, seiton, seiso, seiketsu, dan shitsuke*) berfungsi untuk menciptakan lingkungan kerja yang teratur dan bersih, yang pada gilirannya dapat mengurangi pemborosan dan meningkatkan efisiensi operasional. Dengan menerapkan 5S, perusahaan dapat memastikan bahwa semua sumber daya digunakan secara optimal, dan proses kerja menjadi lebih terstruktur. Hal ini tidak hanya meningkatkan produktivitas, tetapi juga menciptakan budaya kerja yang positif di antara karyawan. Dengan menerapkan langkah-langkah secara konsisten, proses produksi kerupuk udang akan lebih terorganisir, efisien, dan berkualitas, serta mendorong perbaikan berkelanjutan dalam manajemen kualitas produksi kerupuk udang[38].

VII. SIMPULAN

1. Penelitian pada proses produksi krupuk udang di U.D. XYZ menunjukkan bahwa meskipun volume produksi relatif stabil, kualitas produk masih dipengaruhi oleh berbagai jenis kecacatan, yaitu krupuk pecah (44,05%), sobek (16,30%), warna (11,89%), tekstur (10,57%), ketebalan (8,81%), dan ukuran (8,37%). Analisis persentase kecacatan harian yang berada pada rentang 0,76% hingga 1,39% menunjukkan adanya perbandingan kinerja antara hari ke hari, yang dapat disebabkan oleh perbedaan metode kerja, keterampilan operator, kondisi alat, bahan baku, dan lingkungan produksi. Nilai rata-rata DPMO sebesar 10.275 dengan level sigma sebesar $3,8\sigma$ menunjukkan bahwa kinerja kualitas produksi berada di atas rata-rata industri nasional, namun masih memerlukan perbaikan untuk mencapai kualitas yang lebih optimal.
2. Metode *six sigma* dengan pendekatan DMAIC digunakan untuk mengidentifikasi dan mengukur tingkat kecacatan serta faktor penyebabnya secara sistematis, sementara pendekatan *kaizen* diterapkan untuk merumuskan langkah perbaikan berkelanjutan.
3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat beberapa faktor yang dapat menyebabkan cacat produk yaitu manusia, metode, alat, lingkungan dan bahan baku, yang dapat menurunkan kualitas dan mempengaruhi kepuasan konsumen. Sehingga perlu dilakukan pelatihan rutin bagi operator, inspeksi kualitas produk secara berkala, pemantauan proses produksi, dan penggunaan teknologi semi otomatis pada tahap produksi. Penerapan langkah-langkah ini dapat menurunkan tingkat kecacatan, meningkatkan kualitas produk, serta mendukung efisiensi dan keberlanjutan operasional perusahaan. Penelitian ini fokus pada kecacatan yang terjadi selama proses produksi kerupuk udang, bukan pada tahap distribusi atau penyimpanan dan fokus pada faktor teknis dan operasional produksi yang memicu terjadinya kecacatan produk.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dan UD XYZ sebagai tempat pelaksanaan penelitian.

REFERENSI

- [1] Wulan Anggriani, “Pengaruh Inovasi Produk, Kreativitas Produk, dan Kualitas Produk Terhadap Keunggulan Bersaing pada Produk Kerupuk Udang Mak Wing,” *student online journal*, vol. 3, 2022.
- [2] R. A. Munthe and F. Pertanian, “Analisis Kelayakan Usaha Produksi Kerupuk Udang (*Pe-naeus indicus*) di Kelurahan Tanjung Leidong Kecamatan Kualuh Leidong,” *JIMTANI*, vol. 2, pp. 197–207, 2022, [Online]. Available: <http://jurnalmahasiswa.umsu.ac.id/index.php/jimtani>
- [3] I. Rusdin *et al.*, “Penerimaan Konsumen Terhadap Kerupuk Komersil Berdasarkan Perbedaan Bahan Baku Dari Umkm Di Kutai Kartanegara Consumer Acceptance Of Commercial Crackers Based On Raw Material Difference From Umkm In Kutai Kartanegara,” *Journal Perikanan*, vol. 13, no. 4, pp. 1102–1110, 2023, doi: 10.29303/jp.v13i3.651.
- [4] A. Akhmal *et al.*, “Analisis Swot Studi Kelayakan Bisnis Umkm Pada Usaha Kerupuk Udang Di Kuala Tungkal,” Dec. 2023, [Online]. Available: www.ejournal.an-nadwah.ac.id
- [5] M. Lukman Hakim and A. Sidhi Cahyana, “Seminar Nasional & Call Paper Fakultas Sains dan Teknologi,” 2024.
- [6] Devina Ayu Ristanti and Ida Ayu Nuh Kartini, “Analisa Penerapan Statistical Quality Control Dalam Mengurangi Produk Cacat Pada Kerupuk Udang,” *Jurnal Publikasi Ilmu Manajemen*, vol. 2, no. 3, pp. 263–279, Jul. 2023, doi: 10.55606/jupiman.v2i3.2309.
- [7] Rahmadi Prayabina, “Analisis Statistical Quality Control (Sqc) Sebagai Pengendalian Mutu Keripik Singkong Berskala Industri,” *Jurnal Prayabina et el*, Volume 3 Nomor 1 2024.
- [8] M. Rabhani and A. Mansur, “Design of Production System Improvement to Increase Productivity with Quality Control Circle Approach,” *PROZIMA (Productivity, Optimization and Manufacturing System Engineering)*, vol. 8, no. 1, pp. 1–10, Jun. 2024, doi: 10.21070/prozima.v8i1.1669.
- [9] Thony Herman Harahap, “Pengendalian kualitas produk pulp dengan menggunakan metode Kaizen di PT. Toba Pulp Lestari, Tbk,” *Jurnal VORTEKS*, vol. 3, no. 1, pp. 182–189, Apr. 2022, doi: 10.54123/vorteks.v3i1.155.
- [10] A. Waruwu, V. Rensi Tampubolon, M. A. Pratama, and D. Putri, “Pengendalian Kualitas Metode Six Sigma Untuk Mengurangi Tingkat Kerusakan Produk Kalender Di PT. KLM,” 2022. [Online]. Available: <http://jurnal.bsi.ac.id/index.php/imtechno>
- [11] D. Azis and R. Vikaliana, “Pengendalian Kualitas Produk Menggunakan Pendekatan Six Sigma Dan Kaizen Sebagai Upaya Pengurangan Kecacatan Produk,” *Jurnal InTen*, Vol.6, No. 1, Januari-Juli 2023, P-ISSN : 2654-9557 E-ISSN : 2654-914X.
- [12] A. Rufaidah and Moh. R. Rosyidi, “Analisis Pengendalian Kualitas Kerupuk dengan Metode Seven Tools,” *Jurnal Optimalisasi*, vol. 8, no. 2, p. 154, 2022, doi: 10.35308/jopt.v8i2.6128.
- [13] R. Sukwadi, L. Harijanto, M. M. W. Inderawati, and P. T. B. Huang, “Reduction in Rejection Rate of Soy Sauce Packaging via Six Sigma,” *Jurnal Teknik Industri*, vol. 22, no. 1, pp. 57–70, Feb. 2021, doi: 10.22219/jtiumm.vol22.no1.57-70.
- [14] Errin Laurentine, “Analisis Pengendalian Kualitas Produk Sepatu Menggunakan Metode Six Sigma Dan Kaizen Pada Cv. Sepatu Sani Malang Jawa Timur,” *Profisiensi, Vol.10 No.1; 41-48*, vol. 10, no. 1, pp. 41–48, 2022.
- [15] N. Ningsih and K. Ali, “Pengendalian Kerusakan Produk Pada Industri Rumahan Mitra Keluarga Kabupaten Lampung Timur,” *Derivatif: Jurnal Manajemen*, vol. 16, no. 2, 2022.
- [16] M. R. Rosyidi and N. Izzah, “Analisis Kualitas Ikan Bandeng Tanpa Duri Dengan Pendekatan Seven Tools,” Vol. 3, No. 2 Des 2022. JITU (Jurnal Ilmiah Teknik Industri).
- [17] Teuku Yuri Zagloel and Ir. Rahmat Nurcahyo, *Manajemen Kualitas Total dalam Perspektif Teknik Industri Edisi 2*. 2023. [Online]. Available: www.uipublishing.ui.ac.id
- [18] N. Ansyah and W. Sulistiyowati, “Analysis of Quality Control of Shrimp Crop Products with Seven Tools and FMEA Methods (Case Study : UD. Djaya Bersama),” *Procedia of Engineering and Life Science*, vol. 2, no. 2, 2022, doi: 10.21070/pels.v2i2.1303.
- [19] Fahrul Rozi, “Upaya Perbaikan Kualitas Produk Batik Di Batik Allussan Menggunakan Metode Six Sigma Dan New Seven Tools,” *JCI Jurnal Cakrawala Ilmiah*, vol. 1, Jun. 2022.
- [20] Naufal Fakhri Gustyanto and Ayudyah Eka Apsari, “Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dalam Upaya Mengurangi Jumlah Kerusakan Produk Dengan Menggunakan Metode Six Sigma Dan Kaizen (Studi Kasus

- Pabrik Roti Bakar Azhari),” *Jurnal Ilmiah Sains Teknologi Dan Informasi*, vol. 2, no. 3, pp. 45–56, Jun. 2024, doi: 10.59024/jiti.v2i3.801.
- [21] Juwito and A. Z. Al-Faritsy, “Analisis Pengendalian Kualitas Untuk Mengurangi Cacat Produk Dengan Metode Six Sigma Di Umkm Makmur Santosa,” 2022. [Online]. Available: <http://bajangjournal.com/index.php/JCI>
- [22] A. Zaqi Al-Faritsy and A. Suluh Wahyunoto, “Analisis Pengendalian Kualitas Produk Meja Menggunakan Metode Six Sigma Pada PT XYZ,” *Jurnal Rekayasa Industri (JRI)*, vol. 4, no. 2, 2022.
- [23] M. Rifaldi and W. Sudarwati, “Penerapan Metode Six Sigma dan FMEA Sebagai Usaha untuk Mengurangi Cacat pada Produk Bracket,” 2024.
- [24] N. Nurhayani, S. R. Putri, and A. Darmawan, “Analisis Pengendalian Kualitas Produk Outsole Sepatu Casual menggunakan Metode Six Sigma DMAIC dan Kaizen 6S,” *Jurnal Hasil Penelitian dan Karya Ilmiah Dalam Bidang Teknik Industri*, Vol. 9, No. 1. 2023.
- [25] Anggi Riska Devi and Widya Setiafindari, “Upaya Peningkatan Kualitas Produk Engine Pulley Yst Pro Menggunakan Metode Seven Tools Dan Kaizen Five M Checklist Di Pt Mitra Rekatama Mandiri,” *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Elektro dan Komputer*, vol. 3, no. 2, pp. 192–204, Jul. 2023, doi: 10.51903/juritek.v3i2.1743.
- [26] I. Sodikin, C. I. Parwati, F. Fayzi, M. Indrayana, and T. Industri, “Penjadwalan Perawatan Mesin Dengan Metode Preventive Maintenance & Predictive Maintenance,” *Jurnal Tekstil (JUTE) | ISSN 3024-9295 (print), 2797-9229 (online) | Vol. 7, No. 1, 2024.*
- [27] Abdussalam *et al.*, “Analisis Risiko Kegagalan Proses Produksi Bakpia Menggunakan Metode FMEA Di Rumah Produksi Bakpia AS Sidoarjo 1),” *Jurnal Teknik Ibnu Sina*, vol. 9, no. 02, 2024, doi: 10.36352/jt-ibsi.976.
- [28] M. Dandi Prasetyo and A. S. Cahyana, “Pengendalian Kualitas Produk Tas Wanita Menggunakan Metode Seven Tools dan Kaizen,” *Jurnal Optimalisasi* Vol. 10, No. 01, April 2024.
- [29] G. Christy Mambu, D. Vanda Doda, Wungouw, and A. History, “Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kelelahan Kerja pada Karyawan Departemen Quality Control di Perusahaan Industri Pangan,” 2025. [Online]. Available: <http://journal.unpacti.ac.id/index.php/JPP>
- [30] A. Surya Herjuna, V. Fitriawaty Marhaeni, M. Alvira, F. Putri, and F. Anastasya, “Impact of Training and Development Programs on Employee Performance in the Manufacturing Sector,” *Acta Psychology*, vol. 3, no. 3, pp. 140–151, 2024.
- [31] Saputeri, Warsiyah, Y. Afrida, and F. Asyha, “Penerapan Teknologi Oven Pengereng Untuk Meningkatkan Efisiensi Produksi Kerupuk Cumi Di Pesisir Lampung,” *Jurnal Abdimas Ilmiah Citra Bakti*, vol. 6, no. 1, pp. 131–143, Feb. 2025, doi: 10.38048/jailcb.v6i1.4658.
- [32] D. Prima Sulistyowati and S. Anggarini, “Pengendalian Kualitas Pengalengan Jamur dengan Metode Six Sigma di PT Y, Pasuruan, Jawa Timur Quality Control of Mushrooms Canning using Six Sigma Method at Company Y, Pasuruan, East Java,” *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*, vol. 6, no. 1, pp. 1–7, 2022.
- [33] M. Aldi Pranata Alfajrin and L. Yuliana, “Hubungan Intensitas Cahaya Terhadap Kelelahan Mata Pekerja Pada Area Pabrikasi Pt. Rinaldi Utama Expressindo,” 2025. [Online]. Available: <https://jurnal.d4k3.uniba-bpn.ac.id/index.php/identifikasi105>
- [34] N. Putri, “Optimasi Pengendalian Kualitas Produk Umkm Robbani Snack Menggunakan Metode Seven Tools Dan Kaizen Optimization Of Product Quality Control In Robbani Snack Msme Using The Seven Tools Method And Kaizen,” *Jurnal Agroindustri Berkelanjutan VOL 4 NO. 1*, vol. 4, no. 1, p. 36, 2025.
- [35] M. Faris, T. Adnandhika, and R. S. Nurlaela, “Proses Produksi Dan Pengawasan Mutu Minuman Rempah Serbuk Di PT XYZ,” *Jurnal Karimah Tauhid*, Volume 4 Nomor 11 (2025), e-ISSN 2963-590X.
- [36] H. Hamdani, W. Wahyudin, C. Gemilang Putra, and B. Subangkit, “Analisis Pengendalian Kualitas Produk 4L45W 21.5 MY Menggunakan Seven Tools dan Kaizen,” *Go-Integratif: Jurnal Teknik Sistem dan Industri*, vol. 2, no. 02, pp. 112–123, Nov. 2021, doi: 10.35261/gijtsi.v2i2.5651.
- [37] Sihotang, R. Sari, and A. Fauziah, “Penerapan Standar Operasional Prosedur dalam Produksi Keripik Singkong sebagai Upaya Peningkatan Kualitas Produk,” *I-Com: Indonesian Community Journal*, vol. 5, no. 4, pp. 2476–2486, Dec. 2025, doi: 10.70609/i-com.v5i4.8414.
- [38] Fitri, R. Dani, and E. Putra, “Implementasi 5S di Industri Manufaktur,” *JURNAL of Engineering Science and Technology Management- VOL. 4 NO. 2 (2024) 2828-7886.*

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.