



# AGRILAND

## Jurnal Ilmu Pertanian

Journal homepage: <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/agriland>



### **Pengendalian Kadar Asam Lemak Bebas (ALB) Pada Proses Produksi Crude Palm Oil (CPO) dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)**

### **Control of Free Fatty Acid (ALB) Levels in Crude Palm Oil (CPO) Production Process with Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Method**

**Rafael Remit Winardi<sup>1)</sup> dan Healthy Aldriany Prasetyo<sup>2)</sup>\***

<sup>1</sup>Teknologi Pengolahan Hasil Perkebunan, Institut Teknologi Sawit Indonesia (ITSI), Indonesia

<sup>2</sup>Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area (UMA), Indonesia. Email: [healthy.ap@gmail.com](mailto:healthy.ap@gmail.com)

\*Corresponding Author: [healthy.ap@gmail.com](mailto:healthy.ap@gmail.com)

#### **A B S T R A K**

Asam lemak bebas (ALB) merupakan indikator mutu Crude Palm Oil (CPO). Perubahan kadar ALB selama proses pengolahan dari Tandan Buah Segar (TBS) menjadi CPO dipengaruhi oleh adanya air dan enzim lipase. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyebab kegagalan dan efek dari kegagalan yang menyebabkan ALB meningkat. Metode yang digunakan untuk mengetahui potensi kegagalan adalah Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Hasil analisis dengan FMEA menunjukkan bahwa Kritis RPN adalah 273,16. Sedangkan Nilai RPN diatas kritis RPN terdapat 3 (tiga) penyebab kegagalan dengan urutan tertinggi adalah Lajur produksi menjadi lebih lama dan terjadinya pemborosan muda serta proses pembongkaran buah yang terhambat dengan nilai RPN masing-masing sebesar 392, 343, dan 280.

**Kata kunci :** *Asal Lemak Bebas, FMEA, Risk Periority Number (RPN)*

#### **Pendahuluan**

Kadar asam lemak bebas (ALB) merupakan salah satu penentu mutu Crude Palm Oil (CPO) seperti yang tercantum di dalam Standar Nasional Indonesia yaitu SNI 01-2901-2006. Kadar ALB dalam SNI tersebut dinyatakan maksimum 5% (BSN, 2006). Meskipun dipersyaratkan bahwa kadar ALB adalah maksimum sebesar 5%, tetapi dalam proses pengolahan Tandan Buah Segar (TBS) untuk menghasilkan CPO,

#### **A B S T R A C T**

Free fatty acids (ALB) is an indicator of the quality of Crude Palm Oil (CPO). Changes in ALB levels during the processing from Fresh Fruit Bunches (FFB) to CPO were influenced by the presence of water and lipase enzymes. This study aims to determine the cause of failure and the effect of failure that causes ALB to increase. The method used to determine the potential for failure is Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). The results of the analysis with FMEA show that the Critical RPN is 273.16. While the RPN value is above the critical RPN, there are 3 (three) causes of failure with the highest order being the production line being longer and the occurrence of young wasting and the fruit development process being hampered with RPN values of 392, 343, and 280, respectively.

**Keywords :** *Origin Of Free Fat, FMEA, Risk Periority Number (RPN)*

ALB dinyatakan seminimal mungkin. Kadar ALB yang tinggi menunjukkan bahwa CPO memiliki kualitas yang buruk (Edyson *et al*, 2022).

Kadar ALB yang tinggi disebabkan oleh beberapa faktor. Diantaranya adalah kandungan air dan aktivitas enzim lipase. Kedua faktor ini menyebabkan terjadinya proses hidrolisis pada rantai asam lemak sehingga membentuk asam lemak bebas. Peningkatan kandungan air dan aktivitas

enzim lipase dapat terjadi selama pengiriman TBS dari kebun sampai di pabrik akibat metabolisme yang tetap berlangsung (Nurfiqih *et al.*, 2021).

Setelah TBS sampai di pabrik, tidak semua TBS dapat langsung diproses untuk diambil minyaknya. Sebagian TBS harus tinggal (restan) di loading Ramp karena disebabkan oleh hal-hal berikut: TBS masuk terlalu banyak; sortasi lambat; alat dorong rusak; alat dan mesin mengalami gangguan teknis. TBS yang restan akan mengakibatkan buah mengalami kerusakan fisik dan pembusukan sehingga memacu terbentuknya ALB (Edyson *et al.*, 2022).

Faktor-faktor yang mempengaruhi mutu CPO khususnya ALB seharusnya dapat dikendalikan, sehingga mutu CPO tetap baik sesuai dengan standar mutu yang ditetapkan. Upaya pengendalian mutu CPO yang dihasilkan dapat dilakukan pada setiap titik atau stasiun pengolahan dengan berbagai metode pengendalian.

Pada masa yang lalu pengendalian mutu hanya terfokus pada hasil akhir dari sebuah proses (produk). Saat ini pengendalian mutu difokuskan kepada pengawasan terhadap keandalan, keamanan dan kemandirian suatu proses (Freeman, 2015 : Lanati, 2018). Pendekatan kualitas pada proses mengarah kepada jaminan mutu dari produk. Pendekatan ini memperkuat reproduksibilitas dari setiap proses dengan mengurangi sumber kesalahan dan variabilitas (Liguori & Kisslinger, 2020)

Salah satu metode pengendalian yang telah banyak digunakan di industri adalah Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Metode ini merupakan salah satu metode analisis potensi kegagalan yang mungkin terjadi serta efek yang ditimbulkannya dalam sebuah produk ataupun sistem. FMEA ini dilakukan dengan cara mengidentifikasi potential failure, menentukan tindakan yang perlu dilakukan untuk mengurangi kemungkinan ataupun memperbaiki efek yang ditimbulkan (apabila terjadi) dari potential failure tersebut, serta mengkuantifikasi tiap potential failure sebagai dasar penentuan prioritas untuk mencegah potential failure tersebut terjadi.

FMEA merupakan pendekatan yang sistematis untuk mengidentifikasi semua faktor yang diduga dapat menjadi penyebab kegagalan baik dalam design, proses dan layanan (Tague, 2004). FMEA telah banyak digunakan pada industri otomotif, produk software, jasa makanan, kesehatan dan

banyak lainnya (Woodhouse *et al.* 2004; Ashley *et al.*, 2010; Mascia *et al.*, 2020).

Kegagalan (failure) dapat terjadi karena berbagai hal, dan kegagalan dalam sebuah komponen dapat berupa kegagalan primer dan kegagalan sekunder. Penerapan FMEA menggunakan beberapa parameter. Parameter berfungsi untuk mengkuantifikasi dan menyusun urutan prioritas dari failure mode yang ada dan memiliki nilai rentang antara satu sampai sepuluh (1-10). Ada 4 (empat) parameter yang digunakan yaitu: 1) Severity, 2) Occurrence, 3) Detection dan 4) Risk Priority number (RPN). RPN merupakan hasil kali dari nilai Severity (S), Occurrence (O), dan Detection (D).

Rentang nilai dari RPN yaitu antara satu sampai seribu (1-1000). Nilai ini akan digunakan untuk mengurutkan prioritas dari failure mode yang perlu diambil tindakan ataupun evaluasi terlebih dahulu. Nilai RPN dapat bervariasi antara satu pengujian dengan lainnya maka tidak ada ambang batas nilai yang pasti mengenai berapa nilai minimal RPN untuk suatu failure mode menjadi prioritas untuk diselesaikan, maka dari itu ditentukan nilai Critical RPN dengan menggunakan persamaan berikut.  $Critical\ RPN = (Total\ RPN) / (Total\ Failure)$ .

Dari persamaan tersebut dapat diperoleh RPN yang berfungsi sebagai acuan untuk menentukan failure mode manakah yang perlu mendapat perhatian serius. Berkaitan dengan manfaat penggunaan FMEA, maka peneliti ingin menerapkan metode tersebut untuk mengendalikan mutu CPO yang berkaitan dengan parameter ALB.

## Bahan dan Metode

Penelitian ini dilakukan di PKS "X" Dolok Sinumbuh yang terletak di Nagori Bandar, Kabupaten Simalungun, Sumatera Utara selama April 2022. Dengan objek penelitian adalah kadar ALB crude palm oil (CPO) yang diproduksi oleh PKS "X" Dolok Sinumbuh.

Data yang dibutuhkan adalah data mengenai kondisi buah dan ALB pada produk *Crude Palm Oil* di PKS "X" Dolok Sinumbuh selama bulan April 2022. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah: a) data parameter produk CPO dan b) data penyimpangan mutu produk CPO berupa kadar ALB selama 30 hari.

**Pengukuran ALB**

ALB merupakan hasil hidrolisa minyak/lemak menjadi asam lemak dan gliserol dengan penghitungan sebagai berikut:

$$\text{Asam Lemak Bebas} = \frac{(\text{ml} \times \text{N KOH}) \times 256 \times 100}{(\text{g sampel} \times 1000)}$$

Sampel CPO sebanyak 3,8452 g dimasukkan ke dalam campuran alkohol 40 ml dan shelshol 20 ml tetesi dengan 3 tetes

phenolphalein 1%. Titrasi dengan KOH hingga warnah menjadi jingga permanen.

Setelah pengolahan data tersebut diperoleh, maka hasilnya merupakan parameter penyimpangan terbesar kemudian diidentifikasi faktor-faktor penyebab penyimpangan mutu produk tersebut dengan *FMEA*.

**Hasil dan Pembahasan**

**A. Kadar Asam Lemak Bebas**

Hasil pengukuran terhadap kadar ALB selama 30 hari di bulan April 2022, menunjukkan terjadi variasi, seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 1. Kadar ALB Crude Palm Oil (CPO) Selama April 2022

Hari	Jumlah sampel	Kadar ALB (%)	Hari	Jumlah sampel	Kadar ALB (%)
1	2	3.19	16	2	3.14
2	2	3.35	17	2	4.32
3	4	3.21	18	2	3.26
4	2	3.13	19	2	3.02
5	4	2.23	20	4	2.99
6	2	3.18	21	2	3.05
7	2	3.11	22	2	3.23
8	4	2.59	23	2	3.45
9	4	2.94	24	2	3.58
10	2	3.13	25	2	3.65
11	2	3.23	26	2	3.17
12	2	3.61	27	2	3.21
13	2	3.23	28	2	3.3
14	2	3.45	29	2	3.28
15	2	3.32	30	2	3.01

**B. Penentuan Dampak Efek Yang Ditimbulkan Oleh Kegagalan**

Berdasarkan dari penyimpangan ALB pada crude palm oil (CPO) terbesar yang telah dianalisis, maka efek yang dapat ditimbulkan, yaitu : a) buah restan dapat

menyebabkan kualitas ALB crude palm oil (CPO) akan turun/naik ; b) menyebabkan biaya produksi naik.

Efek yang ditimbulkan oleh kegagalan dapat dibuat kedalam Tabel 2.

Tabel 2. Efek Yang Ditimbulkan Oleh Kegagalan

Terjadinya kegagalan	Efek kegagalan
Tingkat kematangan buah	Buah yang mentah akan restan atau menginap
Transportasi	Sempitnya ruang sortasi akan menghambat lajunya buah yang akan diolah.
Proses pengelolaan	Akibat buah restan biaya produksi akan meningkat

### C. Penentuan Nilai Efek Kegagalan (Severity, S)

Jenis kegagalan yang terjadi selama proses produksi dipengaruhi oleh faktor-faktor utama yaitu manusia, mesin bahan baku, lingkungan dan metode kerja. Untuk itu, dilakukan pemberian nilai efek

kegagalan berdasarkan faktor-faktor tersebut. Dari hasil wawancara dengan pihak perusahaan, dapat ditentukan nilai efek kegagalan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Penelitian Efek Kegagalan

Metode kegagalan	Efek kegagalan	Severity (S)
Tingkat kematangan buah	Buah yang mentah akan restan atau menginap	8
Transportasi	Sempitnya ruang sortasi akan menghambat lajunya buah yang akan diolah.	8
Proses pengolahan	Akibat buah restan biaya produksi akan meningkat	7

Berdasarkan hasil analisis penyebab utama terjadinya penyimpangan ALB pada crude palm oil (CPO) adalah sebagai berikut: a) Operator kurang teliti saat panen; b) Kurang teliti saat sortasi; c) Kurangnya memahami standart operasional prosedur (SOP)

### D. Penentuan Nilai Peluang Kegagalan (Occurance, O)

Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak perusahaan, dapat ditemukan nilai peluang kegagalan (*occurance*) dari jenis kegagalan tersebut. Alasan pemberian nilai peluang kegagalan adalah sebagai berikut:

- a. Tingkat kematangan buah
  - Buah tidak memenuhi standard operasional prosedur
  - Buah menjadi restan atau menginap.
- b. Transportasi
  - Akibat buah restan, terjadinya penumpukan buah di Ramp.
  - Proses pembongkaran buah menjadi terhambat.
- c. Proses pengolahan
  - Lajur produksi menjadi lebih lama
  - Terjadinya pemborosan muda.

Tabel 4. Penentuan Nilai Peluang Kegagalan

Mode Kegagalan	Efek Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Occurrence (O)
Tingkat kematangan buah	Buah yang mentah akan restan atau menginap	Buah tidak memenuhi standard operasional prosedur.	10
		Buah menjadi restan atau menginap.	8
Transportasi	Sempitnya ruang sortasi akan menghambat lajunya buah yang akan diolah	Akibat buah restan, terjadinya penumpukan buah di ramp	8
		Proses pembongkaran buah menjadi terhambat.	5
Proses pengolahan	Akibat buah restan biaya produksi akan meningkat	Lajur produksi menjadi lebih lama	8
		Terjadinya pemborosan muda.	7

### E. Identifikasi Penyebab Penyimpangan ALB

Dengan memperhatikan penyebab kegagalan, maka dapat dilakukan

pengendalian terjadinya kegagalan yang dapat dilakukan oleh pekerja, operator maupun pihak perusahaan yang bertujuan meminimumkan resiko kegagalan tersebut

1. Tingkat kematangan buah
  - a. Kurangnya memperhatikan standard prosedur operasional tentang kreteria buah yang akan diolah.
  - b. Menumpuknya buah menginap akibat buah terlalu mengkal.
- 2 Transportasi
  - a. Terjadinya penumpukan buah, diakibatkan buah restan yang menumpuk.
  - b. Pembongkaran buah terlalu padat di Ramp.
- 3 Proses pengolahan
  - a. Mutu cenderung turun.

- b. Muda, Mura, Muri (3M)

#### F. Penentuan Nilai Deteksi Kegagalan (*Detection, D*)

Nilai deteksi kegagalan (*detection*) dari ketiga jenis kegagalan tersebut dapat dilihat pada tabel 6.

#### G. Penentuan Nilai RPN (*Risk Priority Number*)

Nilai RPN (*Risk Priority Number*) diperoleh melalui hasil perkalian antara rating severity (S), occurrence (O), dan detection (D) untuk menentukan prioritas dalam rekomendasi tindakan perbaikan dan dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 5. Identifikasi Metode Deteksi Kegagalan

Mode Kegagalan	Efek Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Metode Deteksi
Tingkat kematangan buah	Buah yang mentah akan restan atau menginap	Buah tidak memenuhi standar operasional prosedur	Melakukan pemeriksaan
		Buah menjadi restan atau menginap.	Melakukan pemeriksaan
Transportasi	Sempitnya ruang sortasi akan menghambat lajunya buah yang akan diolah.	Akibat buah restan, terjadinya penumpukan buah di Ramp.	Melakukan pemeriksaan
		Proses pembongkaran buah menjadi terhambat.	Melakukan pengawasan
Proses pengolahan	Akibat buah restan biaya produksi akan meningkat	Lajur produksi menjadi lebih lama	Melakukan perbaikan
		Terjadinya pemborosan muda.	Melakukan perbaikan

Tabel 6. Penentuan Nilai Deteksi Kegagalan

Mode Kegagalan	Efek Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Metode Deteksi	Detection (D)
Tingkat kematangan buah	Buah yang mentah akan restan atau menginap	Buah tidak memenuhi standar operasional prosedur	Dilakukan pemeriksaan	3
		Buah menjadi restan atau menginap	Dilakukan pemeriksaa	3
Transportasi	Sempitnya ruang sortasi akan menghambat lajunya buah yang akan diolah	Akibat buah restan, terjadinya penumpukan buah di Ramp.	Dilakukan pemeriksaa	3

Proses pengelolaan	Akibat restan produksi meningkat	buah biaya akan	Proses pembongkaran buah menjadi terhambat	Melakukan pengawasan	7
--------------------	----------------------------------	-----------------	--	----------------------	---

Tabel 7. RPN (*Rick Priority Number*)

Mode kegagalan	S	Efek kegagalan	Penyebab kegagalan	O	Metode deteksi	D	RPN	Total Failure
Tingkat kematangan buah	8	Buah yang mentah akan restan atau menginap	Buah tidak memenuhi standard operasional prosedur	10	Dilakukan pemeriksaan	3	240	
			Buah menjadi restan atau menginap.	8	Dilakukan pemeriksaan	3	192	
Transportasi	8	Sempitnya ruang sortasi akan menghambat lajunya buah yang akan diolah	Akibat buah restan, terjadinya penumpukan buah di Ramp	8	Dilakukan pemeriksaan	3	192	6
			Proses pembongkaran buah menjadi terhambat.	5	Melakukan pengawasan	7	280	
Proses Pengolahan	7	Akibat buah restan biaya produksi akan meningkat	Lajur produksi menjadi lebih lama	8	Melakukan perbaikan	7	392	
			Terjadinya pemborosan muda	7	Melakukan perbaikan	7	343	
Total RPN							1639	

Kritikal RPN = Total RPN/ Total Failure  
= 1.693 : 6 = 273,16

Dengan demikian penyebab kegagalan terhadap meningkatnya ALB yang utama disebabkan oleh Lajur produksi menjadi lebih lama dan terjadinya pemborosan muda serta proses pembongkaran buah yang terhambat dengan nilai RPN masing-masing sebesar 392, 343, dan 280.

### Kesimpulan

Hasil penilaian RPN (Risk Priority Number) menunjukkan RPN tertinggi yaitu pada penyebab kegagalan pada Lajur produksi menjadi lebih lama dengan Nilai RPN sebesar 392. Perlu perbaikan terhadap kegiatan di lajur produksi.

### Daftar Pustaka

- Ashley L, Armitage G, Neary M, Hollingsworth G. (2010). A practical guide to failure mode and effects analysis in health care: making the most of the team and its meetings. *Joint Comm J Qual Patient Saf* 36(8):351–358
- Edyson E., Murgianto F., Ardiyanto A., Astuti E. J., & Ahmad M. P. (2022). Preprocessing Factors Affected Free Fatty Acid Content in Crude Palm Oil Quality. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 27(2), 177-181. <https://doi.org/10.18343/jipi.27.2.177>
- Freedman LP et al. (2015). The economics of reproducibility in preclinical research. *PLoS Biol.* <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002165>
- Lanati A (2018) Quality management in scientific research: challenging irreproducibility of scientific results. Springer, Cham

- Liguori GL and Kisslinger A .(2020). Standardization and reproducibility in EV research: the support of a Quality management system. Biological membrane vesicles: scientific, biotechnological and clinical considerations Vol 32 Advances in Biomembranes and Lipid Self-Assembly. <https://doi.org/10.1016/bs.abl.2020.05.005>
- Lanati A (2018) Quality management in scientific research: challenging irreproducibility of scientific results. Springer, Cham
- Liguori GL and Kisslinger A .(2020). Standardization and reproducibility in EV research: the support of a Quality management system. Biological membrane vesicles: scientific, biotechnological and clinical considerations Vol 32 Advances in Biomembranes and Lipid Self-Assembly. <https://doi.org/10.1016/bs.abl.2020.05.005>
- Nurfiqih D., Hakim L., & Muhammad. (2021). Pengaruh Suhu, Persentase Air, dan Lama Penyimpanan Terhadap Persentase Kenaikan Asam Lemak Bebas (ALB) Pada Crude Palm Oil (CPO), Jurnal Teknologi Kimia Unimal 10 (2): 01-14
- Tague NR .(2004). The quality toolbox, 2nd edn. ASQ Qual Press, Milwaukee, Winsconsin
- Woodhouse S, Burney B, Coste K .(2004). To err is human: improving patient safety through failure mode and effect analysis. Clin Leadersh Manag Rev 18:32–36