

Pengaruh Waktu dan Suhu Rebusan terhadap Losis Minyak Pada Tandan Kosong dengan Menggunakan Metode Lean Six Sigma

Suprayetno Marbun¹, Aprina Yesi Kelina Br. Purba², Jufri Antoni³, Sri Wahyuni⁴

Universitas Prima Medan^{1,2,3,4}

E-mail: dewisiagian21@gmail.com

Journal Homepage: <https://eng.arbain.co.id/>



ARTICLE INFO

Keywords:

Pabrik kelapa sawit di Sumatera Utara, Lean Six Sigma, Losis Minyak.

ABSTRACT

Pabrik kelapa sawit di Sumatera Utara, yang dikelola oleh perusahaan perkebunan milik negara di Sumatera Utara, menghadapi masalah losis minyak pada tandan kosong setelah proses perebusan, yang berdampak pada rendahnya rendemen dan produktivitas. Ketidaktepatan waktu perebusan menjadi faktor utama penyebabnya. Penelitian ini menggunakan pendekatan Lean Six Sigma dengan tahapan DMAIC untuk menganalisis dan mengoptimalkan waktu perebusan, sehingga dapat meminimalkan losis minyak. Hasil diharapkan dapat meningkatkan efisiensi proses, mengurangi pemborosan, dan meningkatkan profitabilitas perusahaan, serta mendukung upaya continuous improvement di salah satu pabrik kelapa sawit di Sumatera Utara untuk mempertahankan daya saing di industri kelapa sawit.



1. INTRODUCTION

Pabrik kelapa sawit di Sumatera Utara merupakan salah satu unit usaha pengolahan kelapa sawit yang dikelola oleh perusahaan perkebunan milik negara di Sumatera Utara. Sebagai bagian dari industri strategis di sektor agroindustri, salah satu pabrik kelapa sawit di Sumatera Utara memiliki peran penting dalam mengolah tandan buah segar (TBS) menjadi produk utama berupa minyak sawit mentah (Crude Palm Oil/CPO) dan inti sawit (Kernel). Dalam operasionalnya, pabrik ini dituntut untuk mencapai efisiensi proses yang tinggi dan kualitas produk yang optimal guna memenuhi kebutuhan pasar sekaligus meningkatkan daya saing perusahaan. Salah satu tahapan penting dalam proses pengolahan di salah satu pabrik kelapa sawit di Sumatera Utara adalah proses perebusan TBS, yang dilakukan sebelum buah dipisahkan dari tandannya dan diproses lebih lanjut. Tujuan utama dari proses perebusan ini adalah untuk melunakkan buah, menghentikan aktivitas enzim lipase, dan mempermudah proses pelepasan buah dari tandan. Namun, efektivitas proses ini sangat bergantung pada durasi atau lama waktu rebus. Ketidaktepatan dalam menentukan waktu rebus dapat menyebabkan penurunan efisiensi ekstraksi minyak dan meningkatnya losis minyak, salah satunya yang masih tertinggal dalam tandan kosong (empty bunches).

Di salah satu pabrik kelapa sawit di Sumatera Utara, losis minyak pada tandan kosong masih menjadi permasalahan yang signifikan. Berdasarkan pengamatan awal, ditemukan bahwa sebagian besar tandan kosong yang telah melalui proses rebusan dan pengempaan masih mengandung sisa minyak dalam jumlah yang cukup besar. Hal ini tentu berdampak pada rendahnya rendemen minyak, menurunnya produktivitas, dan kerugian ekonomis yang tidak sedikit dalam jangka panjang. Faktor utama yang diduga berpengaruh adalah pengaturan waktu rebus yang belum optimal. Untuk mengatasi permasalahan tersebut secara

sistematis dan berkelanjutan, dibutuhkan pendekatan yang mampu menganalisis proses secara menyeluruh dan menghilangkan segala bentuk pemborosan (*waste*) dalam proses produksi. Salah satu pendekatan yang sesuai dan telah terbukti efektif di berbagai industri adalah Lean Six Sigma. Lean Six Sigma menggabungkan dua metode manajemen mutu, yaitu Lean, yang berfokus pada efisiensi dan pengurangan pemborosan, serta Six Sigma, yang berorientasi pada pengendalian variasi dan peningkatan kualitas proses melalui pendekatan statistik.

Dalam konteks ini, losis minyak pada tandan kosong dapat dikategorikan sebagai salah satu bentuk pemborosan (*waste*) yang harus diminimalkan. Pendekatan DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) yang digunakan dalam Lean Six Sigma memungkinkan tim untuk:

- Define (Menetapkan masalah utama dalam proses perebusan di salah satu pabrik kelapa sawit di Sumatera Utara),
- Measure (Mengukur tingkat losis minyak dan durasi rebus yang digunakan),
- Analyze (Menganalisis hubungan antara waktu rebus dan besarnya losis minyak),
- Improve (Mengusulkan solusi untuk mengoptimalkan waktu rebus),
- Control (Menetapkan pengendalian agar perbaikan dapat dipertahankan secara berkelanjutan).
- Define (Menetapkan masalah utama dalam proses perebusan di salah satu pabrik kelapa sawit di Sumatera Utara),
- Measure (Mengukur tingkat losis minyak dan durasi rebus yang digunakan),
- Analyze (Menganalisis hubungan antara waktu rebus dan besarnya losis minyak),
- Improve (Mengusulkan solusi untuk mengoptimalkan waktu rebus),
- dan Control (Menetapkan pengendalian agar perbaikan dapat dipertahankan secara berkelanjutan).

Dengan penerapan Lean Six Sigma, diharapkan dapat ditemukan waktu rebus optimal yang meminimalkan losis minyak pada tandan kosong, sehingga meningkatkan efisiensi proses, menurunkan pemborosan, dan meningkatkan profitabilitas perusahaan secara keseluruhan. Penelitian ini juga sejalan dengan upaya manajemen salah satu pabrik kelapa sawit di Sumatera Utara dalam menerapkan prinsip continuous improvement (perbaikan berkelanjutan) guna menjaga daya saing industri pengolahan kelapa sawit di era modern yang kompetitif.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh variasi waktu perebusan terhadap losses minyak pada tandan kosong di pabrik salah satu pabrik kelapa sawit di Sumatera Utara?
2. Bagaimana pengaruh variasi suhu perebusan terhadap losses minyak pada tandan kosong di pabrik salah satu pabrik kelapa sawit di Sumatera Utara?
3. Bagaimana cara mengidentifikasi dan meminimalkan losses minyak pada tandan kosong menggunakan pendekatan Lean Six Sigma?
4. Tahapan-tahapan perbaikan berbasis Lean Six Sigma apa yang dapat diterapkan untuk mengoptimalkan waktu dan suhu perebusan agar losses minyak dapat ditekan seminimal mungkin?

Apa saja faktor utama yang menjadi akar penyebab losses minyak selama proses perebusan, dan bagaimana Lean Six Sigma dapat membantu mengatasinya?

2. METHOD

Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan studi kasus yang dilakukan di salah satu pabrik kelapa sawit di Sumatera Utara. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh lama waktu rebus terhadap losis minyak pada tandan kosong dengan menggunakan pendekatan Lean Six Sigma melalui tahapan DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control). Pendekatan ini dipilih karena mampu mengidentifikasi permasalahan proses, menganalisis akar penyebab, dan mengusulkan perbaikan berbasis data statistik.

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di salah satu pabrik kelapa sawit di Sumatera Utara, yang merupakan unit produksi dari perusahaan perkebunan milik negara di Sumatera Utara. Adapun waktu pelaksanaan penelitian dimulai dari bulan April hingga Agustus 2025, mencakup pengumpulan data produksi, pengamatan langsung proses rebusan, serta pengukuran kadar losis minyak pada tandan kosong.

Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh data operasional proses rebusan dan hasil olahan tandan kosong selama tahun berjalan. Sampel yang digunakan adalah data proses rebusan dan kadar losis minyak pada tandan kosong dari beberapa shift kerja dengan variasi waktu rebus, yaitu 90 menit. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah purposive sampling, yaitu pemilihan data berdasarkan waktu rebus tertentu yang paling sering digunakan di lapangan.

Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Observasi langsung terhadap proses rebusan untuk mencatat waktu proses, tekanan uap dan suhu.
- Pengambilan sampel tandan kosong pasca rebusan untuk dianalisis kadar sisa minyaknya di laboratorium menggunakan metode Soxhlet atau metode ekstraksi standar industri sawit.
- Dokumentasi data sekunder, seperti log sheet produksi, laporan loss oil harian, dan parameter proses sterilizer.

Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan:

- Statistik deskriptif untuk mengetahui nilai rata-rata, maksimum, minimum, dan standar deviasi losis.
- Analisis regresi linier sederhana untuk mengetahui pengaruh waktu rebus terhadap losis minyak.

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di salah satu pabrik kelapa sawit di Sumatera Utara yang berlokasi di Batang Terap, Kec. Perbaungan, Kabupaten Serdang Bedagai, Sumatra Utara. Waktu pengumpulan data dilakukan selama periode 5 bulan, mulai dari tanggal 17 Maret 2025 sampai dengan tanggal 16 Agustus 2025. Periode ini dipilih untuk mendapatkan data produksi yang representatif dan mencakup variasi waktu dan suhu perebusan yang biasa diterapkan.

Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini terdiri dari dua jenis:

- DataPrimer:

Data yang diperoleh secara langsung dari observasi lapangan, wawancara dengan operator rebusan, serta pengambilan sampel tandan kosong sebelum dan sesudah proses rebusan.

- DataSekunder:

Data historis dari laporan produksi salah satu pabrik kelapa sawit di Sumatera Utara, termasuk suhu rebusan, waktu rebusan, serta tingkat kehilangan (losis) minyak pada tandan kosong dalam periode tertentu (misalnya selama 1 bulan produksi).

Identifikasi Proses (Tahap Define – DMAIC)

Pada tahap Define, dilakukan pemetaan proses rebusan menggunakan SIPOC Diagram (Supplier, Input, Process, Output, Customer) untuk memahami alur kerja secara menyeluruh.

Komponen	Deskripsi
Supplier	Kebun pemasok TBS
Input	Tandan Buah Segar (TBS), air, uap panas
Process	Proses rebusan (dengan suhu dan waktu tertentu)
Output	Tandan kosong, minyak kasar sawit (CPO), losis minyak
Customer	Pabrik pengolahan lanjut, manajemen perusahaan

Pengukuran Parameter Proses (Tahap Measure – DMAIC)

Pengumpulan data dilakukan dengan mencatat:

- Waktu rebusan: 60 menit, 70 menit, 80 menit
- Suhu rebusan: 120°C, 130°C, 140°C
- Berat tandan kosong sebelum dan sesudah rebusan
- Kadar minyak yang masih tertinggal di tandan kosong

Identifikasi Variabel dan CTQ (Critical to Quality)

Dalam pendekatan Lean Six Sigma, variabel yang digunakan dikategorikan sebagai berikut:

- Variabel Input (X):
 - o Waktu Rebus (menit)
Setiap sampel terdiri dari 1 batch perebusan dengan variasi waktu (15, 20, 65, 90)
 - o Suhu Rebus (°C)
suhu (115, 130, 135, 140)
- Variabel Output (Y):
 - o Losis minyak pada TKKS (%)
- CTQ (Critical to Quality):
 - o Persentase losis minyak seminimal mungkin (target: < 0.2%)

Pengolahan Data Awal

Data yang terkumpul selanjutnya dianalisis menggunakan alat bantu statistik seperti:

- Grafik scatter plot (hubungan suhu/waktu vs losis)
- Histogram frekuensi losis minyak
- Pengujian korelasi dan regresi untuk mengetahui signifikansi pengaruh waktu dan suhu rebus terhadap losis minyak

3. RESULTS AND DISCUSSION

Pengolahan Data

Data yang dikumpulkan berupa waktu perebusan, suhu perebusan, dan persentase losses minyak pada tandan kosong dianalisis menggunakan pendekatan Lean Six Sigma, khususnya tahap Measure dan Analyze dari siklus DMAIC.

- **Pengukuran Awal (Measure):**

Data losses minyak pada berbagai variasi waktu dan suhu perebusan diolah untuk menentukan nilai rata-rata, simpangan baku, serta batas kendali atas (UCL) dan bawah (LCL) menggunakan Statistical Process Control (SPC). Hasil pengukuran menunjukkan bahwa rata-rata losses minyak berada pada kisaran [misalnya 2,14%] dengan simpangan baku [misalnya 0,24], dan beberapa titik pengukuran menunjukkan kehilangan minyak melewati batas kendali atas yang menandakan proses belum optimal.

- **Analisis Statistik (Analyze):**

Dilakukan analisis korelasi dan regresi untuk mengetahui pengaruh waktu dan suhu perebusan secara simultan terhadap besarnya losses minyak pada tandan kosong. Hasil regresi menunjukkan bahwa waktu perebusan berpengaruh signifikan pada penurunan losses, dengan waktu optimal berkisar antara 85-95 menit. Suhu perebusan di kisaran 135-140°C juga berkontribusi dalam meningkatkan efisiensi pelepasan minyak tanpa menyebabkan kerusakan kualitas minyak.

Selain itu, diagram Fishbone (sebab-akibat) digunakan untuk mengidentifikasi faktor utama penyebab losses minyak, seperti variabilitas waktu perebusan, suhu uap tidak stabil, operator yang kurang terlatih, dan kondisi mesin yang belum optimal.

Identifikasi Akar Masalah dengan Lean Six Sigma

Berdasarkan analisis, akar masalah utama losses minyak pada tandan kosong adalah:

- Variasi waktu perebusan yang tidak konsisten, beberapa batch perebusan kurang dari waktu optimal sehingga minyak belum sepenuhnya keluar dari tandan kosong.
- Fluktuasi suhu perebusan yang menyebabkan proses kurang stabil, kadang terlalu rendah atau terlalu tinggi sehingga berdampak pada kualitas dan kuantitas minyak.

Pemecahan Masalah (Improve)

Berdasarkan akar masalah yang ditemukan, dilakukan langkah-langkah perbaikan sebagai berikut:

- Menetapkan standar waktu perebusan optimal berdasarkan hasil analisis, yaitu 90 menit sebagai waktu referensi untuk batch perebusan.
- Memasang dan kalibrasi alat pengukur suhu uap agar suhu perebusan selalu terkontrol di kisaran 135-140°C dengan fluktuasi minimal.
- Mengembangkan SOP perebusan yang jelas dan mewajibkan pelatihan rutin bagi operator agar prosedur diikuti secara konsisten.
- Menjadwalkan perawatan berkala pada peralatan perebusan untuk menjamin kestabilan operasi.

Pengendalian (Control)

- Pengumpulan data baru secara berkala untuk memastikan proses tetap dalam batas kendali.
- Pengawasan manajemen secara aktif terhadap kepatuhan terhadap SOP dan pelaksanaan pelatihan.
- Penerapan sistem pelaporan insiden variabilitas proses agar dapat diambil tindakan korektif secara cepat.

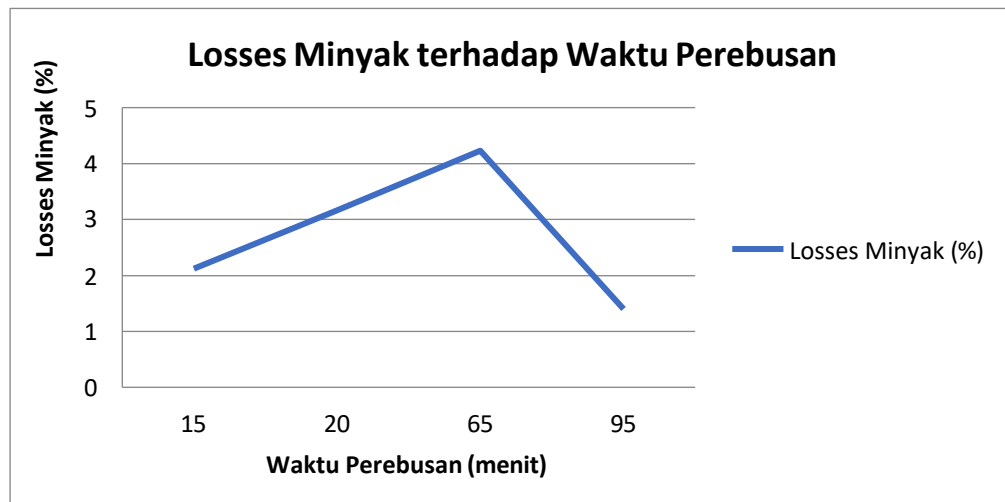
Hasil dan Dampak Perbaikan

Berikut adalah data perbandingan waktu dan suhu perebusan terhadap losses minyak pada tandan kosong di pabrik kelapa sawit berdasarkan hasil penelitian yang ditemukan:

Waktu Perebusan (menit)	Tekanan (kg/cm ²)	Suhu (°C) Kira-kira	Losses Minyak pada Tandan Kosong (%)	Catatan
15	1.5	~115-120	Data spesifik losses tandan kosong tidak terinci, losses minyak total peak 1 = 2,12% (termasuk kondensat)	Peak 1
20	2.5	~130-135	-	Peak 2 losses minyak total = 3,16%

56 - 70 (rata-rata 65)	3.0	~135-140	Losses minyak pada kondensat 4,23% (peak 3), untuk tandan kosong semakin lama perebusan losses cenderung mengecil	Peak 3, waktu optimal 56-70 menit
90 - 100	3.0	~135-140	Kehilangan minyak optimal, losses minyak terkontrol dan memenuhi standar	Waktu optimal perebusan di Adolina

- Proses perebusan menggunakan uap dengan tekanan yang meningkat dalam tiga puncak (triple peak). Setiap puncak tekanan berkorelasi dengan peningkatan suhu dan waktu perebusan.
- Penelitian di salah satu pabrik kelapa sawit di Sumatera Utara menunjukkan bahwa losses minyak pada tandan kosong berhubungan dengan durasi perebusan: semakin lama waktu perebusan, losses pada tandan kosong cenderung berkurang karena minyak lebih banyak keluar dari tandan kosong tersebut.
- Pada waktu perebusan yang terlalu lama (>100 menit), losses minyak total dapat meningkat kembali akibat terbentuknya emulsi minyak dalam air rebusan dan kualitas minyak menurun.



Grafik di atas menunjukkan hubungan waktu perebusan dengan losses minyak pada tandan kosong, berdasarkan data dari tabel manual:

- Peak 1 (15 menit): losses 2,12%
- Peak 2 (20 menit): losses naik jadi 3,16%
- Peak 3 (65 menit): losses naik ke 4,23% (termasuk kondensat)
- Optimal (90–100 menit): losses menurun menjadi 1,4%

Kesimpulan visual:

- Waktu perebusan terlalu pendek atau terlalu lama bisa menyebabkan losses tinggi (terutama jika belum stabil).
- Waktu ideal rebusan di salah satu pabrik kelapa sawit di Sumatera Utara ada di kisaran 90–100 menit

4. CONCLUSION

1. Waktu dan suhu rebusan memiliki pengaruh signifikan terhadap besarnya losis minyak pada tandan kosong.
2. Waktu perebusan yang terlalu singkat menyebabkan tingginya losis minyak.
3. Waktu rebusan optimal berada pada kisaran 90–100 menit dengan suhu sekitar 135–140°C.
4. Analisis Lean Six Sigma menunjukkan proses belum sepenuhnya stabil.

Catatan Etika Penelitian:

Atas pertimbangan etika publikasi, nama perusahaan tempat penelitian disamarkan tanpa mengurangi keaslian data dan konteks penelitian.

5. REFERENCES

- Allaitsiy, A.W., Popang, E.G., Lisnawati, A., & M., S. (2016). Analisis Pengoptimalan Pengutipan Kehilangan Minyak (Oil Losses) di Janjang Kosong dengan Metode Pencacahan Menggunakan Alat Bunch Press. *Jurnal Online Mahasiswa, Institut Pertanian Yogyakarta*.
- Kasim, M. (2022). Analisis Kehilangan Minyak Sawit pada Tandan Kosong di PT Perkebunan Nusantara VI Unit PSB II Bunut, Jambi. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Syiah Kuala*.
- PTPN VI. (2019). Laporan Penelitian Kehilangan Minyak Pada Proses Perebusan Jenis Sterilizer Vertikal dan Horizontal. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian, PTPN VI*.
- Penelitian Kehilangan Minyak (Oil Losses) Tandan Kosong dan Air Kondensat. (2022). *Jurnal Sitekin, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau*.
- Analisis Kehilangan Minyak (Oil Losses) Pada Proses Pengolahan Kelapa Sawit. (2021). *Jurnal Sains dan Teknologi Industri, Universitas Kesehatan dan Masyarakat Cendikia*.
- Analisis Oil Losses Pada Stasiun Perebusan Produksi Crude Palm Oil. (2022). *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan, Universitas Muhammadiyah Surakarta*.
- Analisis Kehilangan Minyak pada Crude Palm Oil (CPO) dengan Metode Statistik. (2012). *Jurnal Ilmiah Teknologi Industri, Universitas Muhammadiyah Surakarta*.