

IMPLEMENTASI SIX SIGMA DALAM PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK *REFINED BLEACHED DEODORIZED PALM OIL*

Anisa Rosyidasari*, Irwan Iftadi

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Email: anisarosyidasari@student.uns.ac.id; iftadi@gmail.com

Artikel masuk : 21-07-2020

Artikel direvisi : 25-10-2020

Artikel diterima : 05-11-2020

*Penulis Korespondensi

Abstrak -- Sebagai perusahaan yang bergerak di bidang agribisnis pengolahan minyak goreng, PT XYZ mengalami permasalahan dalam produksi *Refined Bleached Deodorized Palm Oil* (RBDPO) yaitu tidak terpenuhinya spesifikasi produk. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi faktor utama penyebab terjadinya produk yang tidak memenuhi spesifikasi dan merekomendasikan alternatif usulan untuk mengurangi permasalahan tersebut. Berdasarkan perhitungan, didapatkan hasil RBDPO yang tidak memenuhi spesifikasi terjadi pada parameter nilai iodine value dan color dengan rata-rata Cpk sebesar 0,7355 dan sigma sebesar 3,7065. Nilai tersebut masih kurang baik karena belum mencapai target yaitu 6-Sigma. Untuk memaksimalkannya perlu dilakukan upaya perbaikan diantaranya melakukan seleksi pada bahan baku, melakukan pengawasan terhadap kinerja operator, melakukan maintenance mesin secara berkala, melakukan pencatatan terhadap perlakuan proses dan hasil sementara, serta melakukan pemeriksaan terhadap tangki penyimpanan.

Kata kunci: DMAIC; Kualitas; RBDPO; Six Sigma

Abstract -- As a company engaged in cooking oil processing agribusiness, PT XYZ is experiencing problems in the production of *Refined Bleached Deodorized Palm Oil* (RBDPO), namely the failure to fulfill product specifications. This study aims to identify the main factors causing the occurrence of products that do not meet specifications and recommend alternative proposals to reduce these problems. Based on the calculation, the RBDPO results did not meet the specifications in the iodine value and color parameters with an average Cpk of 0.7355 and a sigma of 3.7065. This value is still not good because it has not reached the target, namely 6-Sigma. Improvement efforts to increase the sigma value include selecting raw materials, supervising operator performance, performing periodic machine maintenance, recording process treatments, interim results, and checking storage tanks.

Keywords: DMAIC; Quality; RBDPO; Six Sigma

PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas hasil perkebunan dan ekspor Indonesia yang cukup penting dalam perekonomian Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2017). Sebagai negara penghasil minyak sawit terbesar di dunia, Indonesia pada tahun 2019 mampu memproduksi 51,828 juta ton minyak sawit dimana 47,18 ton yaitu *Crude Palm Oil* (CPO) dan 4,648 ton yaitu *Palm Kernel Oil* (PKO) (Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia, 2020). Seiring bertambahnya jumlah populasi yang ada di dunia, maka kebutuhan konsumsi mengenai berbagai macam produk cenderung meningkat. Hal ini

tentunya juga berpengaruh pada permintaan minyak sawit sebagai bahan baku pembuatan produk pangan. Sehingga perusahaan dituntut untuk terus meningkatkan daya saing agar mampu menghasilkan produk dengan kualitas tinggi dan sesuai dengan preferensi konsumen.

PT XYZ merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam industri agribisnis. Produk-produk yang dihasilkan yaitu minyak goreng dan margarin yang sekarang ini sudah tersebar di seluruh Indonesia hingga luar negeri. Produk minyak goreng PT XYZ menggunakan bahan baku utama *Crude Palm Oil* (CPO) yang berasal dari kelapa sawit. Proses produksi dan

minyak goreng PT XYZ adalah sistem kontinyu dan dilakukan dalam beberapa tahapan proses yaitu proses *degumming* (penghilangan getah), *bleaching* (pemucatan), dan *deodorizing* (penghilangan bau) yang menghasilkan produk setengah jadi yaitu *Refined Bleached Deodorized Palm Oil* (RBDPO). RBDPO kemudian dipisahkan menjadi RBDPO Olein untuk produk minyak goreng dan RBDPO Stearin untuk margarin melalui proses fraksinasi (Ulfah, 2012).

Sebagai perusahaan yang berfokus pada produk konsumen berbasis kelapa sawit, kualitas produksi menjadi hal penting bagi PT XYZ. Suatu produk dapat dikatakan berkualitas apabila mampu menunjang kemampuannya untuk memenuhi kebutuhan yang dispesifikasi (Gaspersz, 2005). Akan tetapi pada proses produksi minyak di PT XYZ masih terdapat produk yang *out specs* artinya tidak memenuhi spesifikasi yang diharapkan atau bisa dikatakan sebagai kualitas buruk sehingga menyebabkan minyak tersebut harus diolah kembali. Banyaknya minyak yang *out specs* dapat meningkatkan biaya dan waktu produksi yang besar (Ginting & Ulkhaq, 2018). Hal ini tentunya dapat merugikan perusahaan. Oleh karena itu, perlu dilakukan perbaikan dan pengendalian kualitas agar dapat meminimasi produk *out specs*.

Salah satu cara untuk pengendalian kualitas suatu produk yaitu menggunakan metode *Six Sigma* dengan tahapan *Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control* (DMAIC) (Sirine & Kurniawati, 2017). *Six Sigma* adalah konsep statistik yang dapat meminimalkan cacat dan variasi hingga 3,4 *defect per million opportunities* (Valles et al., 2009). *Six Sigma* dapat dijadikan sebagai tolak ukur kinerja sistem industri, semakin tinggi nilai sigma yang dicapai maka kinerja sistem industri semakin baik (Lestari, 2020).

Penelitian-penelitian terkait dengan *six sigma* telah sukses diimplementasikan. Dalam pengelasan plate konstruksi baja berhasil meningkatkan nilai sigma semula 1,7 menjadi 2,1 (Rohimudin et al., 2016). Selain itu, dalam perusahaan *home appliance* mampu menurunkan *defect* sebesar 4,39% (Ahmed et al., 2018). Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi faktor utama penyebab terjadinya produk yang tidak memenuhi spesifikasi dan merekomendasikan alternatif usulan untuk mengurangi permasalahan tersebut.

METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan melalui observasi secara langsung di lapangan, wawancara, serta diskusi dengan operator di Departemen *Refinery-*

Fractionation. Sedangkan data sekunder diperoleh dari dokumen serta catatan perusahaan yang berhubungan dengan standar spesifikasi dan nilai parameter dari produk RBDPO. Tujuan dari dilakukannya observasi adalah untuk mempelajari proses yang ada dalam perusahaan. Tahap ini menekankan pada pengenalan dan pemahaman mengenai kondisi perusahaan dengan cara mengamati proses produksi dari awal hingga akhir dan memastikannya dengan cara wawancara secara langsung kepada operator dan kepala divisi. Metode penelitian ini menggunakan pendekatan *Six Sigma* dengan tahapan *Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control* (DMAIC).

Tahap Define

Tahap ini bertujuan untuk mendefinisikan masalah pada proses atau produk. Dalam tahap ini dilakukan mengidentifikasi karakteristik kualitas atau CTQ dan mengidentifikasi proses dengan diagram SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*) (Stern, 2016). Diagram SIPOC merupakan suatu *tools* yang menggambarkan proses produksi dari awal hingga akhir sehingga dapat memudahkan identifikasi masalah (Pangestu & Fahma, 2019).

Tahap Measure

Tahap ini bertujuan untuk mengukur standar kinerja proses dalam menghasilkan produk. Dalam tahap ini dilakukan pengukuran stabilitas proses menggunakan peta kendali untuk menentukan parameter mana yang mengalami *out specs*, perhitungan nilai DPMO data variabel, perhitungan nilai sigma yang didapat dari tabel konversi nilai DPMO ke dalam tingkatan sigma, dan pengukuran kapabilitas proses.

$$DPMO = P \left[Z \geq \left(\frac{USL - \bar{X}}{s} \right) \right] \times 1000000 + P \left[Z \leq \left(\frac{LSL - \bar{X}}{s} \right) \right] \times 1000000 \quad (1)$$

$$Sigma = \text{normsinv} \left[1 - \left(\frac{DPMO}{1.000.000} \right) \right] + 1,5 \quad (2)$$

$$Cpk = \text{Min} \left(\frac{USL - \bar{X}}{3\sigma}, \frac{(\bar{X} - LSL)}{3\sigma} \right) \quad (3)$$

Tahap Analyze

Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab permasalahan. Dalam tahap ini dilakukan pembuatan *pareto chart* untuk menganalisis *out specs* paling dominan dan *fishbone diagram* untuk menganalisis penyebab terjadinya *out specs*. Secara umum, dalam *fishbone diagram* terdapat kategori sebagai berikut (Yuanita, 2018) :

1. *Man*, sumber daya manusia yang terlibat dalam proses produksi.

2. *Method*, bagaimana proses dilaksanakan dan persyaratan apa saja yang dibutuhkan untuk melaksanakan proses produksi.
3. *Material*, yaitu bahan mentah, bahan baku, dan bahan-bahan lainnya yang digunakan sebagai input proses produksi.
4. *Machine*, peralatan yang digunakan sebagai proses produksi.
5. *Environment*, yaitu kondisi seperti lokasi, waktu, dan suhu saat proses produksi.

Tahap Improve

Tahap ini bertujuan untuk merencanakan tindakan perbaikan pada proses produksi RBDPO agar mencapai standar yang diharapkan. Dalam tahap ini dilakukan pembuatan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dengan menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN). Nilai RPN tertinggi akan menjadi prioritas untuk usulan tindakan perbaikan (Manan et al., 2018).

$$RPN = occurrence \times severity \times detection \quad (4)$$

Tahap Control

Tahap ini merupakan tahapan *six sigma* terakhir dalam perbaikan pengendalian kualitas (Fithri, 2019). Tahap ini bertujuan untuk mengendalikan perbaikan-perbaikan yang telah dibuat pada tahap *improve*. Selain itu, mengontrolnya agar masalah yang sama tidak terulang kembali.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data variabel produk RBDPO berdasarkan parameter nilai *Iodine Value* (IV), *Free Fatty Acid* (FFA), *Peroxide Value* (PV) serta *color* selama bulan Desember 2019 hingga Januari 2020. Dari data tersebut masih ditemukan produk *out specs* artinya tidak memenuhi spesifikasi yang diharapkan. Untuk menyelesaikan masalah terjadinya *out specs*, penelitian dilakukan melalui lima tahapan yaitu *define*, *measure*, *analyze*, *improve*, dan *control*.

Tahap Define

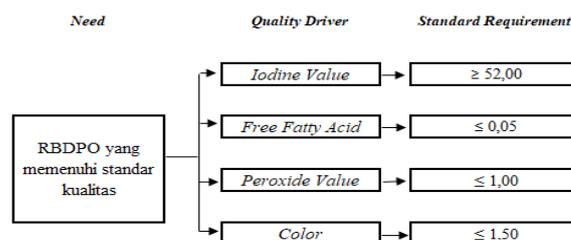
Pada tahap ini dilakukan identifikasi masalah terhadap proses menggunakan diagram SIPOC dan produk menggunakan CTQ. Diagram SIPOC (Tabel 1) menggambarkan proses produksi RBDPO mulai awal hingga akhir. *Refined Bleached Deodorized Palm Oil* (RBDPO) terbuat dari bahan baku utama *Crude Palm Oil* (CPO) yang didapat dari perkebunan sawit milik perusahaan dan bahan tambahan berupa *Phosphoric Acid* (PA) dan *Bleaching Earth* (BE) yang diimpor dari Cina ataupun Jepang. Bahan

tersebut kemudian diolah melalui tahapan *degumming* yang menghasilkan *Degummed Palm Oil* (DPO), tahapan *bleaching* menghasilkan *Degummed Bleached Palm Oil* (DBPO), tahapan filtrasi menghasilkan DBPO dan *spent earth*, tahapan *deodorizing* menghasilkan produk akhir berupa RBDPO dan produk sampingan *Palm Fatty Acid Distillate* (PFAD).

Tabel 1. Diagram SIPOC Produksi RBDPO

Supplier	Input	Process	Output	Customer
CPO: Perkebunan kelapa sawit	CPO	Setting		
PA : Cina	CPO, PA	Degumming	DPO	
BE : Cina Dan Jepang	DPO, BE	Bleaching	DBPO	
		Filtration	DBPO, spent earth	
		Deodorizing	RBDPO, PFAD	Fractionation Plant

CTQ digambarkan untuk mengetahui karakteristik kualitas produk agar mencapai standar spesifikasi. CTQ RBDPO (Gambar 1) ditentukan berdasarkan parameter nilai *iodine value* (IV), *free fatty acid* (FFA), *peroxide value* (PV), serta *color*. *Iodine value* digunakan untuk menentukan ketidakjenuhan minyak, minyak dengan IV rendah berwujud padat sedangkan IV tinggi berwujud cair. Kadar FFA berfungsi untuk mengetahui kandungan asam lemak bebas. Nilai PV merupakan nilai yang menyatakan tingkat kerusakan primer minyak, semakin tinggi nilai PV suatu minyak akan menyebabkan semakin mudah tengik. *Color* yaitu pengujian warna dari minyak goreng (Luthfian Ramadhan Silalahi et al., 2017). Standar kualitas RBDPO PT XYZ yang baik apabila nilai IV minimal 52,00 gr/l₂ 100gr; nilai FFA maksimal 0,05% as palmitic; nilai PV maksimal 1,00 meq O₂/kg; serta nilai *color red* maksimal 1,50.



Gambar 1. CTQ RBDPO

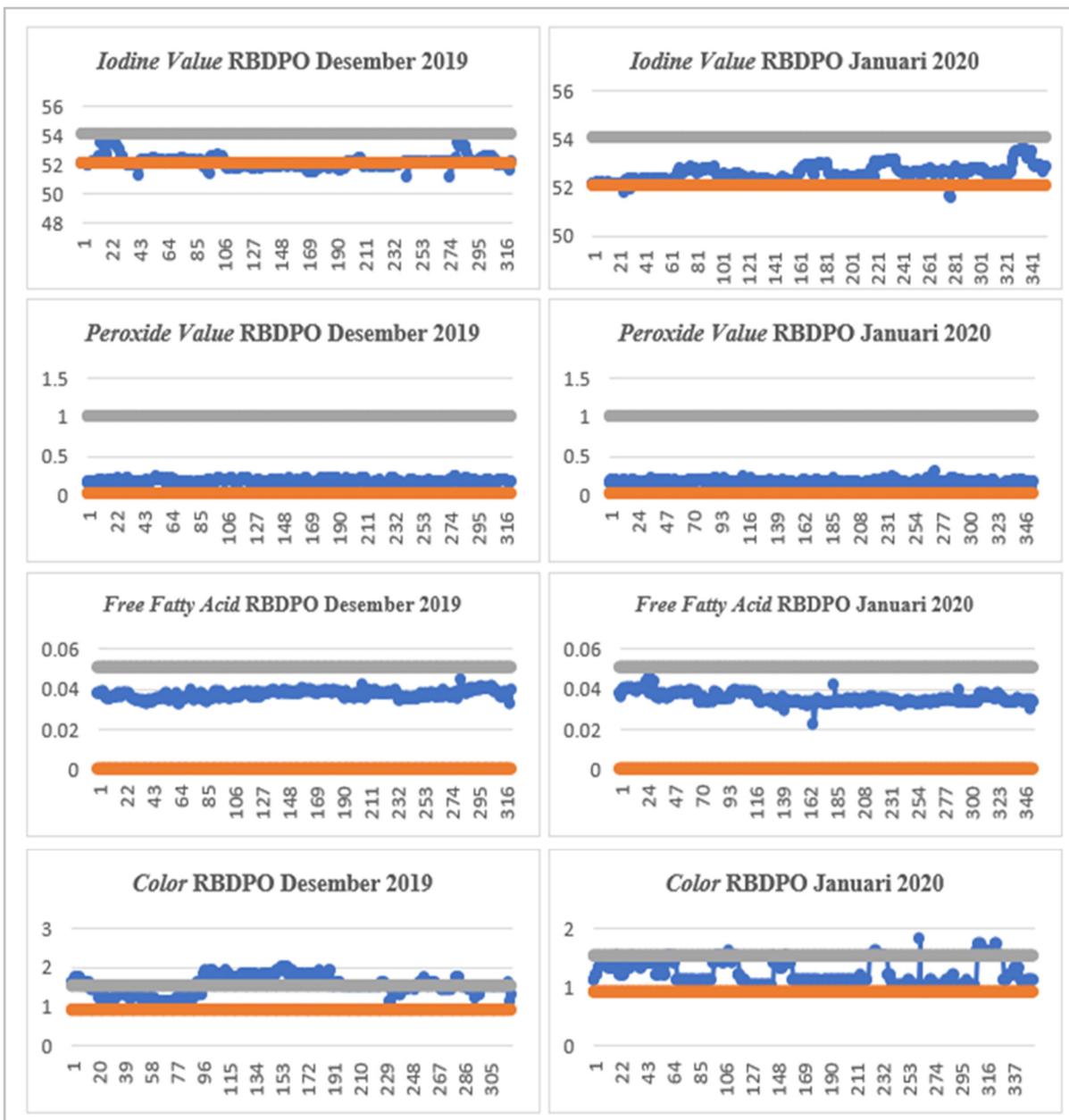
Tahap Measure

Pada tahap ini dilakukan pengukuran stabilitas proses menggunakan peta kendali, perhitungan nilai DPMO, nilai *sigma*, dan kapabilitas proses. Pengukuran stabilitas proses dimulai dengan menentukan USL dan LSL dari setiap parameter kualitas RBDPO yang sudah ditentukan oleh PT XYZ (Tabel 2). Produk mengalami *out specs* apabila setiap parameter berada di bawah LSL maupun USL. Berdasarkan grafik peta kendali yang ditunjukkan pada Gambar 2 dapat diketahui bahwa proses tidak terkendali

terjadi pada parameter IV dan *color*. Oleh karena itu parameter IV dan *color* dilakukan perhitungan nilai DPMO, nilai *sigma*, dan kapabilitas proses.

Tabel 2. Nilai USL dan LSL Parameter Kualitas RBDPO

Parameter	USL	LSL
<i>Iodine Value</i> (IV)	54	52
<i>Peroxide Value</i> (PV)	1	0
<i>Free Fatty Acid</i> (FFA)	0,05	0
<i>Color</i>	1,5	0



Gambar 2. Grafik Nilai Parameter RBDPO Bulan Desember 2019 dan Januari 2020

Langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan nilai DPMO dan nilai *sigma* dari masing-masing parameter. Nilai DPMO dan nilai *sigma* merupakan suatu nilai yang digunakan untuk menunjukkan kemampuan proses dan dapat dijadikan sebagai tolak ukur untuk melakukan upaya perbaikan. Perhitungan nilai DPMO dan nilai pada data variabel *iodine value* dan *color* menggunakan pemilihan enam sampel secara acak. Langkah awal dalam menghitung nilai sigma adalah menghitung rata-rata, range, dan standar deviasi yang ditunjukkan dalam Tabel 3 untuk parameter *iodine value* dan Tabel 4 untuk parameter *color*.

i. Parameter *Iodine Value*

Rata-rata proses:

$$\bar{x} = \frac{\sum \bar{x}}{N} = \frac{2982,3800}{58} = 52,3225$$

Range:

$$\bar{R} = \frac{\sum \bar{R}}{N} = \frac{21,0200}{58} = 0,3688$$

Standar Deviasi: (berdasarkan tabel untuk n=6, nilai d₂=2,534)

$$S = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{0,3688}{2,534} = 0,1455$$

ii. Parameter *Color*

$$\bar{x} = \frac{\sum \bar{x}}{N} = \frac{78,6500}{58} = 1,3798$$

Range:

$$\bar{R} = \frac{\sum \bar{R}}{N} = \frac{7,900}{58} = 0,1386$$

Standar Deviasi: (berdasarkan tabel untuk n=6, nilai d₂=2,534)

$$S = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{0,1386}{2,534} = 0,0547$$

Tabel 3. Pengolahan Data Variabel *Iodine Value*

Tanggal	Batch						\bar{X}	R	S
	1	2	3	4	5	6			
01/12/2019	51,98	51,97	52,01	51,97	51,93	51,92	51,96	0,09	0,0355
02/12/2019	52,07	52,09	52,50	53,46	53,42	53,55	52,85	1,48	0,5841
03/12/2019	53,36	53,42	53,45	53,46	53,43	53,48	53,43	0,12	0,0474
04/12/2019	51,94	51,90	51,93	51,97	51,98	51,91	51,94	0,08	0,0316
05/12/2019	52,25	52,30	52,30	52,27	52,29	52,29	52,28	0,05	0,0197
06/12/2019	52,16	52,22	52,36	52,32	52,23	52,22	52,25	0,2	0,0789
07/12/2019	52,08	52,03	51,97	52,17	52,21	52,27	52,12	0,3	0,1184
08/12/2019	51,96	52,18	52,34	52,41	52,12	52,06	52,18	0,45	0,1776
09/12/2019	52,22	52,17	52,22	52,14	52,14	52,14	52,17	0,08	0,0316
11/12/2019	52,41	52,44	52,45	52,34	52,46	52,45	52,43	0,12	0,0474
12/12/2019	51,78	51,69	51,75	51,74	51,76	51,64	51,73	0,14	0,0552
14/12/2019	51,72	51,68	51,72	51,73	51,75	51,74	51,72	0,07	0,0276
15/12/2019	51,87	51,84	51,83	51,88	51,85	51,92	51,87	0,09	0,0355
16/12/2019	51,92	51,85	51,87	51,79	51,87	51,91	51,87	0,13	0,0513
17/12/2019	51,89	51,83	51,80	51,82	51,81	51,83	51,83	0,09	0,0355
18/12/2019	51,55	51,42	51,53	51,45	51,48	51,52	51,49	0,13	0,0513
...
14/01/2020	52,13	52,10	52,23	52,22	52,23	52,27	52,20	0,17	0,0671
15/01/2020	52,85	52,74	52,85	52,91	52,55	52,49	52,73	0,42	0,1657
16/01/2020	61,50	52,81	52,56	52,52	52,37	52,40	54,03	9,13	3,6030
17/01/2020	52,38	52,37	52,43	52,43	52,31	52,34	52,38	0,12	0,0474
18/01/2020	52,43	52,40	52,33	52,36	52,44	52,29	52,38	0,15	0,0592
19/01/2020	53,00	52,80	52,91	53,01	52,97	52,97	52,94	0,21	0,0829
20/01/2020	53,06	53,05	52,76	52,69	52,61	52,57	52,79	0,49	0,1934
21/01/2020	52,59	52,58	52,58	52,60	52,53	52,50	52,56	0,1	0,0395
24/01/2020	52,62	52,66	52,53	52,55	52,58	52,62	52,59	0,13	0,0513
25/01/2020	52,63	52,57	52,52	52,65	52,62	52,61	52,60	0,13	0,0513
26/01/2020	52,78	52,65	52,61	52,59	52,61	52,64	52,65	0,19	0,0750
27/01/2020	52,73	52,75	52,77	52,71	52,74	52,70	52,73	0,07	0,0276
28/01/2020	52,48	52,51	52,57	52,50	52,45	52,52	52,51	0,12	0,0474
29/01/2020	52,45	52,51	52,46	52,59	52,62	52,94	52,60	0,49	0,1934
30/01/2020	53,46	53,50	53,48	53,19	53,24	53,45	53,39	0,31	0,1223
31/01/2020	52,88	52,83	52,82	52,60	52,73	52,78	52,77	0,28	0,1105
			Jumlah				2982,38	21,02	8,2952
			Rata-rata				52,3225	0,3688	0,1455

Tabel 4. Pengolahan Data Variabel *Color*

Tanggal	Batch						\bar{X}	R	S
	1	2	3	4	5	6			
01/12/2019	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	1,6500	0,1000	0,0395
02/12/2019	1,6	1,6	1,6	1,4	1,4	1,4	1,5000	0,2000	0,0789
03/12/2019	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,3500	0,3000	0,1184
04/12/2019	1,3	1,3	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3333	0,1000	0,0395
05/12/2019	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2833	0,1000	0,0395
06/12/2019	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1667	0,1000	0,0395
07/12/2019	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1000	0,0000	0,0000
08/12/2019	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,1167	0,1000	0,0395
09/12/2019	1,1	1,1	1,4	1,1	1,3	1,2	1,2000	0,3000	0,1184
11/12/2019	1,8	1,8	1,9	1,6	1,6	1,9	1,7667	0,3000	0,1184
...
20/01/2020	1,2	1,2	1,1	1,2	1	1	1,1167	0,2000	0,0789
21/01/2020	1	1	1,1	1,1	1	1	1,0333	0,1000	0,0395
24/01/2020	1	1	0,9	0,9	1	1	0,9667	0,1000	0,0395
25/01/2020	1,1	1,1	1,1	1	1	1	1,0500	0,1000	0,0395
26/01/2020	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,1167	0,1000	0,0395
27/01/2020	1	1	1	1,1	1	1	1,0167	0,1000	0,0395
28/01/2020	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,5	1,5833	0,1000	0,0395
29/01/2020	1,7	1,7	1,7	1,5	1,5	1,5	1,6000	0,2000	0,0789
30/01/2020	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2667	0,1000	0,0395
31/01/2020	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1000	0,0000	0,0000
Jumlah							78,6500	7,9000	3,1176
Rata-rata							1,3798	0,1386	0,0547

Adapun perhitungan nilai DPMO dan nilai sigma adalah sebagai berikut:

Perhitungan proses keseluruhan *iodine value*

i. DPMO Nilai USL

$$\begin{aligned}
 &= P \left[Z \geq \left(\frac{USL - \bar{X}}{S} \right) \right] \times 1000000 \\
 &= P \left[Z \geq \left(\frac{54 - 52,3225}{0,1455} \right) \right] \times 1000000 \\
 &= P [Z \geq 11,5272] \times 1000000 \\
 &= (1 - P [Z \leq 11,5272]) \times 1000000 \\
 &= (1 - 1) \times 1000000 \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

ii. DPMO Nilai LSL

$$\begin{aligned}
 &= P \left[Z \leq \left(\frac{LSL - \bar{X}}{S} \right) \right] \times 1000000 \\
 &= P \left[Z \leq \left(\frac{52 - 52,3225}{0,1455} \right) \right] \times 1000000 \\
 &= P [Z \leq -2,2157] \times 1000000 \\
 &= 0,0133545 \times 1000000 \\
 &= 13355
 \end{aligned}$$

iii. DPMO Total

$$\begin{aligned}
 &= 0 + 13355 \\
 &= 13355
 \end{aligned}$$

iv. Nilai Sigma (dari tabel konversi DPMO)

$$= 3,7157$$

v. C_{pk}

$$\begin{aligned}
 &= \text{Min} \left(\frac{USL - \bar{X}}{3\sigma}, \frac{\bar{X} - LSL}{3\sigma} \right) \\
 &= \text{Min} \left(\frac{54 - 52,3225}{3(0,1455)}, \frac{52,3225 - 52}{3(0,1455)} \right)
 \end{aligned}$$

$$= \text{Min} (3,8424), (0,7386)$$

$$= 0,7386$$

Perhitungan proses keseluruhan *color*:

i. DPMO Nilai USL

$$\begin{aligned}
 &= P \left[Z \geq \left(\frac{USL - \bar{X}}{S} \right) \right] \times 1000000 \\
 &= P \left[Z \geq \left(\frac{1,5 - 1,3798}{0,0547} \right) \right] \times 1000000 \\
 &= P [Z \geq 2,1972] \times 1000000 \\
 &= (1 - P [Z \leq 2,1972]) \times 1000000 \\
 &= (1 - 0,985997) \times 1000000 \\
 &= 14003
 \end{aligned}$$

ii. DPMO Nilai LSL

$$\begin{aligned}
 &= P \left[Z \leq \left(\frac{LSL - \bar{X}}{S} \right) \right] \times 1000000 \\
 &= P \left[Z \leq \left(\frac{0 - 1,3798}{0,0547} \right) \right] \times 1000000 \\
 &= P [Z \leq -25,2277] \times 1000000 \\
 &= 0 \times 1000000 \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

iii. DPMO Total

$$\begin{aligned}
 &= 14003 + 0 \\
 &= 14003
 \end{aligned}$$

iv. Nilai Sigma (dari tabel konversi DPMO)

$$= 3,6972$$

v. C_{pk}

$$= \text{Min} \left(\frac{USL - \bar{X}}{3\sigma}, \frac{\bar{X} - LSL}{3\sigma} \right)$$

$$\begin{aligned}
 &= \text{Min} \left(\frac{1,5 - 1,3798}{3(0,0547)} \right), \left(\frac{1,3798 - 0}{3(0,0547)} \right) \\
 &= \text{Min} (0,7324), (8,4092) \\
 &= 0,7324
 \end{aligned}$$

Rata-rata Sigma

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(3,7157+3,6972)}{2} \\
 &= 3,7065
 \end{aligned}$$

Rata-rata Cpk

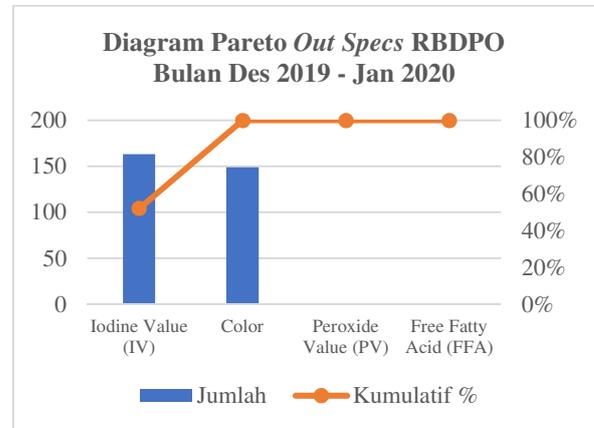
$$\begin{aligned}
 &= \frac{(0,7386+0,7324)}{2} \\
 &= 0,7355
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan dapat diketahui bahwa nilai *sigma* yang diperoleh pada parameter *iodine value* dan *color* berturut-turut sebesar 3,7157 dan 3,6972 sehingga rata-rata nilai *sigma* sebesar 3,7065 artinya rata-rata industri Indonesia sedangkan nilai Cpk yang diperoleh sebesar 0,7386 dan 0,7324 sehingga rata-rata nilai Cpk sebesar 0,7355 dimana terletak dalam rentang $0,5 \leq Cpk \leq 1,5$ artinya proses dianggap cukup mampu namun perlu upaya untuk meningkatkan kualitas agar menuju target yang diinginkan.

Tahap Analyze

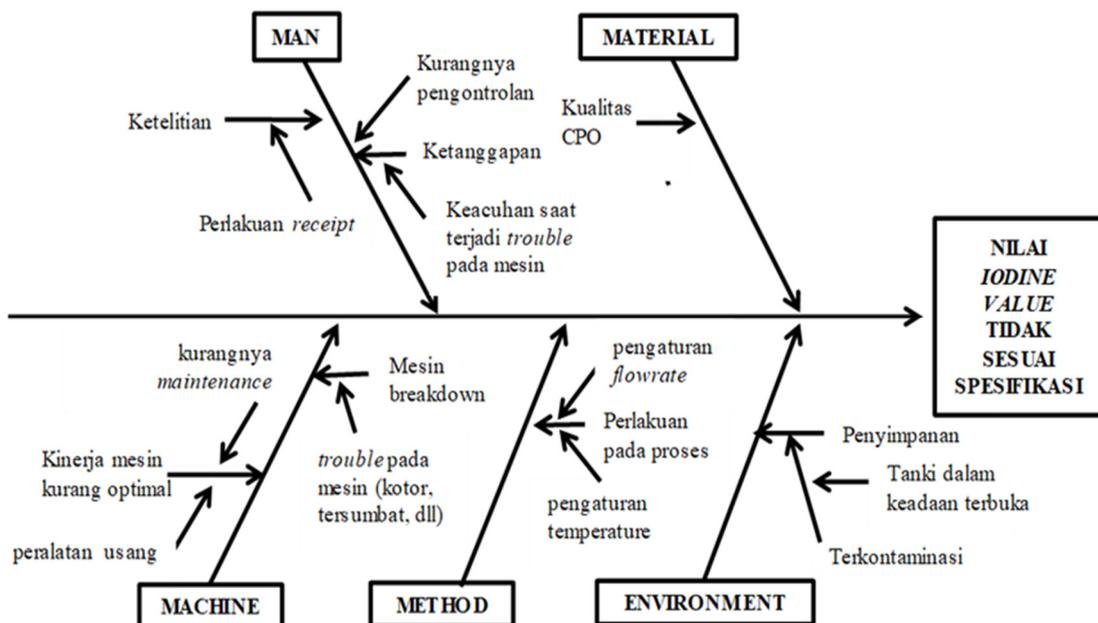
Pada tahap ini dilakukan pembuatan *pareto chart* dan *fishbone diagram*. *Pareto chart* berfungsi untuk menganalisis *out specs* paling dominan sedangkan *fishbone diagram* untuk menganalisis penyebab terjadinya *out specs*. Berdasarkan diagram pareto pada Gambar 3

dapat diketahui bahwa *out specs* paling dominan yang terjadi pada bulan Desember 2019 sampai Januari 2020 adalah *iodine value* sebanyak 163 kali (52%) dan *color* sebanyak 149 kali (48%).

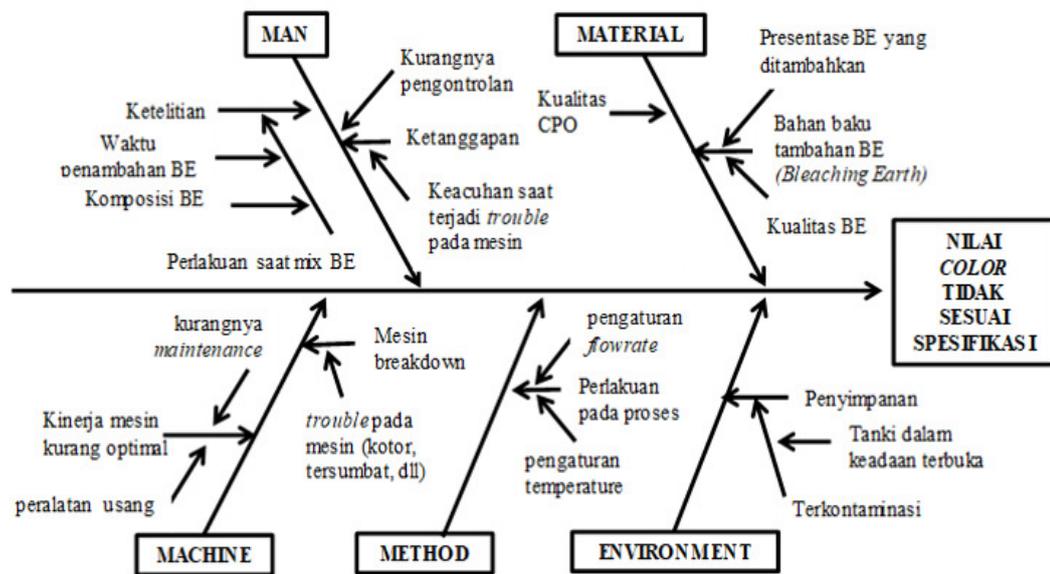


Gambar 3. Diagram Pareto *Out Specs* RBDPO

Penyebab terjadinya *out specs* dapat dilihat dari berbagai faktor melalui *fishbone diagram* pada Gambar 4 dan Gambar 5. Faktor manusia, karena kurangnya ketelitian dan ketanggapan dari operator. Faktor bahan, karena kualitas bahan baku berupa CPO dan bahan tambahan BE yang buruk. Faktor mesin, karena kinerjanya yang kurang maksimal akibat tidak dilakukan *maintenance* secara berkala. Faktor metode, karena perlakuan pada proses yang tidak sesuai. Faktor lingkungan, karena tangki penyimpanan yang terkontaminasi.



Gambar 4. Fishbone Diagram Nilai Iodine Value



Gambar 5. Fishbone Diagram Nilai Color

Tahap Improve

Pada tahap ini dilakukan upaya perbaikan menggunakan metode *Failure Mode Effect and Analysis* (FMEA). FMEA merupakan *tools* untuk mengidentifikasi dan menilai risiko potensial kegagalan yang dapat menjadi pertimbangan sebagai prioritas tindakan perbaikan. Penilaian risiko dilakukan dengan mengalikan nilai pada masing-masing faktor yaitu *severity*, *occurrence*,

dan *detection* sehingga didapatkan RPN (Kubiak & Benbow, 2016).

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 5, nilai RPN tertinggi sebesar 392 pada kegagalan nilai IV dan 343 pada kegagalan nilai *color*. Penyebab kegagalan keduanya yaitu kualitas CPO yang buruk. Usulan perbaikan yang dapat dilakukan adalah melakukan seleksi terhadap kualitas CPO.

Tabel 5. Failure Mode Effect Analysis

Mode Kegagalan	Efek Kegagalan	S	Penyebab Kegagalan	O	D	RPN	Rank	Tindakan Perbaikan
Nilai IV rendah (tidak sesuai spesifikasi)	RBDPO berkualitas rendah dengan sifat kental dan pekat		Operator yang tidak teliti dan tidak tanggap dalam melakukan pekerjaan	4	6	192	2	Melakukan pengawasan intensif terhadap kinerja operator dan memberi <i>reward</i> dan <i>punishment</i> sesuai kinerja karyawan
			Kualitas CPO yang diterima buruk akibat proses pemanenan dan pengolahan kelapa sawit yang tidak tepat	7	7	392	1	Menyeleksi CPO sesuai spesifikasi dan melaporkan kepada pihak perkebunan agar terjadi perbaikan kedepannya
			Kinerja mesin kurang optimal akibat penggunaan secara terus-menerus yang tidak diimbangi dengan perawatan	4	4	128	4	Pemeriksaan mesin secara berkala, apabila terdapat kerusakan segera diperbaiki
			Perlakuan <i>input receipt</i> pada proses yang tidak sesuai (<i>temperature</i> , <i>flow rate</i> , dll)	4	5	160	3	Melakukan pencatatan terhadap hasil sementara, apabila terjadi <i>out specs</i> segera dilakukan perlakuan yang berbeda
			Penyimpanan yang terkontaminasi akibat kotoran, suhu, dll	1	1	8	6	Pemeriksaan tanki sebelum dan sesudah digunakan

Tabel 5. *Failure Mode Effect Analysis* (lanjutan)

Mode Kegagalan	Efek Kegagalan	S	Penyebab Kegagalan	O	D	RPN	Rank	Tindakan Perbaikan
Nilai <i>color</i> tinggi (tidak sesuai spesifikasi)	RBDPO berkualitas rendah, tidak berwarna kuning jernih	7	Operator yang tidak teliti dan tidak tanggap dalam melakukan pekerjaan	4	6	168	2	Melakukan pengawasan intensif terhadap kinerja operator dan memberi <i>reward</i> dan <i>punishment</i> sesuai kinerja karyawan
			Kualitas CPO yang diterima buruk akibat proses pemanenan dan pengolahan kelapa sawit yang tidak sesuai	7	7	343	1	Menyeleksi CPO sesuai spesifikasi dan melaporkan kepada pihak perkebunan agar terjadi perbaikan kedepannya
			Kinerja mesin kurang optimal akibat penggunaan secara terus-menerus yang tidak diimbangi dengan perawatan	4	4	112	6	Pemeriksaan mesin secara berkala, apabila terdapat kerusakan segera diperbaiki
			Perlakuan <i>input receipt</i> pada proses yang tidak sesuai (<i>persentase BE, temperature, flow rate, dll</i>)	4	5	140	5	Melakukan pencatatan terhadap hasil sementara, apabila terjadi <i>out specs</i> segera dilakukan perlakuan yang berbeda
			Penyimpanan yang terkontaminasi akibat kotoran, suhu, dll	1	1	7	7	Pemeriksaan tanki sebelum digunakan

Tahap Control

Pada tahap ini dilakukan pemantauan terhadap perbaikan-perbaikan pada tahap *improve*. Pemantauan ini memastikan agar masalah yang sama tidak terulang kembali. Tahap *control* berfokus pada hasil RPN tertinggi dari FMEA yaitu kualitas CPO yang diterima dari perkebunan sawit buruk. Adapun pemantauan yang dilakukan berupa pembuatan Standar Operasional Prosedur (SOP) penyeleksian CPO. SOP ini dapat dijadikan sebagai pembakuan dan pedoman untuk kegiatan produksi selanjutnya. Berbeda dengan penelitian oleh (Ginting, dkk, 2018) yang hanya merekomendasikan usulan perbaikan tanpa adanya prioritas utama dan pedoman perbaikannya. Adapun prosedur penyeleksian CPO adalah:

1. Menimbang berat kotor atau gross muatan CPO yang diangkut dari pabrik perkebunan sawit melalui truk dan melakukan pencatatan yang disertai dengan jam kedatangan truk
2. Memberikan nomor antrian pada masing-masing truk
3. Mengambil sampel CPO yang diangkut oleh truk dan mengukur kualitasnya berdasarkan nilai asam lemak bebas (*free fatty acid*), kelembaban dan ketidakhayuan, dan indeks pemucatan atau (DOBI)
4. Melakukan pencatatan kualitas CPO dan mengklasifikasikan truk berdasarkan kualitas CPO yang diangkut.

5. Melakukan pengisian seluruh CPO ke dalam masing-masing tangki sesuai kualitasnya
6. Truk menuju jalan keluar dan menimbang tara agar diketahui berat bersih CPO yang diangkut
7. Melakukan pencatatan berat bersih CPO disertai dengan jam keluar truk
8. Truk mengembalikan nomor antrian dan keluar dari area perusahaan
9. CPO dalam masing-masing tangki penyimpanan akan disalurkan ke tangki produksi sesuai muatan yang dibutuhkan. CPO kualitas tinggi akan diproses untuk produksi minyak goreng dan margarin, sedangkan kualitas buruk akan diproses untuk produksi lainnya seperti biodiesel

KESIMPULAN

Hasil produksi RBDPO PT XYZ dari bulan Desember 2019 hingga Januari 2020 mengalami *out specs* pada nilai *iodine value* dan *color* dengan nilai *sigma* sebesar 3,7065 dan C_{pk} sebesar 0,7355. Penyebab *out specs* adalah kurang ketelitian dan ketanggapan dari operator, kualitas CPO buruk, kinerja mesin kurang optimal, perlakuan pada proses yang tidak sesuai, dan penyimpanan minyak terkontaminasi. Usulan perbaikan dan pengendalian kualitas yang dapat dilakukan adalah seleksi pada bahan baku CPO, pengawasan intensif terhadap kinerja operator, pemeriksaan dan *maintenance* mesin secara berkala, pencatatan terhadap perlakuan proses

dan hasil, serta pemeriksaan tangki penyimpanan. Penelitian lanjutan dapat dilakukan identifikasi secara mendalam mengenai kualitas produksi dari supplier.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, N. G., Abohashima, H. S., & Aly, M. F. (2018). Defect Reduction Using Six Sigma Methodology in Home Appliances Company: A Case Study. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 1349–1358.
<http://ieomsociety.org/dc2018/papers/364.pdf>
- Badan Pusat Statistik. (2017). *Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2017*. Jakarta: Badan Pusat Statistik Indonesia.
<https://www.bps.go.id/publication/2018/11/13/b73ff9a5dc9f8d694d74635f/statistik-kelapa-sawit-indonesia-2017>
- Fithri, P. (2019). Six Sigma Sebagai Alat Pengendalian Mutu Pada Hasil Produksi Kain Mentah Pt Unitex, Tbk. *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 14(1), 43–52.
<https://doi.org/10.14710/jati.14.1.43-52>
- Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia. (2020). *GAPKI Ramal Harga Sawit Membaik Kuartal I 2020*. BPS. Jakarta.
<https://gapki.id/news/16030/gapki-ramal-harga-sawit-membaik-kuartal-i-2020>
- Gaspersz, V. (2005). *Total Quality Management*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Ginting, E. I., & Ulkhaq, M. M. (2018). Analisis Pengendalian Kualitas Produksi Menggunakan Metode Six Sigma. *Industrial Engineering Online Journal*, 7(1), 1–10.
<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/view/20592>
- Kubiak, T. M., & Benbow, D. W. (2016). *The certified six sigma black belt handbook*. Milwaukee: ASQ Quality Press.
- Lestari, S. (2020). Pengendalian Kualitas Produk Compound At-807 di Plant Mixing Center dengan Metode Six Sigma Pada Perusahaan Ban di Jawa Barat. *Jurnal Teknik FT UMT*, 9(1), 46–52.
<http://jurnal.umat.ac.id/index.php/jt/article/view/2348>
- Luthfian Ramadhan Silalahi, R., Puspita Sari, D., & Atsari Dewi, I. (2017). Testing of Free Fatty Acid (FFA) and Colour for Controlling the Quality of Cooking Oil Produced by PT. XYZ. *Industria: Jurnal Teknologi Dan Manajemen Agroindustri*, 6(1), 41–50.
<https://doi.org/10.21776/ub.industria.2017.06.01.6>
- Manan, A., Handika, F. S., & Nalhadi, A. (2018). Usulan Pengendalian Kualitas Produksi Benang Carded dengan Metode Six Sigma. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 4(1), 38–44.
<https://doi.org/10.30656/intech.v4i1.856>
- Pangestu, P., & Fahma, F. (2019). Implementasi Six Sigma dalam Peningkatan Kualitas Proses Produksi LED TV di PT Sharp Electronics Indonesia. *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, 17(2), 152–164.
<https://jurnal.uns.ac.id/performa/article/view/30178>
- Rohimudin, R., Dwiputra, G. A., & Supriyadi, S. (2016). Analisis Defect pada Hasil Pengelasan Plate Konstruksi Baja dengan Metode Six Sigma. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 2(1), 1–10.
<https://ejournal.lppmunsera.org/index.php/INTECH/article/view/857>
- Sirine, H., & Kurniawati, E. P. (2017). Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Six Sigma (Studi Kasus pada PT Diras Concept Sukoharjo). *Asian Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 2(03), 254–290.
<https://journal.uin.ac.id/ajie/article/view/8969>
- Stern, T. V. (2016). *Lean Six Sigma: International Standards and Global Guidelines*. Boca Raton: CRC Press.
- Ulfah, M. (2012). *Buku Panduan Magang STPK 2012 Sarjana Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit & Turunannya*. Yogyakarta: Instiper Press.
- Valles, A., Sanchez, J., Noriega, S., & Nuñez, B. G. (2009). Implementation of Six Sigma in a manufacturing process: A case study. *International Journal of Industrial Engineering*, 16(3), 171–181.
<https://journals.sfu.ca/ijietap/index.php/ijie/article/view/263>
- 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.
<http://repository.unpas.ac.id/40807/>