

## ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PADA *CRUDE PALM KERNEL OIL* DENGAN METODE *SIX SIGMA* DI PT. X

Irsyad Septiawan<sup>1\*</sup>, Margie Subahagia Ningsih<sup>2</sup>, Indra Gunawan<sup>3</sup>

<sup>\*1,2,3</sup>Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Al-Azhar, Jl. Pintu Air IV No.214 Kwala Bekala-Padang Bulan Medan, Kota Medan 20142

Email : <sup>\*1</sup>irsyadseptiawan@gmail.com

### Artikel Info

#### Artikel Historis :

Terima 20 April 2022

Terima dan di revisi 22 April 2022

Disetujui 23 April 2022

Kata Kunci : Pengendalian kualitas, Produk *outspec*, *Six sigma*, DPMO

### Abstrak

Perkembangan industri kelapa sawit sedang meningkat di Indonesia, karena kelapa sawit merupakan tanaman primadona yang menjadi sumber devisa bagi negara. PT. X merupakan perusahaan yang bergerak dibidang pengolahan minyak kelapa sawit dan salah satu produksi perusahaan adalah minyak *Crude Palm Kernel Oil* (CPKO), agar bisa bersaing di pasaran, perusahaan berusaha terus meningkatkan kualitas dengan menekan angka produk *out of spesification* (*outspec*). Pada data produksi tahun 2020-2021, diketahui produk masih banyak mengalami *outspec*. CPKO yang diproduksi dipengaruhi beberapa faktor yaitu, kadar asam lemak bebas (ALB), \ kadar air, kadar kotoran dan warna. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tindakan yang meminimalisir produk *outspec* dan mengetahui faktor yang paling mempengaruhi kualitas CPKO dengan menggunakan metode *Six Sigma*. *Six sigma* merupakan metode untuk meningkatkan kualitas produk mencapai target 3,4 kegagalan per satu juta kesempatan (DPMO) untuk setiap transaksi produk barang dan jasa. Dalam *Six Sigma* ada lima fase untuk meningkatkan kualitas yaitu *Define, Measure, Analyze, Improve, Control*. Menggunakan metode *six sigma* diketahui kualitas produk minyak CPKO dari PT. X adalah 3.16 dengan *outspec* sebesar 502.703 kg. Faktor yang mempengaruhi kualitas CPKO adalah asam lemak bebas (FFA) dengan jumlah 443.214 kg/60,46 %, kadar air 156.201 kg/21,31 %, kadar kotoran 58.620 kg/8,00 %, dan warna 75.020 kg/10,23%, dimana asam lemak bebas yang menjadi faktor utama dalam penurunan kualitas CPKO.

### Keywords :

*Quality Control, Outspec product, Six Sigma, DPMO*

### Abstract

*The development of the palm oil industry is increasing in Indonesia because oil palm is a prima donna crop that is a source of foreign exchange for the country. PT. X is a company engaged in palm oil processing. One of the company's productions is Crude Palm Kernel Oil (CPKO); to compete in the market, the company strives to continuously improve quality by suppressing the number of out-of-specification (outspe) products. The production data for 2020-2021 shows that many products are still experiencing out specs. CPKO produced is influenced by several factors: free fatty acid content (ALB), water content, dirt content, and color. This analysis aims to determine the actions that minimize outspent products and determine*

*the factors that most influence the quality of CPKO using the Six Sigma method. Six Sigma is a method to improve product quality to achieve the target of 3.4 failures per one million opportunities (DPMO) for each transaction of goods and services. In Six Sigma, there are five phases to improve quality: Define, Measure, Analyze, Improve, and Control. Using the six sigma method, the quality of CPKO oil products from PT was used. The  $\bar{X}$  is 3.16 with an outspent of 502,703 kg. Factors that affect the quality of CPKO are free fatty acids (FFA) in the amount of 443,214 kg/60.46%, water content 156,201 kg/21.31%, impurities content 58,620 kg/8.00%, and color 75,020 kg/10.23 %, where free fatty acids are the main factor in decreasing the quality of CPKO.*

## PENDAHULUAN

Perkembangan Industri kelapa sawit saat ini di Indonesia sedang meningkat., karena kelapa sawit merupakan salah satu tanaman unggulan yang menghasilkan minyak sawit dan menjadi sumber devisa bagi negara Indonesia. Salah satu industri pengolahan kelapa sawit di Pulau Sumatra adalah PT.X. Perusahaan ini mengelola dan mengembangkan kelapa sawit serta memproduksi minyak mentah kelapa sawit yaitu *Crude Palm Oil* (CPO) yang diperoleh dari daging buah sawit dan berasal dari biji buah atau *Crude Palm Kernel Oil* (CPKO). Dari acuan data produksi pada tahun 2020-2021, produk dari hasil produksi perusahaan masih banyak mengalami *out of spesification (outspec)*. Dimana CPKO yang diproduksi, dipengaruhi beberapa faktor yang menentukan kualitas CPKO itu sendiri. Beberapa faktor tersebut diantaranya yaitu, kadar asam lemak bebas (ALB), kadar air, kadar kotoran dan warna dari CPKO. Dikutip dari penelitian [1] Secara umum, tujuan akhir dari suatu industri adalah untuk menghasilkan keuntungan yang besar. Manfaat besar dapat dicapai jika industri berhasil menghilangkan pemborosan yang ada. Dari Faktor-faktor tersebut yang paling mempengaruhi kualitas CPKO adalah kandungan asam lemak bebas dimana faktor ini merupakan faktor yang paling sering dijumpai dalam analisa kualitas CPKO dan mutu dari CPKO dipengaruhi oleh kernel yang akan diolah [2]. Proses produksi yang sudah berjalan dengan baik, juga mempunyai kemungkinan produk mengalami kerusakan. Kerusakan produk bisa terjadi karena adanya kesalahan dari bahan baku yang digunakan,

pekerja dan mesin. [3]. Pengendalian mutu merupakan teknik manajemen untuk menjaga, meningkatkan dan mempertahankan kualitas dengan cara menurunkan nilai barang yang rusak agar memberikan keuntungan dan kepuasan klien. Sedangkan menurut Sitanggang kualitas adalah faktor yang ada dalam produk yang menjadi tujuan dari produksi. Kualitas produk mempengaruhi kepuasan pelanggan karena kualitas produk menentukan harapan konsumen. Pada saat proses produksi berjalan terdapat produk cacat , maka perusahaan dapat mengetahui dan memperbaikinya [4]. Untuk mengurangi nilai kualitas produk yang cacat dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Six Sigma* [5]. *Six Sigma* adalah metode yang mengidentifikasi penyebab masalah dalam produksi dan mengurangi tingkat cacat produk, sehingga bisa meminimalisir biaya dan mengefektifkan waktu produksi. [6]. *Six Sigma* DMAIC memiliki 5 tahapan yaitu, *define, measure, analyze, improve, dan control*. Pengendalian kualitas akan ditingkatkan dengan menggunakan konsep *Six Sigma* DMAIC bersamaan dengan *seven tools* untuk menghilangkan masalah kualitas produk. *Six Sigma* adalah pengukuran suatu proses dengan konsep statistik yang berhubungan dengan cacat produk pada level *Six Sigma* yang hanya ada 3,4 cacat dari sejuta peluang. Berdasarkan pengetahuan dan fakta DMAIC dilakukan secara sistematis. Salah satu untuk melakukan pengendalian kualitas dan memineralisasi produk cacat dapat menggunakan metode *Six Sigma*. Penelitian ini bertujuan menentukan nilai *Sigma* terhadap suatu produk di perusahaan dan mengidentifikasi faktor-faktor

yang mempengaruhi kualitas dari produk.

## METODE PENELITIAN

Penelitian diawali dengan mengumpulkan studi literatur, melakukan observasi, yang dimana mengamati secara langsung pada industri yang menjadi objek penelitian [7] dengan melakukan wawancara dan pengumpulan data produksi dalam 12 bulan dari bulan Juni 2020 sampai bulan Mei 2021. Tujuan pengambilan data ialah untuk mengetahui jumlah hasil produksi, jumlah produk *outspec*, dan jenis *outspec* dari kualitas CPKO. Kemudian Hasil dari pengumpulan data tersebut diolah menggunakan metode DMAIC *Six Sigma* dengan tahapan sebagai berikut:

- Define* yaitu mendefinisikan penyebabnya produk *outspec*.
- Measure* yaitu untuk menentukan berapa banyak produk cacat.
- Analyze* yaitu mengidentifikasi masalah yang menyebabkan produk menjadi cacat menggunakan data yang sudah dikumpulkan.
- Improve* yaitu memberikan usulan perbaikan untuk meminimalkan terjadinya penyebab terjadinya kecacatan produk.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Define*

Tahap *define* adalah langkah awal dari metode DMAIC. *Define* merupakan pendefinisian atau penentuan masalah dari suatu proyek berupa keluhan dari pelanggan untuk menentukan spesifikasi yang diinginkan.

#### a) Asam Lemak Bebas (ALB)

Tingginya persentase ALB yang mengindikasikan bahwa di dalam minyak terdapat asam lemak bebas (ALB) yang tinggi sehingga kualitas minyak justru semakin rendah. [8]. ALB bermasalah disebabkan kualitas bahan baku tidak masuk standar, untuk standar dari nilai ALB adalah maksimal 5.00%.

Penyebab utama penurunan kualitas dari produksi CPKO yaitu memiliki karakteristik asam lemak bebas yang tinggi. Untuk mengetahui mutu minyak kelapa sawit (CPKO) dapat menggunakan metode *Six Sigma* [10]

#### b) Kadar Air

Kadar air sering bermasalah disebabkan kualitas bahan baku tidak bagus. Standar nilai dari kadar air itu sendiri adalah maksimal 0.50%. Kualitas atau mutu dari minyak juga dipengaruhi oleh kadar air (*moisture*) [9].

#### c) Kadar Kotoran

Hal ini disebabkan penyaringan yang kurang sempurna, sehingga menyebabkan masih terdapat ampas yang terikut dalam CPKO dan tangki penyimpanan yang kotor. Standar dari nilai kadar kotoran adalah maksimal 0.05%.

#### d) Kadar Warna

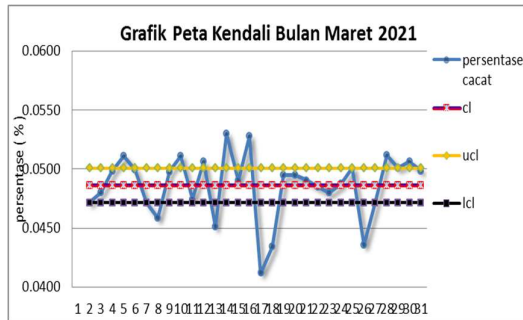
Kadar warna dapat dipengaruhi saat proses pengepresan yang terlalu panas, sehingga mengakibatkan CPKO menjadi terlalu matang (*gosong*). Standar nilai untuk warna pada CPKO adalah maksimal 8.0R/70 Y.

### *Measure*

Tahap *measure* bertujuan untuk mengukur standar kinerja pada proses dalam menghasilkan suatu produk. Pada tahap *measure*, setelah menemukan titik permasalahan yang akan di perbaiki dilakukan pengumpulan data-data yang menjadi pendukung pokok permasalahan. [11] Beberapa tindakan yang dilakukan pada tahap *measure* adalah sebagai berikut :

#### 1. Analisa Diagram Kontrol ( P-Chart)

Data yang digunakan dari data produk harian PT. X adalah jumlah dari produk akhir, dengan menggunakan pengukuran jenis P-Chart. Dengan menggunakan peta kendali P kita dapat mengetahui persentase pengendalian proses yang memiliki jumlah sampel yang tidak sama besar untuk produk *defective* atau cacat. [12]. Diketahui jumlah produk akhir di bulan Maret 2021 adalah 15.081.100 kg dan produk *outspec* sebanyak 738.655 kg, dari data tersebut dapat dibuat peta kendali P-Chart dan dapat dibuat dalam bentuk grafik peta kendali seperti gambar 1.



**Gambar. 1.** Grafik Peta Kendali Bulan Maret 2021

Pada peta kendali di atas masih terdapat Beberapa titik periode di atas UCL yang berarti *out of control*, yaitu pada produksi tanggal 4 Maret sebesar 5,11%, tanggal 9 Maret sebesar 5,11%, tanggal 11 Maret 5,06%, tanggal 27 Maret sebesar 5,12%, dan tanggal 29 Maret sebesar 5,06%. Hal ini mengindikasikan proses masih mengalami penyimpangan dan belum mencapai tingkat kecacatan *zero defect*, dengan adanya perbaikan dan pengendalian kualitas di PT. X agar bisa meminimalisir tingkat kecacatan sehingga mencapai nilai maksimal 0%.

2. Melakukan pengukuran tingkat *Six Sigma* dan *defect per million opportunities* (DPMO).

Dari hasil pengukur tingkat *Six Sigma* produksi harian PT. X dapat dilakukan dengan cara langkah sebagai berikut:

a) Menghitung DPU (*Defect Per Unit*)

$$DPU = \frac{\text{totalcacatproduksi}}{\text{totalproduksi}}$$

b) Menghitung DPMO (*defect per million opportunities*)

$$DPU = \frac{\text{totalcacatproduksi}}{\text{totalproduksi}} \times 1.000.000$$

c) Hasil perhitungan dari DPMO kemudian dikonversi dengan tabel *Six Sigma* Tingkat *Six Sigma* yang dimiliki PT. X dari data produksi harian pada bulan Maret 2021 adalah *Sigma* 3,16 dengan kerusakan sebesar 502.703 untuk satu juta produksi produksi.

### Analyze

1) Diagram Pareto

Diagram pareto adalah diagram yang bertujuan untuk mengetahui masalah mana yang harus di perbaiki terlebih dahulu untuk mengurangi tingkat kerusakan produksi [13]. dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ kerusakan} = \frac{\text{jumlah setiap jenis produk cacat}}{\text{jumlah produk cacat keseluruhan}} \times 100\%$$

Persentase jenis produk yang *outspec* di bulan Maret 2021 adalah sebagai berikut:

a. Asam Lemak Bebas (ALB)

$$\% \text{ kerusakan} = \frac{443214}{733055} \times 100\%$$

$$\% \text{ kerusakan} = 60,46 \%$$

b. Kadar Air

$$\% \text{ kerusakan} = \frac{156201}{733055} \times 100\%$$

$$\% \text{ kerusakan} = 21,31 \%$$

c. Kadar Kotoran

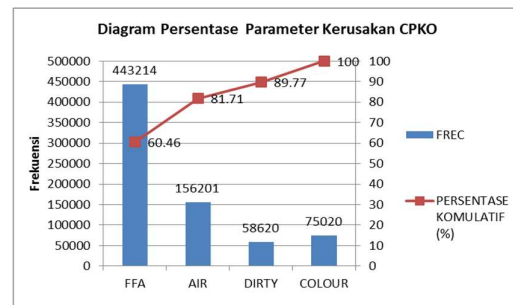
$$\% \text{ kerusakan} = \frac{58620}{733055} \times 100\%$$

$$\% \text{ kerusakan} = 8,00 \%$$

d. Warna

$$\% \text{ kerusakan} = \frac{75020}{733055} \times 100\%$$

$$\% \text{ kerusakan} = 10,23 \%$$

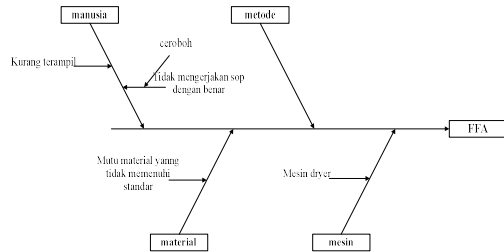


**Gambar. 2.** Diagram Persentase Parameter Kerusakan CPKO pada bulan Maret 2021 Di PT. X.

2. Diagram Sebab-akibat

Diagram sebab-akibat atau diagram tulang ikan (*fishbone*) bertujuan untuk menunjukkan hubungan antara masalah yang dihadapi dan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Setelah mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi *outspec* pada produk CPKO di PT. X, perlu mengambil langkah-langkah tindakan perbaikan untuk mencegah *outspec* pada produk.

a. Asam Lemak Bebas (ALB)/ *Free Fatty Acid (FFA)*



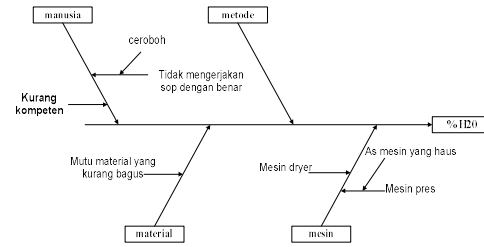
Gambar. 3. Diagram Sebab-akibat Parameter ALB

Asam lemak bebas (ALB) merupakan kandungan yang terdapat dalam produk dan termasuk dalam parameter kualitas CPKO. Asam lemak bebas termasuk salah satu indikator mutu dari minyak, semakin buruknya kualitas minyak disebabkan semakin tingginya kadar ALB terdapat pada minyak [14] Adanya produk CPKO dengan kandungan ALB yang *outspec* mengakibatkan turunnya kualitas CPKO. Hal ini sering berlangsung karena beberapa faktor sebagai berikut ini:

- a) Faktor material
  - a. Penerimaan bahan baku (*kernel*) yang tidak sesuai standar perusahaan, seperti berjamur, banyaknya kotoran, dan kadar air yang tinggi.
  - b. Kadar air tinggi menyebabkan kandungan asam naik apabila terlalu lama disimpan.
- b) Faktor manusia
  - a. Kurang ketelitian dalam menganalisis sampel bahan baku (*Human error*).
  - b. Petugas sampling tidak mengikuti SOP dalam pengambilan sampel.
- c) Faktor mesin

Proses pemanasan di dalam *dryer* sering bahan baku yang dipanaskan tidak matang sempurna, tujuan dipanaskan adalah untuk menghilangkan jamur-jamur dan mengurangi kadar air. Maka akan berpengaruh pada hasil produksinya.

- b. Kadar air



Gambar. 4. Diagram Sebab-akibat Parameter Air

Kadar air adalah kandungan air yang terdapat pada minyak CPKO dan masuk ke dalam parameter kualitas CPKO. Jika kandungan air *outspec* maka akan mempengaruhi kualitas produk CPKO karena dapat mempengaruhi parameter lainnya seperti ALB. Beberapa faktor penyebab terjadinya *outspec* pada kandungan air CPKO adalah sebagai berikut ini:

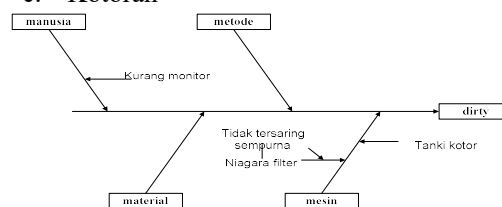
1. Faktor Manusia
  - a. Kurang teliti dalam menganalisis bahan baku (*Human error*)
  - b. Petugas sampling tidak mengikuti SOP dalam pengambilan sampel.
2. Faktor mesin

Pada saat pemanasan di dalam *dryer* sering terjadi *kernel* yang dipanaskan tidak sempurna menyebabkan kandungan air pada bahan baku menjadi tinggi. Roda as pada mesin *press* sering bermasalah, sehingga pengepresan menjadi tidak sempurna dan menyebabkan kandungan air meningkat. Untuk mengatasi masalah tersebut perlu dilakukan perawatan mesin. serangkaian kegiatan Yang dilakukan dalam upaya memperbaiki atau mempertahankan kondisi mesin agar tetap dapat berfungsi sebagaimana mestinya merupakan kegiatan perawatan mesin. [15]

3. Faktor material

Penerimaan bahan baku (*kernel*) yang tidak sesuai standar perusahaan,

- c. Kotoran



Gambar. 5. Diagram Sebab-akibat Parameter Kotoran

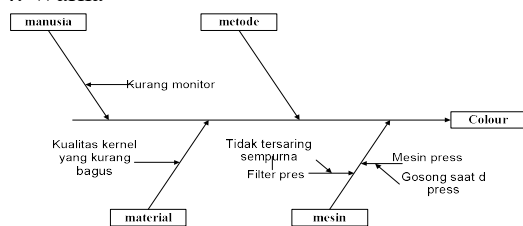
Kotoran merupakan salah satu parameter untuk menentukan kualitas CPKO, jika kadar kotoran tinggi maka kualitas pada CPKO yang dihasilkan menjadi berkurang. Beberapa faktor penyebab *outspec*nya kadar kotoran pada CPKO adalah sebagai berikut:

1. Faktor mesin
  - a. Kurangnya tekanan udara yang diberikan pada saat penyaring di *niagara filter* menyebabkan kurang tersaringnya ampas pada minyak.
  - b. Tangki tempat penyimpanan yang kotor dapat menambah kotoran pada CPKO.

#### 2. Faktor manusia

Kurangnya monitoring pada saat memberikan tekanan udara di *stasiun niagara filter*.

#### 4. Warna



**Gambar. 6.** Diagram Sebab-akibat Parameter Warna

Warna merupakan salah satu parameter untuk menentukan kualitas pada CPKO, dimana perusahaan memiliki standar dengan batas maksimal yaitu Red 8 dan Yellow 70. Beberapa faktor penyebab terjadinya *outspec* warna pada CPKO adalah sebagai berikut:

- a) Faktor material
 

Kualitas bahan baku yang kurang/tidak memenuhi standar.
- b) Faktor manusia
 

Kurangnya ketelitian dalam penerimaan bahan baku dan kurangnya monitoring pada proses produksi.
- c) Faktor mesin
  - a. Terjadinya kekosongan pada saat *kernel* dipres sehingga membuat warna dari minyak menjadi jelek.
  - b. Kurang tersaringnya ampas pada *niagara filter* menyebabkan masih terdapat ampas yang ikut ke dalam CPKO menyebabkan minyak menjadi keruh.

#### Improve

*Improve* adalah suatu tahapan rencana untuk melaksanakan tindakan kualitas *Six Sigma*. Setelah mengetahui penyebab-penyebab produk *outspec* pada PT. X maka disusun suatu rencana atau usulan untuk melakukan perbaikan supaya menekan tingkat kerusakan pada produk yaitu.

#### 1. ALB

- a. Memilih bahan baku sesuai dengan standar perusahaan .
- b. Memberi pelatihan atau edukasi kepada karyawan perusahaan.
- c. Melakukan kalibrasi dan monitoring pada peralatan operasional perusahaan.

#### 2. Kadar air

- a. Melakukan penerimaan bahan baku sesuai dengan standar mutu perusahaan.
- b. Memberikan pelatihan atau edukasi kepada karyawan perusahaan.
- c. Melakukan kalibrasi rutin terhadap alat-alat operasional produksi dan mengganti secara berkala roda as mesin *press*.

#### 3. Kadar kotoran

- a. Melakukan pembersihan tangki penyimpanan secara berkala.
- b. Melakukan pengontrolan pada saat proses penyaringan minyak, pastikan minyak yang dihasilkan sudah bersih.
- c. Memberi pelatihan kepada karyawan agar lebih serius dalam bekerja.

#### 4. Warna

- a. Berikan arahan dan edukasi kepada karyawan agar lebih teliti dalam bekerja
- b. Melakukan pengecekan secara kualitatif maupun kuantitas untuk memastikan warna sesuai dengan standar perusahaan.
- c. Operator memonitoring pada saat proses pengepresan berlangsung sesuai dengan SOP. Dan memastikan tekanan udara serta memantau kejernihan bahan baku sesuai dengan standar

#### KESIMPULAN

1. Hasil analisis yang dilakukan pada data *outspec* CPKO harian bulan Maret di PT.X

- didapatkan tingkat pencapaian *Six Sigma* adalah 3.16 dengan *outspec* sebesar 502.703 kg.
2. Faktor yang mempengaruhi rusaknya kualitas CPKO adalah asam lemak bebas (ALB) dengan jumlah 443.214 kg/60,46%, kadar air dengan jumlah 156.201 kg/21,31%, kadar kotoran dengan jumlah 58.620 kg/8,00%, dan warna dengan jumlah 75.020 kg/10,23%.
  3. Dari data kadar ALB menjadi faktor tertinggi pada data *outspec* CPKO. Yang dipengaruhi oleh faktor kualitas bahan baku yang tidak memenuhi standar perusahaan.
- #### DAFTAR PUSTAKA
- [1] I. Gunawan, "Aplikasi VSM tools di aliran proses penerimaan CPO guna mereduksi waste PT. Permata Hijau Palm Oleo," *Jurnal VORTEKS*, vol. 2, no. 2, pp. 122-126, 2021.
  - [2] A. B. Rantawi, "Korelasi Kadar Air pada Kernel terhadap Mutu Kadar Asam Lemak Bebas Produk Palm Kernel Oil yang Dihasilkan," *urnal Citra Widya Edukasi*, pp. 27-32, 2021.
  - [3] K. L. Setiawati, "Analisis Pengendalian Kualitas menggunakan Metode Six Sigma pada Produk Roti Tawar di PT. Ital Fran's Multindo Food Industries Cabang Bali," *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, p. 587, 2020.
  - [4] A. Hariyono, "Pengendalian Kualitas Menggunakan Pendekatan Six Sigma Dan Metode New Seventools Sebagai Upaya Perbaikan Produk Defect," *Journal of Research and Technology*, pp. 1-9, 2020.
  - [5] T. A. Putri, "Pengendalian Kualitas Produk Kaos Menggunakan Metode Six Sigma ( Studi Kasus pada Konveksi X di Yogyakarta )," *seminar dan konferensi nasional IDEC*, pp. 2-3, 2019.
  - [6] I. I. Anisa Rosyidasari, "IMPLEMENTASI SIX SIGMA DALAM PENGENDALIAN KUALITAS," *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, pp. 113-122, 2020.
  - [7] Z. H. S. N. H. Eva Vivi Aniceta Situmorang, "Perbaikan dan Pengembangan Produk Baby Chair menggunakan metode QFD (Quality Function Deployment) Studi Kasus; PT. Casa Woodworking Industry," *jurnal VORTEKS*, vol. 2, no. 2, pp. 91-99, 2021.
  - [8] L. H. M. Deifa Nurfiqih, "Pengaruh Suhu, Persentase Air, Dan Lama Penyimpanan Terhadap Persentase Kenaikan Asam Lemak Bebas (Alb) Pada Crude Palm Oil (Cpo)," *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, p. 1, 2021.
  - [9] B. N. Abdallah, "Peningkatan Karakteristik Kualitas Palm Kernel Oil ( PKO ) Menggunakan Metodologi Six Sigma," *Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*, pp. 81-89, 2021.
  - [10] Yulianto, "Analisis Quality Control Mutu Minyak Kelapa Sawit Di Pt. Perkebunan Lembah Bhakti Aceh Singkil," *Amina*, pp. 72-78, 2020.
  - [11] N. A. Rina Fitriana, "Perancangan Pebaikan Kualitas Produk Baut dan Sekrup Menggunakan Metode Six Sigma dan Data Mining di PT. A," *Jurnal Teknik Industri*, pp. 46-53, 2019.
  - [12] I. F. A. a. A. P. a. Asep Ridwan a, "Peningkatan kualitas dan efisiensi pada proses produksi dunnage menggunakan metode lean six sigma (Studi kasus di PT. XYZ)," *TEKNIKA: Jurnal Sains Dan Teknologi*, pp. 186-199, 2020.
  - [13] H. Bonar, "Analisis Pengendalian Kualitas dengan Menggunakan Metode Six Sigma ( Studi Kasus : PT. Growth Sumatra Industry )," *Jurnal Buletin Utama Teknik*, pp. 211-219, 2018.
  - [14] W. N. Doddy Chandradhinata, "Analisis Pengendalian Kualitas pada Crude Palm Oil untuk Meningkatkan," *Jurnal Kalibrasi Institut Teknologi Garut*, pp. 43-52, 2021.
  - [15] e. C. N. Uun Novalia Harahap, "Analisis peningkatan produktivitas kerja mesin dengan menggunakan metode Total Productive Maintenance (TPM) di PT.



Casa Woodworking Industry," *Jurnal VORTEKS*, vol. 2, no. 2, pp. 110-114, 2021.