

## Usulan Penerapan Metode DMAIC untuk Meningkatkan Mutu *Crude Palm Oil* (CPO) pada PT X.

Demi Ramadian\*, Adlina Safitri Helmi, Veronica Lasmi  
Jurusan Teknik Industri Agro, Politeknik ATI Padang, Indonesia;  
email: [demiramadian@poltekatipdg.ac.id](mailto:demiramadian@poltekatipdg.ac.id)

\* Corresponding author

### Abstrak

PT X merupakan salah satu perusahaan di bidang perkebunan dan industri kelapa sawit dengan produk yang dihasilkan adalah *Crude Palm Oil* (CPO) dan Kernel. Dalam melakukan produksi CPO seringkali ditemukan permasalahan standar kualitas CPO yang belum tercapai hampir disetiap proses produksinya. Standar mutu CPO Produksi yang berlaku di PT X dengan batas Asam Lemak Bebas (ALB) 3,5 %, kadar air 0,2% dan kadar kotoran 0,02%. Dengan mengacu pada standar mutu perusahaan, kadar ALB yang melebihi 3,5% akan mempengaruhi kualitas minyak yang dihasilkan dan dinyatakan defect (cacat). Penelitian ini bertujuan memberikan usulan untuk meningkatkan mutu CPO menggunakan metode DMAIC serta menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan produk menjadi cacat. Hasil yang didapatkan berdasarkan grafik diagram pareto menunjukkan bahwa tingkat kecacatan paling tinggi yaitu kadar asam lemak bebas 77%, kadar air 17% dan kadar kotoran 7%. Faktor yang menyebabkan cacat nya CPO pada PT X adalah buah restan, buah luka dan bahan baku yang tidak memenuhi standar produksi.

**Kata Kunci:** CPO, Mutu, Defect, DMAIC, Diagram Pareto.

### Abstract

**[Title: DMAIC Method Implementation to Improve the Quality of Crude Palm Oil (CPO) at PT. X]** PT X is one of company engaged in the plantation and palm oil industry, producing *Crude Palm Oil* (CPO) and Kernel. In the CPO production process, there are often issues related to the failure to achieve the required CPO quality standards in almost every production stage. The quality standard for CPO production at PT X sets the Free Fatty Acid (FFA) limit at 3.5%, moisture content at 0.2%, and impurity levels at 0.02%. Referring to the company's quality standards, an increase in FFA levels exceeding 3.5% will affect the oil quality, it is considered a defect. This research aims to propose solutions for improving CPO quality using the DMAIC methodology and to analyze the factors leading to defective products. The results, based on a Pareto diagram graph, indicate that the highest defect rates are in the levels of free fatty acids (77%), moisture content (17%), and impurities (7%). The factors causing CPO defects at PT X include overripe fruit, damaged fruit, and raw materials not meeting production standards.

**Keywords:** CPO, Quality, Defect, DMAIC, Pareto Diagram

Kelompok BoK yang bersesuaian dengan artikel: *Quality & Reliability Engineering*

Saran format untuk mensitasi artikel ini:

Ramadian, D., Helmi, A., S. & Lasmi, V. (2023). Usulan Penerapan Metode DMAIC untuk Meningkatkan Mutu *Crude Palm Oil* (CPO) pada PT X. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri* (SENASTI) 2023, 215-224.

## 1. Pendahuluan

Saat ini, Indonesia adalah salah satu negara terbesar dalam menghasilkan minyak *Crude Palm Oil* (CPO). Dimana 59% dari total produksi minyak sawit dunia atau sebanyak 45,5 juta ton per tahun berasal dari Indonesia. Industri Pengolahan Kelapa Sawit menjadi salah satu komoditas andalan bangsa Indonesia yang memberikan peran sangat signifikan dalam pembangunan perekonomian bangsa Indonesia, khususnya pada pengembangan agroindustri. Hal ini didukung oleh besarnya area penanaman kelapa sawit yang selalu meluas setiap tahunnya. Tercatat Indonesia memiliki lahan sawit seluas lebih dari 10 juta hektar untuk ditanami tiap tahunnya. Berdasarkan Laporan Badan Pusat Statistik (2020) terjadi peningkatan produksi CPO yang pesat dari tahun 2016 dengan produksi sebesar 31,49 juta ton ke tahun 2019 dengan produksi sebesar 47,12 juta ton. Selain itu, volume ekspor CPO pun meningkat dari tahun 2016 dengan kontribusi ekspor sebesar 24,34 juta ton ke tahun 2019 dengan kontribusi ekspor sebesar 30,22 juta ton.

Peningkatan permintaan pasokan *Crude Palm Oil* baik dari dalam dan luar negeri mengharuskan perusahaan untuk terus meningkatkan kapasitas produksi. Hal ini juga turut menimbulkan dampak persaingan bisnis diantara produsen CPO. Perusahaan harus terus mampu bersaing terutama dalam hal kualitas produk yang akan dihasilkan (Ramadian *et al*, 2022). Perusahaan dituntut untuk memproduksi CPO dengan jaminan kualitas yang baik untuk meningkatkan daya saing perusahaan (Chandrahadinata & Nurdiana, 2021). Kualitas produk yang semakin baik dan terus meningkat, perusahaan pasti akan mendapatkan keunggulan bersaing dalam penjualan produknya (Batubara *et al*, 2021).

Sebagai produk ekspor yang penting, mutu CPO harus dijaga dengan baik untuk memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan oleh pasar global. Berdasarkan hasil penelitian Widjajanto dan Purba (2021) Industri di Indonesia rata-rata memiliki nilai sigma sebesar 3,68 dimana 1,10-nya berasal dari industri minyak sawit. Hasil penelitian Kurnia *et al*. (2022) mengemukakan bahwa tindakan perbaikan kualitas berdampak pada peningkatan level sigma sebesar 10% dari 3,3339 menjadi 3,6832. Sebaliknya, cacat perbaikan dapat mengurangi cacat sebelum perbaikan sebesar 18,92% dan setelah perbaikan sebesar 9,23%. Penelitian Kurnia *et al*. (2021) juga menyebutkan bahwa perbaikan kualitas dapat mengurangi cacat produksi sebesar 5,54%.

Murjana dan Handayani (2022) menyebutkan penyebab penurunan kualitas CPO adalah operator yang kurang teliti dan kurang disiplin, SOP tidak dijalankan dengan baik, dan settingan pada mesin sterilizer dan CST yang tidak sesuai. Penelitian (Kurniawan *et al*, 2017) mengemukakan bahwa minyak kelapa sawit yang disimpan lama akan menyebabkan penurunan mutu apabila tidak diproses dengan tepat, karena terjadinya reaksi oksidasi dan hidrolisis. Cacat produk pada minyak CPO dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti absorpsi bau dan kontaminasi, aksi enzim, aksi mikroba, serta dan reaksi kimia (Pahan, 2008). Diniaty, D., & Hamdy (2020) selanjutnya mengemukakan bahwa faktor penyebab menurunnya mutu minyak kelapa sawit yaitu manusia, material, mesin, dan metode. Alfiansyah (2019) selanjutnya mengatakan bahwa faktor penyebab terjadinya kecacatan CPO adalah faktor bahan baku, manusia dan mesin. Sedangkan Imaroh dan Efendi (2020) mengatakan bahwa faktor penyebab terjadinya kecacatan terhadap CPO adalah kinerja manusia/operator dan mesin.

PT. X merupakan perusahaan pengolahan kelapa sawit menjadi CPO. Dalam melakukan proses pengolahan sering ditemukan permasalahan yaitu belum tercapainya secara maksimal standar mutu CPO produksi. Dimana standar mutu CPO yang diizinkan

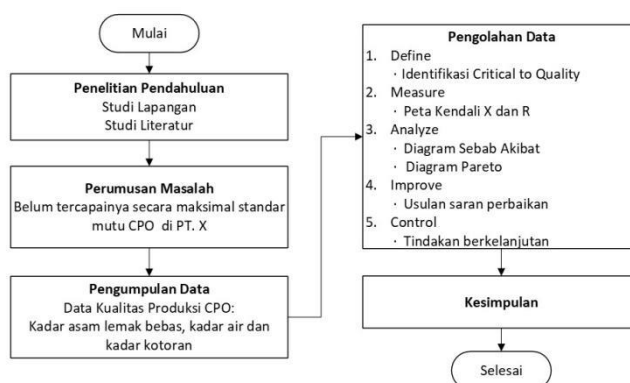
dalam setiap produksi yaitu kadar ALB 3.0%, kadar air 0.2% dan kadar kotoran 0.02%. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan secara langsung di perusahaan, ditemukan pokok permasalahan dalam penelitian ini yaitu menurunnya mutu CPO produksi yang terjadi dari bulan Desember 2022 sampai bulan Maret 2023. Masih banyak data yang melebihi standar ketetapan perusahaan di PT X sehingga perlu dilakukan penelitian yang lebih lanjut untuk mengatasi kenaikan ALB, Kadar Air dan Kadar Kotoran yang melebihi ketetapan maksimal.

Permasalahan ini diatasi menggunakan pendekatan metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) dengan tiga alat pengendalian kualitas yaitu Peta Kendali, Diagram Pareto, dan Diagram *Fishbone*. Penerapan metode DMAIC sebagai proses peningkatan mutu pada produksi CPO juga telah dilakukan oleh Kurniawan *et al.*, (2017) yaitu dibutuhkannya perbaikan pada penanganan bahan baku seperti penentuan tingkat kematangan buah berdasarkan fraksi buah, perbaikan pada operator yaitu memperhatikan tingkat pendidikan, disiplin, pelatihan, dan pengalaman. Penelitian Rosyidasari & Iftadi (2020) juga mengemukakan bahwa penerapan metode DMAIC dapat memaksimalkan 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. Hasil penelitian Widjajanto dan Purba (2021) mengemukakan bahwa penerapan metode DMAIC dapat meningkatkan perbaikan operasional, kualitas, produktivitas, pengurangan biaya, dan keamanan. *Six Sigma* berfokus pada perbaikan berkelanjutan dan membantu optimalisasi proses dengan mengidentifikasi sumbernya cacat (Sundaramali *et al.*, 2021)

Berdasarkan jabaran permasalahan dan penelitian pendahulu maka menjadi dasar dari penelitian untuk mengidentifikasi faktor penyebab belum tercapainya secara maksimal standar mutu CPO yang diproduksi di PT. X dan memberikan rekomendasi usulan perbaikan untuk mengatasi masalah tersebut.

## 2. Metode

Penelitian ini menggunakan dua sampel CPO produksi/hari selama 90 hari kerja. Jenis data yang digunakan dalam penelitian yaitu data primer berupa pengujian langsung pada nilai asam lemak bebas, kadar air dan kadar kotoran di laboratorium perusahaan sedangkan data sekunder melalui wawancara kepada pekerja. Urutan proses secara lengkap yang dilalui dalam melakukan penelitian ini dirumuskan kedalam suatu *flowchart* yang ditunjukkan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Flowchart Metodologi Penelitian

### 3. Hasil dan Pembahasan

Tahapan dari pendekatan ini berupa penentuan masalah, pengukuran kemampuan dan tujuan, analisa data sebagai cara memahami masalah, peningkatan proses dan mengurangi penyebab masalah, dan pelaksanaan kontrol proses jangka panjang. Tujuan dari penerapan metode DMAIC adalah mengurangi variasi dari suatu proses dengan melakukan perbaikan secara terus menerus sehingga dapat meningkatkan kemampuan proses perusahaan.

#### I. Tahapan *Define*

*Define* merupakan tahap awal dari permasalahan yang akan dipecahkan, pada tahapan *define* dilakukan identifikasi terhadap permasalahan yang ada. Tahap *define* yang akan dijelaskan adalah berupa diagram CTQ (*Critical to Quality*). CTQ adalah kunci karakteristik yang dapat diukur dari sebuah produk atau proses yang harus mencapai performansi standar. Dalam penelitian ini, standar produk CPO dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1.** *Critical to Quality (CTQ)*

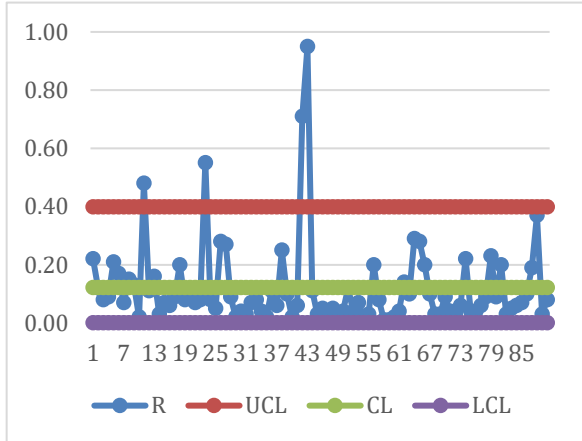
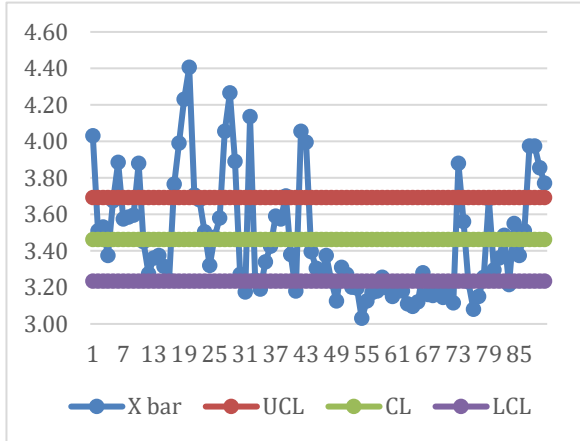
CTQ	Jenis kandungan	Spesifikasi	Deskripsi
CTQ-1	Kandungan Asam Lemak Bebas	Nilai Kadar ALB 3%	Asam lemak bebas dalam konsentrasi tinggi yang ada dalam minyak sawit sangat merugikan. Tingginya asam lemak bebas dapat mengakibatkan menurunnya mutu CPO. Apabila kadar ALB pada CPO meningkat melebihi standar mutu yang telah ditetapkan maka CPO tersebut tidak dapat dijual. Hal ini dapat menyebabkan kerugian pada perusahaan penghasil CPO.
CTQ-2	Kandungan Air	Nilai Kadar Air 0,20 %	Kualitas minyak harus dijaga dengan cara membuang zat yang mudah menguap, air dalam hal ini merupakan salah satu zat yang mudah menguap bila berada pada suhu di atas 100°C. Tingginya kadar air dapat menyebabkan minyak berbau tidak sedap dan menurunkan mutu CPO.
CTQ-3	Kandungan Kotoran	Nilai Kadar Kotoran 0,02 %	Kadar kotoran dibuang untuk mendapatkan minyak yang lebih baik, sehingga apabila suatu perusahaan pengolahan minyak kelapa sawit dapat menekan kadar kotoran dengan tingkat yang paling kecil, maka minyak tersebut sudah memiliki syarat menjadi minyak yang bagus.

#### II. Tahapan *Measurement*

Pada tahapan ini akan melakukan pengukuran terhadap permasalahan yang telah didefinisikan untuk diselesaikan. Jadi bisa dikatakan pada tahapan ini akan terdapat pengambilan data yang nantinya akan digunakan untuk mengukur karakteristik permasalahan untuk menentukan langkah apa yang harus diambil untuk melakukan perbaikan dan peningkatan selanjutnya. Pada tahapan ini sampel yang digunakan yaitu sebanyak dua sampel dalam 90 hari kerja. Data yang digunakan sudah dilakukan uji kecukupan data dan data tersebut sudah cukup dan sudah bisa diolah untuk tahap selanjutnya.

a. Perhitungan kadar ALB CPO

Perhitungan kadar ALB CPO dengan menggunakan Peta Kendali X dan Peta Kendali R. Hasil perhitungan nilai  $\bar{X}$  dan  $\bar{R}$  dapat dilihat pada gambar berikut.

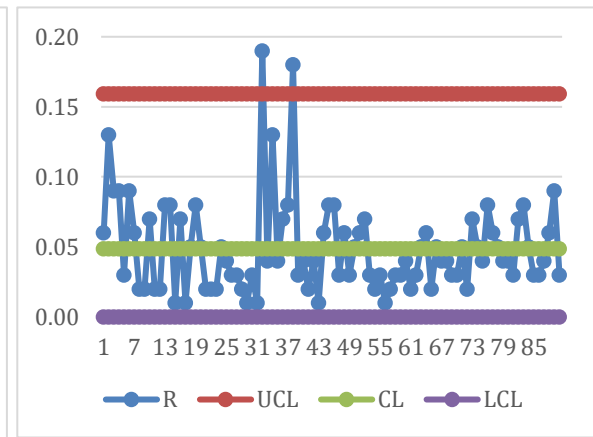
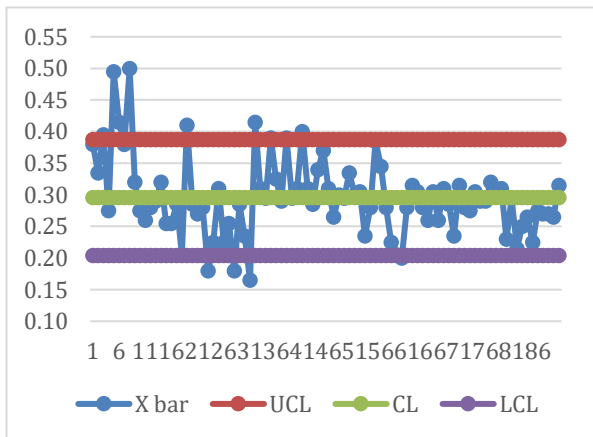


**Gambar 2.** Grafik Peta Kendali X Kadar ALB **Gambar 3.** Grafik Peta Kendali R Kadar ALB

Pada peta kendali X dan R terdapat beberapa data yang berada di luar batas kendali yang ditunjukkan pada gambar 1 dan 2 yaitu data ke 1, 6, 10, 17, 18, 19, 20, 21, 29, 28, 29, 32, 39, 42, 43, 73, 87, 88, 89, 90. Dan terdapat dua puluh tujuh data diluar batas kendali bawah yaitu data ke- 31, 34, 41, 49, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 76, 77, 83. Sedangkan pada Peta Kendali R kadar ALB, terdapat empat data yang berada di luar batas kendali atas yaitu data ke- 11, 23, 42, 43.

b. Perhitungan Kadar Air CPO

Perhitungan Kadar Air CPO dengan menggunakan Peta Kendali X dan Peta Kendali R. Hasil perhitungan nilai  $\bar{X}$  dan  $\bar{R}$  dapat dilihat pada gambar 3 dan 4 berikut.



**Gambar 4.** Peta Kendali X Kadar Air

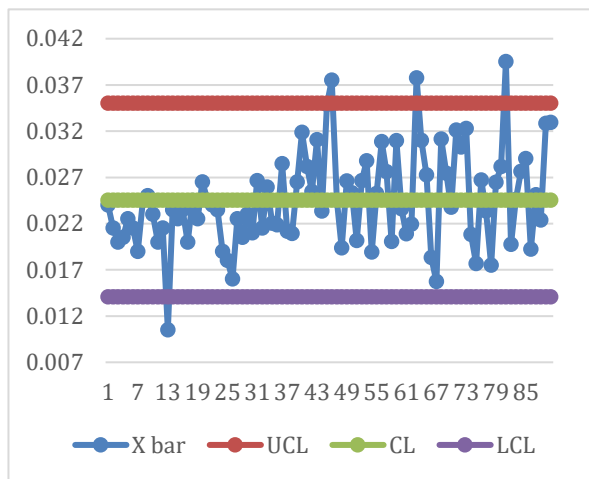
**Gambar 5.** Peta Kendali R Kadar Air

Berdasarkan Gambar 3 dan 4 didapatkan hasil bahwa pada Peta kendali X terdapat tujuh data yang berada diluar batas kendali atas yaitu data ke 3, 5, 6, 8, 19, 32, 41. Dan pada peta Kendali X juga terdapat data yang berada dibawah batas kendali yaitu data ke 23, 28, 31.

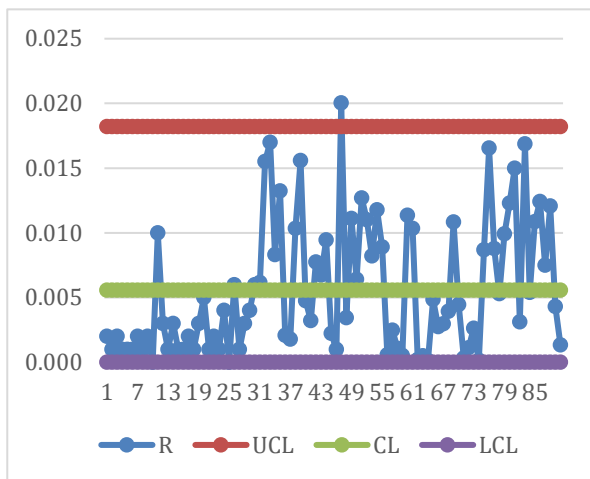
Sedangkan pada peta Kendali R terdapat dua data yang berada diluar batas kendali atas yaitu data ke 32 dan 38.

c. Perhitungan Kadar Kotoran CPO

Perhitungan Kadar Kotoran CPO dengan menggunakan Peta Kendali X dan Peta Kendali R. Hasil perhitungan nilai  $\bar{X}$  dan  $\bar{R}$  dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 6. Peta Kendali X Kadar Kotoran



Gambar 7. Peta Kendali R Kadar Kotoran

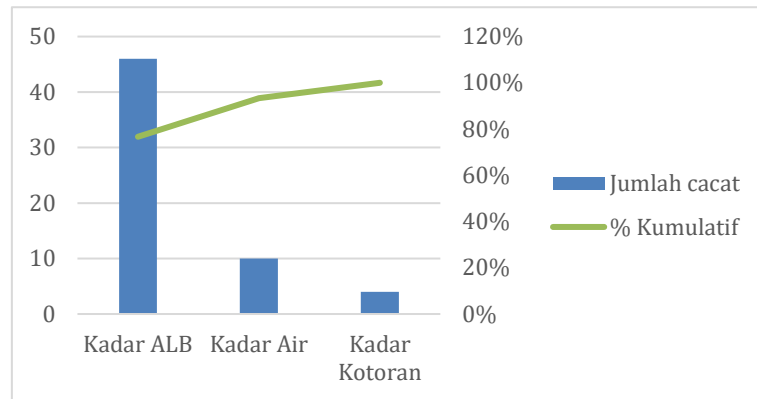
Pada peta kendali X dan R terdapat beberapa data yang berada diluar batas kendali yang ditunjukkan pada gambar 5 dan 6 yaitu terdapat titik-titik yang berada diluar garis. Pada Peta Kendali X terdapat tiga data yang out of control yaitu pada data ke- 46,63,81 berada diluar batas kendali atas, dan pada batas kendali bawah yaitu data ke-13. Sedangkan pada Peta Kendali R terdapat data yang berada diluar batas kendali atas yaitu data ke-47.

III. Tahapan *Analyze*

Tahap ini menganalisis faktor permasalahan penyebab meningkatnya kadar ALB, kadar air, dan kadar kotoran pada CPO. Analisis dapat dilakukan dengan menggunakan diagram pareto untuk menentukan prioritas penanganan masalah. Diagram fishbone digunakan untuk menentukan penyebab dari permasalahan. Berikut adalah data hasil rekapitulasi cacat mutu produk pada produk CPO, pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Rekapitulasi Cacat Produk

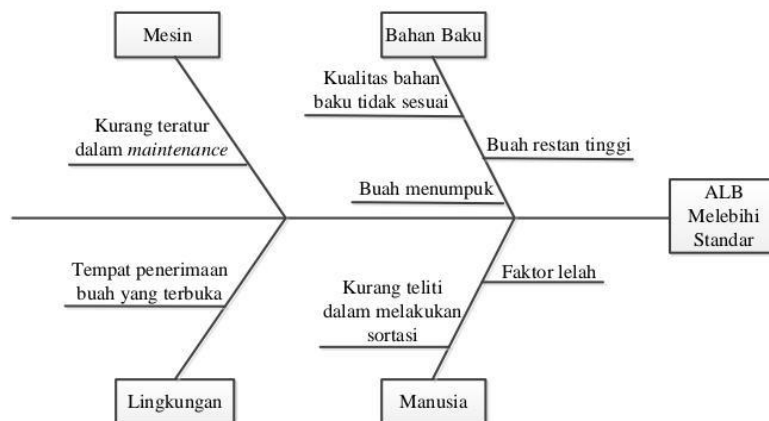
Jenis Cacat	Jumlah cacat	Persentase	% Kumulatif
Kadar ALB	46	77%	77%
Kadar Air	10	17%	93%
Kadar Kotoran	4	7%	100%



Gambar 8. Diagram Pareto

Berdasarkan diagram pareto diatas diketahui bahwa mutu *Crude Palm Oil* (CPO) pada PT X memiliki cacat produk yang dominan adalah kadar Asam Lemak Bebas (ALB), dimana kadar ALB ini memiliki jumlah cacat sebanyak 46 cacat dengan persentase 77%. Setelah ALB terdapat kadar air dengan presentase 77%. Dan yang terakhir adalah kadar kotoran jumlah cacat 4 dengan presentase 7%.

Berdasarkan data yang didapat, maka dilakukan analisa penyebab penyimpangan mutu yang berpengaruh besar yaitu pada kadar ALB dengan menggunakan diagram *Fishbone*. Mutu CPO dipengaruhi oleh ALB, kadar air dan kadar kotoran selama proses pengolahan maupun selama masa penyimpanan. Untuk lebih jelas mengetahui faktor penyebab penyimpangan mutu CPO yang dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 9. Diagram *Fishbone*

Berdasarkan gambar diagram sebab-akibat pada gambar 8 dapat diketahui bahwa faktor-faktor penyebab tingginya kadar ALB pada produk terdiri dari faktor bahan baku, manusia, mesin dan lingkungan.

1) Bahan Baku

a. Kualitas bahan baku yang tidak sesuai

Buah yang seharusnya diolah yaitu buah yang kualitasnya baik akan tetapi pada perusahaan ini buah yang kualitas yang buruk berupa buah yang terlalu matang tetap diolah oleh pabrik.

- b. Buah restan tinggi  
Buah restan tinggi merupakan buah dari kebun yang dikirim dan diterima oleh Pabrik Kelapa Sawit (PKS) melebihi 24 jam dari hari panen, buah restan tinggi disebabkan oleh keterlambatan *dump truck* untuk mengangkut buah yang telah dipanen serta penumpukan buah di stasiun *loading ramp*.
- 2) Manusia
  - a. Operator kurang teliti dalam melakukan sortasi  
Dalam melakukan sortasi, buah yang sesuai dengan ketentuan karakteristik dan yang memenuhi syarat akan berpengaruh terhadap hasil yang akan dicapai.
  - b. Kelelahan  
Pekerjaan operator yang berat dan jumlah operator yang sedikit, kondisi tempat bekerja yang terbuka dan panas pada siang hari menyebabkan pekerja cepat lelah.
- 3) Mesin  
Salah satu faktor penting dalam menentukan mutu produksi CPO adalah mesin yang digunakan. Dalam hal ini sering terjadi kerusakan mesin yang disebabkan oleh kurangnya perawatan pada mesin tersebut, ada juga beberapa mesin yang sudah tua dan ada di beberapa stasiun yang pemakaian suhu pada mesin tidak sesuai dengan standarnya.
- 4) Lingkungan  
Stasiun penerimaan buah yang terbuka, akan terkena hujan saat hujan turun. Hal ini merupakan salah satu penyebab terjadinya penurunan kualitas ataupun kenaikan kadar ALB CPO produksi. Buah yang terkena hujan akan menjadi buah luka yang mengandung kadar asam sehingga mempercepat kenaikan enzim lipase penyebab kenaikan ALB. Kebersihan mesin dan area produksi yang digunakan juga mempengaruhi kualitas pada CPO, mesin dan area produksi yang tidak terjaga kebersihannya maka kotoran pada mesin ataupun area produksi akan tercampur dengan CPO yang diproses dan nantinya akan menyebabkan kualitas CPO tidak sesuai dengan standar mutu yang ditetapkan oleh perusahaan. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dilakukan perawatan mesin dan pembersihan area produksi secara berkala.

#### IV. Tahapan *Improve*

Pada tahap ini dilakukan rencana atau tindakan perbaikan untuk melakukan peningkatan kualitas. Setelah mengetahui penyebab kecacatan atas kualitas CPO produksi, maka disusun suatu rekomendasi atau usulan tindakan perbaikan terhadap semua sumber yang berpotensi untuk menyebabkan cacat produk dalam upaya menekan tingkat kerusakan produk sebagai berikut:



**Tabel 3. Usulan Tindakan Perbaikan**

Unsur	Faktor Penyebab	Usulan Tindakan Perbaikan
Bahan Baku	Kualitas bahan baku tidak sesuai	- Memeriksa kembali bahan baku yang diterima dari <i>supplier</i> , apakah sudah sesuai kualitas yang dibutuhkan dengan cara operator melakukan sortasi dengan teliti ketika buah diturunkan ke tempat penampungan buah sementara
Manusia	1. Operator tidak teliti dalam sortasi buah 2. Faktor lelah	- Melakukan pelatihan dan evaluasi kinerja terhadap operator sehingga dapat mengurangi atau menghilangkan kesalahan dalam sortasi buah. - Memberikan toleransi waktu untuk istirahat kepada operator agar dapat mengurangi kelelahan saat bekerja dan lebih teliti melakukan pemilihan buah.
Mesin	Kurangnya jadwal <i>maintenance</i>	- Menerapkan <i>preventive maintenance</i> disetiap awal produksi sebelum pergantian shift kerja agar menghilangkan kegagalan mesin yang mungkin terjadi sehingga proses produksi berjalan dengan lancar.
Lingkungan	Tempat penyimpanan buah terbuka	- Membuat gudang bahan baku khusus untuk penyimpanan buah, sehingga buah tidak menumpuk dan terkena hujan dalam waktu lama.

#### V. Tahapan *Control*

Pada tahap ini merupakan tahap analisis dari metode DMAIC yang menekankan pada tindakan yang telah dilakukan meliputi :

- a. Melakukan pengawasan terhadap bahan baku yang telah dipanen
- b. Melakukan perawatan dan perbaikan mesin secara berkala
- c. Melakukan pengawasan terhadap bahan baku, terutama saat berada di stasiun grading dan stasiun *loading ramp*
- d. Melaporkan hasil jenis kerusakan yang telah melebihi standar perusahaan.
- e. Melakukan pengawasan pada saat proses sortasi bahan baku.

#### 4. Kesimpulan

Adapun faktor-faktor penyebab terjadinya penurunan pada CPO produksi adalah kadar ALB, Kadar Air dan Kadar Kotoran. Standar mutu CPO Produksi yang berlaku di PT X adalah Kadar ALB 3%, Kadar Air 0,20, dan Kadar Kotoran 0,02%. Dalam penelitian ini faktor dominan yang mempengaruhi penurunan mutu CPO adalah kadar ALB yaitu sebesar 77% . Salah satu faktor penyebab meningkatnya kadar asam lemak bebas pada minyak adalah kerusakan pada buah pada saat panen, pengangkutan hingga penimbunan TBS. Buah yang mengalami kerusakan yang ditempatkan di lingkungan yang kotor serta lembab akan mempercepat pertumbuhan mikroorganisme yang berpengaruh terhadap peningkatan kadar ALB minyak.

**Ucapan Terima Kasih:** Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik ATI Padang yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

## Daftar Pustaka

- Alfiansyah, A., Renilai, R., & Hardini, S. (2019). Pengendalian Kualitas Crude Palm Oil dengan Metode Six Sigma. *Bina Darma Conference on Engineering Sains*, 1(1), 142-149.
- Badan Pusat Statistik (2020).
- Batubara G., N.M.S.Y Permai & I. Widowati. (2021). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Teh Hitam Di PT. Perkebunan Tambi Unit Perkebunan Bedakah Kabupaten Wonosobo Jawa Tengah. *Jurnal Dinamika Sosial Ekonomi*, Vol.22 (1), 1-16.
- Chandrahadinata, D., Nurdiana, W. (2021). Analisis Pengendalian Kualitas pada Crude Palm Oil untuk Meningkatkan Kualitas di PT. Condong Garut. *Jurnal Kalibrasi*, 19(1); 43-52
- Dokumen Standar Kualitas *Crude Palm Oil* (CPO), Bagian Penjaminan Mutu Perusahaan PT X (2018).
- Diniaty, D., & Hamdy, M. (2020). Analisis Pengendalian Mutu (Quality Control) CPO (Crude Palm Oil) Pada PT. XYZ. *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian dan Karya Ilmiah dalam Bidang Teknik Industri*, 5(2), 92. <https://doi.org/10.24014/jti.v5i2.8316>
- Imaroh, T. S., & Efendi, W. (2020). Quality Control of Palm Oil Production (Crude Palm Oil) Using SPC Method (Case Study at PT. BPG). (Icmeb 2019), 160–166. Diambil dari <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.200205.030>
- Kurnia, H., Jaqin, C., & Manurung, H. (2022). Implementation Of The DMAIC Approach For Quality Improvement At The Elastic Tape Industry. *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 17(1), 40-51. <https://doi.org/10.14710/jati.17.1.40-51>
- Kurnia, H., Jaqin, C., Purba, H. H., Setiawan, I. (2021). Implementation of Six Sigma in the DMAIC Approach for Quality Improvement in the Knitting Socks Industry. *Tekstil ve Mühendis*, 28(124) 269-278, : <https://doi.org/10.7216/1300759920212812403>
- Kurniawan, W., Sugiarto, D. & Saputera, R. (2017). Usulan Penerapan Metode Six Sigma Untuk Meningkatkan Mutu Crude Palm Oil di PT. X. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 5(2), 85 – 91
- Murjana, L., Handayani, W. (2022). Analisis Pengendalian Kualitas Crude Palm Oil (CPO) dengan Menggunakan Metode Statistical Quality Control (SQC) pada PT Sapta Karya Damai Kalimantan Tengah. *Widyakala Journal*, 9(1), <https://doi.org/10.36262/widyakala.v9i1.506>
- Pahan, Iyung. (2008). *Panduan Lengkap Kelapa Sawit: Manajemen Agribisnis dari Hulu Hingga Hilir*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Ramadian, D., Hidayat, R.A. & Yetrina, M. (2022). Pengendalian Kualitas Proses Pengeringan Teh Hitam (Orthodoks) Menggunakan Metode DMAIC Di PT. Perkebunan Nusantara VIII Kebun Gedeh Mas, Cianjur. *Jurnal Penelitian dan Aplikasi Sistem dan Teknik Industri (PASTI)*, 16(1), 1 – 13
- Rosyidasari, A., Iftadi, I. (2020). Implementasi Six Sigma Dalam Pengendalian Kualitas Produk Refined Bleached Deodorized Palm Oil. *Jurnal INTECH Teknik Industri*, 6(2), 113-122 <http://dx.doi.org/10.30656/intech.v6i2.2420>
- Sundaramali, G., K, S. R., Anirudh, S., Mahadharsan, R., & S, S. K. (2021). Application of DMAIC to Reduce the Rejection Rate Starter Motor Shaft Assembly in the Automobile Industry: A Case Study. *International Journal of Industrial Engineering & Production Research*, 32(3), 1– 18.
- Widjajanto, S., Purba, H. H., (2021) Six Sigma Implementations in Indonesia Industries And Businesses: A Systematic Literature Review. *Journal of Engineering And Management In Industrial System* 9(1) DOI:10.21776/ub.jemis.2021.009.01.3.