

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) adalah salah satu tanaman sayuran dan buah semusim yang memiliki produksi terbanyak di Sumatera Barat setelah bawang merah, kubis dan cabai keriting. Menurut BPS Sumatera Barat (2024), pada tahun 2022 dan 2023 produksi tomat di Sumatera Barat secara berturut-turut mencapai angka 1.186.348,15 kuintal dan 1.004.293,58 kuintal. Hal ini menjadikan Sumatera Barat menjadi provinsi penghasil tomat terbesar ke-4 di Indonesia. Buah ini banyak dikonsumsi baik dalam bentuk segar maupun olahan karena memiliki berbagai manfaat bagi kesehatan.

Tingginya tingkat konsumsi tomat sangat ditentukan oleh cita rasa yang dihasilkan. Tomat dengan kandungan gula dan asam yang tinggi umumnya memiliki rasa yang lebih enak dan segar, sementara tomat yang hambar cenderung memiliki keasaman rendah. Sebaliknya, tomat yang terlalu asam biasanya memiliki kadar gula rendah, sehingga rasa yang dihasilkan menjadi tidak proposional (Yahia dan Brecht, 2012). Keseimbangan komponen ini menjadi parameter krusial standarisasi SNI, khususnya pada industri pengolahan saus tomat untuk menjamin kualitas rasa dari produk yang dihasilkan (SNI 01-3546-2004). Komponen penentu utama cita rasa tomat adalah Total Padatan Terlarut (TPT) dan pH. Parameter TPT mencerminkan kandungan gula, asam organik, serta senyawa terlarut lain yang berperan dalam menentukan tingkat kemanisan dan cita rasa buah, sedangkan pH berhubungan langsung dengan tingkat keasaman yang memengaruhi keseimbangan rasa dan daya simpan tomat (Amr dan Raie, 2022). Kombinasi antara kadar gula dan asam yang tepat akan menghasilkan rasa yang disukai konsumen.

Penanganan pascapanen tomat sangat berperan penting dalam mempertahankan mutu dan cita rasa buah hingga sampai ke konsumen (Pathare dan Al-Dairi, 2021). Umumnya pada pasar tradisional tomat disimpan dan dipajang pada suhu ruang (sekitar 25–30°C) tanpa pengaturan suhu atau kelembapan yang memadai. Kondisi ini menyebabkan laju respirasi dan transpirasi tomat meningkat, sehingga mempercepat proses pematangan dan

penurunan mutu. Akibatnya, kandungan TPT dapat mengalami fluktuasi karena gula yang terkandung di dalamnya digunakan dalam proses respirasi, sementara pH cenderung meningkat akibat degradasi asam organik. Sebaliknya, pada pasar modern, tomat biasanya disimpan pada suhu rendah sekitar 10°C untuk memperlambat aktivitas fisiologis dan mikrobiologis (Li *et al.*, 2025). Penyimpanan pada suhu ini dapat mempertahankan kestabilan TPT dan pH lebih lama, menjaga keseimbangan antara rasa manis dan asam, serta memperpanjang umur simpan tomat tanpa menurunkan kualitas sensori secara signifikan.

Evaluasi yang paling umum dilakukan untuk pengukuran TPT dan pH pada tomat umumnya dilakukan dengan metode destruktif (Bapary *et al.*, 2024; Pathare dan Al-Dairi, 2021). Pada metode ini, sampel tomat harus dihancurkan atau diekstraksi terlebih dahulu untuk memperoleh sari buah yang kemudian diukur menggunakan refraktometer (untuk TPT) dan pH meter (untuk pH). Meskipun metode ini tergolong akurat dan sederhana, terdapat beberapa kekurangan seperti membutuhkan sampel uji yang dihancurkan sehingga produk tidak dapat dipasarkan kembali, serta kurang efisien jika dilakukan dalam skala besar (Huang *et al.*, 2025). Spektroskopi *Near-Infrared* (NIR) muncul sebagai solusi untuk mengatasi keterbatasan ini dengan pengujian yang jauh lebih efektif dan efisien dibandingkan metode konvensional. Teknologi ini memungkinkan analisis kandungan kimia secara cepat, non-destruktif, dan tanpa memerlukan preparasi sampel yang rumit (Suhandy, 2009).

Pengembangan teknologi spektroskopi NIR untuk evaluasi mutu tomat telah banyak dilakukan dan menunjukkan potensi yang tinggi dalam memprediksi berbagai parameter mutu tomat secara cepat dan non-destruktif. Sebelumnya Najjar dan Abu-khalaf (2021) telah berhasil menghasilkan model kalibrasi spektroskopi NIR untuk memprediksi kandungan TPT, pH dan kekerasan pada 3 varietas tomat yang berbeda. Selanjutnya, Radzevičius *et al.* (2016) juga berhasil menghasilkan model kalibrasi untuk memprediksi TPT pada 6 tingkat kematangan tomat yang berbeda. Meskipun demikian, terdapat celah signifikan dalam literatur yang ada. Sebagian besar studi tentang spektroskopi NIR pada tomat mengabaikan pengaruh suhu penyimpanan sebagai variabel kritis

yang memengaruhi kualitas pascapanen. Selain itu, pengembangan spektra NIR pada tomat selama ini lebih banyak difokuskan pada pendekatan kuantitatif untuk membangun model kalibrasi, sedangkan analisis klasifikasi dengan metode diskriminan masih jarang dilakukan.

Data spektra NIR dapat diolah secara kuantitatif menggunakan metode regresi seperti *Partial Least Squares* (PLS) untuk memprediksi nilai parameter numerik, misalnya TPT dan pH. Selain itu, data NIR juga dapat dianalisis secara kualitatif menggunakan metode diskriminasi, seperti *Linear Discriminant Analysis* (LDA), untuk mengelompokkan sampel berdasarkan kondisi penyimpanan. Kombinasi penggunaan metode kuantitatif dan kualitatif ini memungkinkan evaluasi mutu tomat dilakukan secara lebih menyeluruh, baik dari sisi prediksi kandungan maupun klasifikasi mutu.

Metode PLS sering menjadi pilihan utama karena kemampuannya mereduksi data spektral berdimensi tinggi menjadi sejumlah kecil komponen laten yang merepresentasikan hubungan antara variabel spektral (X) dan variabel mutu (Y), sehingga cocok untuk data yang bersifat kolinear dan kompleks (Evi dan Rachbini, 2022). Selanjutnya, metode LDA memiliki kemampuan untuk mencari kombinasi linier dari nilai absorban spektral pada berbagai panjang gelombang yang dapat memaksimalkan perbedaan antar-kelompok, sekaligus meminimalkan variasi di dalam kelompok yang sama (Liu dan Guo, 2024). Studi terdahulu mengenai penerapan metode ini berhasil melakukan pengelompokan mangga berdasarkan umur panen dengan pendekatan spektroskopi NIR, membuktikan bahwa teknik ini memiliki potensi yang baik dalam klasifikasi, dengan tingkat akurasi yang diperoleh mencapai lebih dari 70% (Polinar *et al.*, 2019).

Melalui penelitian ini diharapkan dapat dihasilkan model kalibrasi spektroskopi NIR yang akurat untuk memprediksi TPT dan pH tomat secara non-destruktif. Model ini nantinya dapat digunakan sebagai alat bantu evaluasi mutu tomat dengan tingkat kematangan yang berbeda selama penyimpanan pada suhu ruang maupun suhu rendah (10 °C), sehingga perubahan kualitas dapat dipantau tanpa merusak sampel. Implementasi dari penelitian ini

berpotensi diterapkan dalam rantai pasok dan industri pascapanen, seperti sistem sortasi mutu otomatis atau monitoring kualitas *real-time*, yang pada akhirnya mendukung peningkatan efisiensi, ketepatan penilaian mutu, dan daya saing produk hortikultura lokal di pasaran.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah spektroskopi NIR dapat digunakan untuk membangun model prediksi TPT dan pH tomat dengan perbedaan suhu penyimpanan dan tingkat kematangan?
2. Apakah metode LDA mampu mengklasifikasikan spektra tomat berdasarkan suhu penyimpanannya dan tingkat kematangan?
3. Bagaimana karakteristik spektrum tomat yang diklasifikasikan berdasarkan suhu penyimpanan dan tingkat kematangan?

1.3 Tujuan

1. Mengembangkan model prediksi kandungan TPT dan pH tomat dengan perbedaan suhu penyimpanan dan tingkat kematangan menggunakan metode *Partial Least Squares* (PLS).
2. Mengklasifikasikan spektra tomat berdasarkan suhu penyimpanan dan tingkat kematangan menggunakan metode *Linear Discriminant Analysis* (LDA) dan mengevaluasi model menggunakan *confusion matrix*.
3. Menganalisis karakteristik spektrum tomat yang diklasifikasikan berdasarkan suhu penyimpanan dan tingkat kematangan

1.4 Manfaat Penelitian

Memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu penanganan pascapanen secara non destruktif. Spektroskopi NIR diharapkan dapat menjadi solusi inovatif dalam meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam mendeteksi kualitas produk pertanian.

1.5 Hipotesis

Spektroskopi NIR mampu memprediksi nilai TPT dan pH buah tomat selama penyimpanan secara akurat dan spektra NIR tomat mampu diklasifikasikan berdasarkan suhu penyimpanan dan tingkat kematangan dengan baik.