

**PERENCANAAN PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK *WAFER STICK*  
DENGAN PENERAPAN METODE *SIX SIGMA*  
(Studi Kasus di PT. Gizindo Pangan Sejati)**

**(Skripsi)**

Oleh  
Novriansyah  
1914231034



**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2023**

## **ABSTRACT**

### **QUALITY CONTROL PLAN OF WAFER STICK PRODUCTS USING THE SIX SIGMA METHOD (CASE STUDY IN PT. GIZINDO PANGAN SEJATI)**

**By**

**NOVRIANSYAH**

PT. Gizindo Pangan Sejati is a company that produces wafer stick products with the brand "giziku". The purpose of this study was to determine the value of DPMO, sigma level and determine the dominant defects and factors causing defects in wafer stick products using six sigma method. The method in this study is descriptive, with the collection of production data and product defect data for one month. Data analysis refers to the principles contained in the Six sigma method, namely DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve and Control). The results of the analysis define there is a type of defect that causes the product to reject the wafer stick, the wafer stick is not rolled, the wafer stick is empty, and the wafer stick is broken. The measure analysis obtained the results of the average value of DPMO and sigma levels in February 2023 of 10716 and 3.8145 while in March 2023 the average value of DPMO and sigma levels was 12110 and 3.7936. Analysis analyze based on pareto diagram the dominant defect type in February and March 2023 is the unrolled wafer stick defect type which is as much as 2397kg and 1682kg. Based on the analysis of cause-and-effect diagram, the factors that cause product defects are factors that are old machines that cause unstable roll machine rotation, work sops that are poorly understood by employees, too thick cream dough ingredients that cause the dough to clump, employees are exhausted and the work environment is less comfortable because of the high production room temperature. The improvement recommendations provided include routine machine maintenance, providing job training to employees, providing clear SOP or work instructions and creating a comfortable working environment for employees.

**Keywords:** Defect, Products, Six Sigma, Pareto Diagram, Repair Recommendations.

## ABSTRAK

### PERENCANAAN PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK *WAFER STICK* DENGAN PENERAPAN METODE *SIX SIGMA* (STUDI KASUS DI PT. GIZINDO PANGAN SEJATI)

Oleh

NOVRIANSYAH

PT. Gizindo Pangan Sejati merupakan perusahaan yang memproduksi *wafer stick* dengan merk “giziku”. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai DPMO, sigma level dan mengetahui cacat dominan serta faktor-faktor penyebab cacat pada produk *wafer stick* dengan menggunakan metode *six sigma*. Metode pada penelitian ini yaitu deskriptif, dengan pengumpulan data produksi dan data cacat produk selama satu bulan. Analisis data mengacu pada prinsip-prinsip yang terdapat dalam metode *six sigma* yaitu DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve dan Control). Hasil analisis define terdapat jenis cacat yang menyebabkan produk *wafer stick* mengalami reject, yaitu *wafer stick* tidak tergulung, *wafer stick* kosong, dan *wafer stick* patah. Analisis measure diperoleh hasil nilai rata-rata DPMO dan sigma level bulan Februari 2023 sebesar 10716 dan 3,8145 sedangkan bulan Maret 2023 nilai rata-rata DPMO dan sigma level sebesar 12110 dan 3,7936. Analisis analyze berdasarkan diagram pareto jenis cacat yang dominan bulan Februari dan Maret 2023 adalah jenis cacat *wafer stick* tidak tergulung yaitu sebanyak 2397kg dan 1682kg. Berdasarkan analisis diagram sebab-akibat, faktor-faktor penyebab terjadinya cacat produk ialah faktor mesin yang sudah tua yang menyebabkan putaran mesin roll tidak stabil, SOP kerja yang kurang dipahami oleh karyawan, bahan adonan krim terlalu kental yang menyebabkan adonan menggumpal, karyawan yang kelelahan dan lingkungan kerja kurang nyaman karena suhu ruang produksi yang tinggi. Rekomendasi perbaikan yang diberikan antara lain, melakukan perawatan mesin rutin, memberikan pelatihan kerja kepada karyawan, memberikan SOP atau instruksi kerja yang jelas serta menciptakan lingkungan kerja yang nyaman bagi karyawan.

**Kata kunci :** Cacat, Produk, *Six Sigma*, Diagram Pareto, Rekomendasi Perbaikan.

**PERENCANAAN PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK *WAFER*  
*STICK* DENGAN PENERAPAN METODE *SIX SIGMA*  
(Studi Kasus di PT. Gizindo Pangan Sejati)**

Oleh  
**Novriansyah**

Skripsi  
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
**SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**

Pada

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

Judul Skripsi : **PERENCANAAN PENGENDALIAN  
KUALITAS PRODUK *WAFER STICK*  
DENGAN PENERAPAN METODE *SIX  
SIGMA* (Studi Kasus di PT. Gizindo Pangan  
Sejati)**

Nama : **Novriansyah**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1914231034

Program Studi : **Teknologi Industri Pertanian**

Fakultas : **Pertanian**

**Menyetujui,**

1. **Komisi Pembimbing**



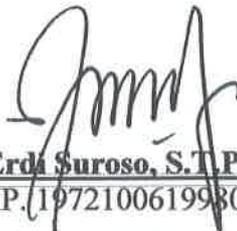
**Ir. Otik Nawansih, M.P.**  
NIP. 196505031990102001



**Pramita Sari Anungputri, S.T.P., M.Si.**  
NIP. 198809182015042002

**Mengetahui**

2. **Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian**



**Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A.**  
NIP. 197210061998031005

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

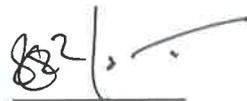
**Ketua : Ir. Otik Nawansih, M.P.**



**Sekretaris : Pramita Sari Anungputri, S.T.P., M.Si.**



**Penguji Bukan Pembimbing : Ir. Harun Al Rasyid, M.T.**



**2. Dekan Fakultas Pertanian**



**Prof. Dr. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.**  
NIP. 196110201986031002

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 31 Juli 2023**

## PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah Novriansyah NPM 1914231034

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil kerja saya sendiri yang berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi material yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 31 Juli 2023

Yang membuat pernyataan



Novriansyah

NPM. 1914231034

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di OKU pada 16 November 1999, sebagai anak ketiga dari Bapak Suwanton dan Ibu Nurmawati. Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SDN 7 Martapura (2005 – 2011), Sekolah Menengah Pertama di SMPN 1 Martapura(2011 – 2014), Sekolah Menengah Akhir di SMAN 2 Martapura (2014 – 2017). Penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2019 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Pada bulan Januari – Februari 2022, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Sridadi, Kecamatan Buay Madang, Kabupaten OKU Timur, Provinsi Sumatera Selatan. Pada bulan Juli – Agustus tahun 2022, penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT. Sugar Labinta Lampung Selatan dengan judul “Mempelajari Proses Produksi Gula Kristal Rafinasi Dan Water Treatment Plant (WTP) Operation Di PT. Sugar Labinta Lampung Selatan”. Selama menjadi mahasiswa aktif, penulis aktif dalam kegiatan kemahasiswaan yaitu menjadi Anggota Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung (HMJ THP FP Unila), Staff Ahli Kepemudaan Badan Eksekutif Mahasiswa Universitas Lampung (BEM U), Duta GenRe Inovator Universitas Lampung 2022, dan Anggota English Society Universitas Lampung (ESo Unila).

## SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan atas ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya yang tak terhingga. Shalawat serta salam penulis haturkan kepada Nabi Muhammad S.A.W. beserta keluarga, para sahabat, dan pengikutnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perencanaan Pengendalian Kualitas Produk *Wafer Stick* Dengan Penerapan Metode *Six Sigma* (Studi Kasus di PT. Gizindo Pangan Sejati)” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian pada Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, motivasi, serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, perkenankan penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A. selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Bapak Ir. Harun Al Rasyid, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung dan dosen pembahas yang telah memberikan saran serta masukan kepada penulis selama penyusunan proposal hingga penyelesaian skripsi penulis.
4. Ibu Ir. Otik Nawansih, M.P., selaku pembimbing utama yang senantiasa memberikan bimbingan, motivasi, serta saran kepada penulis selama penelitian, hingga penyelesaian skripsi penulis.
5. Ibu Pramita Sari Anungputri, S.T.P., M.Si., selaku pembimbing akademik dan pembimbing kedua yang senantiasa memberikan bimbingan, arahan, serta saran kepada penulis selama perkuliahan, penelitian hingga penyelesaian skripsi penulis.

6. Bapak Ritchie Kurnia Tannoto., selaku Pembimbing Lapangan yang telah memberikan arahan dan motivasi selama penelitian skripsi.
7. Seluruh Bapak dan Ibu dosen pengajar, staf, dan karyawan yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat dan membantu penulis selama menjadi mahasiswa di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
8. Seluruh Karyawan PT. Gizindo Pangan Sejati yang telah memberikan motivasi, informasi dan arahan selama penelitian skripsi.
9. Kedua orang tua tercinta, Bapak Suwanto dan Ibu Nurmawati, serta kakak-kakak saya Ahmad Solihin dan Apriyanto yang senantiasa memberikan motivasi dan dukungan baik mental maupun finansial, kasih sayang, dan doanya selama ini yang tak pernah terputus untuk kesuksesan penulis.
10. Sahabat-sahabat KPS tersayang, Dhifa, Reynaldo, Dimas, Nurmiali, dan Zeda yang telah memberikan saran, dukungan, dan menjadi tempat keluh kesah penulis.
11. Sahabat-sahabat seperjuangan, Toni, Bella, Hilda, Ghozy, Sholeha, dan Berti, yang senantiasa memberikan semangat, motivasi, dan saran kepada penulis.
12. Kak Alit Sanjaya dan Kak Al Isman Arif yang senantiasa memberikan bantuan, masukan, semangat, dan informasi selama proses penyusunan skripsi penulis.
13. Keluarga besar Teknologi Industri Pertanian angkatan 2019 dan semua pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan dan semangat kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak terlepas dari kekurangan dan masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan dipergunakan sebaik-baiknya, dan bermanfaat bagi penulis dan pembaca. Aamiin.

Bandar Lampung, 31 Juli 2023

Penulis

Novriansyah

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xv</b>
<b>I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Kerangka Pemikiran .....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
2.1. <i>Wafer Stick</i> .....	7
2.1.1. Bahan Pembuatan <i>Wafer Stick</i> .....	7
2.1.2. Proses Produksi <i>Wafer Stick</i> .....	8
2.1.2.1. Bahan Baku <i>Wafer Stick</i> .....	11
2.1.2.2. Bahan Baku Kulit .....	11
2.1.2.3. Bahan Baku Krim .....	14
2.1.2.4. Pembuatan Adonan.....	15
2.1.2.5. Proses Pembuatan Kulit dan <i>Wafer Stick</i> .....	17
2.1.2.6. Proses Pemanggangan dan Penggulungan .....	17
2.1.2.7. Proses Pengisian Krim .....	18
2.1.2.8. Proses Pemotongan.....	18
2.1.2.9. Proses Pengemasan.....	18
2.1.3. Mesin dan Peralatan .....	20
2.1.3.1. <i>Ball Mill</i> .....	20

2.1.3.2. <i>Mixer</i> .....	21
2.1.3.3. <i>Oven For Roll</i> .....	21
2.2. Pengendalian Kualitas .....	22
2.2.1. Pengertian Pengendalian .....	22
2.2.2. Sistem Manajemen Mutu .....	23
2.2.3. Pengertian Kualitas .....	23
2.2.4. Pengendalian Kualitas <i>Wafer Stick</i> .....	23
2.3. Tujuan Pengendalian Kualitas.....	25
2.4. Faktor Yang Berpengaruh Terhadap Pengendalian Kualitas .....	26
2.5. <i>Six Sigma</i> .....	26
2.5.1. Pengertian <i>Six Sigma</i> .....	26
2.5.2. Tahap Implementasi Pengendalian Kualitas <i>Six Sigma</i> .....	28
<b>III. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>32</b>
3.1. Waktu danTempat.....	32
3.2. Alat dan Bahan .....	32
3.3. Metode Penelitian .....	32
3.4. Metode Pengumpulan Data .....	33
3.5. Metode Analisis Data.....	33
3.5.1 Implementasi Pengendalian Kualitas Dengan <i>Six Sigma</i> .....	33
3.6. Diagram Alir Penelitian.....	37
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>39</b>
4.1. Deskripsi Objek Penelitian.....	39
4.1.1. PT. Gizindo Pangan Sejati.....	39
4.1.2. Penentuan Produk Cacat Di PT. Gizindo Pangan Sejati .....	41
4.2. Hasil Analisis dan Pengolahan Data.....	41
4.2.1 Penerapan Pengendalian Kualitas Dengan <i>Six Sigma</i> .....	41
A. <i>Define</i> .....	41
B. <i>Measure</i> .....	42
C. <i>Analyze</i> .....	46
D. <i>Improve</i> .....	52
E. <i>Control</i> .....	56

<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>57</b>
5.1 Kesimpulan .....	57
5.2 Saran .....	58
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>59</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Formulasi Kulit <i>Wafer Stick</i> .....	8
2. Formulasi Krim <i>Wafer Stick</i> .....	8
3. Standar Mutu Biskuit SNI 2973:2011.....	25
4. Konversi Nilai Sigma.....	27
5. Spesifikasi Produk PT Gizindo Pangan Sejati .....	40
6. Usulan Perbaikan Jenis Cacat <i>Wafer Stick</i> Tidak Tergulung .....	53
7. Usulan Perbaikan Jenis Cacat <i>Wafer Stick</i> Kosong .....	54
8. Usulan Perbaikan Jenis Cacat <i>Wafer Stick</i> Patah .....	55
9. Laporan Produksi <i>Wafer Stick</i> Februari 2023 .....	70
10. Laporan Produksi <i>Wafer Stick</i> Maret 2023 .....	71
11. Hasil Pengukuran DPMO dan Level <i>Six Sigma</i> Bulan Februari 2023..	75
12. Hasil Pengukuran DPMO dan Level <i>Six Sigma</i> Bulan Maret 2023 .....	76
13. Perhitungan Peta Kendali Februari 2023 .....	80
14. Perhitungan Peta Kendali Maret 2023 .....	81
15. Jumlah Proporsi Cacat Bulan Februari 2023.....	82
16. Jumlah Proporsi Cacat Bulan Maret 2023.....	82

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram Alir Proses Produksi <i>wafer stick</i> .....	9
2. Contoh Diagram Pareto Pendekatan <i>Six Sigma</i> .....	36
3. Contoh Diagram Sebab Akibat Pendekatan <i>Six Sigma</i> .....	37
4. Diagram Alir Metode Penelitian.....	38
5. Produk <i>Wafer stick</i> PT. Gizindo Pangan Sejati .....	40
6. Peta Kendali Bulan Februari 2023 .....	45
7. Peta Kendali Bulan Maret 2023.....	45
8. Diagram Pareto Jenis Cacat Bulan Februari 2023 .....	47
9. Diagram Pareto Jenis Cacat Bulan Maret 2023.....	48
10. Diagram Sebab-Akibat Jenis Cacat <i>Wafer Stick</i> Tidak Tergulung .....	49
11. Diagram Sebab-Akibat Jenis Cacat <i>Wafer Stick</i> Kosong.....	50
12. Diagram Sebab-Akibat Jenis Cacat <i>Wafer Stick</i> Patah .....	51
13. Lokasi Pabrik PT. Gizindo Pangan Sejati .....	64
14. Layout Pabrik PT. Gizindo Pangan Sejati.....	65
15. Mesin <i>Mixer</i> PT. Gizindo Pangan Sejati .....	66
16. Mesin <i>Ball Mill</i> PT. Gizindo Pangan Sejati .....	66
17. Mesin <i>Oven For Roll</i> PT. Gizindo Pangan Sejati.....	67
18. Mesin <i>Packaging Wafer Stick</i> PT. Gizindo Pangan Sejati.....	67
19. Cacat Produk <i>Wafer Stick</i> Tidak Tergulung .....	68
20. Cacat Produk <i>Wafer Stick</i> Kosong .....	68
21. Cacat Produk <i>Wafer Stick</i> Patah .....	69
22. Penimbangan Cacat Produk <i>Wafer Stick</i> PT. Gizindo Pangan Sejati ...	69
23. Surat Balasan Izin Penelitian dari Perusahaan.....	83
24. Surat Keterangan Penelitian .....	84

25. Sertifikat Halal Produk <i>Wafer Stick</i> PT. Gizindo Pangan Sejati .....	85
26. Struktur Organisasi PT. Gizindo Pangan Sejati.....	86
27. Foto dengan Kepala Bagian Produksi PT. Gizindo Pangan Sejati .....	87

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Semakin banyaknya usaha di bidang makanan maka produsen berlomba-lomba dalam menghasilkan produk yang berkualitas yang tentunya didukung oleh kemajuan teknologi di zaman sekarang. Ketatnya persaingan bisnis ini mendorong setiap produsen untuk selalu menjaga kualitas produk yang dihasilkan dari bisnis yang dijalankan. Produk yang berkualitas tinggi menjadi hal yang penting dalam sebuah bisnis makanan. Kualitas produk menjadi sangat penting karena akan berhubungan dengan minat atau kepuasan konsumen terhadap produk tersebut serta relasi kerja sama perusahaan dapat terjaga.

Menurut Rimantho dan Mariani (2017) kualitas adalah parameter penting bagi konsumen dalam memilih atau membeli suatu produk. Konsumen menginginkan produk yang dibeli dengan kualitas yang baik, murah, bervariasi, dan mudah didapat. Pengendalian kualitas menjadi upaya yang dapat dilakukan perusahaan dalam menjaga produk yang dihasilkan. Tujuan pengendalian kualitas ini untuk meminimalisir kecacatan produk dalam sekali produksi (Safrizal dan Muhajir, 2016).

Pengendalian kualitas produk bisa dilakukan dengan menerapkan metode *six sigma*. *Six sigma* merupakan metode pengendalian kualitas produk yang sering digunakan oleh perusahaan dan organisasi. Menurut Caesaron dan Tandianto (2016), metode *six sigma* meliputi identifikasi *critical to quality* dari suatu proses produksi sehingga akan ditemukan solusi dalam menyelesaikan permasalahan dalam proses produksi.

Menurut Sirine dan Kurniwati (2017), *Six sigma* merupakan strategi bisnis yang dapat membantu dalam berbagai aspek, diantaranya dapat mengurangi pemborosan, mengurangi biaya produksi yang berlebih, serta dapat meningkatkan efektivitas dari kegiatan produksi, sehingga dapat memenuhi harapan pelanggan. Analisis pengendalian kualitas dengan metode *six sigma* memiliki 5 tahapan, yaitu mendefinisikan (*define*), mengukur (*measure*), menganalisa (*analyze*), memperbaiki (*improve*) dan mengendalikan (*control*) atau disingkat dengan nama DMAIC (Ghiffari dkk., 2013). *Define* merupakan tahap pendefinisian masalah atau pengidentifikasian kebutuhan dan proses kunci dalam *six sigma*. *Measure* merupakan tahap pengukuran karakteristik kualitas produk atau proses *six sigma*. *Analyze* merupakan tahap analisis terkait faktor penyebab kecacatan produk. *Improve* merupakan tahap menyusun dan menetapkan rencana perbaikan yang akan dilakukan terhadap proses. *Control* merupakan langkah mendokumentasikan, menyebarluaskan dan mengimplementasikan prosedur yang telah distandarisasikan. *Six sigma* dapat juga diartikan sebagai sebuah sistem yang sangat komprehensif dan fleksibel dalam memaksimalkan sebuah usaha dengan melakukan identifikasi, perbaikan dan mengkaji ulang setiap proses usaha.

PT. Gizindo Pangan Sejati merupakan perusahaan industri manufaktur pangan yang beralamat di Jl. Raya Cibadak/Arya Jaya Sentika Kp Seglog RT/RW 01/02, tepatnya di Kabupaten Tangerang. PT. Gizindo Pangan Sejati merupakan perusahaan yang memproduksi *wafer stick* dengan merk “giziku”. Proses produksi *wafer stick* di PT ini masih mengalami kendala yaitu sering ditemukannya produk *wafer stick* yang cacat. *Defect* atau cacat produk ini melebihi batas toleransi yang ditetapkan oleh perusahaan yaitu maksimal 3%. Berdasarkan data yang diperoleh dari PT. Gizindo Pangan Sejati, data cacat produk *wafer stick* pada bulan Januari sampai Mei 2022 persentase cacat berada diatas 3% atau melebihi ambang batas yang ditoleransi perusahaan. PT. Gizindo Pangan Sejati belum pernah menerapkan metode *six sigma* dengan konsep DMAIC dalam mengatasi permasalahan cacat produk *wafer stick* yang diproduksi. Oleh karena itu, pengendalian kualitas produk di perusahaan ini perlu dilakukan dengan

menerapkan *six sigma* agar dapat mengurangi tingkat *defect* dan kerugian yang ditimbulkan.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana pengendalian kualitas produk *wafer stick* di PT. Gizindo Pangan Sejati?
2. Apa penyebab cacat produk *wafer stick* PT. Gizindo Pangan Sejati?
3. Bagaimana rencana tindakan perbaikan yang dilakukan untuk menekan cacat produk *wafer stick* di PT. Gizindo Pangan Sejati?

## 1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, tujuan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui jenis cacat produk yang terjadi dalam proses produksi wafer pada tahap *define six sigma*.
2. Mengetahui nilai DPMO (*Defect Per One Million Opportunities*) dan *sigma level* pada tahap *measure six sigma*.
3. Mengetahui cacat yang paling banyak terjadi pada produk *wafer stick* dengan diagram pareto dan mengidentifikasi faktor – faktor penyebab cacat produk *wafer stick* dengan diagram sebab-akibat pada tahap *analyze six sigma*.
4. Memberikan rekomendasi atau usulan perbaikan bagi perusahaan dalam mengatasi cacat produk pada tahap *improve six sigma*.

## 1.4. Kerangka Pemikiran

Metode *six sigma* dapat membantu pengendalian kualitas produk dalam sebuah perusahaan. Pengendalian kualitas dengan metode *six sigma* dapat memberikan manfaat bagi perusahaan diantaranya dapat menekan biaya produksi karena metode *six sigma* bisa meminimalisir terhadap banyaknya unit jumlah produksi

yang cacat. PT. Gizindo Pangan Sejati dalam memproduksi *wafer stick* masih memiliki kendala. Kendala tersebut yaitu banyak ditemukannya produk *wafer stick* yang cacat melebihi batas toleransi dari perusahaan. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengendalian kualitas dengan menerapkan metode *six sigma* dengan tahapan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve dan Control*).

*Define* merupakan tahap pendefinisian masalah dan pemetaan proses, *tools* yang digunakan yaitu *process mapping* dan *critical to quality (CTQ)*. *Measure* merupakan tahap pengukuran terkait karakteristik proses dan pengumpulan data dari proses, *tools* yang digunakan yaitu penentuan nilai DPMO, Sigma level dan identifikasi proses dengan peta kendali. *Analyze* merupakan tahap analisis terkait cacat yang paling dominan terjadi pada proses dan faktor penyebab cacat, *tools* yang digunakan yaitu diagram pareto dan diagram sebab akibat (*fishbone diagram*). *Improve* merupakan tahap memberikan solusi berupa rencana perbaikan agar defect dapat ditekan. *Control* merupakan tahap untuk mempertahankan dan mengoptimalkan perbaikan yang telah dilakukan dan mendokumentasikannya.

Penelitian terkait pengendalian kualitas dengan metode *six sigma* telah banyak dilakukan oleh beberapa penulis. Penelitian Salomon dkk (2015) terkait *six sigma* mendapat hasil bahwa di Department Injection di PT KG yang memproduksi *part* bening, sebelum dilakukan perbaikan dengan metode *six sigma* tingkat *reject* sebesar 3,57% dengan nilai sigma 4,015 dan 4,1999. Setelah dilakukan penerapan *six sigma* persentase *reject* menurun menjadi 1,61% dan 1,09%.

Penelitian Rimantho dan Mariani (2017) terkait *six sigma* pada pengendalian air bersih diperoleh hasil bahwa masalah yang paling utama adalah terjadi pada kondisi air yang keruh, asam, dan terdapat kandungan besi yang berlebih didalamnya. Setelah dianalisis dengan *six sigma*, menunjukkan bahwa tingkat *six sigma* sebesar 3,3 dengan kemungkinan cacat sebesar 34.491 dalam sejuta proses. Untuk itu usulan perbaikan yang dianalisis melalui diagram pareto dan diagram *fish bone*, *six sigma* mengalami perbaikan ditingkat 4,09 dengan kemungkinan kerusakan sebesar 5.526. Kusumawati dan Fitriyeni (2017) melakukan penelitian *six sigma* terhadap pengemasan gula memperoleh hasil bahwa perusahaan

terbilang baik untuk faktor kerusakan produknya. Tingkat *six sigma* sebesar 5,1 yang penyebab kerusakan disebabkan karena tenaga kerja kurang teliti.

Penelitian Hidayah (2018) yang melakukan penelitian terhadap kerusakan AMDK PT. Swabina Gatra Gresik memperoleh hasil bahwa factor-faktor penyebab kerusakan disebabkan karena, cacat lid, cacat gelas, cacat volume dan air kotor. Hairiyah dkk (2019) juga melakukan penelitian *six sigma* terhadap kualitas roti di UD CJ. *Bakery*. Hasil penelitian diperoleh bahwa proses perbaikan mutu roti dengan *six sigma* telah berhasil menurunkan produk cacat baik dari segi tekstur, wana dan ukuran. Nilai DPMO sebelum dilakukan perbaikan adalah 259.333 dengan nilai *level sigma* 2,24, sedangkan sesudah dilakukan perbaikan diperoleh nilai DPMO 115.600 dengan nilai *level sigma* 2,38.

Penelitian Suryatman dkk (2020), tentang pengendalian kualitas produk roma sandwich mendapatkan hasil terdapat 19,28% produk roma sandwich mengalami reject. Penelitian lain dilakukan oleh Arianti dkk(2020) terhadap pengendalian kualitas produk amplang karya bahari. Penelitian ini mendapat hasil bahwa kualitas amplang karya bahari masih dalam batas control tetapi masih terjadi kerusakan pada amplang karya bahari. Penyebab cacatnya adalah mesin yang kurang diperiksa secara rutin sehingga lem pada kemasan kurang merekat dengan kuat. Penelitian oleh Izzah dan Rozi (2019) pada UKM Alfiya Rebana Gresik mendapatkan hasil jumlah rebana yang diproduksi sebanyak 1.045 rebana dengan jumlah produk cacat sebanyak 146 rebana dengan nilai DPMO sebesar 144.835 buah rebana dengan tingkat sigma 2,5 dengan tingkat cacat yang dominan terjadi adalah cacat meletus sebesar 40%, retak sebesar 38%, dan suara kendur sebesar 22%.

Penelitian Fransiscus dkk (2014) menyatakan produk cacat dapat dikurangi apabila perusahaan mampu mengurangi jumlah cacat yang terjadi pada produk. Dengan menurunnya jumlah cacat diharapkan jumlah produk cacat juga menurun. Metode yang digunakan adalah *Six Sigma DMAIC* untuk mengurangi *paint bucket* cacat di PT X. Hasil dari penelitian ini adalah DPMO dan *sigma quality level* dari *bucket* polos secara berturut-turut adalah 7591,88 dan 3,93. DPMO dan sigma

quality level dari lid secara berturut-turut adalah 3420,77 dan 4,21. Sedangkan DPMO dan *sigma quality level* pada *bucket* berlabel adalah 8109,44 dan 3,92.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. *Wafer Stick*

*Wafer* merupakan jenis biskuit yang dibuat dari adonan cair dan memiliki tekstur yang renyah. *Wafer* dikelompokkan menjadi dua tipe yaitu *wafer* dengan jenis kadar gula yang rendah dan *wafer* dengan kadar gula yang tinggi. Lembaran *wafer* yang datar, berongga dan *cones* adalah jenis *wafer* yang memiliki kadar gula rendah, sedangkan *rolles sugar cones* dan *rolles wafer stick* memiliki kadar gula yang tinggi yaitu >10%. Menurut Wrigley *et al* (2016), kadar gula yang tinggi inilah yang membuat adonan wafer bisa digulung sebelum terjadi re-kristalisasi gula. Kadar gula yang tinggi menyebabkan lembaran adonan untuk pembuatan *wafer* bersifat plastis.

#### 2.1.1. Bahan Pembuatan *Wafer Stick*

Bahan pembuatan *wafer stick* terbagi menjadi dua, yaitu bahan kulit *wafer stick* dan bahan krim pengisi *wafer stick*. Bahan baku kulit *wafer stick* antara lain air, tepung terigu, dan gula, yang dapat dilihat pada Tabel 1. Penambahan bahan lain selain bahan baku bertujuan untuk meningkatkan tekstur, rasa atau kualitas dari *waferstick* (Tiefenbacher, 2017). Bahan lain yang dapat ditambahkan antara lain: tepung dari jenis sereal lainnya, gula jenis lainnya, *whey* bubuk, atau bahan berbasis telur (Wrigley *et al.*, 2016).

Tabel 1. Formulasi kulit *wafer stick*

Bahan	Jumlah (%)
Air	110-150
Gula	60-90
Fruktosa	0-2
Sirup	0-2
Pewarna karamel	0-3
Cokelat bubuk	0-12
Garam	0-1
Susu bubuk	0-5
Telur bubuk	0-2
Telur segar	0-7.2
Tepung terigu	100
Lemak/ minyak	0.5-5
Lesitin (cair)	0.2-1

Sumber: Tiefenbacher (2017)

Bahan baku pembuatan krim adalah gula, krim lemak, dan perisa. Formulasi bahan untuk pembuatan krim sangat bervariasi dan disesuaikan dengan kebutuhan pabrik (Tiefenbacher, 2017). Bahan pembuatan krim pada umumnya dapat mengikuti formulasi pada Tabel 2.

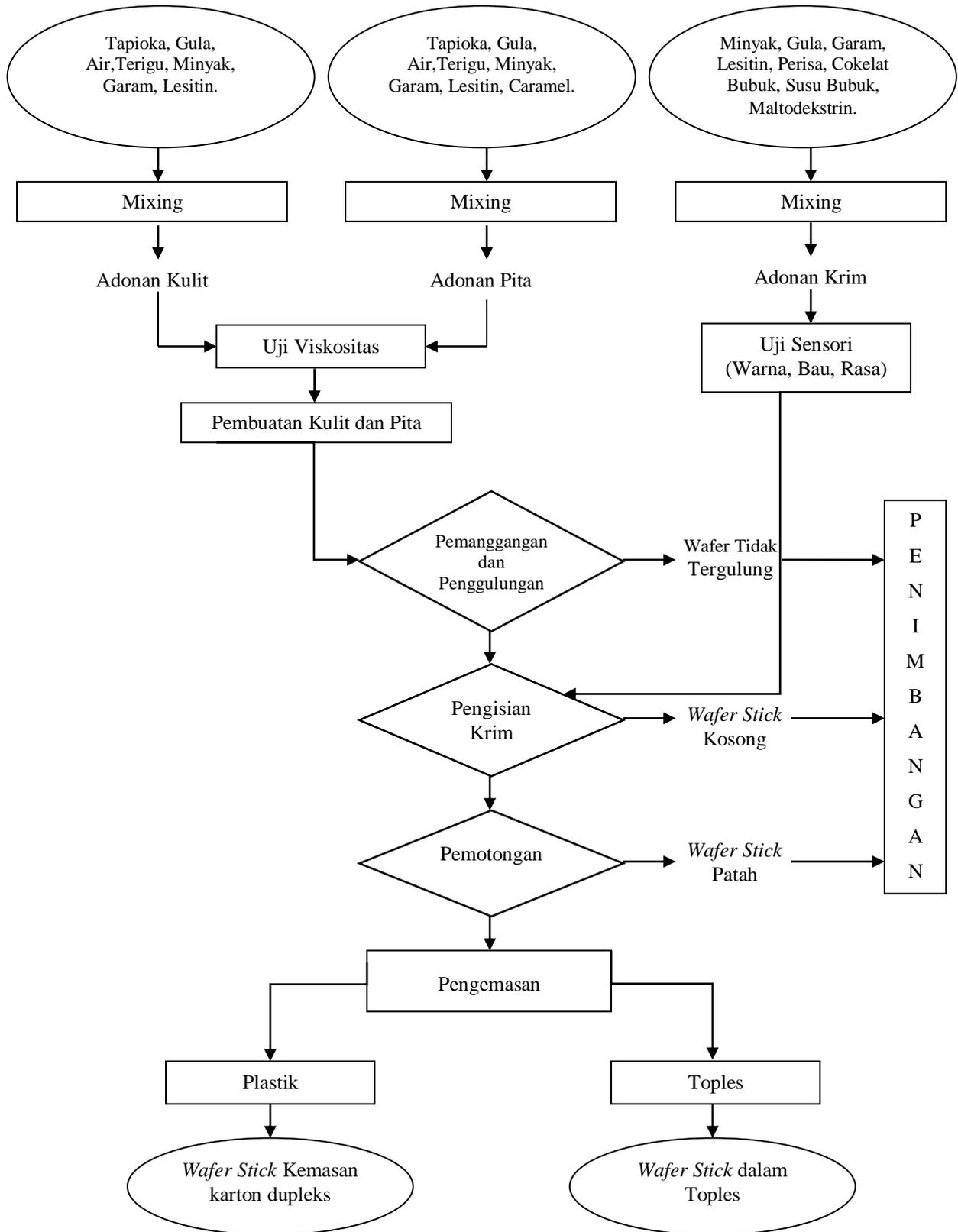
Tabel 2. Formulasi krim *wafer stick*

Bahan	Jumlah (%)
Krim lemak	30-42
Lesitin	0-0.3
Sukrosa (bubuk)	36-58
<i>Dextrose</i> (bubuk)	0-10
Sirup glukosa	0-16
Cokelat bubuk	0-12
Susu skim bubuk	0-16
<i>Whey</i> bubuk	0-12
Perisa	0-0.1
Asam sitrat	0-0.01
Pewarna	0-0.01
Garam	0-0.1

Sumber: Tiefenbacher (2017)

### 2.1.2. Proses Produksi

Tahapan proses produksi pembuatan wafer stick PT. Gizindo Pangan Sejati dapat dilihat pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Proses Produksi wafer stick PT. Gizindo Pangan Sejati.

Proses pembuatan *wafer stick* diawali dengan pencampuran bahan kulit. Bahan pertama yang dicampur adalah gula dan air, dengan penambahan sirup jika diinginkan. Selanjutnya ditambahkan dan dicampurkan bahan yang larut air seperti garam, susu, telur bubuk, dan pewarna. Bahan yang mudah membentuk gumpalan seperti susu, telur segar, dan bubuk maltodekstrin dapat dicampurkan dengan tepung terlebih dahulu. Kemudian ditambahkan bahan yang tidak larut air seperti tepung non-terigu, atau serat. Setelah itu, tepung terigu ditambahkan ke larutan gula dan dicampur hingga homogen. Lemak, minyak, atau lesitin ditambahkan dan dicampur selama 1,5-3 menit. Tahapan pencampuran disesuaikan dengan kebutuhan pabrik (Tiefenbacher, 2017).

Adonan hasil pencampuran bahan tersebut dibuat menjadi lapisan tipis, yang disebut kulit *wafer stick*. Kulit *wafer stick* dibentuk dengan menempatkan adonan diantara piringan dan konveyor *stainless steel*. Tekstur dari kulit *wafer stick* dipengaruhi oleh kandungan air dan total padatan terlarut di dalam adonan. Kadar air yang rendah dengan total padatan terlarut yang tinggi, akan menghasilkan tekstur kulit yang lebih keras. Selain itu, kandungan gula dan susu bubuk yang tinggi pada adonan dapat meningkatkan risiko kulit *wafer stick* menempel pada *conveyor*.

Lapisan tipis pada *conveyor* dipanaskan dengan api pada suhu 160-190°C secara cepat. Proses pemanasan ini dilakukan agar adonan menjadi fleksibel dan dapat digulung menjadi bentuk silinder (Wrigley *et al.*, 2016). Pada proses pemanasan, tidak dianjurkan menggunakan suhu yang terlalu tinggi (>190°C) karena dapat menghasilkan tekstur *wafer stick* yang rapuh. Krim yang telah dibuat dari pencampuran bahan krim diisi ke dalam lapisan adonan berbentuk silinder tersebut. Krim dapat diisi hingga memenuhi lubang silinder atau hanya diisi sebagian. Tahap ini bersifat opsional dan dapat dilewatkan jika tidak diinginkan. Suhu pengisian krim dijaga tetap diatas suhu 120°C, agar krim tidak menggumpal atau memadat (Tiefenbacher, 2017). *Wafer stick* yang masih lunak dipotong sesuai dengan ukuran yang diinginkan. *Wafer stick* yang telah dipotong berpindah ke *conveyor belt* untuk memasuki proses pendinginan. Proses pendinginan berfungsi untuk mempercepat kristalisasi gula agar tekstur *wafer stick* beserta

dengan krim di dalamnya menjadi padat dan renyah. Kadar air *wafer stick* harus dijaga tetap rendah (<6%) agar tekstur yang dihasilkan tetap renyah (Tiefenbacher, 2017).

Produk *wafer* harus ditempatkan di dalam kemasan yang memiliki permeabilitas rendah untuk melindungi produk dari kelembaban dan oksigen. Kelembaban yang tinggi dapat mengurangi kerenyahan *wafer stick*, sedangkan kadar oksigen yang tinggi dapat menyebabkan kerusakan karena oksidasi. Pada umumnya, produk *wafer stick* menggunakan kemasan berupa plastik, *film*, atau karton. Proses pengemasan ini biasanya dilakukan bersamaan dengan pencantuman kode produksi dan tanggal kedaluwarsa (Wrigley *et al.*, 2016).

#### **2.1.2.1 Bahan Baku Wafer Stick**

Bahan baku *wafer stick* terbagi menjadi bahan baku kulit dan bahan baku krim. Satu *batch* bahan baku kulit terdiri dari 25 kg tepung terigu. Satu *batch* bahan baku krim akan menghasilkan 250 – 260 kg krim, bergantung pada jenis rasa krim yang dibuat. Bahan baku yang sampai ke pabrik diperiksa kemasannya, dimana kemasan harus asli dari *supplier* dan tidak dikemas ulang. Bahan baku yang melewati tanggal kedaluwarsa atau memiliki kemasan yang cacat, akan ditolak dan dikembalikan kepada distributor.

#### **2.1.2.2 Bahan Baku Kulit**

##### **1). Air**

Air yang digunakan untuk proses produksi *wafer stick* adalah air mineral yang telah melewati tahapan filtrasi. Tahapan filtrasi air selengkapnya dijelaskan pada subbab 4.2. Air merupakan media untuk melarutkan bahan baku kulit, sehingga adonan yang dihasilkan memiliki tekstur yang lembut dan mudah mengalir. Di dalam pembuatan *wafer stick*, kadar air adonan berada diantara 43–52% (Tiefenbacher, 2017).

## 2). Tepung Terigu

Tepung terigu merupakan bahan utama dalam pembuatan *wafer stick*. Tepung terigu yang digunakan untuk pembuatan *wafer stick* adalah tepung terigu dengan tipe *soft*, karena tepung tipe ini memiliki kadar protein rendah (<10%). Kadar protein yang rendah digunakan untuk meminimalkan terbentuknya gluten. Gluten dapat membuat adonan menjadi elastis, sehingga sulit disebar pada loyang saat pemanggangan dan dapat menyumbat pipa adonan (Tiefenbacher, 2017).

## 3). Tepung Tapioka

Tepung tapioka atau tepung singkong ditambahkan ke dalam adonan kulit *wafer stick* untuk menurunkan *bulk density* dan *hardness*. Sehingga *wafer stick* yang dihasilkan memiliki tekstur yang lebih berongga dan lebih renyah (Patel *et al.*, 2016).

## 4). Gula, Garam, dan Perisa

Gula yang digunakan adalah gula rafinasi kristal. Tipe gula yang digunakan adalah gula R1 yang memiliki nilai ICUMSA (*International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis*) paling rendah (<45 IU). Semakin rendah nilai ICUMSA, maka gula akan semakin murni dan berwarna semakin putih. Sedangkan, semakin tinggi nilai ICUMSA, maka gula akan mengandung banyak kontaminan dan berwarna semakin cokelat (Krisnamurthi, 2012). Gula ini akan diayak dengan ayakan 60 mesh sebelum ditambahkan ke adonan. Penambahan gula dapat meningkatkan viskositas dan berat, serta menurunkan ketebalan *wafer stick*. Biskuit yang memiliki kadar gula tinggi memiliki tekstur yang renyah (Sumnu dan Sahin, 2008). Gula dapat menghalangi penyerapan air oleh tepung, sehingga sulit untuk membentuk gluten (Wrigley *et al.*, 2016). Garam ditambahkan ke dalam adonan untuk memperkuat *flavour* dan menurunkan *stickiness* dari adonan (Bhattacharya, 2015). Perisa ditambahkan untuk memberikan rasa khas pada *wafer stick*. Beberapa perisa yang digunakan yaitu perisa cokelat, kacang, dan *vanilla*.

### **5). Emulsifier**

Pengemulsi ditambahkan untuk mencampur fase polar dan non-polar yang terdapat di dalam adonan kulit agar tidak terpisah. Pengemulsi yang digunakan adalah soya lesitin. Lesitin digunakan agar distribusi bahan baku (terutama minyak) lebih homogen, meningkatkan tekstur kulit *wafer stick*, dan membuat *browning* oleh proses pemanggangan menjadi lebih merata (Norn, 2015).

### **6). Minyak Nabati**

Minyak yang digunakan adalah minyak kelapa sawit. Minyak kelapa sawit digunakan karena dapat mencapai kadar lemak padat hingga 20% pada adonan dengan harga yang terjangkau (Manley, 2011). Minyak ditambahkan ke dalam adonan kulit *wafer stick* untuk menghambat pembentukan gluten, menurunkan viskositas, meningkatkan *spread ability* adonan dan mengurangi ketebalan kulit. Selain itu, penambahan minyak juga dapat mengurangi gelatinisasi pati, sehingga tekstur *wafer stick* yang dihasilkan lebih renyah.

### **7). Enzim**

Enzim protease bekerja pada ikatan peptida di dalam gluten dan dapat mengurangi viskositas dan elastisitas adonan. Selain protease, enzim hemiselulase juga dapat ditambahkan ke dalam adonan kulit *wafer stick*. Hemiselulase memecah pentosa pada tepung sehingga adonan menjadi lebih lembut, dan lebih sedikit air yang dibutuhkan untuk membuat adonan (Manley, 2011).

### **8). Pewarna**

Beberapa contoh pewarna yang digunakan yaitu warna merah muda (eritrosin C.I. 45430), warna kuning (tartrazine C.I. 19140), warna orange (sunset yellow C.I. 15985), karamel alami, dan bubuk cokelat hitam afrika. Bagian kulit *wafer stick* yang berwarna cokelat disebut pita. Pita terbuat dari bahan yang sama dengan kulit *wafer stick*, dengan penambahan pewarna karamel alami. Karamel alami atau karamel kelas I merupakan karamel yang dibuat dengan proses pemanasan dengan/tanpa asam atau alkali. Pembuatan karamel alami tidak menggunakan senyawa amonia atau sulfat (Attokaran, 2017). Penambahan pewarna karamel

dapat dilakukan saat *mixing* adonan pita, atau setelah *mixing* adonan kulit dan pita (pita dipisahkan terlebih dahulu).

### **2.1.2.3. Bahan Baku Krim**

#### **1). Gula, Garam, dan Perisa**

Gula ditambahkan ke dalam adonan krim untuk meningkatkan rasa manis dan viskositas adonan (Wrigley et al., 2016). Sedangkan penambahan garam dan perisa pada adonan krim, memiliki fungsi yang sama dengan penambahan garam dan perisa pada adonan kulit *wafer stick*.

#### **2). Minyak Nabati**

Minyak nabati yang digunakan yaitu minyak kelapa sawit. Minyak yang ditambahkan ke dalam adonan berfungsi sebagai pelarut untuk bahan baku krim. Karena sifatnya sebagai pelarut ini, maka minyak juga berfungsi untuk mengatur tingkat kekentalan krim. Penambahan minyak nabati harus disertakan dengan penambahan emulsifier, agar tidak terjadi pemisahan antara krim dengan minyak (Talbot, 2009).

#### **3). Emulsifier**

Pengemulsi juga digunakan di dalam pembuatan adonan krim untuk mencampur fase polar dan non-polar agar tidak terpisah. Pengemulsi yang digunakan adalah soya lesitin. Soya lesitin dipilih sebagai pengemulsi karena ketersediaannya yang tinggi dan harganya yang lebih terjangkau, dibandingkan dengan emulsifier lainnya. Penambahan emulsifier pada adonan krim, memiliki fungsi yang sama dengan penambahan emulsifier pada adonan kulit *wafer stick* (Norn, 2015).

#### **4). Susu Bubuk**

Susu bubuk yang digunakan adalah susu *whole milk* atau *full cream*, yang memiliki kadar lemak 26-27%. Penambahan susu bubuk pada adonan krim memberikan *milky* dan *creamy flavour*, serta membuat tekstur krim menjadi lebih lembut (Talbot, 2009).

### **5). Cokelat Bubuk**

Penambahan cokelat bubuk pada adonan krim dapat meningkatkan total padatan cokelat pada krim tanpa meningkatkan kadar lemak. Selain itu, cokelat bubuk digunakan untuk memberikan rasa dan warna khas cokelat (Talbot, 2009).

### **6). *Bulking Agent***

*Bulking agent* digunakan pada krim untuk meningkatkan massa krim dan menurunkan tingkat kemanisan. Pengisi yang digunakan pada krim adalah maltodekstrin. Maltodekstrin adalah karbohidrat yang memiliki kalori lebih rendah (4.0 kcal/gram) dibandingkan lemak (9.0 kcal/gram). Sehingga penambahan maltodekstrin sebagai pengganti lemak dapat menurunkan jumlah kalori produk. Viskositas yang tinggi pada maltodekstrin juga memberikan tekstur seperti lemak. Maltodekstrin tidak memiliki rasa yang sama dengan lemak dan lebih larut air sehingga maltodekstrin hanya dapat digunakan untuk menggantikan sebanyak 30-40% lemak (Hull, 2009).

## **2.1.2.4. Pembuatan Adonan**

### **1). Adonan Kulit dan Pita *Wafer Stick***

Bahan-bahan yang dibutuhkan untuk membuat kulit tidak dimasukkan ke dalam *mixer* secara sekaligus, untuk memaksimalkan proses homogenisasi adonan dalam pembuatan adonan kulit *wafer stick*. Bahan adonan kulit *wafer stick* dimasukkan mulai dari tepung tapioka, gula, dan air. Selanjutnya tepung terigu dimasukkan secara perlahan-lahan agar tidak terbentuk gumpalan ketika diaduk, sehingga dapat dihasilkan adonan yang homogen. Setelah itu ditambahkan minyak, garam, karamel dan lesitin. Bahan-bahan ini kemudian diaduk dengan menggunakan *mixer* selama 2 menit. Ruangan *mixing* adonan kulit dan pita *wafer stick* di PT Gizindo Pangan Sejati dapat dilihat pada Lampiran 3.

Setelah proses *mixing* selesai, adonan yang dihasilkan diuji viskositasnya secara manual dengan menggunakan corong dan *timer*. Pengujian viskositas ini dilakukan oleh karyawan bagian pengawasan mutu. Viskositas diuji dengan memasukkan adonan ke dalam corong 250 ml sampai penuh, kemudian

penyumbat corong dilepaskan sehingga adonan mengalir keluar. Waktu yang digunakan untuk mengalirkan seluruh adonan keluar dari corong diukur dengan menggunakan *timer*. Waktu yang dikehendaki untuk adonan keluar seluruhnya dari corong yaitu 43-45 detik. Setelah itu, sebagian dari adonan yang akan digunakan sebagai adonan pita diberi pewarna karamel.

Setelah uji viskositas, adonan di tempatkan di dalam ember dan siap dipindahkan ke mesin OFR. Adonan kulit dan pita *wafer stick* dapat disimpan maksimal satu jam. Jika dibiarkan lebih dari satu jam maka adonan akan mengembang, sehingga ketika dibuat menjadi kulit *wafer stick* akan menjadi rapuh. Jika dibiarkan selama enam jam maka adonan akan menjadi asam dan berbuih.

## **2). Adonan Krim Wafer Stick**

Sebelum adonan dibuat, *ball mill* dipastikan bersih dan tidak ada sisa krim, terutama jika ingin membuat krim yang berbeda jenis dengan krim yang dibuat sebelumnya. Jika masih ada sisa krim, *ball mill* harus dibilas dengan minyak. Serupa dengan proses pembuatan adonan kulit *wafer stick*, bahan-bahan yang digunakan tidak dimasukkan sekaligus ke dalam *ball mill*. Bahan yang dimasukkan untuk pembuatan krim dimulai dari minyak, gula, garam, lesitin, perisa, maltodekstrin, coklat bubuk, dan susu bubuk. Bahan-bahan ini kemudian diaduk dengan menggunakan *ball mill* selama dua jam. Setelah proses *mixing* selesai, adonan ditempatkan di dalam ember, lalu ditutup dengan plastik.

Adonan yang akan dipindahkan ke mesin OFR diuji secara kualitatif dengan uji sensori (warna, bau, dan rasa). Umur simpan krim dapat mencapai enam bulan jika disimpan pada kondisi penyimpanan yang baik (bersih, tertutup rapat, dan sejuk). Akan tetapi PT Gizindo Pangan Sejati menyimpan krim maksimal selama satu bulan. Pencampuran bahan baku kulit *wafer stick* maupun krim, sebagian bahan yang merupakan bahan pendukung dicampur terlebih dahulu dalam wadah-wadah yang lebih kecil. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan efisiensi kerja, sehingga operator dapat langsung menuang ke wadah yang telah disiapkan tersebut setiap akan digunakan.

Pembuatan adonan kulit, pita, dan krim *wafer stick* menjadi *critical control point* (CCP), karena proses ini memiliki risiko kontaminasi fisik yang tinggi.

Kontaminasi fisik berupa logam dari peralatan *mixing* dapat terjadi jika terdapat bagian *mixer* yang patah atau terkikis. Jika ditemukan bagian alat yang patah dan tidak dapat ditemukan, sebaiknya adonan *batch* tersebut tidak diolah lebih lanjut (Marques *et al.*, 2012).

#### **2.1.2.5. Proses Pembuatan Kulit dan Pita *Wafer Stick***

Mesin OFR dipanaskan terlebih dahulu sampai suhu loyang mencapai kira-kira 180-200°C. Loyang siap digunakan apabila sudah mencapai suhu tersebut, dan dapat dipastikan dengan memercikkan air ke atas loyang. Bila tetesan air pada loyang segera menguap, berarti loyang sudah cukup panas atau siap untuk digunakan dan adonan kulit dan pita serta krim siap untuk dibuat, bahan-bahan tersebut dimasukkan ke dalam tangki pada mesin OFR yang tersedia untuk masing-masing bahan. Proses pemindahan adonan kulit, pita, dan krim ke dalam tangki pada OFR dilakukan dengan menggunakan ember plastik secara manual. Tahap berikutnya adalah mengalirkan adonan kulit dan pita ke atas loyang.

#### **2.1.2.6. Proses Pemanggangan dan Penggulungan**

Proses pemanggangan berlangsung selama 30 detik (satu kali putaran loyang). Jika kulit dan pita yang dihasilkan sudah terlihat matang dan utuh (dari pengamatan visual), dilanjutkan dengan proses penggulungan dengan bantuan *nozzle* penggulung. Proses penggulungan ini dilakukan dalam kondisi kulit dan pita masih panas, sehingga kulit dan pita berada dalam kondisi lunak. Lembaran kulit dan pita *wafer stick* disambungkan ke *nozzle* penggulung secara manual oleh operator. Air dialirkan ke sistem penggulung melalui selang kecil, dan disemprotkan pada lembaran kulit dan pita *wafer stick*. Penambahan air dalam jumlah kecil ini akan membuat lembaran menjadi lebih lengket dan mudah menempel, sehingga dapat mencegah pemisahan kulit dan pita *wafer stick* setelah digulung.

Proses pemanggangan termasuk ke dalam CCP karena adonan yang tidak matang sepenuhnya, berisiko menjadi media bagi mikroba untuk tumbuh jika tidak

dilakukan dengan benar. Mikroba yang dapat tumbuh yaitu *Salmonella* sp., *Staphylococcus aureus*, dan *Escherichia coli*. Suhu di dalam *wafer stick* minimal harus mencapai 70°C untuk memastikan produk tersebut sudah matang (Marques *et al.*, 2012).

#### **2.1.2.7. Proses Pengisian Krim**

Tahap berikutnya adalah pengisian krim ke dalam lubang *wafer stick* melalui pipa pada *nozzle* penggulung. Sehingga dihasilkan *wafer stick* dengan krim di dalamnya. Proses ini akan terus berlangsung hingga ke tahap selanjutnya yaitu proses pemotongan *wafer stick*.

#### **2.1.2.8. Proses Pemotongan**

*Wafer stick* dipotong dengan panjang 10 cm untuk kemasan primer plastik, dan panjang 15 cm untuk kemasan primer toples plastik. Alat pemotong *wafer stick* ini dilengkapi dengan *timer*. Pengaturan *timer* pemotong dilakukan dengan menggunakan *relay* dan diatur agar memotong setiap satu detik (dalam satu menit dihasilkan 60 batang *wafer stick*). Setelah *wafer stick* dipotong sesuai dengan ukuran yang diinginkan, sebelum dikemas *wafer stick* akan dilakukan pemeriksaan sensori oleh bagian pengawasan mutu. Parameter uji sensori tersebut terdiri dari warna, rasa, bau, dan kerenyahan. Kemudian berat bersih diperiksa dengan menimbang *wafer stick* sesuai berat per kemasan. *Sampling* juga dilakukan dengan mengambil beberapa buah *wafer stick* dan ditimbang per buah. Satu buah *wafer stick* memiliki berat 4.9-5.5 gram (10 cm dan 15 cm). Panjang *wafer stick* yang berbeda memiliki berat yang sama, karena *wafer stick* dengan panjang 10 cm diisi krim lebih banyak dibandingkan *wafer stick* dengan panjang 15 cm.

#### **2.1.2.9. Proses Pengemasan**

##### **1). Pengemasan Karton Dupleks**

Pengemasan *wafer stick* dengan karton dupleks dilakukan dengan menggunakan mesin *packing* horizontal. *Wafer stick* pada konveyor ditempatkan ke dalam

plastik besar, ditimbang per 3 kg bahan. Kemudian *wafer stick* 3 kg tersebut ditumpuk pada palet dan diberi kode tanggal produksi, jenis bahan, dan *shift* pembuatan bahan. *Wafer stick* ini disebut bahan setengah *packing*. Bahan setengah *packing* ini diambil oleh bagian *packing* untuk dikemas secara manual pada mesin *packing* horizontal (1 *pack* isi 2 *wafer stick*). Selanjutnya, *wafer stick* yang telah terbungkus berpindah ke konveyor dan dimasukkan ke dalam karton dupleks. Karton dupleks ditutup dan diberi label. Setelah itu dimasukkan ke dalam dus, disegel dengan lakban, dan disusun di atas palet.

## 2). Pengemasan Toples Plastik

Pengemasan *wafer stick* dengan toples plastik dilakukan manual pada konveyor berjalan. Ketika *wafer stick* masih panas dan lunak, petugas *packing* menempatkan *wafer stick* tersebut ke dalam toples secepat mungkin. Jika terlalu lama dibiarkan di atas konveyor, *wafer stick* akan menjadi keras dan mudah hancur sehingga sulit untuk dimasukkan ke toples hingga penuh. Setelah terisi penuh, petugas menimbang *wafer stick* sesuai berat yang diinginkan. Petugas *packing* di ujung konveyor menimbang kembali berat *wafer stick* sambil melakukan sortir *wafer stick* yang memiliki kerusakan fisik. Kemudian petugas menutup toples dan disegel dengan *sellotape* dan *shrink plastic*. Produk yang telah dikemas, dimasukkan ke dalam kardus, disegel dengan lakban, lalu disusun di atas palet.

Kode produksi diberikan pada setiap kemasan. Kemasan toples plastik sebagai kemasan primer, kode produksi dan tanggal kedaluwarsa dicantumkan pada label menggunakan mesin *coding hot ink*. Kemasan plastik selofan sebagai kemasan primer, kode produksi dan tanggal kedaluwarsa dicantumkan otomatis pada plastik oleh mesin *packing* horizontal. Karton dupleks sebagai kemasan sekunder juga diberikan tanggal kedaluwarsa. Kardus sebagai kemasan tersier diberikan cap tanggal kedaluwarsa beserta dengan *shift* pembuatan produk tersebut (A untuk *shift* pagi, B untuk *shift* siang, dan C untuk *shift* malam). Umur simpan semua produk *wafer stick* terhitung 1 tahun sejak tanggal produksi. Contoh pemberian kode produksi: 30 9 2017 (30= tanggal produksi, 9= bulan produksi, 2017= tahun produksi + 1 tahun untuk tanggal kedaluwarsa).

### 2.1.3. Mesin dan Peralatan

PT Gizindo Pangan Sejati memiliki 8 *line* produksi yang terdiri dari 2 mesin *mixing*, 8 mesin *ball mill*, dan 8 mesin OFR. Seluruh mesin OFR dan 6 mesin *ball mill* akan dioperasikan saat *peak season*, sedangkan untuk produksi sehari-hari, pabrik menggunakan 3 mesin OFR dan 2 mesin *ball mill*.

#### 2.1.3.1 *Ball Mill*

*Ball mill* merupakan alat yang digunakan untuk membuat adonan krim *wafer stick*. Alat pengaduk ini berbentuk tabung yang bergerak secara horizontal, dan dilengkapi dengan media penggiling berupa bola-bola yang berada di dasar tangki. Ketika bahan-bahan yang akan dicampur dimasukkan ke dalam *ball mill*, bahan-bahan tersebut akan mengisi ruang kosong yang terdapat di antara bola-bola di dasar tangki. Saat pengaduk bergerak untuk mencampur bahan-bahan tersebut, ukuran partikel menjadi semakin kecil akibat tumbukan dengan bola-bola (Talbot, 2009). Adonan yang telah diaduk akan melewati pipa yang mengarah kembali ke dalam *ball mill* agar adonan di dasar *ball mill* tidak mengendap. Adonan dipompa kembali ke *ball mill* sebanyak 3-4 kali agar hasil pengadukan menjadi homogen.

*Ball mill* yang digunakan di PT. Gizindo Pangan Sejati tidak menggunakan pemanas. Panas yang dibutuhkan untuk memasak krim diperoleh melalui perputaran serta gesekan bola-bola *stainless steel* yang terdapat di dasar tangki *ball mill*. Panas yang dihasilkan mencapai 70-80°C. *Ball mill* terdiri dari bagian-bagian berupa dinamo motor berkekuatan 4101,35 watt untuk menggerakkan pengaduk, bola-bola *stainless steel* dengan diameter 1,3 cm untuk membantu proses homogenisasi krim, *gear box*, pengaduk *stainless steel*, dan tangki *stainless steel* berkapasitas 300 kg dengan diameter 105 cm dan tinggi 115 cm. Bola-bola yang digunakan sebagai media penggiling pada *ball mill* dapat terbuat dari berbagai bahan seperti keramik atau *stainless steel*. Bola-bola yang terbuat dari *stainless steel* lebih umum digunakan karena memiliki risiko kontaminasi fisik lebih rendah (Lizer, 2010).

### 2.1.3.2. Mixer

*Mixer* adalah alat yang digunakan untuk membuat adonan *wafer stick*. Jenis *mixer* yang digunakan dalam proses pembuatan adonan *wafer stick* ialah *high shear mixer*. *Impeller* pada *mixer* ini dapat berputar dengan kecepatan 60 rpm hingga 800 rpm (Lister dan Ennis, 2004). Bagian *mixer* dapat dilihat pada lampiran 3. *Mixer* terdiri dari bagian-bagian berupa dinamo motor dengan kekuatan 5592,75 watt untuk menggerakkan pengaduk, *gear box*, pengaduk *stainless steel*, *baffles*, dan tangki *stainless steel* berkapasitas 135 kg (dapat digunakan untuk 2 *batch*) dengan ukuran diameter 70 cm dan tinggi 62 cm. *Baffles* digunakan untuk menyebarkan aliran adonan, sehingga dapat mencegah partikel di dalam adonan berkumpul di satu titik (Varzakas dan Tzia, 2015). Untuk menjaga agar adonan yang dihasilkan homogen ditambahkan kain penyaring dengan ukuran 10 mesh pada bagian keran yang digunakan untuk mengalirkan adonan keluar dari tangki *mixer*.

### 2.1.3.3. Oven for Roll

OFR (*Oven for Roll*) merupakan alat utama yang digunakan untuk menghasilkan *wafer stick*. Mesin OFR dapat dilihat pada Lampiran 3. Mesin ini dapat menghasilkan 60 *wafer stick* per menit. OFR terdiri dari bagian-bagian berupa:

1. *Gear box*,
2. *Nozzle* penggulung berkecepatan 150 rpm yang berguna untuk menggulung *wafer stick* dan mengalirkan krim,
3. Dinamo motor untuk menggerakkan *nozzle* dan pengaduk krim, pompa krim dan adonan kulit berkekuatan 372,85 watt,
4. Motor penggerak untuk menggerakkan pompa, loyang berbentuk *baking wheel* dengan diameter 2 m yang digunakan untuk memanggang lembaran adonan kulit,
5. Konveyor dengan panjang 12 m dan lebar 0.8 m yang digunakan untuk menjalankan produk jadi ke bagian pengemasan,
6. Tangki adonan kulit berkapasitas 30 kg dengan ukuran diameter 31 cm dan tinggi 33 cm,

7. Tangki adonan pita berkapasitas 8 kg dengan ukuran diameter 31 cm dan tinggi 24 cm,
8. Tangki krim berkapasitas 40 kg dengan ukuran diameter 35 cm dan tinggi 34 cm. Tangki krim dilengkapi dengan pengaduk berkecepatan 75 sampai 100 rpm agar krim tetap encer dan tidak mengental,
9. Kompor pemanas yaitu kompor gas yang berguna untuk memanaskan loyang,
10. Pipa adonan kulit berdiameter 1,9 cm,
11. Pipa adonan pita dan krim berdiameter 1,3 cm,
12. Pisau pemotong, yang berguna untuk memotong *wafer stick* menurut ukuran tertentu (10 cm dan 15 cm) dan bekerja dengan bantuan *timer*.

## **2.2. Pengendalian Kualitas**

### **2.2.1. Pengertian Pengendalian**

Pengendalian merupakan sebuah kegiatan untuk mengontrol atau mengatur sebuah kegiatan produksi agar hasil dari proses produksi tersebut memiliki kualitas yang baik dan sesuai dengan yang diharapkan. Menurut Hasibuan (2016), pengendalian diartikan sebagai suatu proses yang harus dicapai sesuai dengan standar yang ditetapkan yang meliputi pelaksanaan, evaluasi pelaksanaan yang dilakukan serta melakukan perbaikan – perbaikan terhadap hal-hal dalam proses tersebut yang masih belum maksimal, agar proses tersebut bisa sesuai dengan standar. Melalui penjelasan ini dapat ditarik kesimpulan bahwa pengendalian adalah serangkaian proses untuk mengobservasi dan juga mengontrol terkait seluruh kegiatan proses produksi agar proses produksi berjalan sebagaimana mestinya. Pengendalian sangat penting dilakukan karena pengendalian tidak hanya melakukan perbaikan terhadap bagian dalam proses yang belum maksimal, pengendalian juga sebagai tindakan preventif untuk timbulnya kesalahan dalam proses produksi, untuk itu pengendalian harus dilakukan dari awal proses produksi sampai hasil akhir produksi.

### **2.2.2. Sistem Manajemen Mutu**

Persaingan usaha baik lokal ataupun global di bidang manufaktur saat ini semakin ketat. Oleh karena itu, setiap perusahaan harus memberikan kualitas produk yang baik agar dapat bersaing yang didasarkan pada sistem manajemen mutu. Setiap perusahaan tentu menerapkan sistem manajemen mutu yang berbeda-beda. Sistem manajemen mutu yang terpadu harus ada dalam setiap perusahaan seperti ISO. Menurut Nasution (2010) sistem merupakan prosedur yang dilakukan dalam sebuah organisasi atau perusahaan untuk menjamin kualitas. Sistem manajemen mutu ini sebagai tolak ukur perusahaan dalam memberikan kualitas produk yang baik kepada pelanggan. PT. Gizindo Pangan Sejati yang bergerak dalam bidang manufaktur pangan pembuatan produk *wafer stick* telah memiliki sertifikat ISO 9001:2008.

### **2.2.3. Pengertian Kualitas**

Kualitas menjadi hal sangat penting, dizaman sekarang orang-orang dalam memilih suatu produk akan melihat kualitas dari produk yang akan dibeli, kualitas produk yang baik akan menjaga keberlanjutan proses produksi dan eksistensi dari perusahaan yang menjalankan bisnis. Perusahaan harus melakukan berbagai upaya untuk menjaga kualitas produknya agar bisa selalu menarik minat konsumen dan tetap bisa bersaing dengan perusahaan lain dengan tipe bisnis yang sama. Menurut Assauri (2015) kualitas produk menjadi sebuah parameter kemampuan dari sebuah produk atau merk dalam memenuhi kebutuhan manusia. Berdasarkan penjelasan ini bisa ditarik kesimpulan bahwa kualitas adalah parameter kepuasan konsumen dalam memenuhi kebutuhan, yang meliputi bentuk, rasa, ataupun karakteristik dari produk tersebut yang sudah melampaui harapan konsumen.

### **2.2.4. Pengendalian Kualitas *Wafer Stick***

Pengendalian kualitas dalam sebuah perusahaan adalah suatu kegiatan pengecekan, pemeriksaan dan pengawasan terhadap suatu proses produksi. Kegiatan pengecekan, pemeriksaan dan pengawasan ini biasanya menggunakan

sebuah metode tertentu agar lebih terarah dan parameter yang diawasi memberikan hasil yang sesuai dengan yang diharapkan (Maulana dkk, 2014). Pengendalian kualitas meliputi aktivitas produksi dari awal proses sampai akhir, dimulai dari perencanaan proses produksi (*plan*), selanjutnya penerapan rencana tersebut (*do*), kemudian pengecekan kembali sejauh mana proses produksi telah dijalankan (*check*) dan terakhir adalah melakukan perbaikan terhadap bagian-bagian dari siklus produksi yang belum maksimal (*action*). Menurut Supardi dan Dharmanto (2020), pengendalian kualitas dapat diukur secara statistik untuk mengetahui kegiatan proses produksi disuatu perusahaan sudah baik atau masih buruk.

Pengendalian kualitas produksi *wafers* dimulai dari penanganan bahan baku. Bahan baku harus disimpan pada ruang penyimpanan dengan kadar air rendah, serta mengikuti prinsip *first in first out*. Kemudian pengendalian mutu proses pembuatan *wafers* dilakukan dengan mengatur batas viskositas adonan, mengatur suhu adonan tetap stabil selama proses produksi, menjaga kadar air *wafers* tetap rendah, mengatur keseragaman berat lembaran adonan, dan mengatur batas densitas krim (Tiefenbacher, 2017).

Penjaminan kualitas *wafers* dapat dilakukan dengan menyesuaikan spesifikasi bahan baku dengan spesifikasi standar pabrik, menguji keutuhan segel kemasan, menimbang berat kemasan, dan uji sensori produk (Tiefenbacher, 2017). Kriteria uji lainnya dapat dilihat pada tabel persyaratan mutu biskuit menurut Standar Nasional Indonesia dengan parameter berupa bau, rasa, warna, kadar air, protein, asam lemak bebas, cemaran logam, dan cemaran mikroba (BSN, 2011). Standar mutu biskuit menurut SNI 2973:2011 dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Standar Mutu Biskuit SNI 2973:2011

No.	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Keadaan		
1.1	Bau	-	normal
1.2	Rasa	-	normal
1.3	Warna	-	normal
2	Kadar air (b/b)	%	maks. 5
3	Protein ( $N \times 6.25$ ) (b/b)	%	min. 5 min. 4.5* min. 3**
4	Asam lemak bebas (sebagai asam oleat) (b/b)	%	maks. 1.0
5	Cemaran logam		
5.1	Timbal (Pb)	mg/kg	maks. 0.5
5.2	Kadmium (Cd)	mg/kg	maks. 0.2
5.3	Timah (Sn)	mg/kg	maks. 40
5.4	Merkuri (Hg)	mg/kg	maks. 0.05
5.5	Arsen (As)	mg/kg	maks. 0.5
6	Cemaran mikroba		
6.1	Angka Lempeng Total	koloni/g	maks. $1 \times 10^4$
6.2	<i>Coliform</i>	APM/g	20
6.3	<i>Escherichia coli</i>	APM/g	< 3
6.4	<i>Salmonella sp.</i>	-	negatif/ 25 g
6.5	<i>Staphylococcus aureus</i>	koloni/g	maks. $1 \times 10^2$
6.6	<i>Bacillus cereus</i>	koloni/g	maks. $1 \times 10^2$
6.7	Kapang dan khamir	koloni/g	maks. $2 \times 10^2$
CATATAN:			
* untuk produk biskuit yang dicampur dengan pengisi dalam adonan			
** untuk produk biskuit yang diberi pelapis atau pengisi ( <i>coating/ filling</i> )			

### 2.3. Tujuan Pengendalian Kualitas

Tujuan pengendalian kualitas yaitu bisa mengetahui dengan cepat terkait faktor-faktor yang menyebabkan atau mengganggu proses produksi, sehingga perbaikan dapat segera dilakukan terhadap produk yang tidak sesuai sehingga produk yang cacat tidak terlalu banyak jumlahnya (Montgomery, 2013). Tujuan akhir dari pengendalian kualitas ialah menekan jumlah kerusakan produk dan peluang kerugian akibat proses produksi yang berhubungan dengan biaya produksi dapat ditekan sekecil mungkin. Apabila pengendalian kualitas ini berjalan baik, maka produk akhir akan dapat memenuhi kepuasan dan kebutuhan konsumen. Selain itu, *image* perusahaan akan tetap terjaga karena produknya yang berkualitas.

## **2.4. Faktor-Faktor yang Berpengaruh Terhadap Pengendalian Kualitas**

Menurut Irwan dan Haryono (2015) pengendalian kualitas menjelaskan bahwa penggunaannya diarahkan untuk mengukur pencapaian standar yang ditetapkan. Faktor-faktor yang mempengaruhi pengendalian kualitas antara lain sebagai berikut.

1. Segi operator yaitu keterampilan dan keahlian dari manusia yang menangani produk.
2. Segi bahan baku yaitu bahan baku yang dipasok oleh penjual.
3. Segi mesin yaitu jenis mesin dan elemen-elemen mesin yang digunakan dalam proses produksi.
4. Segi lingkungan yaitu perusahaan menyediakan sarana dan prasarana yang memadai untuk menunjang kinerja operator atau sumber daya manusia.

Pengendalian kualitas berperan penting untuk mengetahui sampai sejauh mana proses dan hasil produksi (jasa) yang dibuat sesuai dengan standar yang ditetapkan perusahaan. Pengawasan kualitas terhadap produk akhir yang mempunyai spesifikasi sesuai dengan standar kualitas yang telah ditetapkan agar biaya desain produk, biaya inspeksi dan biaya proses produksi dapat berjalan secara efisien.

## **2.5. Six Sigma**

### **2.5.1. Pengertian Six Sigma**

*Six sigma* adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan proses bisnis yang bertujuan untuk mengurangi *defect* produk atau *offgrade* dan juga kesalahan dalam proses produksi. Sebuah perusahaan yang menerapkan *six sigma* akan bisa mencegah terjadinya kerusakan yang banyak pada saat proses produksi, dapat mengembalikan investasi yang lebih baik dalam hal produksi serta dapat memenuhi kepuasan konsumen. Proses pengukuran metode *six sigma* menerapkan sistem *tools-tools statistic* dan teknik untuk pengurangan cacat produk hingga tidak lebih dari 3,4 DPMO (*Defect per Million Opportunities*) atau

99,99966%. *Six Sigma* menggunakan DMAIC yang merupakan singkatan dari *Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*. Menurut Gaspersz (2006), apabila konsep *six sigma* akan ditetapkan dalam bidang *manufacture*, terdapat enam aspek yang perlu diperhatikan yaitu:

- a. Identifikasi karakteristik produk yang memuaskan pelanggan (sesuai kebutuhan dan ekspektasi pelanggan).
- b. Mengklasifikasikan semua karakteristik kualitas itu sebagai CTQ (*Critical To-Quality*) individual .
- c. Menentukan apakah setiap CTQ tersebut dapat dikendalikan melalui pengendalian material, mesin proses kerja dan lain-lain.
- d. Menentukan batas maksimum toleransi untuk setiap CTQ sesuai yang diinginkan pelanggan (menentukan nilai UCL dan LCL dari setiap CTQ).
- e. Menentukan maksimum variasi proses untuk setiap CTQ (menentukan nilai maksimum standar deviasi untuk setiap CTQ ).
- f. Mengubah desain produk dan / atau proses sedemikian rupa agar mampu mencapai nilai target *Six Sigma*.

*Six Sigma* merupakan sebuah filosofi bagi manajemen perusahaan dan *six sigma* merupakan alat ukur bagi upaya organisasi untuk memperbaiki kualitas produk melalui perbaikan kualitas proses. Hasil dari peningkatan kualitas yang diukur dapat dikonversi dalam nilai sigma, dapat dilihat pada Tabel 4 sebagai berikut.

Tabel 4. Konversi Nilai *Sigma*

Level Six Sigma	Persentase yang Memenuhi Spesifikasi	DPMO (Kegagalan Cacat Per Sejuta Kesempatan)
6 <i>Sigma</i>	99,9997	3,4
5 <i>Sigma</i>	99,9770	233,0
4 <i>Sigma</i>	99,3790	6210,0
3 <i>Sigma</i>	93,3200	66807,0
2 <i>Sigma</i>	69,2000	308538,0
1 <i>Sigma</i>	31,0000	691462,0

Sumber : Rofaidah, 2017.

## 2.5.2. Tahap-Tahap Implementasi Pengendalian Kualitas dengan Six Sigma

Menurut Pete dan Larry (2002), tahap-tahap implementasi peningkatan kualitas dengan *Six sigma* terdiri dari lima langkah yaitu menggunakan metode DMAIC atau *Define, Measure, Analyse, Improve, and Control*, yaitu sebagai berikut:

### A. Define

*Define* adalah penetapan sasaran dari aktivitas peningkatan kualitas *Six Sigma*. Langkah ini untuk mendefinisikan rencana-rencana tindakan yang harus dilakukan untuk melaksanakan peningkatan dari setiap tahap proses bisnis kunci. Terdapat tiga hal yang berkaitan dengan aktivitas pada tahap ini:

1. Mendefinisikan proses inti dari bisnis.
2. Menentukan *output* kunci dari proses inti tersebut, dan para pelanggan kunci yang mereka layani.
3. Menciptakan peta tingkat tinggi dari proses inti atau proses strategis.

Selain hal-hal diatas, hal lain yang masuk ke bagian *define* ini yaitu penetapan sasaran pengendalian kualitas dengan *six sigma*. Pada bagian manajemen penetapan sasaran ini akan menjadi tujuan strategi dari perusahaan, seperti meningkatkan *return of investment* (ROI). Pada bagian produksi akan menurunkan jumlah produk yang rusak, biaya produksi, produktivitas, dan meningkatkan hasil produksi lebih baik. Pada bagian proyek akan berdampak pada *downtime* mesin, menurunkan jumlah produk yang cacat serta meningkatkan hasil akhir dari kegiatan produksi.

### B. Measure

*Measure* merupakan tindak lanjut dari langkah sebelumnya yaitu *define*. *Measure* merupakan langkah oprasional yang kedua dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Terdapat tiga hal pokok yang harus dilakukan, yaitu:

- 1) Memilih atau menentukan karakteristik kualitas (*Critical to Quality*) kunci. Penetapan *Critical to Quality* kunci harus disertai dengan pengukuran yang dapat dikuantifikasikan dalam angka-angka. Hal ini bertujuan agar tidak menimbulkan persepsi dan interpretasi yang dapat saja salah bagi setiap orang

dalam proyek *six sigma* dan menimbulkan kesulitan dalam pengukuran karakteristik kualitas keandalan.

- 2) Mengembangkan rencana pengumpulan data pengukuran karakteristik kualitas dapat dilakukan pada tingkat, yaitu :
  - a) Pengukuran pada tingkat proses (*process level*)
  - b) Pengukuran pada tingkat *output*(*output level*)
  - c) Pengukuran pada tingkat *outcome*(*outcome level*)
- 3) Pengukuran *baseline* kinerja pada tingkat output.

Fase *measure* berkaitan dengan pengumpulan informasi mengenai kondisi saat ini dan melakukan pengukuran atau studi kemampuan proses yang ada saat ini.

Pengukuran atau perhitungan secara statistik dalam tahap *measure* dibagi menjadi beberapa tahap, yaitu:

### **1. Pengukuran Tingkat Six Sigma dan Defect Per Million Opportunities (DPMO).**

*Baseline* kinerja biasanya ditetapkan dengan menggunakan satuan pengukuran DPMO dan tingkat kapabilitas Sigma (Sigma Level). Pengukuran dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana *output* dari proses dapat memenuhi kebutuhan pelanggan. Pengukuran di tahap ini meliputi perhitungan DPU, DPO dan nilai DPMO.

### **2. Identifikasi Proses dengan Peta Kendali**

Peta kendali p (pengendali proporsi kesalahan) merupakan salah satu peta kendali atribut yang digunakan untuk mengendalikan bagian produk cacat dari hasil produksi. Pengendali proporsi kesalahan (p-chart) digunakan untuk mengetahui apakah cacat produk yang dihasilkan masih dalam batas yang disyaratkan atau tidak. Dapat dikatakan juga sebagai perbandingan antara banyaknya cacat dengan semua pengamatan, yaitu setiap produk yang diklasifikasikan sebagai “diterima” atau “ditolak”. Peta pengendali proporsi kesalahan digunakan bila kita memakai ukuran cacat berupa proporsi produk cacat dalam setiap sampel yang diambil.

Peta kendali bisa dibuat melalui *software minitab*, bila sampel yang diambil untuk setiap kali observasi jumlahnya selalu sama atau konstan, maka langkah-langkah pembuatan peta kendali *p* dengan menggunakan *software minitab* adalah sebagai berikut:

1. Masukkan data produk yang cacat pada lembar kerja *minitab*
2. Klik: *Stat – Control Charts – Attributes Charts – p*
3. Masukkan data pada kolom “*Variables*”, dan masukkan angka ukuran sampel pada kolom “*subgroup sizes*”, lalu OK.

Bila sampel yang diambil bervariasi untuk setiap kali melakukan observasi atau jumlah sampel berubah-ubah jumlahnya, maka pada kolom “*subgroup sizes*” diisi dengan jumlah seluruh ukuran sampel atau nilai rata-rata seluruh sampel (Poerwanto, 2013).

### **C. Analyze**

*Analyze* merupakan langkah operasional yang ketiga dalam program peningkatan kualitas *six sigma*.

Ada beberapa hal yang harus dilakukan pada tahap ini yaitu :

1. Menentukan stabilitas dan kemampuan ( kapabilitas)
2. Menetapkan target kinerja dari karakteristik kualitas (CTQ) kunci.  
 Penetapan target kinerja dengan *six sigma* berdasarkan prinsip yaitu *Specific, Measurable, Achievable, Result-Oriented, dan Time Bound*.
3. Mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab masalah kualitas.  
 Mengidentifikasi sumber-sumber masalah yang berpengaruh terhadap kualitas produk digunakan alat analisa berupa diagram sebab akibat atau diagram tulang ikan (*fish bone diagram*). Diagram tulang ikan ialah diagram keterkaitan yang didalamnya akan terdapat analisa dan menciptakan cara-cara membuat produk yang lebih baik dan hasil produk yang dicapai akan baik pula. Identifikasi masalah menggunakan diagram ini didasarkan pada prinsip 7M, yaitu *Manpower, Machines, Methods, Materials, Media, Motivation, dan Money*.

#### ***D. Improve***

Pada langkah ini diterapkan suatu rencana tindakan untuk melaksanakan peningkatan kualitas *six sigma*. Rencana tersebut mendeskripsikan tentang alokasi sumber daya serta prioritas atau alternatif yang dilakukan. Tim peningkatan kualitas *six sigma* harus mengkuaitaskan target yang harus dicapai, mengapa rencana tindakan tersebut dilakukan, dimana rencana tindakan itu akan dilakukan, bilamana rencana itu akan dilakukan, siapa penanggungjawab rencana tindakan itu, bagaimana melaksanakan rencana tindakan itu dan berapa besar biaya pelaksanaannya serta manfaat positif dari implementasi rencana tindakan itu. Efektivitas dari rencana tindakan yang dilakukan akan tampak dari penurunan persentase biaya kegagalan kualitas terhadap nilai penjualan total sejalan dengan meningkatnya kapabilitas *sigma*.

#### ***E. Control***

*Control* merupakan tahap operasional terakhir dalam upaya peningkatan kualitas berdasarkan *six sigma*. Praktik-praktik terbaik yang sukses dalam peningkatan proses distandarisasi dan disebarluaskan, prosedur didokumentasikan dan dijadikan sebagai pedoman standar, serta kepemilikan atau tanggung jawab ditransfer dari tim kepada pemilik atau penanggung jawab proses.

Tahap *control* memiliki 2 alasan dalam melakukan standarisasi:

1. Pengendalian kualitas yang telah dilaksanakan harus distandarisasi, sebab jika tidak distandarisasi maka akan ada kemungkinan manajemen perusahaan dan tenaga kerja akan menggunakan kembali metode pengendalian kualitas yang lama sehingga masalah pengendalian kualitas yang telah terselesaikan dapat muncul kembali.
2. Pengendalian kualitas yang telah dilaksanakan dan diselesaikan dengan metode *six sigma* harus distandarisasi dan didokumentasikan, jika tidak maka akan ada kemungkinan dari manajemen perusahaan atau karyawan baru menggunakan metode pengendalian kualitas yang berbeda sehingga dapat memunculkan kembali masalah yang telah diselesaikan melalui metode *six sigma* oleh karyawan lama.

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 7 Maret – 21 Maret 2023 di PT. Gizindo Pangan Sejati yang bergerak dibidang produksi *wafer stick* dengan merk “giziku” yang beralamat di Jl. Raya Cibadak/Arya Jaya Sentika Kp. Seglog RT/RW.01/02, Tangerang, Banten.

#### 3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu pena, *logbook*, *handphone*, dan laptop. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data produksi dan data cacat produk *wafer stick* PT. Gizindo Pangan bulan Februari dan Maret 2023.

#### 3.3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif. Teknik penelitian yaitu survei yang melakukan pengamatan langsung dilapangan. Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer, yakni data yang diperoleh langsung dari tempat penelitian berupa data hasil produksi wafer stick dan data cacat produk wafer stick. Data sekunder, yakni data yang diperoleh dari berbagai macam sumber referensi yang tersedia seperti buku, jurnal atau studi literatur yang ada dan wawancara dengan pihak perusahaan.

### 3.4. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini sebagai berikut:

#### 1. Observasi

Penelitian ini melakukan observasi dengan mengumpulkan data hasil produksi dan data cacat produk *wafer stick*. Data hasil produksi dan data cacat produk diperoleh dari *check sheet* atau laporan harian produksi di PT. Gizindo Pangan Sejati. Produk *wafer stick* yang cacat dikumpulkan menjadi satu sesuai dengan kategorinya yang selanjutnya ditimbang agar diketahui berapa banyak produk cacat dalam waktu sehari produksi. Tidak ada *sampling* dalam proses pengambilan data. Semua hasil produksi digunakan untuk proses perhitungan *defect* produk.

#### 2. Studi Literatur dan Kepustakaan

Studi pustaka yang digunakan dalam penelitian bersumber dari berbagai jurnal ilmiah, skripsi, artikel yang relevan, serta sumber lainnya yang dapat mendukung dalam memperoleh data.

### 3.5. Metode Analisis Data

Metode yang digunakan mengacu pada prinsip-prinsip yang terdapat dalam metode *six sigma*. Metode ini digunakan untuk mengantisipasi terjadinya kesalahan atau *defect* dengan menggunakan langkah-langkah terukur dan terstruktur. Dengan berdasar pada data yang ada, maka *Continuous improvement* dapat dilakukan berdasar metodologi *six sigma* yang meliputi DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve* dan *Control*).

#### 3.5.1. Implementasi Pengendalian Kualitas dengan Metode Six Sigma

##### A. Define

Pada tahapan ini ditentukan proporsi *defect* yang menjadi penyebab kerusakan dan sumber kegagalan produksi. Cara yang ditempuh adalah:

1. Mendefinisikan masalah standar kualitas dalam menghasilkan produk yang telah ditentukan perusahaan.

2. Mendefinisikan rencana tindakan yang harus dilakukan berdasarkan hasil observasi dan analisis penelitian.
3. Menetapkan sasaran dan tujuan peningkatan kualitas *six sigma* berdasarkan hasil observasi.

### ***B. Measure***

*Measure* merupakan langkah operasional kedua dalam program peningkatan kualitas *six sigma*. Hasil pengukuran menghasilkan nilai metrik yang menunjukkan kemampuan proses saat ini dan dijadikan tolak ukur perusahaan dalam melakukan tindakan perbaikan. Mengukur kinerja sekarang pada tingkat proses, *output*, dan/atau *outcome* untuk ditetapkan sebagai *baseline* kinerja pada awal proyek *six sigma*.

Pengukuran atau perhitungan secara statistik dalam tahap *measure* dibagi menjadi beberapa tahap, yaitu:

#### **1. Pengukuran Tingkat Six Sigma dan Defect Per Million Opportunities (DPMO).**

Perhitungan DPO, DPMO, dan nilai sigma dilakukan dengan menggunakan *calculate sigma*. Langkah-langkah perhitungannya adalah (Gaspersz, 2006):

a. DPU (*Defect per unit*)

$$DPU = \frac{\text{Defect (D)}}{\text{Unit Produced (U)}}$$

b. TOP (*Total Opportunities*)

$$TOP = U \times OP$$

= *Unit Produced* x Aspek Kualitas

c. DPO (*Deffect Per Opportunities*)

$$DPO = \frac{\text{Jumlah Cacat}}{\text{Unit Produced x Aspek Kualitas}} = \frac{\text{Jumlah Cacat}}{TOP}$$

d. DPMO (*Defect Per Million Opportunities*)

$$DPMO = DPO \times 1.000.000$$

e. Mengukur level sigma dengan mengkonversi nilai DPMO ke Tabel sigma.

## 2. Identifikasi Proses dengan Peta Kendali (*P-Chart*) atau *Control Chart*.

Peta kendali dapat disusun dengan langkah sebagai berikut (Gaspersz, 2006):

1). Pengambilan data produksi dan data cacat produk untuk analisis

Data yang digunakan yaitu data produksi dan cacat produk di PT. Gizindo Pangan Sejati dalam kurun waktu 2 bulan yakni bulan Februari dan Maret 2023.

2). Pemeriksaan karakteristik dengan menghitung nilai proporsi kecacatan dan nilai *center limit* (CL) atau batas tengah.

$$p = \frac{np}{n}$$

Keterangan:

p : proporsi kecacatan

np : Jumlah produksi (per hari)

n : Total kecacatan produk (per hari)

$$CL = \frac{\sum np}{\sum n}$$

Keterangan :

n : jumlah total kecacatan produk

np : jumlah total produksi

3). Menentukan batas kendali terhadap pengawasan yang dilakukan dengan menetapkan nilai UCL (*Upper Control Limit* / batas spesifikasi atas) dan LCL (*Lower Control Limit* / batas spesifikasi bawah). Taraf signifikansi sebesar 99,73%.

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

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

Keterangan:

UCL : *Upper Control Limit*

LCL : *Lower Control Limit*

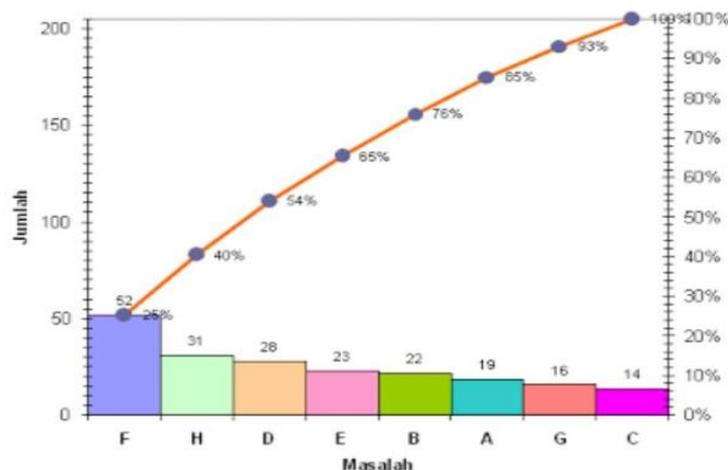
### C. Analyze

*Analyze* mengidentifikasi penyebab masalah kualitas dengan menggunakan :

#### 1. Diagram Pareto

Setelah melakukan *measure* dengan diagram *P-Chart*, maka akan diketahui apakah ada produk yang berada diluar batas kontrol atau tidak. Jika ternyata diketahui ada produk rusak yang berada di luar batas kontrol, maka produk tersebut akan dianalisis dengan menggunakan diagram pareto untuk diurutkan berdasarkan tingkat proporsi kerusakan terbesar sampai dengan terkecil.

Diagram pareto ini akan membantu untuk memfokuskan pada masalah kerusakan produk yang lebih sering terjadi, yang mengisyaratkan masalah-masalah mana yang bila ditangani akan memberikan manfaat yang besar. Contoh diagram pareto disajikan dalam Gambar 2 berikut.

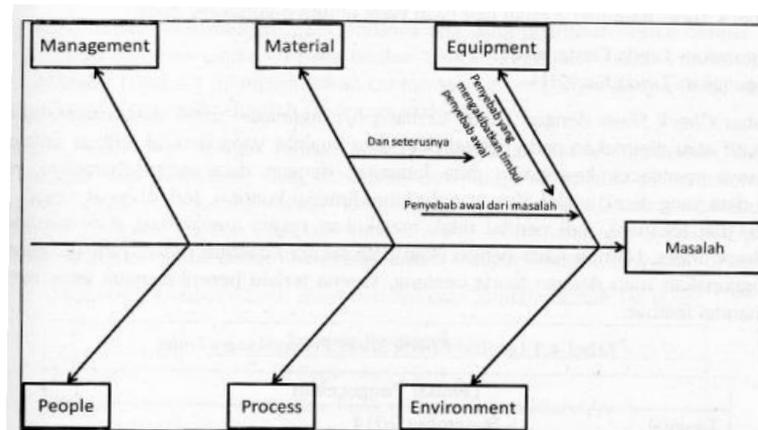


Sumber: Rofaidah, 2017.

Gambar 2. Contoh Diagram Pareto Pendekatan *Six Sigma*

#### 2. Diagram sebab – akibat (*Fishbone Diagram*)

Diagram sebab akibat digunakan sebagai pedoman teknis dari fungsi-fungsi operasional proses produksi untuk memaksimalkan nilai-nilai kesuksesan tingkat kualitas produk sebuah perusahaan pada waktu bersamaan dengan memperkecil risiko-risiko kegagalan. Contoh diagram sebab-akibat disajikan dalam Gambar 3 berikut.



Sumber: Tannady, 2015.

Gambar 3. Diagram Sebab Akibat (*Fish Bone Diagram*)

#### ***D. Improve***

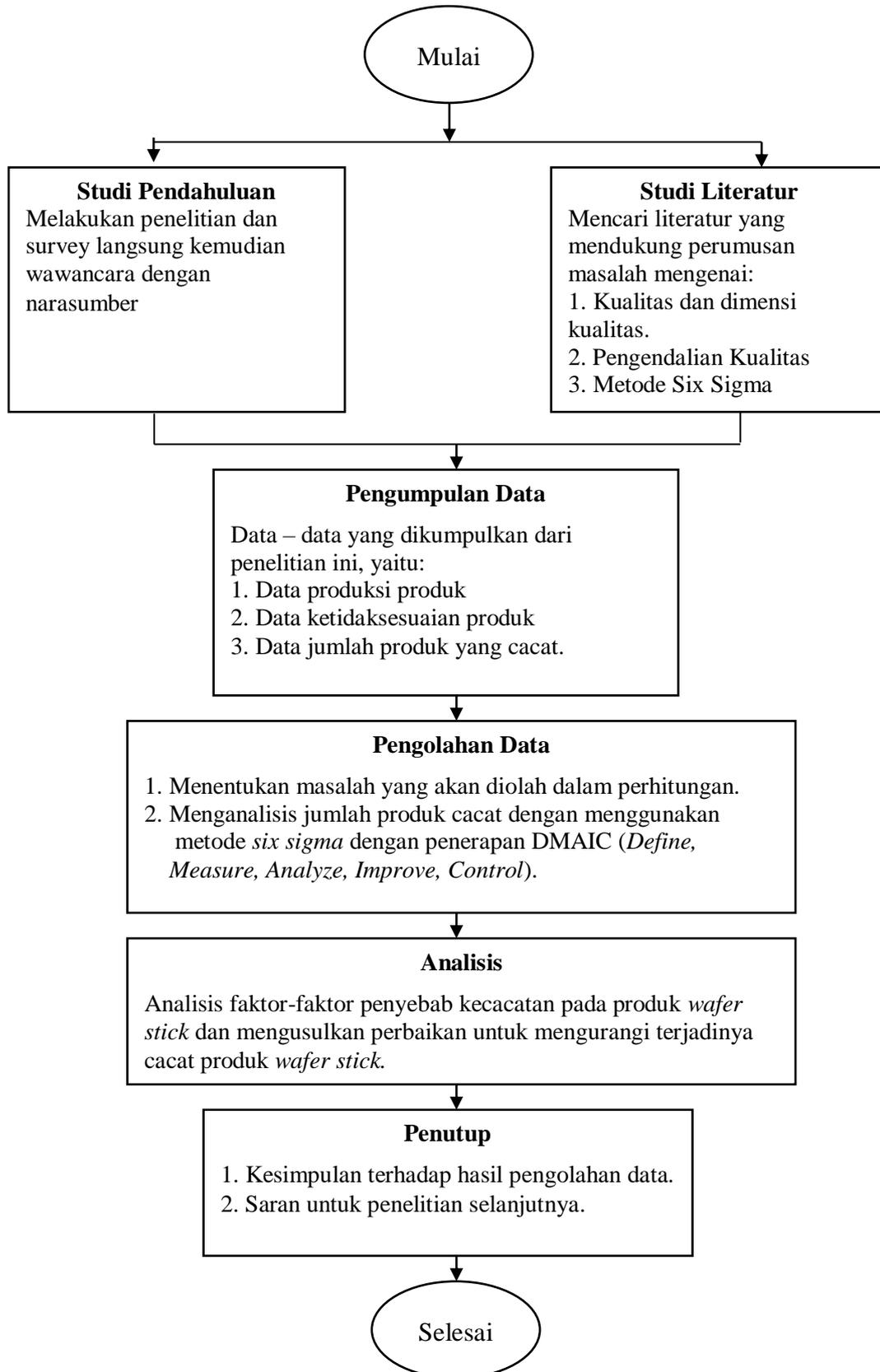
*Improve* merupakan tahap peningkatan kualitas *six sigma* dengan melakukan pengukuran (peluang, kerusakan, proses kapabilitas saat ini), rekomendasi ulasan perbaikan, menganalisa kemudian tindakan perbaikan dilakukan.

#### ***E. Control***

*Control* merupakan tahap peningkatan kualitas dengan memastikan level baru kinerja dalam kondisi standar dan terjaga nilai-nilai peningkatannya yang kemudian didokumentasikan dan disebarluaskan yang berguna sebagai langkah perbaikan untuk kinerja proses berikutnya.

### **3.6. Diagram Alir Metode Penelitian**

Diagram alir penelitian merupakan tahapan-tahapan dalam melaksanakan suatu penelitian. Diagram alir dapat dilihat pada Gambar 4 sebagai berikut.



Gambar 4. Diagram Alir Metode Penelitian

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. PT. Gizindo Pangan Sejati dalam memproduksi *wafer stick* masih mengalami permasalahan, yaitu produk *wafer stick* masih mengalami kecacatan produk. Cacat produk tersebut yaitu *wafer stick* tidak tergulung, *wafer stick* patah, dan *wafer stick* kosong.
2. Nilai rata-rata DPMO dan sigma level bulan Februari berturut-turut sebesar 10716 dan 3,8145 sedangkan bulan Maret nilai rata-rata DPMO dan sigma levelnya sebesar 12110 dan 3,7936. Angka ini membuktikan bahwa masih banyak terjadinya cacat produk *wafer stick* dan jauh untuk mencapai level 6 sigma dan 3,4 DPMO.
3. Berdasarkan analisis menggunakan diagram pareto, diperoleh hasil bahwa jenis cacat produk yang paling mendominasi ialah *wafer stick* tidak tergulung dengan persentase 55,3% pada bulan Februari dan 47,9% pada bulan Maret. Berdasarkan analisis diagram sebab-akibat, faktor- faktor penyebab terjadinya cacat tersebut ialah faktor mesin yang sudah tua yang menyebabkan putaran mesin roll tidak stabil, SOP kerja yang kurang dipahami oleh karyawan, bahan adonan krim terlalu kental yang menyebabkan adonan menggumpal, karyawan yang kelelahan dan lingkungan kerja kurang nyaman karena suhu ruang produksi yang tinggi.
4. Rekomendasi atau rencana tindakan yang diberikan antara lain melakukan perawatan mesin rutin, memberikan pelatihan kerja dan *reward* kepada karyawan untuk meningkatkan motivasi kerja karyawan, memberikan instruksi

kerja yang jelas agar karyawan paham dan tidak salah koordinasi, mengontrol dan menetapkan standar untuk adonan wafer agar tidak terlalu kental, serta menciptakan lingkungan kerja yang nyaman dengan menambah fasilitas kipas angin disetiap sudut ruangan dan menyiapkan alat penutup telinga untuk karyawan yang berguna untuk menghindari kebisingan diruang produksi (APD).

## 5.2. Saran

Berikut saran yang diberikan sebagai bahan pertimbangan perusahaan dan penelitian selanjutnya.

1. Perusahaan dapat menerapkan metode *six sigma* dalam menekan cacat produk *wafer stick* di PT. Gizindo Pangan Sejati dibagian produksi.
2. Peneliti mengharapkan ada penelitian lebih lanjut terkait implementasi dan *control six sigma* terhadap pengendalian kualitas produk *wafer stick* di PT. Gizindo Pangan Sejati agar dapat diketahui perbandingan sebelum dan sesudah diterapkannya metode *six sigma*. *Six sigma* dikatakan berhasil jika terjadi penurunan *defect* produk dan perlu diterapkan secara berkelanjutan sampai mencapai level 6 sigma dan 3,4 DPMO.

## DAFTAR PUSTAKA

- Attokaran, M. 2017. *Natural Food Flavors and Colorants, 2nd Edition*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd. 416 hlm.
- Arianti, M. S., Rahmawati, E., dan Prhatiningrum, Y. 2020. Analisis Pengendalian Kualitas Produk dengan Menggunakan Statistical Quality Control (SQC) pada Usaha Amplang Karya Bahari di Samarinda. *Jurnal Bisnis Dan Pembangunan*. 9(2): 1–13.
- Assauri, S. 2015. *Manajemen Pemasaran Edisi ke 15*. Rajawali Press. Jakarta. 450 hlm
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. *SNI 2973:2011 Biskuit*. Jakarta. 41 hlm.
- Bhattacharya, S. 2015. *Conventional and Advanced Food Processing Technologies*. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd. 705 hlm.
- Caesaron, D., dan Tandianto. 2016. Penerapan Metode Six Sigma dengan Pendekatan DMAIC pada Proses Handling Painted BodyBMW X3 (Studi Kasus: PT. Tjahja Sakti Motor). *Jurnal PASTI*. 9(3): 248-256.
- Fransiscus, H., Juwono, C.P., dan Astari, I. 2014. Implementasi Metode Six Sigma DMAIC Untuk Mengurangi Paint Bucket Cacat Di PT X. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri* 3(2): 53–64.
- Gaspersz, V. 2006. *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 139 hlm.
- Ghiffari, I., Harsono, A., dan Bakar, A. 2013. Analisis Six Sigma untuk Mengurangi Jumlah Cacat di Stasiun Kerja Sablon (Studi Kasus: CV. Miracle). *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*. 1(1): 156-165.
- Hairiyah, N., Amalia, R.R., dan Nugroho, I.K. 2019. Penerapan Six Sigma dan Kaizen Untuk Memperbaiki Kualitas Roti Di UD CJ Bakery. *Jurnal Teknologi & Industri Hasil Pertanian*. 25(1): 1-9.

- Hasibuan, M. 2016. *Manajemen Sumber Daya Manusia*. PT. Bumi Aksara. Jakarta. 275 hlm
- Hidayah, S. 2018. Penerapan Quality Control Dalam Meminimalisir Kerusakan Produk AMDK PT. Swabina Gatra Gresik. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Gresik. Jawa Timur. 124 hlm.
- Hendryadi., Tricahyadinata, I., dan Zannati, R. 2019. *Metode Penelitian: Pedoman Penelitian Bisnis dan Akademik*. Lembaga Pengembangan Manajemen dan Publikasi Imperium (LPMP Imperium). Jakarta. 266 hlm.
- Hull, P. 2009. *Glucose Syrups: Technology and Applications*. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd. 392 hlm.
- Irwan, I., dan Haryono, D. 2015. *Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Teoritis dan Aplikatif)*. Alfabeta. Bandung. 318 hlm.
- Istikhomah dan Rahayu, E.S., 2015. Aplikasi Peta Kendali p Sebagai Pengendalian Kualitas Karet di PTPN IX Batujamus/Kerjoarum. *Jurnal AGRARIS*. 1(1): 12-24.
- Izzah, N., & Rozi, M. F. (2019). Analisis Pengendalian Kualitas Dengan Metode Six Sigma-DMAIC Dalam Upaya Mengurangi Kecacatan Produk Rebana Pada Ukm Alfiya Rebana Gresik. *Jurnal Ilmiah Soulmath : Jurnal Edukasi Pendidikan Matematika*, 7(1): 13–25.
- Krisnamurthi, B. 2012. *Ekonomi Gula*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 416 hlm.
- Kusumawati, A., dan Fitriyeni, L. 2017. Pengendalian Kualitas Proses Pengemasan Gula dengan Pendekatan Six Sigma. *Jurnal Sistem dan Manajemen Industri*. 1(1): 43-48.
- Lister, J. dan Ennis, B. 2004. *The Science and Engineeing of Granulation Processes*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 250 hlm.
- Lizer, M.S. 2010. *High-Energy Ball Milling: Mechanochemical Processing of Nanopowders*. Boca Raton: CRC Press LLC. 440 hlm.
- Manley, D. 2011. *Manley's Technology of Biscuits, Crackers and Cookies*. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd. 632 hlm.
- Marques, N.R.P., Matias, J.C.O., Teixeira, R.R.B., dan Brojo, F.M.R.P. 2012. Implementation of Hazard Analysis Critical Control Points (HACCP) in a SME: Case Study of a Bakery. *Polish Journal of Food Nutrition and Sciences*, 62(4), 215-227.

- Maulana, R., Harsono, A., dan Fitria, L. 2014. Usulan Perbaikan Produk Sepatu Menggunakan Metode Six Sigma di CV Canera Mulya Lestari Cibaduyut. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*. 4(2): 295-307
- Montgomery, D.C. 2013. *Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik*. UGM Press. Yogyakarta. 610 hlm.
- Nasution, M.N. 2010. *Manajemen Mutu Terpadu (Total Quality Management) Edisi 2*. Ghalia Indonesia. Jakarta. 75 hlm.
- Norn, V. 2015. *Emulsifier in Food Technology, 2nd Edition*. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd. 337 hlm.
- Patel, J.R., Patel, A.A., dan Singh, A.K. 2016. Production of A Protein-Rich Extruded Snack Base Using Tapioca Starch, Sorghum Flour and Casein. *Journal of Food Science and Technology*. 53(1): 71-87.
- Pete, L.H. dan Larry, H. 2002. *What is Six Sigma*. ANDI. Yogyakarta. 122 hlm.
- Poerwanto, H. 2013. *Manajemen Kualitas*. PT Gramedia Pustaka. Jakarta.
- Prawirosentono, S. 2007. *Filosofi Baru Tentang Mutu Terpadu*. Edisi 2. Bumi Aksara. Jakarta. 169 hlm.
- Rimantho, D., dan Mariani, D. M. 2017. Penerapan Metode Six Sigma Pada Pengendalian Kualitas Air Baku Pada Produksi Makanan. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*. 16(1): 1-12.
- Rofaidah, L. 2017. Analisa Perbaikan Kualitas Produk Noodle Untuk Mengurangi Defect Dengan Pendekatan DMAIC. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Gresik. Jawa Timur. 82 hlm.
- Safrizal., dan Muhajir. 2016. Pengendalian Kualitas dengan Metode Six Sigma. *Jurnal dan Keuangan*. 5(2): 615-626.
- Salomon, L. L., Ahmad, dan Limanjaya, N. D., 2015. Strategi Peningkatan Mutu Part Bening Menggunakan Pendekatan Six sigma (Studi Kasus: Departement Injection di PT. KG). *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*. 3(3): 156–165.
- Sirine, H., dan Kurniawati, E. P. 2017. Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Six Sigma. *AJIE - Asian Journal of Innovation and Entrepreneurship*. 2(3): 254–290.

- Stern, T. V. 2016. *Lean Six Sigma: International Standards and Global Guidelines*. CRC Press. Boca Raton. 302 hlm.
- Sumnu, S.G. dan Sahin, S. 2008. *Food Engineering Aspects of Baking Sweet Goods*. Boca Raton: Taylor & Francis Group. 304 hlm.
- Supardi, S., dan Dharmanto, A. 2020. Analisis Statistical Quality Control Pada Pengendalian Kualitas Produk Kuliner Ayam Geprek di Bfc Kota Bekasi. *JIMFE (Jurnal Ilmiah Manajemen Fakultas Ekonomi)*. 6(2): 199-210.
- Suryatman, T. H., Kosim, M. E., dan Julaeha, S. 2020. Pengendalian Kualitas Produksi Roma Sandwich Menggunakan Metode Statistik Quality Control (SQC) Dalam Upaya Menurunkan Reject di bagaian Packing. *Journal Industrial Manufacturing*. 5(1):1–12.
- Talbot, G. 2009. *Science and Technology of Enrobed and Filled Chocolate, Confectionery, and Bakery Products*. Boca Raton: CRC Press LLC. 468 hlm.
- Tannady, H. 2015. *Pengendalian Kualitas*. Graha Ilmu. Yogyakarta. 151 hlm.
- Tiefenbacher, K. F. 2017. *The Technology of Wafers and Waffles I: Operational Aspects*. Oxford: Elsevier Inc. 712 hlm.
- Varzakas, T. dan Tzia, C. 2015. *Food Engineering Handbook: Food Processing Engineering*. Boca Raton: CRC Press, LLC. 672 hlm.
- Wrigley, C. W., Corke, H., Seetharaman, K., dan Faubion, J. 2016. *Encyclopedia of Food Grains, 2<sup>nd</sup> Edition*. Elsevier Ltd. Oxford. 1.976 hlm.
- Yuanita, A. 2018. Penerapan Quality Control dengan Menggunakan Metode Six Sigma Guna Meminimalkan Produk Cacat Dalam Pembuatan Sepatu Parang Pada CV Marasabessy Bandung. *Skripsi*. Fakultas Ekonomi dan Bisnis Unpas Bandung. 203 hlm.
- Yuni, S. W. 2013. Pengaruh Tingkat Pendidikan, Pelatihan dan Instrinsic Reward terhadap Motivasi Kerja (Studi Empiris: Pegawai Badan Kepegawaian Daerah Kota Pariaman). *Artikel*. Program Pasca Sarjana Magister Sains Manajemen Universitas Bung Hatta.