

Analisa Kenaikan Asam Lemak Bebas, Perubahan Kadar Air dan Kadar Kotoran Akibat Perubahan Suhu dalam *Storage Tank*

Ahmad Agung Dharma Putra^{*)}, Gani Supriyanto, Nuraeni Dwi Dharmawati

Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian
INSTIPER Yogyakarta

^{*)}Email Korespondensi: agungahmaddp@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh perubahan suhu terhadap kenaikan kadar asam lemak bebas (FFA), kadar air, dan kadar kotoran pada Crude Palm Oil (CPO) dalam storage tank di PT. Arrtu Plantations Kelampai Mill, Kalimantan Barat, selama periode Juni-Oktober 2021. Penelitian dilakukan dengan pengambilan sampel harian dari tiga storage tank pada bagian atas, tengah, dan bawah, dianalisis menggunakan metode titrasi untuk FFA, oven terbuka untuk kadar air, dan gravimetri untuk kadar kotoran. Hasil analisis regresi linier menunjukkan bahwa suhu memiliki hubungan negatif dengan kadar FFA, dengan pengaruh paling kuat pada Storage Tank 1 ($R^2 = 0,6134$) dibandingkan Storage Tank 2 ($R^2 = 0,2189$) dan Storage Tank 3 ($R^2 = 0,2459$). Sebaliknya, suhu menunjukkan hubungan positif dengan kadar air, terutama pada Storage Tank 1 ($R^2 = 0,7351$) dan Storage Tank 3 ($R^2 = 0,6519$), namun sangat lemah pada Storage Tank 2 ($R^2 = 0,0091$). Pengaruh suhu terhadap kadar kotoran bervariasi, dengan hubungan negatif lemah hingga sedang (R^2 berkisar 0,1138-0,247). Korelasi Pearson menunjukkan hubungan kuat antara suhu dengan kadar air ($r = 0,916$) dan kotoran ($r = 0,867$), namun kurang signifikan dengan FFA ($r = -0,818$). Penelitian ini menyimpulkan bahwa pengendalian suhu penting untuk menjaga mutu CPO, dengan rekomendasi untuk menghindari penyimpanan lama dan melakukan pembersihan berkala pada storage tank.

Kata kunci : *Crude Palm Oil*, Asam Lemak Bebas, Kadar Air, Kadar Kotoran, Suhu, *Storage Tank*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara dengan potensi besar di sektor pertanian. Wilayahnya yang luas dan memiliki kondisi tanah yang subur memberikan peluang strategis untuk pengembangan pertanian nasional. Perkebunan merupakan salah satu subsektor penting dalam pertanian, dan kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) menjadi salah satu komoditas unggulan yang berkontribusi signifikan terhadap perekonomian nasional. Tanaman kelapa sawit mampu menghasilkan minyak kelapa sawit mentah (Crude Palm Oil/CPO) dan inti sawit (kernel), yang keduanya memiliki nilai ekonomi tinggi. Sebagai salah satu komoditas perkebunan utama, kelapa sawit memainkan peran vital dalam menyediakan sumber minyak nabati yang sangat dibutuhkan oleh berbagai sektor industri. Penggunaan minyak kelapa sawit telah meluas, mencakup minyak goreng, bahan baku industri, hingga energi terbarukan seperti biodiesel. Keunggulan ini didukung oleh karakteristik fisikokimia minyak sawit, antara lain stabil terhadap oksidasi pada tekanan tinggi, mampu melarutkan senyawa yang tidak larut dalam pelarut lain, serta memiliki daya sebar dan daya lapis yang tinggi. (Levia dan Mhubaligh 2023)

Kontrol kualitas adalah salah satu aktivitas penting dalam sebuah perusahaan guna menjaga kemampuan bersaing di tengah dinamika industri. Proses ini dilakukan secara menyeluruh, dimulai dari pengawasan terhadap bahan baku, dilanjutkan selama tahap proses produksi, hingga mencapai produk akhir. Seluruh tahapan pengendalian kualitas tersebut harus mengacu pada standar mutu yang telah ditetapkan, guna memastikan konsistensi dan keandalan produk yang dihasilkan. (Aldi dan Purwanto 2024).

Kualitas minyak inti sawit dipengaruhi oleh beberapa parameter utama, yaitu kadar air, kadar kotoran, dan kadar asam lemak bebas. Kandungan air dalam minyak inti sawit sangat dipengaruhi oleh tahapan dalam proses pengolahan. Terdapat hubungan negatif antara kadar air dan mutu minyak, di mana peningkatan kadar air akan menyebabkan penurunan kualitas minyak, dan sebaliknya. Penurunan mutu ini umumnya terjadi akibat proses hidrolisis yang berlangsung dalam minyak inti sawit. Selain itu, kadar asam lemak bebas juga menjadi indikator penting yang memengaruhi mutu minyak. Apabila kadarnya melebihi batas standar, maka kualitas minyak akan menurun, yang juga disebabkan oleh reaksi hidrolisis. Di samping faktor kimia, kadar asam lemak bebas dapat dipengaruhi oleh aspek non-teknis, seperti ketelitian tenaga kerja, kesalahan saat proses pemanenan, ketidaksempurnaan dalam proses perebusan, serta keterlambatan dalam pengangkutan tandan buah segar (TBS). (Paramitha 2022).

Dalam upaya pengendalian kualitas terhadap mutu *crude palm oil* (CPO), fokus utama pengamatan dalam penelitian ini mencakup kadar air, kadar kotoran, dan kadar asam lemak bebas. Parameter-parameter tersebut dipilih karena menunjukkan kecenderungan fluktuasi yang signifikan dalam hasil akhirnya, sehingga diperlukan upaya perbaikan yang berkelanjutan guna memastikan kesesuaian dengan standar mutu yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Selain itu, pengendalian terhadap aspek-aspek tersebut juga penting agar produk CPO dapat diterima secara optimal oleh konsumen. (Risma et al. 2023).

Kelapa sawit adalah salah satu tanaman komoditas perkebunan yang sangat signifikan di Indonesia dan masih memiliki peluang pengembangan yang menjanjikan. Kegunaan kelapa sawit, baik dalam bentuk bahan mentah maupun produk olahan, menempati posisi ketiga sebagai penyumbang devisa nonmigas terbesar bagi negara setelah karet dan kopi. (Ismail et al. 2008).

Secara keseluruhan, terdapat dua kategori minyak kelapa sawit. Pertama, minyak kelapa sawit yang dihasilkan dari ekstraksi daging buah, yang sering disebut sabut. Kedua, minyak kelapa sawit yang diambil dari ekstraksi inti sawit, yang dikenal sebagai kernel. Produk yang dihasilkan dari proses ekstraksi daging buah ini dinamakan minyak mentah atau Crude Palm Oil (CPO). Sementara itu, produk yang berasal dari ekstraksi inti buah disebut kernel atau KPO. (Mustafa 2022).

Crude Palm Oil (CPO) adalah hasil pengolahan daging buah kelapa sawit. Berupa minyak yang agak kental berwarna kuning jingga kemerah-merahan. Kualitas dari pada Crude Palm Oil (CPO) ditentukan oleh berbagai parameter seperti kadar air dan kadar asam lemak bebas disamping parameter lainnya. Dalam percobaan ini dilakukan pengaruh lama waktu penyimpanan CPO terhadap kadar asam lemak bebas dan kadar air pada storage tank. Pengaruh Waktu Penyimpanan CPO pada Storage Tank terhadap Kadar Asam Lemak Bebas dan Kadar Air yaitu dengan semakin lamanya waktu penyimpanan CPO pada Storage Tank maka Kadar Asam Lemak Bebas dan Kadar Air akan semakin tinggi. (Yuniva 2010).

Rendahnya mutu minyak inti kelapa sawit sangat ditentukan oleh banyak faktor antara lain: (1) Air : merupakan media untuk proses reaksi biokimia seperti pembentukan asam lemak bebas, pemecahan protein dan hidrolisa karbohidrat, yang cukup banyak terkandung dalam inti sawit yang dihasilkan dengan pemisahan secara basah. Proses penurunan kualitas umumnya berlangsung selama penyimpanan, sehingga penting untuk memperhatikan cara dan kondisi dalam menyimpan serta interaksi antara kelembaban udara dengan kadar air pada inti. (2) Asam

Lemak Bebas: di dalam kondisi tinggi konsentrasi yang terikat dalam minyak sawit cukup merugikan. Meningkatnya kadar asam lemak bebas ini menyebabkan penurunan hasil minyak. Untuk itu, langkah-langkah pencegahan harus diambil untuk menghindari pembentukan asam lemak bebas di dalam minyak. Asam Lemak Bebas (ALB) muncul akibat reaksi hidrolisis minyak sawit yang menghasilkan gliserol dan asam lemak bebas. Proses reaksi ini akan semakin dipercepat oleh berbagai faktor seperti: suhu, kelembaban, tingkat keasaman, dan adanya katalis (enzim). (3) Kotoran : Kadar pengotor dan zat terlarut merujuk pada semua bahan asing yang tidak larut dalam minyak, di mana pengotor yang tidak larut diukur sebagai persentase dari zat pengotor dibandingkan dengan minyak atau lemak. Secara umum, proses penyaringan minyak sawit dilakukan melalui tahapan pengendapan, di mana minyak sawit yang jernih dimurnikan menggunakan sentrifugasi. Melalui metode ini, partikel-partikel besar bisa disaring. Namun, partikel-partikel kecil atau serabut tetap tidak bisa disaring, hanya mengambang dalam minyak sawit karena memiliki berat jenis yang setara dengan minyak sawit. Sementara itu, alat sentrifugasi bekerja berdasarkan prinsip perbedaan berat jenis. (4) Suhu serta faktor-faktor lain yang dapat menyebabkan peningkatan kadar asam lemak bebas dalam Crude Palm Oil (CPO) meliputi kadar air yang terdapat dalam CPO dan keberadaan enzim yang berperan sebagai katalis dalam CPO tersebut

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Botol sampel, Buret 10 ml, Erlenmeyer, Buret 10 ml, Timbangan Analitik, Oven, Glass Beaker, Erlenmeyer, Kertas Saring, Sounding, Lipping Thermometer, dan bahan yang digunakan yaitu Sampel CPO OST (1, 2 dan 3).

Prosedur Penelitian

Prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: Pertama, sampel diambil dari storage tank setiap hari dengan frekuensi pengambilan satu kali setiap hari pada storage tank. Sampel yang dipakai dalam penelitian ini berasal dari bagian atas, tengah, dan bawah storage tank.. Kedua pengukuran CPO menggunakan alat sounding dan lipping thermometer, kemudian sampel dimasukkan kedalam botol sampel. Ketiga sampel yang diperoleh kemudian dibawa ke laboratorium untuk dilakukan analisa FFA, kadar air, dan kotoran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Pengaruh Kenaikan Suhu Terhadap Perubahan Kadar Asam Lemak Bebas

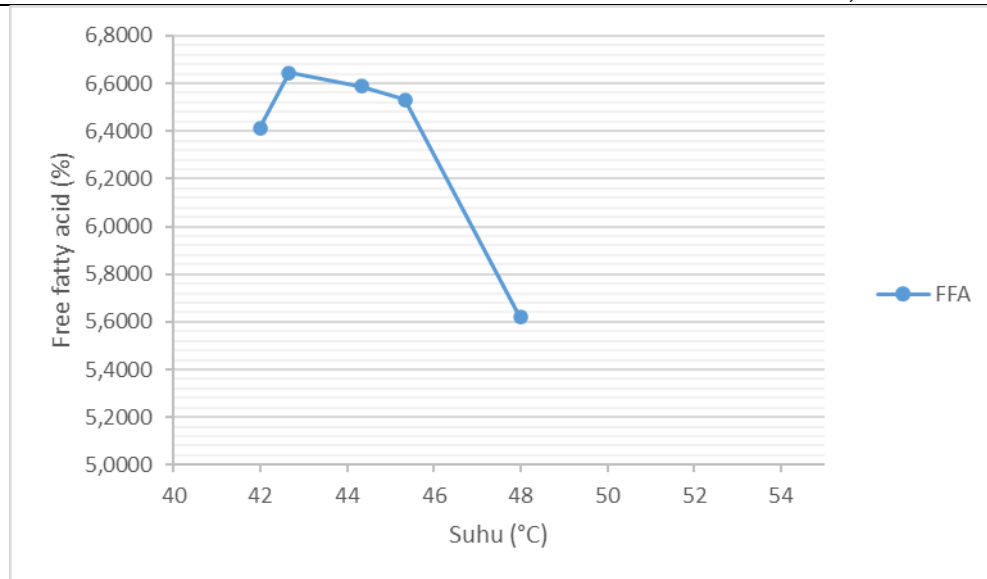
Analisis dilakukan setiap hari di PKS Tandun untuk menilai kualitas CPO. Berdasarkan evaluasi, CPO bisa segera dijual karena semakin lama disimpan di dalam tangki, semakin menurun kualitas CPO yang dihasilkan, kecuali ada hambatan seperti masalah transportasi serta kondisi jalan yang tidak baik yang dapat menghalangi distribusi minyak. Mempertimbangkan bahwa kualitas CPO yang diproses dapat dinilai dalam kurun waktu 4 hari dan akan didistribusikan atau dijual oleh PKS Tandun setiap harinya, penulis melakukan penelitian sepanjang periode 4 hari tersebut. Saat lemak mengalami hidrolisis, asam yang dikenal sebagai asam lemak bebas (ALB) terlepas. Minyak sawit berkualitas tinggi memiliki kemampuan pemutihan yang baik, kadar ALB yang rendah, serta cara penyimpanan yang efektif. Kekuatan pemutih dan tingkat ALB harus dijaga konstan selama jangka waktu yang cukup.

Metode titrasi asam basa digunakan untuk menganalisis jumlah asam lemak bebas. Gagasan di balik pengukuran kadar ALB adalah bahwa kadar tersebut ditentukan dengan menghitung persentase buah (b/b) ALB dalam minyak sawit (CPO), yang beratnya dipercaya bahwa molekul ALB adalah 256 (asam palmitat). Data berikut ini diperoleh dari teknik analisis

kadar asam lemak bebas.

Tabel 1. *Storage Tank 1 FFA*

| Lokasi | Suhu (°C) | FFA |
|--------------|-----------|--------|
| Rerata S1 17 | 42 | 6,4131 |
| Rerata S1 16 | 43 | 6,6435 |
| Rerata S1 19 | 44 | 6,5869 |
| Rerata S1 15 | 45 | 6,5306 |
| Rerata S1 12 | 48 | 5,6189 |



Gambar 1. *Storage Tank 1 FFA*

Berdasarkan hasil analisis grafik antara suhu dan kadar FFA (Free Fatty Acid), menunjukkan adanya hubungan negatif antara suhu dan kadar FFA, di mana setiap peningkatan suhu sebesar 1°C akan menurunkan kadar FFA sebesar 0.1392%. Nilai 61,34% mengindikasikan variasi kadar FFA dapat dijelaskan oleh perubahan suhu, sementara sisanya sebesar 38,66% dipengaruhi oleh faktor lain.

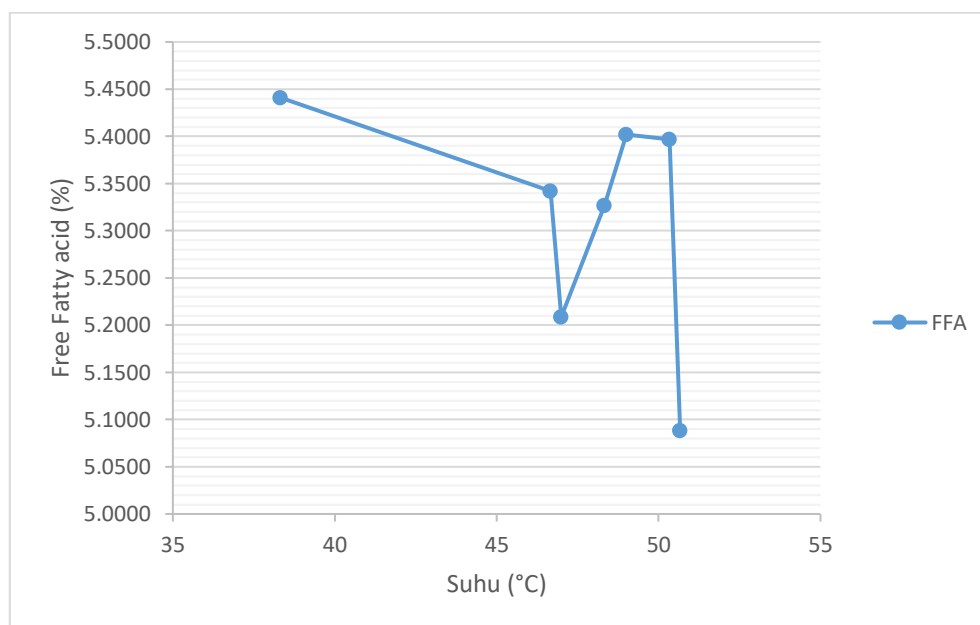
Hasil ini menunjukkan bahwa suhu memiliki peran penting dalam menurunkan kadar FFA pada proses yang diamati. Semakin tinggi suhu yang diterapkan, maka semakin rendah kadar FFA yang dihasilkan. Hal ini dapat dijelaskan secara ilmiah karena peningkatan suhu mampu mempercepat reaksi degradasi senyawa penyebab FFA, serta dapat memperbaiki efisiensi pemrosesan bahan baku. Namun demikian, perlu diperhatikan bahwa penurunan FFA tidak hanya dipengaruhi oleh suhu semata, tetapi juga oleh faktor lain seperti waktu pemrosesan, kondisi bahan baku, dan teknik pengolahan yang digunakan.

Dengan demikian, pengendalian suhu menjadi salah satu parameter penting yang dapat dioptimalkan untuk menurunkan kadar FFA, yang pada gilirannya dapat meningkatkan mutu hasil akhir. Penelitian lanjutan disarankan untuk memasukkan variabel-variabel lain agar dapat memperoleh model prediksi yang lebih komprehensif. Peningkatan free fatty acids (FFA) dapat menyebabkan ketengikan pada minyak, perubahan rasa yang tidak enak, serta perubahan warna yang dapat mengurangi daya tarik konsumen. Selain itu, tingginya kadar free fatty acids (FFA) juga berdampak pada rendemen minyak yang lebih rendah, sehingga hasil ekstraksi minyak menjadi kurang optimal. Untuk itu, sangat penting untuk melakukan tindakan pencegahan sejak dini guna menekan kadar ALB ini, mulai dari proses pemanenan hingga penimbunan sebelum minyak dipasarkan. Beberapa langkah yang dapat dilakukan antara lain pemanenan buah segar yang tepat waktu, pengolahan yang cepat dan efisien, serta penyimpanan yang menjaga suhu dan kelembapan agar terhindar dari hidrolisis yang dapat meningkatkan kadar FFA. Dengan melakukan langkah-langkah pencegahan yang baik, kualitas

CPO dapat dipertahankan, dan kerugian ekonomi akibat penurunan kualitas minyak dapat diminimalisir.

Tabel 4.2. Storage Tank 2 FFA

| Lokasi | Suhu (°C) | FFA |
|--------------|-----------|--------|
| Rerata S2 18 | 38 | 5,4409 |
| Rerata S2 11 | 47 | 5,3422 |
| Rerata S2 3 | 47 | 5,2090 |
| Rerata S2 15 | 48 | 5,3267 |
| Rerata S2 13 | 49 | 5,4019 |
| Rerata S2 17 | 50 | 5,3970 |
| Rerata S2 4 | 51 | 5,0886 |



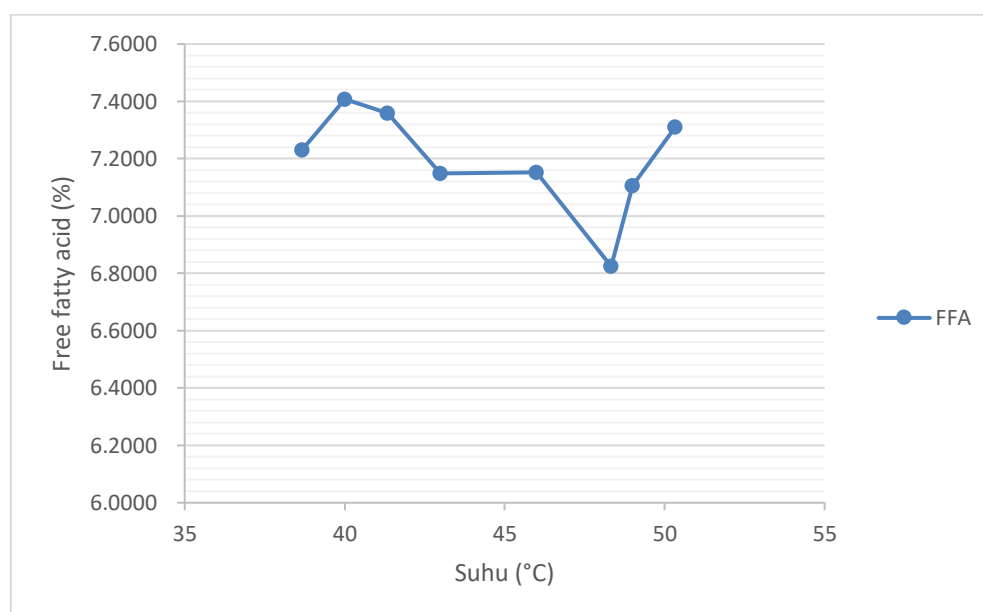
Gambar 2. Storage Tank 2 FFA

Selain itu, dilakukan pula analisis grafis sederhana antara suhu dan kadar FFA pada storage tank 2, yang menunjukkan bahwa setiap kenaikan suhu sebesar 1°C akan menurunkan kadar FFA sebesar 0.0139%. Hubungan antara suhu dan FFA masih bersifat negatif, namun jauh lebih lemah dibandingkan sebelumnya (storage tank 1). Hal ini yang berarti bahwa suhu hanya mampu menjelaskan sekitar 21,89% variasi kadar FFA. Sisanya sebesar 78,11% dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak tercakup dalam model ini.

Rendahnya nilai mengindikasikan bahwa suhu bukan merupakan faktor dominan yang memengaruhi kadar FFA dalam kondisi ini. Terdapat faktor lain yang lebih signifikan, seperti kualitas bahan baku, lama penyimpanan, atau proses pasca-panen yang memengaruhi pembentukan FFA. Oleh karena itu, meskipun suhu masih menunjukkan arah hubungan yang konsisten (negatif) terhadap FFA, pengaruhnya tidak terlalu kuat dalam konteks ini. Hasil ini menunjukkan pentingnya mempertimbangkan variabel lain dalam analisis untuk memperoleh pemahaman yang lebih menyeluruh terhadap faktor-faktor yang memengaruhi kadar FFA.

Tabel 3. Storage Tank 3 FFA

| Lokasi | Suhu (°C) | FFA |
|--------------|-----------|--------|
| Rerata S3 17 | 39 | 7,2303 |
| Rerata S3 19 | 40 | 7,4077 |
| Rerata S3 20 | 41 | 7,3583 |
| Rerata S3 16 | 43 | 7,1494 |
| Rerata S3 6 | 46 | 7,1533 |
| Rerata S3 1 | 48 | 6,8247 |
| Rerata S3 13 | 49 | 7,1056 |
| Rerata S3 10 | 50 | 7,3101 |



Gambar 3. Storage Tank 3 FFA

Pada Gambar 3. hubungan antara suhu dan kadar FFA juga dianalisis pada storage tank 3, yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan suhu sebesar 1°C akan menurunkan kadar FFA sebesar 0.0205%. Hubungan yang terbentuk masih bersifat negatif, artinya semakin tinggi suhu, maka kadar FFA cenderung menurun. Namun, nilai menunjukkan bahwa suhu hanya mampu menjelaskan sekitar 24,59% variasi kadar FFA, sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain di luar model.

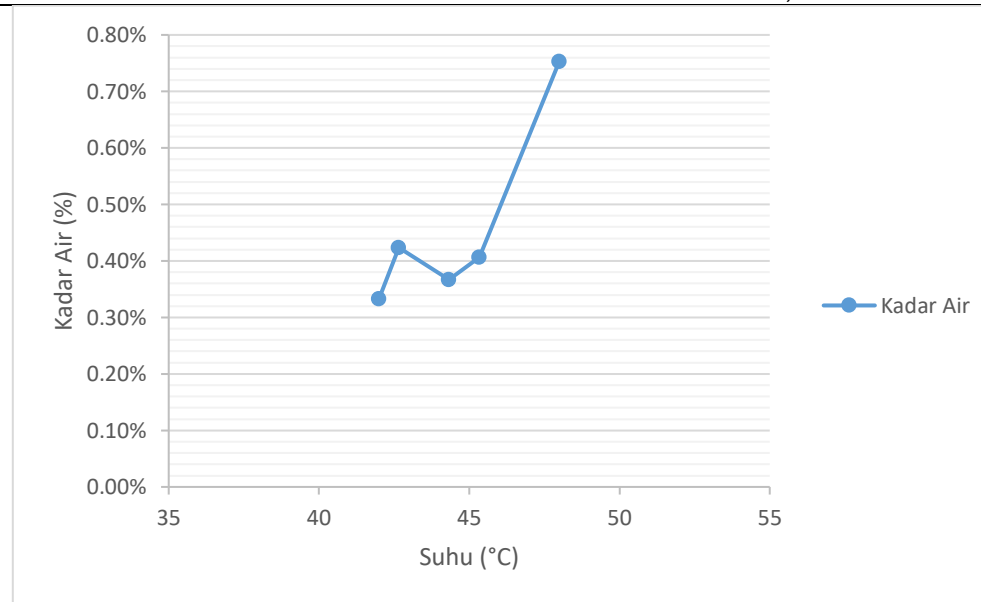
Nilai yang tergolong rendah ini menunjukkan bahwa suhu memiliki pengaruh terhadap kadar FFA, namun tidak terlalu dominan. Penurunan FFA masih terjadi akibat pengaruh suhu, namun variabilitas data menunjukkan bahwa faktor lain, seperti tingkat kematangan buah, kandungan air, lama pemanasan, atau penanganan pasca-panen juga berkontribusi terhadap kadar FFA. Oleh karena itu, suhu perlu tetap dikontrol, namun tidak dapat dijadikan satu-satunya parameter utama dalam pengendalian mutu FFA pada kondisi ini.

Analisa Kadar Air

Kandungan air merujuk pada jumlah cairan yang terkandung dalam sebuah sampel. Persentase kelembapan dalam minyak sawit, hal ini menjadi salah satu faktor yang dapat memengaruhi kualitas crude palm oil (CPO) serta merusak mutu minyak kelapa sawit. Pengujian kandungan air dilakukan menggunakan metode oven terbuka. Prinsip pengujian kadar air adalah menghilangkan atau menguapkan sebagian cairan dari sampel bahan dengan cara memanfaatkan energi panas pada suhu 105°C selama tiga jam. Sesuai dengan prosedur pengujian kadar air, diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4. Storage Tank 1 KA

| Lokasi | Suhu (°C) | KA |
|--------------|-----------|-------|
| Rerata S1 17 | 42 | 0,33% |
| Rerata S1 16 | 43 | 0,42% |
| Rerata S1 19 | 44 | 0,37% |
| Rerata S1 15 | 45 | 0,41% |
| Rerata S1 12 | 48 | 0,75% |



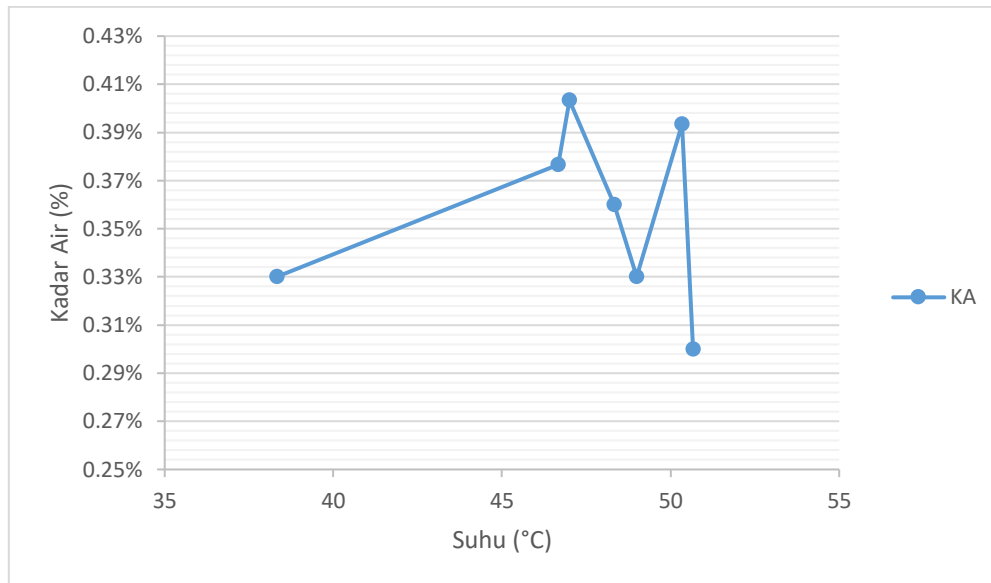
Gambar 4. Storage Tank 1 KA

Hasil analisis grafis menunjukkan adanya hubungan positif antara suhu dan kadar air, di mana setiap peningkatan suhu sebesar 1°C justru berkontribusi pada peningkatan kadar air sebesar 0.0006%. Nilai sebesar 0.7351, mengindikasikan bahwa suhu memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap kadar air, yakni sebesar 73,51%. Artinya, sebagian besar variasi kadar air dalam data ini dapat dijelaskan oleh perubahan suhu, sedangkan sisanya (26,49%) dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak dimasukkan dalam model.

Arah hubungan positif ini terbilang tidak lazim dalam konteks umum pengolahan termal, di mana suhu menurunkan kadar air melalui proses evaporasi. Namun, hasil ini dapat terjadi apabila suhu yang lebih tinggi justru menyebabkan reabsorpsi uap air, pengembunan kembali dalam sistem tertutup, atau adanya kondisi di mana bahan menyerap kembali kelembapan akibat perlakuan tertentu. Adanya pengaruh dari kelembaban lingkungan, sistem pemanasan yang tidak efisien.

Tabel 5. Storage Tank 2 KA

| Lokasi | Suhu (°C) | KA |
|--------------|-----------|-------|
| Rerata S2 18 | 38 | 0.33% |
| Rerata S2 11 | 47 | 0.38% |
| Rerata S2 3 | 47 | 0.40% |
| Rerata S2 15 | 48 | 0.36% |
| Rerata S2 13 | 49 | 0.33% |
| Rerata S2 17 | 50 | 0.39% |
| Rerata S2 4 | 51 | 0.30% |



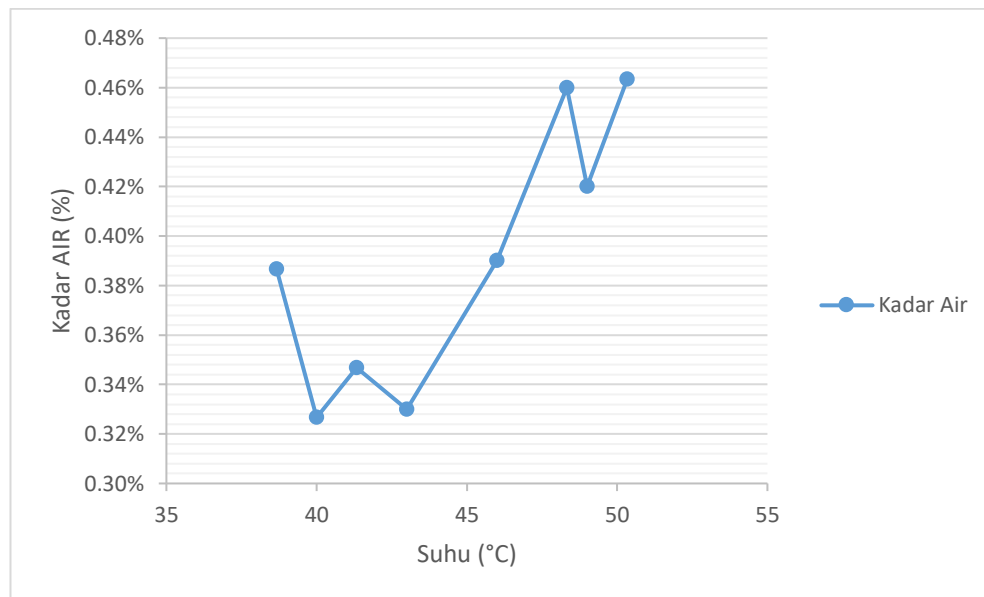
Gambar 5. Storage Tank 2 KA

Berdasarkan hasil grafis sederhana antara suhu dan kadar air, diperoleh menunjukkan bahwa terdapat hubungan positif yang sangat lemah antara suhu dan kadar air, di mana setiap kenaikan suhu sebesar 1°C hanya meningkatkan kadar air sebesar 0.000009% (atau 0.009 per mil). Nilai ini sangat kecil dan nyaris tidak signifikan secara praktis.

Selain itu, nilai yang sangat rendah, yaitu hanya sebesar 0.91%, mengindikasikan bahwa suhu hampir tidak memiliki pengaruh terhadap kadar air pada kondisi ini. Artinya, sebesar 99.09% variasi kadar air dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan dalam model, seperti kelembaban udara sekitar, teknik pengolahan, waktu pemanasan, atau karakteristik bahan yang digunakan. Hasil ini menunjukkan bahwa dalam kondisi ini, suhu bukan merupakan faktor penentu terhadap kadar air. Hal ini dapat terjadi apabila rentang suhu yang digunakan terlalu sempit, terdapat ketidak konsistenan dalam metode pengukuran, atau jika pengaruh utama terhadap kadar air lebih dominan ditentukan oleh faktor lingkungan atau bahan baku.

Tabel 6. Storage Tank 3 KA

| Lokasi | Suhu (°C) | KA |
|--------------|-----------|-------|
| Rerata S3 17 | 39 | 0,39% |
| Rerata S3 19 | 40 | 0,33% |
| Rerata S3 20 | 41 | 0,35% |
| Rerata S3 16 | 43 | 0,33% |
| Rerata S3 6 | 46 | 0,39% |
| Rerata S3 1 | 48 | 0,46% |
| Rerata S3 13 | 49 | 0,42% |
| Rerata S3 10 | 50 | 0,46% |



Gambar 6. Storage Tank 3 KA

Hasil analisis grafis menunjukkan adanya hubungan positif antara suhu dan kadar air, di mana setiap peningkatan suhu sebesar 1°C menyebabkan kenaikan kadar air sebesar 0.0001% (0.0001 satuan). Meskipun kecil, arah hubungan tetap positif. menunjukkan bahwa suhu menjelaskan sekitar 65,19% variasi kadar air, yang berarti model ini memiliki kekuatan hubungan yang cukup kuat. Sisanya sebesar 34,81% disebabkan karena adanya variabel lain yang tidak termasuk dalam model, seperti tingkat kelembaban udara, jenis material, atau metode pengolahan.

Arah hubungan positif antara suhu dan kadar air ini tergolong tidak lazim, karena secara umum suhu yang lebih tinggi akan menurunkan kadar air akibat proses penguapan. Namun, hasil ini disebabkan oleh fenomena tertentu dalam sistem pengolahan, seperti reabsorpsi uap, kondensasi uap air dalam sistem tertutup. Bisa juga karena suhu yang terlalu tinggi menyebabkan bahan rusak sehingga justru menyimpan air dalam bentuk tertentu.

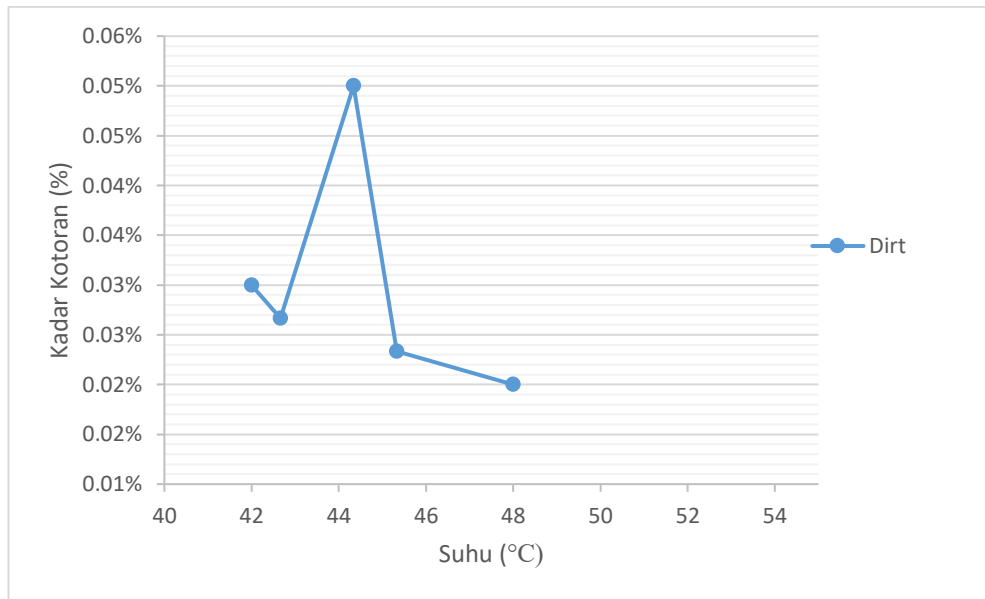
Dengan demikian, meskipun suhu memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kadar air dalam model ini.

Analisa Kadar Kotoran

Kandungan kotoran atau Dirt adalah total komponen eksternal yang tidak dapat larut dalam minyak; kontaminan yang tidak larut ini dinyatakan dalam persentase (%) dari total zat pengotor terhadap minyak atau lemak. Penilaian kadar kotoran dilakukan melalui metode gravimetri. Prinsip dari analisis kadar zat pengotor adalah menghitung total zat yang tidak larut dalam minyak sawit dan dapat dihilangkan melalui penyaringan setelah minyak dicampur dengan pelarut. Proses penyaringan kontaminan dalam Minyak kelapa sawit dianalisis dengan menggunakan kertas saring. Berdasarkan prosedur pengukuran kadar zat pengotor, diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 7. Storage Tank 1 Dirt

| Lokasi | Suhu (°C) | Dirt |
|--------------|-----------|-------|
| Rerata S1 17 | 42 | 0,03% |
| Rerata S1 16 | 43 | 0,03% |
| Rerata S1 19 | 44 | 0,05% |
| Rerata S1 15 | 45 | 0,02% |
| Rerata S1 12 | 48 | 0,02% |

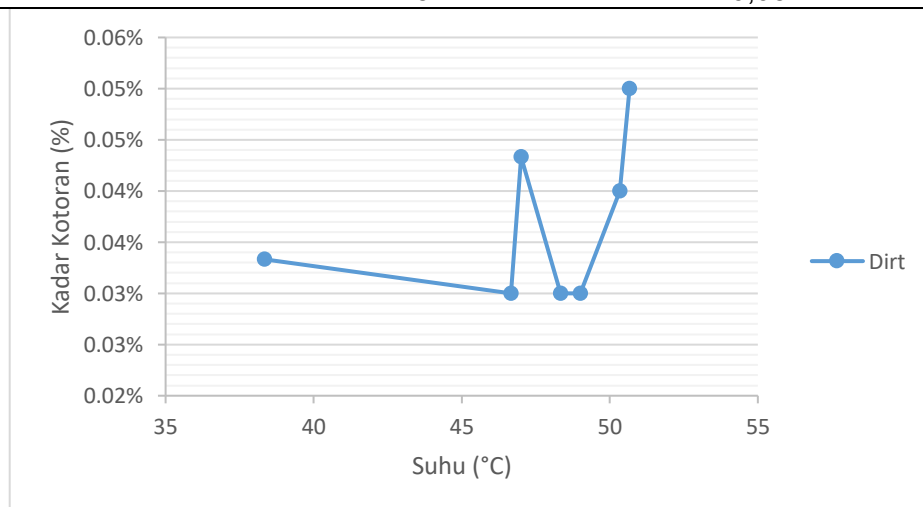


Gambar 7. Storage Tank 1 Dirt

Berdasarkan hasil analisis grafis antara suhu (variabel X) dan kadar kotoran (variabel Y), menunjukkan bahwa terdapat hubungan negatif antara suhu dan kadar kotoran, yang berarti semakin tinggi suhu, maka kadar kotoran cenderung menurun. Namun, nilai yang sangat kecil menunjukkan bahwa penurunan kadar kotoran tidak terlalu baik seiring peningkatan suhu. Selain itu, nilai rendah sekitar 11,38%, mengindikasikan bahwa suhu hanya mampu menjelaskan sekitar 11,38% variasi kadar kotoran. Sisanya, sebesar 88,62%. Dengan demikian, meskipun terdapat kecenderungan penurunan kadar kotoran dengan peningkatan suhu, hubungan ini tergolong sangat lemah dan kurang baik.

Tabel 8. Storage Tank 2 Dirt

| Lokasi | Suhu (°C) | Dirt |
|--------------|-----------|-------|
| Rerata S2 18 | 38 | 0,03% |
| Rerata S2 11 | 47 | 0,03% |
| Rerata S2 3 | 47 | 0,04% |
| Rerata S2 15 | 48 | 0,03% |
| Rerata S2 13 | 49 | 0,03% |
| Rerata S2 17 | 50 | 0,04% |
| Rerata S2 4 | 51 | 0,05% |

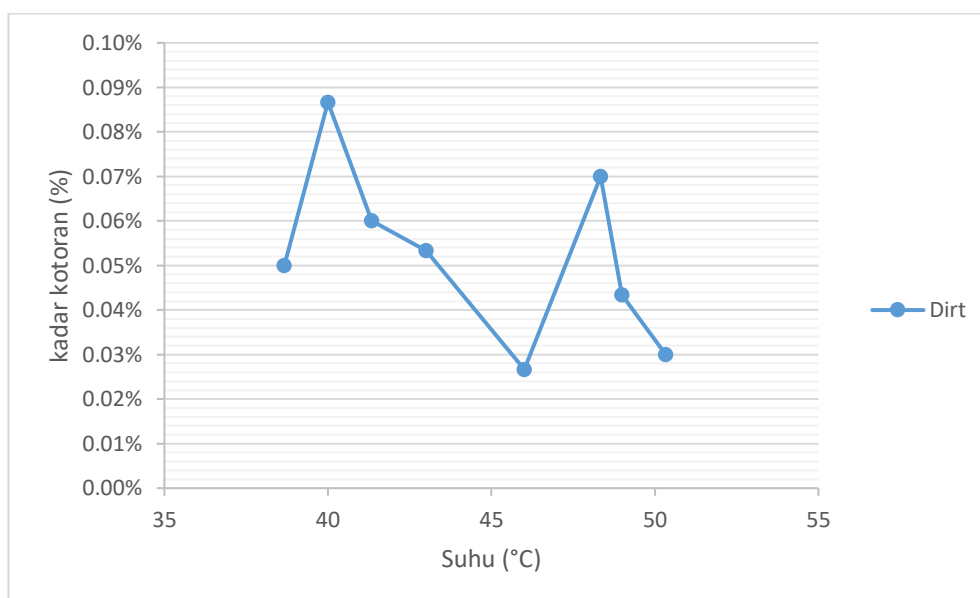


Gambar 8. Storage Tank 2 Dirt

Dari hasil grafis menunjukkan adanya hubungan positif antara suhu dan kadar kotoran, yang berarti bahwa peningkatan suhu sedikit meningkatkan kadar kotoran. Namun, nilai menunjukkan bahwa pengaruh suhu terhadap kadar kotoran sangat kecil hanya sebesar 11,93% menunjukkan bahwa suhu hanya menjelaskan sekitar 11,93% variasi kadar kotoran. Sisanya, sebesar 88,07%, dipengaruhi oleh faktor-faktor lain yang tidak termasuk dalam model. Dengan demikian, meskipun terdapat kecenderungan peningkatan kadar kotoran seiring bertambahnya suhu, hubungan ini tergolong sangat lemah.

Tabel 9. Storage Tank 3 Dirt

| Lokasi | Suhu (°C) | Dirt |
|--------------|-----------|-------|
| Rerata S3 17 | 39 | 0,05% |
| Rerata S3 19 | 40 | 0,09% |
| Rerata S3 20 | 41 | 0,06% |
| Rerata S3 16 | 43 | 0,05% |
| Rerata S3 6 | 46 | 0,03% |
| Rerata S3 1 | 48 | 0,04% |
| Rerata S3 13 | 49 | 0,04% |
| Rerata S3 10 | 50 | 0,03% |



Gambar 9. Storage Tank 3 Dirt

Hasil analisis grafis menunjukkan adanya hubungan negatif antara suhu dan kadar kotoran, yang berarti bahwa semakin tinggi suhu, kadar kotoran cenderung menurun. Pada nilai menunjukkan bahwa penurunan kadar kotoran terjadi secara perlahan terhadap peningkatan suhu. Sementara itu 24,7% mengindikasikan bahwa variabel suhu mampu menjelaskan sekitar 24,7% variasi kadar kotoran. Sisanya, sebesar 75,3%, dipengaruhi oleh faktor lain. Dengan demikian, hubungan antara suhu dan kadar kotoran dapat dikatakan lemah hingga sedang, tetapi arah hubungannya konsisten dengan dugaan teoritis, yaitu peningkatan suhu membantu mengurangi kadar kotoran.

Berdasarkan ketiga hasil analisis grafis antara suhu dan kadar kotoran, secara umum dapat disimpulkan bahwa hubungan antara kedua variabel tersebut cenderung lemah dan tidak terlalu selaras. pada penelitian pertama menunjukkan adanya hubungan negatif yang sangat lemah antara suhu dan kadar kotoran. Model kedua justru menunjukkan hubungan positif yang juga lemah, mengindikasikan bahwa dalam kondisi tertentu, peningkatan suhu dapat menyebabkan sedikit peningkatan kadar kotoran. Namun, model ketiga menunjukkan hubungan negatif yang lebih kuat dibanding dua model sebelumnya, di mana suhu memiliki pengaruh yang lebih besar dalam menurunkan kadar kotoran, meskipun masih dalam kategori hubungan yang

lemah hingga sedang.

Dari ketiga model tersebut, model ketiga memberikan hasil paling mendekati hubungan yang dapat diandalkan, karena nilainya paling tinggi, yaitu 24,7%. Hal ini menunjukkan bahwa suhu mulai memberikan kontribusi yang lebih berarti terhadap penurunan kadar kotoran, walaupun masih banyak faktor lain yang memengaruhi kadar kotoran yang belum dimasukkan dalam model. Secara keseluruhan, ketiga hasil ini mengindikasikan bahwa suhu memang memiliki pengaruh terhadap kadar kotoran, namun pengaruh tersebut masih rendah dan kemungkinan dipengaruhi oleh interaksi dengan variabel lain seperti waktu pemanasan, jenis bahan, kelembapan, atau sifat fisis bahan yang digunakan.

KESIMPULAN

Pada Storage 1, pengaruh suhu cukup kuat dengan menunjukkan bahwa 61,34% variasi kadar FFA dapat dijelaskan oleh suhu. Sementara itu, pada Storage 2 dan Storage 3, nilai yang menunjukkan pengaruh suhu terhadap kadar FFA tergolong rendah. Selanjutnya analisis grafis menunjukkan bahwa suhu berpengaruh positif terhadap kadar air, dengan kekuatan hubungan berbeda di tiap lokasi penyimpanan. Pada Storage 1 dan Storage 3, pengaruh suhu cukup sedangkan pada Storage 2 pengaruhnya sangat lemah. Hal ini menunjukkan bahwa suhu dapat memengaruhi kadar air, terutama pada kondisi tertentu, namun bukan satu-satunya faktor yang berperan. Selanjutnya pada storage pertama, suhu memberikan pengaruh yang cukup relevan terhadap kadar kotoran dengan nilai sekitar 69,54% variasi kadar kotoran dapat dijelaskan oleh suhu. Sebaliknya, pada storage kedua dan ketiga, pengaruh suhu terhadap kadar kotoran tergolong rendah, masing-masing dengan nilai. Hal ini menunjukkan bahwa suhu bukan satu-satunya faktor yang menentukan kadar kotoran.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldi, Andi, dan Heri Purwanto. 2024. "Pengaruh Kadar Air, Suhu Dan Lama Penyimpanan Terhadap Kenaikan Asam Lemak Bebas Pada Crude Palm Oil (CPO)." *Agro Fabrica* 6(2):2656–4831.
- Ismail, H., Pooria Pasbakhsh, M. N. Ahma. Fauzi, dan A. Abu Bakar. 2008. "Morphological, thermal and tensile properties of halloysite nanotubes filled ethylene propylene diene monomer (EPDM) nanocomposites." *Polymer Testing* 27(7):841–50. doi: 10.1016/j.polymeresting.2008.06.007.
- Levia, Dinda, dan Mhubaligh. 2023. "Analisis Proses Produksi CPO Untuk Mengidentifikasi Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kualitas Mutu CPO." *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan* 2(2):82–89. doi: 10.55826/tmit.v2i2.72.
- Mustafa, Ramadani. 2022. "Pengaruh Harga Cpo (Crude Palm Oil) Di Global Market Terhadap Harga Minyak Goreng Di Pasar Domestik." *SIBATIK JOURNAL: Jurnal Ilmiah Bidang Sosial, Ekonomi, Budaya, Teknologi, dan Pendidikan* 1(8):1565–74. doi: 10.54443/sibatik.v1i8.209.
- Paramitha, Ayu. 2022. "Analisis Karakteristik Mutu Palm Kernel Oil (PKO) Asal Pt. Perkebunan Nusantara IV Unit Usaha Pabatu." 20(1):50–62.
- Risma, Sari, Maryam, dan A. Yusama. Rahayu. 2023. "Analisa Pengendalian Mutu Produksi Crude Palm Oil (CPO) Menggunakan Metode Statistical Quality Control (SQC)." *Penentuan C-organik pada Tanah untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman dan Berkelanjutan umur Tanaman dengan Metoda Spektrofotometri UV VIS* 12(1):11–19.
- Yuniva, Nina. 2010. *Analisa Mutu Crude Palm Oil (CPO) dengan Parameter Kadar Asam Lemak Bebas (ALB), Kadar Air dan Kadar Zat Pengotor di Pabrik Kelapa Sawit Pekanbaru [skripsi]*. Vol. 67.
- Paramitha, A. (2022) "Analisis Karakteristik Mutu Palm Kernel Oil (PKO) Asal Pt. Perkebunan Nusantara IV Unit Usaha Pabatu," 20(1), hal. 50–62.
- Risma, S., Maryam dan Rahayu, A.Y. (2023) "Analisa Pengendalian Mutu Produksi Crude Palm Oil (CPO) Menggunakan Metode Statistical Quality Control (SQC)," *Penentuan C-organik pada Tanah untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman dan Berkelanjutan* 2100

umur Tanaman dengan Metoda Spektrofotometri UV VIS, 12(1), hal. 11–19.
Sopianti, D.S., Saputra, H.T. dan Bengkulu, A.F.A. (2017) “Penetapan kadar asam lemak bebas pada minyak goreng,” 2(21), hal. 100–105.