

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tahun 2022 kelapa sawit Indonesia telah mencapai produksi sebesar 59 % dari produksi minyak sawit dunia sehingga Indonesia merupakan produsen minyak kelapa sawit terbesar di dunia (Lampiran 1). Industri kelapa sawit merupakan andalan perekonomian Indonesia karena industri kelapa sawit ini menjadi salah satu sumber penghasil devisa dari ekspor sektor pertanian. Pada tahun 2021 produksi tanaman kelapa sawit di Provinsi Sumatera Barat mencapai 1.352.000 ton (BPS, 2022) (Lampiran 2). Hal tersebut merupakan potensi yang sangat besar bagi Indonesia, sehingga perlu adanya upaya dalam menjaga eksistensi industri kelapa sawit, salah satunya adalah dengan meningkatkan produktivitas industri sawit nasional sehingga mampu meningkatkan kualitas dan memiliki daya saing (PASPI, 2021). Salah satu strategi untuk peningkatan produktivitas sawit adalah penerapan teknologi budidaya yang tepat serta saat panen dan pasca panen (Kemenperin, 2021).

Upaya peningkatan produktivitas kelapa sawit salah satunya dapat dilakukan dengan memperhatikan waktu panen Tandan Buah Segar (TBS) yaitu kelapa sawit dipanen pada tingkat kematangan yang optimum, sehingga minyak yang diperoleh dapat mencapai jumlah dan kualitas yang maksimum (Cherie, 2015). Tingkat kematangan optimum TBS dapat diidentifikasi melalui nilai kadar asam lemak bebas dan kandungan minyak, yang akan menentukan kualitas CPO yang dihasilkan. Umumnya penentuan kematangan TBS dilakukan secara manual dengan inspeksi visual, sedangkan penentuan parameter mutu seperti kadar asam lemak bebas dan kandungan minyak buah dapat diketahui di laboratorium melalui analisis kimia (Makky dan Soni, 2014). Penentuan waktu panen secara visual memiliki risiko yang besar karena dipengaruhi oleh fisik dan emosional pemanen yang menimbulkan persepsi yang berbeda-beda sehingga tidak akurat, sedangkan untuk analisis kadar asam lemak bebas dan kandungan minyak buah di laboratorium akan membutuhkan sampel destruktif serta biaya yang mahal untuk pengujian analisis kimianya. Metode tersebut perlu diperbarui dengan teknologi yang lebih cepat dan tidak merusak tanaman serta hemat biaya. Berdasarkan hal tersebut

dibutuhkan suatu teknologi yang mampu mengidentifikasi tingkat kematangan optimal TBS.

Teknologi yang memungkinkan untuk diterapkan dalam mengidentifikasi tingkat kematangan optimum TBS adalah dengan teknik evaluasi kualitas secara nondestruktif, yang dikenal sebagai suatu metode evaluasi nonkontak dan tidak merusak serta tidak mengganggu pertumbuhan tanaman itu sendiri. Evaluasi melalui pendekatan secara nondestruktif dapat dilakukan dengan menggunakan kamera termal. Salah satu keunggulan sifat termal adalah sumber pencahayaan tidak mempengaruhi secara spesifik terhadap hasil. Kamera inframerah digunakan untuk merekam intensitas radiasi sinar inframerah yang terpancar dari suatu objek, kemudian mengkonversikannya ke dalam citra yang bisa dilihat secara visual oleh manusia. Kamera termal mampu mengidentifikasi suhu permukaan TBS yang dapat dijadikan indikator tingkat kematangannya, yang mana suhu akan meningkat seiring dengan peningkatan kematangan dan setelah melewati fase puncak kematangan maka suhu akan menurun (Makky *et al.*, 2018). Teknik ini berpotensi untuk menggantikan pengamatan visual yang dilakukan oleh buruh panen agar memperoleh hasil panen yang akurat dan konsisten. Dengan demikian rendemen dan mutu minyak CPO yang diperoleh akan lebih meningkat.

Penelitian tentang evaluasi kualitas TBS kelapa sawit secara nondestruktif dengan menggunakan kamera termal sebelumnya telah dilakukan oleh Fauziah (2021), yaitu evaluasi nondestruktif kualitas TBS berdasarkan sifat termal. Desain model prediksinya dibangun dengan menggunakan Jaringan Saraf Tiruan (JST) dan *Multi Layer Perceptron* (MLP) berdasarkan karakteristik termal (nilai RGB). Hasil observasinya diketahui bahwa karakteristik termal berkorelasi dengan kualitas TBS.

Jumarwanto (2009) menyatakan bahwa JST dengan layar tunggal memiliki keterbatasan dalam pengenalan pola, sehingga perlu dilakukan penambahan satu atau beberapa layar tersembunyi diantara layar masukan dan layar keluaran. Dalam membangun model, penambahan hidden layer terus dilakukan hingga diperoleh model prediksi yang sesuai. Hal tersebut membutuhkan waktu yang tidak terbatas dalam membangun model, oleh karena itu diperlukan metode yang lebih cepat dalam membangun model.

Pada penelitian ini citra termal akan diekstraksi menjadi data histogram RGB kemudian dikonversi ke nilai Lab. Menurut Pamungkas *et al.* (2019), ruang warna yang representatif dalam menginterpretasikan permukaan citra adalah Lab. Berdasarkan hal tersebut fitur warna yang akan digunakan pada penelitian ini adalah RGB dan Lab. Seluruh parameter pengukuran yang dihasilkan dari pengolahan citra termal ini akan digunakan sebagai data variabel masukan untuk dimodelkan dengan data kimia di laboratorium. Desain model akan dibangun dengan menggunakan metode *Principal Component Analysis* (PCA) dan *Partial Least Square* (PLS).

Deegalla *et al.* (2023) mengklasifikasikan data *microarray* dengan empat metode reduksi dimensi yaitu PCA, *Random Projection* (RP), PLS, dan *Information Gain* (IG). Diamati bahwa semua metode reduksi dimensi menghasilkan pengklasifikasi yang lebih akurat dibandingkan dengan tanpa mereduksi dimensi data. Selain itu, hasil penelitiannya menunjukkan bahwa PCA dan PLS mencapai akurasi terbaik dengan komponen yang lebih sedikit dibandingkan dengan dua metode lainnya.

Saat ini belum ada penelitian mengenai evaluasi nondestruktif mutu pada TBS berdasarkan sifat termal dengan menggunakan PCA dan PLS. Berdasarkan hal tersebut penulis melihat adanya potensi untuk dilakukan penelitian dengan judul “**Evaluasi Nondestruktif Mutu Tandan Buah Segar Kelapa Sawit Berdasarkan Sifat Termal Menggunakan *Partial Least Square* (PLS)**”.

B. Rumusan Masalah

Adapun landasan penelitian ini perlu dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Penentuan kematangan TBS secara visual menghasilkan persepsi yang berbeda-beda dan juga penentuan kualitas minyak di laboratorium membutuhkan waktu yang lama.
2. Belum ada permodelan kualitas TBS berdasarkan sifat termal dengan menggunakan PCA dan PLS.

C. Tujuan

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah:

1. Menentukan kualitas TBS berupa kandungan minyak, asam lemak bebas dan karoten berdasarkan sifat termal secara nondestruktif;
2. Mendesain permodelan kualitas TBS berdasarkan sifat termal menggunakan PCA dan PLS.

D. Batasan Masalah

Batasan masalah yang terdapat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tanaman kelapa sawit yang diteliti adalah kelapa sawit yang sudah berumur 7-11 tahun;
2. Sampel yang digunakan adalah varietas tenera yang terdapat di Kabupaten Agam;
3. Karakteristik termal berdasarkan nilai RGB, Lab, dan suhu;
4. Parameter mutu TBS yang akan diuji adalah kandungan minyak, ALB, dan karoten;
5. Sampel yang diambil berada pada 4 tingkat kematangan yaitu 150, 170, 190, 210 Hari Setelah Penyerbukan (HSP);
6. Pengambilan sampel hanya dilakukan pada siang hari dan kondisi cuaca tidak hujan;
7. Pengolahan data menggunakan metode PCA dan PLS.

E. Manfaat

Manfaat dari penelitian yang dilakukan adalah:

1. Dapat mengetahui bagaimana korelasi karakteristik termal TBS dengan tiga parameter uji ukur kualitas TBS yaitu kandungan minyak, ALB, dan karoten;
2. Dapat menghasilkan model kualitas TBS berdasarkan karakteristik sifat termal sehingga dapat diterapkan oleh perusahaan perkebunan sawit untuk mengurangi kesalahan saat panen dan mampu memproduksi minyak kelapa sawit dengan kualitas yang optimum.