



ANALISIS KORELASI KADAR MINYAK *EMPTY BUNCH* TERHADAP KADAR MINYAK *EMPTY BUNCH PRESS* PADA PROSES MESIN *BUNCH PRESS* DI PABRIK KELAPA SAWIT

CORRELATION ANALYSIS OF EMPTY FRUIT BUNCH OIL CONTENT VS. EMPTY BUNCH PRESS OIL CONTENT IN THE BUNCH PRESSING PROCESS OF OIL PALM MILL

Ahmad Fauzi ¹, Arjanggi Nasution ², Atika Afriani ³, Fadlin Qisthi Nasution ⁴, Hasrul Abdi Hasibuan ^{5)*}

¹ Bagian Usaha Teknologi Hilirisasi dan Lingkungan, Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Indonesia

^{2,3,4,5} Kelompok Peneliti Mekanisasi Pasca Panen dan Konservasi Lingkungan, Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Indonesia

*Corresponding Email: hah.hasibuan@gmail.com

Abstract

Reduction of oil losses is a critical parameter in evaluating the operational performance of Palm Oil Mills (POM). Implementing a bunch press is a strategic effort to minimize oil losses from empty fruit bunches. This study aims to evaluate the deterministic relationship between the oil content in Empty Bunches (EB) as the machine input and the oil content in Empty Bunch Press (EBP) as the output. The research was conducted at three palm oil mills with processing capacities of 75 tons/hour and 60 tons/hour, which generally utilize fresh fruit bunches of homogenous quality. Operational data from January to April 2026 were analyzed using simple linear regression. Results showed very low coefficients of determination (R^2) across all locations: 0.00005 (POM A), 0.0402 (POM B), and 0.0036 (POM C). This high nonlinear variability indicates the absence of a significant correlation between input and output oil content. These findings confirm that oil recovery efficiency in the bunch press unit is more predominantly influenced by mechanical integrity and internal machine parameters rather than variations in the initial oil content of the EFB.

Keywords: Empty Bunch, Empty Bunch Press, Oil Losses, Palm Oil Mill

How to Cite: Fauzi, Ahmad., Nasution, Arjanggi., Afriani, Atikah., Nasution, F.Q., & Hasibuan, H.A. (2026). Analisis Korelasi Kadar Minyak *Empty Bunch* Terhadap Kadar Minyak *Empty Bunch Press* pada Proses Mesin *Bunch Press* di Pabrik Kelapa Sawit. Jurnal Agro Fabrica Vol.8 (1) : 11 – 18.

PENDAHULUAN

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan komoditas perkebunan strategis yang menjadi pilar utama perekonomian di negara-negara tropis karena produktivitas minyak nabatnya yang jauh melampaui tanaman minyak lainnya (Murphy, 2014) (Qaim dkk., 2020). Pabrik Kelapa Sawit (PKS) memegang peranan vital dalam rantai nilai ini, di mana efisiensi proses ekstraksi pada unit pengolahan menjadi penentu utama keberlanjutan industri (Pahan, 2015). Tujuan utama operasional PKS adalah mengekstraksi tandan buah segar (TBS) menjadi *Crude Palm Oil* (CPO) dan *Palm Kernel Oil* (PKO) secara maksimal. Namun, dalam realitas operasional, tantangan teknis sering kali menyebabkan tidak seluruh kandungan minyak dalam buah dapat dikutip, sehingga memunculkan fenomena kehilangan minyak atau yang dikenal dengan istilah kehilangan minyak (Hashim dkk., 2012) (Zulkefli dkk., 2017)

Kinerja sebuah PKS secara kuantitatif dinilai melalui *Oil Extraction Rate* (OER) atau rendemen minyak, namun kualitas pengendalian proses justru lebih terlihat pada persentase kehilangan minyak yang terjadi (Irwansyah dkk., 2019). Kehilangan minyak merupakan indikator inefisiensi yang secara langsung mengurangi potensi

keuntungan finansial perusahaan. Kehilangan minyak ini terbagi menjadi dua kategori, yakni kehilangan terukur melalui limbah cair dan padat, serta kehilangan tersembunyi (*hidden loss*) yang sering kali luput dari deteksi dalam analisis laboratorium rutin. Penekanan angka kehilangan minyak di bawah ambang batas standar merupakan prioritas utama bagi manajemen pabrik untuk memastikan performa pengolahan tetap optimal (Subramaniam, 2010).

Sumber kehilangan minyak di PKS tersebar di berbagai tahapan proses, mulai dari stasiun perebusan berupa air kondensat, stasiun klarifikasi pada lumpur sawit (*sludge*), hingga stasiun *press* pada ampas dan biji (Syahputra dkk., 2021). Di antara titik-titik tersebut, tandan kosong (EB) yang dihasilkan pada stasiun penebahan (*threshing*) merupakan penyumbang limbah padat terbesar, yakni sekitar 21-23% dari total TBS (Naibaho, 1996). Kehilangan minyak pada EB umumnya disebabkan oleh dua faktor utama: minyak yang terabsorpsi ke dalam tangkai tandan kosong yang porus selama proses sterilisasi, serta adanya berondolan yang tidak lepas (*unstripped bunches*) akibat perebusan yang tidak sempurna.

Tingginya kadar minyak sisa pada EB menuntut adanya teknologi tambahan untuk mengutip kembali minyak tersebut sebelum

limbah dibuang. Penggunaan mesin *bunch press* menjadi solusi teknis yang umum digunakan. Mesin ini bekerja dengan prinsip kompresi mekanis menggunakan sekrup ulir (*screw press*) yang menekan tandan kosong untuk mengeluarkan cairan yang mengandung minyak yang terperangkap di dalamnya (Sivasothy dkk., 2005). Dengan operasional EBP yang optimal, sisa minyak yang sebelumnya terbangun dapat dialirkan kembali ke stasiun klarifikasi, sehingga secara langsung berkontribusi pada peningkatan rendemen total pabrik.

Namun, efektivitas pengurangan kehilangan minyak sangat bergantung pada korelasi fungsional antara kadar minyak awal pada EB sebelum diproses dan performa pengepresan pada EBP. Memahami hubungan tersebut melalui analisis korelasi sangat penting untuk mengevaluasi apakah fluktuasi kehilangan minyak pada EBP dipengaruhi oleh kualitas masukan EB atau oleh variabel mekanis pada mesin itu sendiri. Oleh karena itu, pada penelitian ini kami menganalisis korelasi kadar minyak di EB sebagai masukan *bunch press* dan EBP sebagai keluaran *bunch press* menggunakan analisis regresi statistik. Melalui pemahaman yang mendalam mengenai keterkaitan ini, strategi mitigasi kehilangan minyak dapat dirumuskan dengan lebih

presisi untuk mencapai target efisiensi ekstraksi yang optimal.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengevaluasi data operasional dari tiga pabrik kelapa sawit (PKS), yakni PKS A, PKS B, dan PKS C. Ketiga PKS tersebut merupakan milik satu perusahaan swasta yang berlokasi di satu provinsi. Secara umum, buah kelapa sawit yang diolah oleh ketiga PKS adalah sama, baik dari jenis varietas, jenis tanah, iklim maupun perawatan tanaman yang diterapkan. PKS A dan PKS B memiliki kapasitas produksi 75 ton/jam dan tipe sterilizer vertikal, sedangkan PKS C berkapasitas 60 ton/jam dan memiliki tipe sterilizer horizontal.

Data primer diperoleh dari laporan harian laboratorium masing-masing unit. Pengukuran kadar minyak (%) pada sampel EB dan EBP dilakukan menggunakan metode Soxhlet. Penggunaan metode Soxhlet menjadi basis krusial karena metode ini mengukur total kandungan minyak secara absolut, sehingga menghasilkan data mentah yang akurat untuk diuji secara statistik (AOCS, 2017). Data yang digunakan mencakup periode operasional kuartal pertama tahun 2026 (Januari hingga April).

Metode analisis dilakukan dengan memetakan hubungan antara kadar minyak EB (Variabel x) dan rerata keluaran EBP (Variabel y) menggunakan regresi linier sederhana. Parameter utama yang dievaluasi adalah persamaan regresi $y = mx + c$ dan koefisien determinasi (R^2) untuk mengukur seberapa besar pengaruh variabel x terhadap variabel y .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 1 menunjukkan unit mesin *bunch press* PKS B dalam kondisi operasional, yang berfungsi sebagai tahap mekanis primer untuk reduksi kadar air (*dewatering*) dan ekstraksi sisa minyak (*oil*

recovery) dari tandan kosong kelapa sawit (EB). Secara teknis, mesin ini bekerja berdasarkan prinsip kompresi aksial dengan menggunakan poros sekrup yang menekan massa serat melalui ruang pengepresan yang menyempit. Terlihat pada gambar adanya akumulasi serat yang terkompresi secara masif di ujung poros, yang mengindikasikan terjadinya tekanan mekanis tinggi sehingga struktur kapiler pada tandan terpecah. Proses ini sangat krusial karena menurunkan kadar air (hingga mencapai rentang 45-55%) dan meminimalkan kehilangan minyak (*oil losses*) yang masih terjebak dalam janjang (MPOB, 2015).



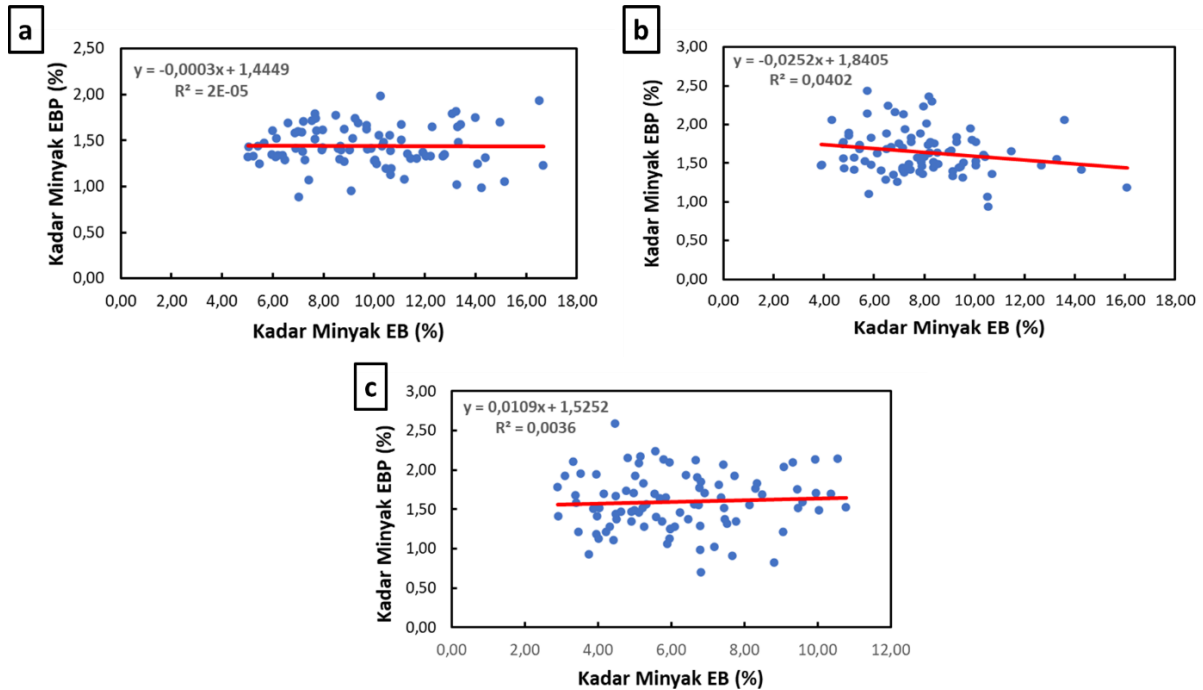
Gambar 1 Mesin *bunch press* di PKS B

Gambar 1 menunjukkan grafik hubungan antara kadar minyak EB dan EBP pada (a) PKS A, (b) PKS B, dan (c) PKS C. Grafik pada Gambar 2 diplot berdasarkan data dari 3 PKS, yang terdiri dari data kadar minyak EB pada sumbu x dan data kadar minyak EBP pada sumbu y . Hasil analisis data pada PKS A menunjukkan tingkat

independensi variabel yang signifikan antara kadar minyak EB dan EBP. Fluktuasi tajam pada masukan EB teramati pada Gambar 2a dengan nilai puncak mencapai 16,67% . Secara statistik, korelasi kedua variabel tersebut sangat lemah, sebagaimana ditunjukkan oleh persamaan regresi $y = -0,0003x + 1,4449$ dengan

koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,00002. Nilai R^2 yang mendekati nol ini mengonfirmasi bahwa variabilitas kadar minyak EBP tidak dipengaruhi oleh

fluktuasi kadar minyak EB, dengan rata-rata keluaran yang stabil sebesar 1,44% berdasarkan data pada grafik di Gambar 2a.



Gambar 2 Grafik hubungan antara kadar minyak EB dan EBP pada (a) PKS A, (b) PKS B, dan (c) PKS C

Karakteristik data pada PKS B menunjukkan pola serupa dengan lokasi penelitian lainnya, di mana ditemukan korelasi yang lemah antarvariabel operasional. Nilai masukan minyak pada EB tercatat mencapai puncaknya sebesar 16,07%. Analisis statistik menghasilkan persamaan regresi $y = -0,0252x + 1,8405$ dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,0402. Meskipun nilai R^2 ini merupakan yang tertinggi di antara sampel lainnya, angka tersebut tetap berada di bawah ambang batas signifikansi statistik (4%).

Secara matematis, ditemukan koefisien negatif (-0,0252) yang mengindikasikan bahwa peningkatan kadar minyak EB diikuti oleh penurunan kadar minyak pada EBP. Dengan rata-rata kehilangan minyak tertinggi mencapai ~1,70%, hasil ini mengindikasikan adanya kendala teknis pada pengaturan *cone pressure* atau tingkat keausan komponen internal mesin.

Berbeda dengan karakteristik pada PKS B, PKS C menunjukkan rentang kadar minyak EB yang relatif lebih rendah, tetapi dengan tingkat stabilitas keluaran yang

lebih fluktuatif. Data menunjukkan bahwa mayoritas kadar minyak EB terdistribusi pada kisaran 3% hingga 10%. Melalui analisis linier, diperoleh persamaan regresi $y = 0,0109x + 1,5252$ dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,0036. Secara teknis, meskipun terdapat tren peningkatan kadar minyak pada EBP yang searah dengan peningkatan masukan, koefisien sebesar 0,0109 dinilai tidak signifikan

secara operasional. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem pengepresan pada PKS C memiliki resiliensi yang memadai dalam meredam variabilitas kualitas bahan baku, sehingga mampu mempertahankan kehilangan minyak tetap stabil pada kisaran rata-rata 1,5%, meskipun pada beberapa observasi nilai keluaran melampaui ambang batas 2,0%.

Tabel 1 Interpretasi hasil kadar minyak pada EB dan EBP di PKS

Lokasi Pabrik	Nilai R^2	Rerata Keluaran EBP	Interpretasi
PKS A	0,00002	~1,44%	Tidak Ada Korelasi
PKS B	0,0402	~1,64%	Korelasi Sangat Lemah
PKS C	0,0036	~1,59%	Korelasi Sangat Lemah

Nilai R^2 yang mendekati nol pada ketiga pabrik menunjukkan bahwa variasi kadar minyak EB sama sekali tidak dapat digunakan untuk memprediksi kadar minyak pada keluaran EBP. Analisis data operasional mengungkap fakta bahwa efisiensi EBP tidak bersifat linier. Tabel 1 menunjukkan interpretasi hasil kadar minyak pada EB dan EBP di PKS. Pada PKS A, lonjakan masukan EB hingga 16,67% tetap menghasilkan keluaran EBP di bawah 2,0%. Sebaliknya, pada PKS C, meskipun masukan EB hanya 5,15%, rerata keluaran EBP justru membengkak hingga 2,17%. Hal ini membuktikan bahwa masukan yang "baik" tetap akan

menghasilkan kehilangan minyak yang tinggi jika kondisi mekanis mesin tidak optimal. Kasus di PKS C (2,59%) dan PKS B (2,43%) merupakan bukti nyata kegagalan mekanis dalam menjaga target standar industri di bawah 2,0%.

Secara komparatif, implementasi sterilisasi vertikal (PKS A dan PKS B) cenderung menghasilkan kadar minyak sisa yang lebih signifikan pada EB dibandingkan dengan konfigurasi sterilisasi horizontal (PKS C). Fenomena ini dipicu oleh efek pemadatan massa akibat gaya gravitasi pada tumpukan tandan kosong di dalam bejana vertikal. Meskipun terdapat perbedaan fundamental dalam sistem

sterilisasi (vertikal vs horizontal), ketiga PKS menunjukkan tren yang identik: nilai R^2 mendekati nol. Hal ini membuktikan secara statistik bahwa variasi kadar minyak pada EB hanya berkontribusi kurang dari 4% terhadap variasi kadar minyak EBP. Secara saintifik, hal ini menunjukkan bahwa variabel masukan (EB) bukan prediktor yang valid untuk menentukan kualitas keluaran pada unit *bunch press*.

Secara mekanis, EB merupakan material berserat dan berpori. Minyak yang dipulihkan melalui EBP umumnya merupakan minyak yang terjebak dalam tangkai tandan dan dilepaskan melalui penetrasi mekanis (*mechanical rupture*). Ketidakterkaitan antara kadar minyak masukan dan keluaran menunjukkan bahwa efektivitas *bunch press* murni merupakan fungsi efisiensi mekanis. Parameter seperti gaya tekan hidrolik, *conical head clearance*, *back pressure* pada *bunch press*, serta tingkat keausan *worm screw* jauh lebih menentukan dibandingkan konsentrasi minyak awal. *Screw* yang aus mengurangi daya cengkeram dan kompresi terhadap massa fiber, sehingga efisiensi ekstraksi menurun drastis meskipun beban masukan rendah. Kebersihan dan kondisi lubang *strainer* sangat vital. Penumpukan fiber (*blinding*) pada *strainer* menghambat drainase minyak yang telah terperas,

sehingga minyak terikut kembali ke aliran EB kering. Sesuai dengan teori pengolahan dari Pahan (2006) dan Naibaho (1996), jika konfigurasi mekanis mesin tidak optimal, peningkatan kadar minyak pada masukan tidak akan meningkatkan *recovery*, melainkan justru meningkatkan kehilangan minyak pada serat hasil pres.

Bagi manajemen, rendahnya efisiensi pada *bunch press* tidak boleh dianggap semata-mata sebagai dampak dari kesalahan proses sebelumnya (seperti sterilisasi atau *threshing*). Evaluasi dan tindakan perbaikan harus difokuskan langsung pada unit *bunch press* sebagai bagian mandiri dalam sistem pemantauan kehilangan minyak (*Oil Loss Monitoring*). Hal ini penting agar identifikasi masalah dilakukan secara objektif, sehingga langkah optimasi mesin dapat dilakukan dengan lebih tepat sasaran.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis statistik regresi linier sederhana terhadap data operasional di tiga lokasi penelitian, dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat hubungan atau korelasi yang signifikan antara kadar minyak pada *Empty Bunch* (EB) sebagai masukan dan kadar minyak pada *Empty Bunch Press* (EBP) sebagai keluaran. Hal ini dibuktikan secara empiris

melalui nilai koefisien determinasi (R^2) yang sangat rendah di seluruh unit, yakni 0,00002 pada PKS A, 0,0402 pada PKS B, dan 0,0036 pada PKS C, yang mengindikasikan bahwa variasi kadar minyak masukan tidak merupakan prediktor yang valid untuk kualitas keluaran pada unit *bunch press*. Ketidakterkaitan fungsional ini menegaskan bahwa efisiensi pemulihan minyak (*oil recovery*) sepenuhnya merupakan fungsi dari integritas mekanis dan parameter internal mesin.

DAFTAR PUSTAKA

- AOCS (American Oil Chemists' Society) (2017) Official Methods and Recommended Practices of the AOCS. 7th edn. Urbana: AOCS Press.
- Hashim, K., Tahiruddin, S. and Asis, A.J., 2012. Palm and palm kernel oil production and processing in Malaysia and Indonesia. In *Palm oil* (pp. 235-250). AOCS Press.
- Irwansyah, D., Erliana, C.I. and Manurung, W.M., 2019, October. Analisis Kehilangan Minyak (oil losses) pada Crude Palm Oil dengan Metode Statistical Process Control. In Seminar Nasional Teknik Industri 2019 (Vol. 4, No. 1). Teknik Industri Universitas Malikussaleh.
- MPOB (Malaysian Palm Oil Board) (2015) Oil Palm Engineering Data Book. 2nd edn. Kuala Lumpur: Malaysian Palm Oil Board.
- Murphy, D.J., 2014. The future of oil palm as a major global crop: opportunities and challenges. *Journal of oil palm research*, 26(1), pp.1-24.
- Naibaho, P. (1996). Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit. Medan: Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS).
- Pahan, I. (2015). Panduan Lengkap Kelapa Sawit: Manajemen Agribisnis dari Hulu hingga Hilir. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Syahputra, E., Fauzi, A. dan Amin, M. 202. Analisis Pengendalian Kehilangan Minyak (Oil Losses) pada Stasiun Klarifikasi, Jurnal Teknologi Kimia Unimal, 10(2), pp. 15-28.
- Sivasothy, K., Halim, R. M. dan Basiron, Y. 2005. A new continuous sterilization process for oil palm fruits, Journal of Oil Palm Research, 17(2), pp. 107-118.
- Subramaniam, V., May, C.Y., Muhammad, H., Hashim, Z., Tan, Y.A. and Wei, P.C., 2010. Life cycle assessment of the production of crude palm oil (part 3). *Journal of Oil Palm Research*, 22(3), pp.895-903.
- Qaim, M., Sibhatu, K.T., Siregar, H. and Grass, I., 2020. Environmental, economic, and social consequences of the oil palm boom. *Annual review of resource economics*, 12(1), pp.321-344.
- Zulkefli, F., Othman, N., Syahlan, S., Zaini, M.R. and Bakar, M.A., 2017. Fresh fruit bunch quality and oil losses in milling processes as factors that affect the extraction rate of palm oil. *Int J Agric Forest Plant*, 5, pp.99-103.