

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang disinari matahari sepanjang tahun karena memiliki iklim yang tropis. Kelebihan inilah yang menjadikan Indonesia memiliki tanah yang subur dan sangat cocok dimanfaatkan untuk bidang pertanian. Salah satu tanaman pertanian yang diproduksi dalam skala besar di Indonesia adalah kelapa sawit. Menurut USDA (2023), Indonesia menjadi negara yang memproduksi kelapa sawit paling banyak di dunia pada tahun 2022 (Lampiran 1). Menurut Badan Pusat Statistik (2023), pada tahun 2020 produksi minyak sawit Indonesia sebesar 45.741.845 ton dan pada tahun 2021 sebesar 45.121.480 ton (Lampiran 2). Provinsi Sumatera Barat menjadi salah satu daerah yang berpotensi dan memiliki produksi kelapa sawit sebesar 1.352 ribu ton pada tahun 2021 (Lampiran 3).

Tandan buah sawit adalah produk utama dari kelapa sawit. Pada tandan sawit dihasilkan minyak kelapa sawit yang berasal *Crude Palm Oil* (CPO) atau daging buah (*mesocarp*) dan (PKO) *Palm Kernel Oil* atau minyak inti sawit berasal dari kernel (Naibaho, 1998). Saat ini CPO menjadi produk andalan pertanian baik sebagai bahan baku untuk pembuatan minyak goreng maupun sebagai produk ekspor, sehingga CPO merupakan produk utama bagi perusahaan yang memproduksi minyak kelapa sawit (Rifin, 2015). Faktor penting yang diperhatikan dan akan mempengaruhi mutu minyak sawit adalah kualitas CPO yang dihasilkan (Yulianto, 2019). Salah satu bagian yang mempengaruhi kualitas CPO adalah Tandan Buah Segar (TBS) kelapa sawit yang dipanen. TBS kelapa sawit harus dipanen saat tingkat kematangannya tepat.

Cara yang biasa dilakukan untuk mengetahui kualitas minyak kelapa sawit adalah dengan melakukan pengujian di laboratorium. Namun pengujian seperti ini membutuhkan biaya yang besar karena menggunakan banyak bahan kimia. Selain itu juga membutuhkan banyak tenaga kerja dan waktu pengolahan yang lama. Salah satu cara yang bisa dilakukan adalah menggunakan metode nondestruktif berupa pemanfaatan alat-alat optis dengan kamera. Keunggulan metode ini adalah tidak memerlukan pekerjaan di laboratorium yang menggunakan bahan kimia, waktu yang dibutuhkan untuk evaluasi lebih cepat, serta tidak merusak sampel. Menurut

Purwantana (2005), sifat optis mampu menentukan dengan jelas tingkat kematangan dan kualitas buah, karena memiliki kemampuan untuk mengetahui karakteristik buah berdasarkan warna baik eksternal maupun internal. Berdasarkan keunggulan tersebut, maka sifat optis dapat dimanfaatkan untuk mengklasifikasikan kematangan TBS kelapa sawit berdasarkan warnanya, karena setiap tahap kematangan memiliki perubahan warna tertentu.

Cherie *et al.* (2015) melakukan penelitian nondestruktif berupa penggunaan kamera optis pada TBS kelapa sawit dan mendapati hasil bahwa metode ini lebih baik untuk penentuan kematangan TBS dibandingkan pengujian secara visual. Namun penelitian ini masih menggunakan alat-alat dengan kompleksitas yang cukup tinggi. Selain itu juga terjadinya kerusakan alat di lapang terutama pada mekanisme penjajak laser serta komponen bergerak lainnya. Melidawati (2021) melakukan penelitian terkait sifat optis dari Tandan Buah Segar (TBS) kelapa sawit pada lima tingkat kematangan, menggunakan kamera *handphone* 25 MP untuk mengetahui kualitas TBS berdasarkan tingkat kematangan buahnya dan ditemukan bahwa pada tingkat kematangan 1 (110-130 HSP), kandungan minyak sangat sedikit dan banyak mengandung klorofil, sehingga tidak memungkinkan untuk dilakukan pengujian lebih lanjut pada tingkat kematangan dalam menentukan kualitas TBS kelapa sawit. Berdasarkan hasil tersebut, penelitian ini memutuskan hanya menggunakan empat tingkat kematangan. Penelitian tersebut juga menggunakan jaringan saraf tiruan untuk mendapatkan model prediktif kandungan minyak, yang mana model terbaik yang diperoleh memiliki nilai R^2 hanya sebesar 0,7403.

Cara lain yang dapat dilakukan untuk memaksimalkan bentuk fitur warna adalah dengan menggunakan metode pengolahan citra berupa konversi warna dari citra yang dihasilkan. Salah satunya adalah dengan penggunaan citra untuk fitur optis dari tandan buah segar kelapa sawit berupa konversi warna RGB yang ditampilkan dalam bentuk histogram. Yesiansyah dan Murianto (2016) melakukan penelitian yaitu dengan mendeteksi tingkat kematangan buah sawit dari citra berupa warna RGB berupa histogram dan mendapatkan bahwa pemanfaatan histogram mampu menghasilkan akurasi sebesar 80%. Saat ini belum ada yang menggabungkan warna RGB dan Lab terhadap kematangan TBS sawit. Konversi warna RGB menjadi Lab diduga mampu meningkatkan keakuratan citra yang

dihasilkan. Ratnasari (2017) melakukan pengolahan citra terhadap beberapa buah menggunakan warna Lab dan HSV dan mendapati hasil bahwa citra yang dihasilkan oleh Lab lebih baik dibandingkan HSV.

Tingkat akurasi data dapat diketahui apabila citra yang dihasilkan diolah. Salah satu metode yang bisa digunakan sebelum mengolah data menggunakan PLS adalah PCA. PCA (*Principal Component Analysis*) adalah metode yang mampu mengurangi dimensi dataset dengan memproyeksikan setiap titik data untuk mendapatkan data berdimensi yang lebih rendah dan juga mempertahankan variasi data sebanyak mungkin hanya beberapa komponen utama pertama (Murdika *et al.*, 2021). Sedangkan metode PLS (*Partial Least Square*) adalah model yang dapat menjelaskan suatu struktur keragaman data. Model yang dihasilkan mampu mengoptimalkan hubungan dari dua kelompok variabel. Iqbal (2015) melakukan pemanfaatan gelombang NIRS terhadap TBS kelapa sawit menggunakan metode PLS namun model pendugaan kadar minyak, ALB, dan karoten tidak bisa digunakan sebagai model kalibrasi. Ifmalinda *et al.* (2022) melakukan penelitian mengenai pemanfaatan gelombang NIRS terhadap biji labu menggunakan metode PLS dan mendapatkan hasil berupa R^2 yang baik yaitu sebesar 0,92. Pemanfaatan berupa penggabungan RGB dan Lab menggunakan PLS belum pernah dimanfaatkan terhadap sifat optis TBS kelapa sawit dan diharapkan dapat meningkatkan nilai koefisien determinasinya.

Pada penelitian ini digunakan peningkatan sensor optis dengan meningkatkan resolusi kamera yang lebih tinggi agar kualitas citra yang dihasilkan menjadi lebih baik. Output berupa nilai warna RGB yang digabungkan dengan warna Lab. Hasil yang didapatkan selanjutnya diolah menggunakan metode PCA dan PLS Berdasarkan hal tersebut penulis melakukan penelitian dengan judul “**Evaluasi Nondestruktif Mutu Tandan Buah Segar Kelapa Sawit Berdasarkan Sifat Optis Menggunakan *Partial Least Square* (PLS)**”.

B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Metode evaluasi nondestruktif dengan memanfaatkan kamera optis terhadap kualitas tandan buah segar kelapa sudah pernah dilakukan dengan menggunakan RGB dan turunannya dan diolah dengan jaringan saraf tiruan,

namun belum maksimal. Perlu digunakan metode lainnya yaitu dengan penggabungan RGB dan Lab.

2. Permodelan kualitas TBS kelapa sawit berdasarkan sifat optis dengan penggabungan RGB dan Lab menggunakan PLS belum pernah dilakukan.

C. Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Melakukan evaluasi nondestruktif berupa penggunaan kamera optis terhadap pengujian destruktif (kandungan minyak, ALB, dan karoten) pada berbagai kematangan TBS kelapa sawit.
2. Mendesain model prediksi dari pengujian destruktif (kandungan minyak, ALB, dan karoten) terhadap mutu tandan buah segar kelapa sawit dari penggunaan kamera optis pada berbagai kematangan TBS kelapa sawit.

D. Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Pada penelitian ini sampel yang digunakan yaitu sawit varietas Tenera yang berasal dari Kabupaten Agam dengan umur tanam 7-11 tahun pada empat tingkat kematangan yaitu 140-160 HSP, 160-180 HSP, 180-200 HSP, dan 200-220 HSP.
2. Perekaman citra TBS menggunakan kamera *handphone* dengan resolusi 64 MP. Perekaman dilakukan pada jarak 3 sampai dengan 12 meter pada siang hari, pencahayaan minimal 303 lux dan maksimal 1537 lux, dan pada cuaca tidak hujan berdasarkan penelitian Cherie *et al.* (2018) dan Melidawati (2021).
3. Pada penelitian ini akan diuji parameter mutu TBS sawit yaitu kandungan minyak, ALB, dan karoten.

E. Manfaat

Adapun manfaat penelitian ini adalah mempermudah *stakeholder* dalam mengetahui kandungan kimia TBS sawit. Manfaat lain dari penelitian ini adalah meningkatkan akurasi pemanenan sehingga meningkatkan produksi minyak kelapa sawit.