

Evaluasi Mutu Spektral dan Visual Produk Pangan Menggunakan Teknologi *Near-Infrared*

Arkanjela Zirlany Da Costa¹, Raden Siti Nurlaela², Devitri Sukmaningrum³, Dita Rachmalia⁴, Danu Wisnu⁵, Faridah Dieni Amalia⁶

¹Teknologi Pangan, Universitas Djuanda, b.2110457@unida.ac.id

²Teknologi Pangan, Universitas Djuanda, r.siti.nurlaela@unida.ac.id

³Teknologi Pangan, Universitas Djuanda, b.2110460@unida.ac.id

⁴Teknologi Pangan, Universitas Djuanda, b.2110325@unida.ac.id

⁵Teknologi Pangan, Universitas Djuanda, b.2110134@unida.ac.id

⁶Teknologi Pangan, Universitas Djuanda, b.2110135@unida.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini fokus pada evaluasi mutu spektral dan visual produk pangan menggunakan teknologi Near-Infrared (NIR). Teknologi NIR digunakan untuk mengukur kualitas produk pangan dari berbagai aspek spektral dan visual. Metode pengujian melibatkan parameter mutu spektral dan visual produk pangan, yang memungkinkan peneliti untuk mendapatkan informasi yang komprehensif tentang karakteristik produk pangan yang diamati. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknologi NIR efektif dalam mengukur kualitas produk pangan, baik dari segi spektral maupun visual. Penggunaan model warna Lab dari Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) memberikan kontribusi penting dalam mengukur warna produk pangan dalam tiga dimensi, sehingga memungkinkan analisis yang lebih mendalam terhadap karakteristik warna produk. Penilaian mutu pangan yang dilakukan dalam penelitian ini memiliki tujuan utama untuk memastikan pasokan makanan yang aman, berkualitas, dan mendukung kesehatan masyarakat secara keseluruhan. Dengan menggunakan teknologi canggih seperti NIR dan model warna Lab, penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam memperbaiki proses evaluasi mutu produk pangan untuk kepentingan kesehatan dan keamanan konsumen.

Kata Kunci: valuasi Mutu Spektral, Evaluasi Mutu Visual, Produk Pangan, Teknologi *Near-Infrared*, Model Warna Lab

PENDAHULUAN

Meningkatkan daya beli dan kesadaran masyarakat akan pemenuhan nilai gizi, meningkatkan kesadaran konsumen akan pentingnya kualitas gizi. Hal ini berdampak positif terhadap kemungkinan pengembangan budidaya sayuran dan buah-buahan. Perkembangan pasar melalui toko online memaksa produsen untuk terus berinovasi. Produsen sayur dan buah kini berlomba-lomba menjaga kualitas

produk pertanian agar dapat diterima di pasar modern. Kepuasan konsumen merupakan hal yang penting dalam menjaga kualitas produk.

Memenuhi permintaan akan produk berkualitas memerlukan proses kendali mutu yang menjamin kecepatan dan keamanan produk dari peternakan hingga ke meja makan. Dalam beberapa tahun terakhir, pengembangan instrumen non-destruktif banyak diterapkan pada sektor pertanian. Salah satunya adalah penggunaan teknologi spektroskopi inframerah dekat. Penggunaan spektroskopi inframerah-dekat (NIR) menjadi populer karena keberhasilannya dalam memprediksi kandungan fisik dan kimia bahan pertanian secara cepat dan non-destruktif. Prinsip pengoperasian teknologi ini didasarkan pada perbedaan sifat serapan bahan dengan ikatan kimia tertentu ketika menerima spektrum gelombang cahaya. Selain itu kelebihan dari teknik ini adalah dapat digunakan untuk preparasi sampel, tidak menghasilkan limbah kimia, tidak memerlukan keahlian khusus dalam penerapannya, waktu analisis yang cepat, dan dapat digunakan untuk berbagai jenis sampel, seperti sampel padat, sampel, sampel cair dan semi padat.

Namun, seperti teknologi lainnya, NIR memiliki kelemahan. Salah satunya adalah ukuran alat yang cukup besar sehingga tidak mudah dibawa untuk analisis di luar ruangan. Untuk mengatasi hal ini, banyak peneliti telah mengembangkan teknologi NIR portabel. Perangkat NIR genggam/portabel digunakan untuk memberikan informasi non-destruktif dan real-time mengenai kandungan buah dan sayuran selama proses pasca panen. Perangkat NIR portable/genggam pada produk pertanian khususnya buah-buahan dan sayur-sayuran. Tinjauan ini berfokus pada pengembangan NIR portabel, aplikasi NIR portabel/genggam di sektor pertanian, dan tantangan penggunaan NIR portabel/genggam.

Penggunaan limbah rumah tangga. Menurut Peraturan Nomor 12 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik yang dikeluarkan oleh Menteri Lingkungan Hidup pada tahun 2003, limbah cair menghasilkan senyawa organik yang dapat diolah melalui proses penguraian secara anaerobik dan dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik

yang mengandung unsur makro lainnya. Pengujian kandungan gizi dapat dilakukan di laboratorium dengan campuran bahan kimia, sehingga memerlukan waktu yang lama sehingga tidak efisien dan relatif mahal. Spektroskopi Inframerah Dekat (NIRS) merupakan salah satu metode alternatif yang dapat menggantikan pengujian laboratorium dan menganalisis serta memberikan informasi mengenai unsur hara dalam air. Manfaat evaluasi mutu spektral dan visual terhadap bahan pangan Terdapat sedikitnya 4 aspek mutu, yaitu: Fisik, Kimia, Mikrobiologi dan Organoleptik/Sensoris. Berdasarkan informasi yang telah dijelaskan sebelumnya, terdapat tujuan utama penelitian ini untuk memberikan gambaran umum tentang penggunaan dan potensi portable/handheld NIR pada produk pertanian terutama buah dan sayuran.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kajian pustaka (*literatur review*) sehingga dalam pengumpulan datanya dapat didapatkan dari berbagai sumber seperti jurnal, buku, ataupun publikasi lainnya. Penggunaan metode ini sesuai dalam penelitian yang digunakan untuk berfokus dalam menganalisis, mengklarifikasi, dan menyimpulkan referensi ilmiah untuk mendapatkan hasil identifikasi urgensi penelitian. Menurut Rachel Palupi, et al (2024) tahapan ini terbagi menjadi beberapa tahapan yaitu :

1. Mencari Rumusan Masalah

Pada tahap ini, melakukan penyusunan rumusan masalah yang akan menjadi pembahasan dalam penelitian. Penelitian ini akan mengkaji terkait dengan mutu spektral dan visual produk pangan dengan menggunakan teknologi *Near-Infrared (NIR)*

2. Pengumpulan data

Tahap pengumpulan data dilakukan menggunakan literatur dan buku-buku pada penelitian yang bertujuan agar pengambilan teori riset dapat lebih luas dalam pembahasan.

3. Analisis data

Tahap ini yaitu mencatat dan mengolah data bahan penelitian berdasarkan pada referensi literatur yang digunakan.

4. Kesimpulan

Setelah analisis yang didapat dan dituangkan, maka peneliti akan memberikan kesimpulan. Kesimpulan ditulis berdasarkan hasil penelitian dan jawaban dari permasalahan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Teknologi NIR

Near-Infrared Spectroscopy (NIR) diperkenalkan sebagai teknologi inovatif untuk pengujian mutu pangan yang cepat dan efisien. Teknologi ini memanfaatkan interaksi antara sampel dan bahan untuk memperoleh informasi tentang sifat fisik dan kimia sampel. NIR menawarkan beberapa keunggulan dibandingkan metode analisis kimia klasik seperti kromatografi cairan, kromatografi gas, dan spektrometri massa (Zulfahrizal et al., 2017). Selain NIR, ada teknologi NIRS. NIR dan NIRS dapat digambarkan sebagai metode non-destruktif, atau metode yang dilakukan tanpa merusak benda uji. Oleh karena itu pemanfaatan teknologi ini merupakan teknologi yang paling menjanjikan dan dapat digunakan untuk analisis di berbagai bidang, termasuk pertanian (Munawar, 2015) Perbedaan antara kedua teknologi tersebut terletak pada rentang spektralnya: (1). NIR memiliki rentang spektral yang lebih sempit, sedangkan (2). NIRS memiliki rentang spektral yang lebih luas. Keuntungan yang dapat diperoleh adalah penyiapan sampel yang sederhana, proses pendeteksian yang cepat, dan ramah lingkungan karena tidak mengandung bahan kimia. Yang lebih penting lagi, NIRS/NIR mempunyai potensi untuk menentukan beberapa parameter kualitas secara bersamaan. Dengan berkembangnya metode kemometri, penerapan teknologi NIRS menjadi semakin populer dan menarik perhatian besar para peneliti di bidang pangan. Penggunaan spektroskopi inframerah dekat

(NIR)/NIRS telah menjadi sangat populer karena menyediakan sarana inovatif untuk menilai kandungan fisik dan kimia input pertanian dengan cepat dan hati-hati.

B. Prinsip dasar teknologi NIR/NIRS

Prinsip teknologi NIR/NIRS (Near Infrared Reflectance/Spectroscopy) ini didasarkan pada perbedaan sifat serapan bahan dengan ikatan kimia tertentu ketika menerima spektrum gelombang cahaya inframerah (700 nm – 2500 nm). Untuk menghubungkan data dengan kondisi material digunakan metode statistik yang disebut analisis kimia (Widyaningrum et al., 2022). Analisis kimia ini menghubungkan data spektrum pantulan dengan komposisi kimia sampel, yang dilakukan dengan membangun model kalibrasi yang menghubungkan antara spektrum pantulan dan nilai parameter kimia yang ingin diketahui.

C. Aplikasi NIR dalam berbagai bidang, khususnya pangan

Dalam bidang pangan, pengaplikasian Teknologi NIR (Near-Infrared Spectroscopy) telah banyak di jumpai, diantaranya adalah :

1. Deteksi Daging Babi pada Sampel Bakso (Cendekiawan et al., 2015)

Pada awal analisa, lubang masuk yang ada pada monochromator yang digunakan harus diatur terlebih dahulu. Kemudian sampel tersebut diletakkan pada unit Integrating Sphere, yang nantinya akan diproses dengan bantuan cahaya dan akan dipantulkan oleh sensor dan masuk ke proses digitasi. Pengukuran dengan menggunakan NIR Spektrofotometer menggunakan filter dengan selang pengambilan data 5 nm sehingga akan memperoleh data pantulan sejumlah 120 titik. Analisis multivariat kemometrik ini menggunakan kualitas model PLS yang diukur berdasarkan nilai R-Square, yang dimana hasil yang diperoleh akan menunjukkan prediksi yang sangat baik apabila nilai R-Square mendekati 1. Setelah dilakukan analisis multivariat kemometrik menggunakan PLS, maka selanjutnya menggunakan LDA yang bertujuan untuk mengelompokkan sampel dengan sempurna, menghasilkan tabel prediksi yang bebas dari kesalahan dengan nilai keakuratan 100%. Selanjutnya akan dilakukan pengelompokkan sampel berdasarkan

klasifikasinya. Untuk memastikan pengelompokan yang telah diprediksi pada model LDA tersebut benar, maka dilakukan pembuktian dengan menggunakan metode Xematest Pork yang telah tervalidasi. Pembuktian ini dilakukan dengan pencelupan tes strip Xema pada sampel yang telah dilarutkan dengan menggunakan air panas. Hasil akan terlihat setelah 5-15 menit dengan tanda garis strip. Apabila sampel tersebut mengandung babi, maka akan ditandai dengan adanya garis 2, sedangkan apabila sampel tersebut tidak mengandung babi, maka akan terlihat dengan adanya garis 1.

2. Prediksi Kandungan Kimia Mangga Arumanis selama Penyimpanan (Agustina, S. et al., 2015)

Sampel yang masih segar akan dibagi menjadi beberapa bagian untuk dilakukan pengukuran spectra dan pengukuran parameter kualitas secara destruktif pada penyimpanan. Pada pengukuran dengan menggunakan spektrometer NIRFlex N-500, fiber optik solid dengan panjang gelombang 1000-2500 nm dengan interval 0.4 nm, dilakukan pengukuran di beberapa titik dengan suhu ruangan dalam 1 ulangan. Prinsip yang digunakan adalah dengan adanya penerimaan frekuensi getaran yang dihasilkan dari sinar yang ditembakkan pada sampel oleh cahaya halogen dan akan di ubah dengan metode fourier menjadi grafik, dan reflektan (R) menjadi absorban ($\log 1/R$) dan disimpan ke dalam database NIRFlex N-500.

Pada pengukuran parameter kimia secara destruktif, sampel akan diambil sedikit selanjutnya dibekukan dan dihomogenasikan dengan penambahan 10 ml air. Padatannya tersuspensi akan disaring dengan filter Millipore "Biomax-10" selama 90 menit, selanjutnya akan diinjeksi alikuot 10 μ L ke kromatograf dengan menggunakan alat refractometer, total padatan akan dihasilkan dalam satuan $^{\circ}$ Brix.

Pada pengolahan data awal dengan metode perhitungan turunan orde pertama dan orde terbesar, sampel yang telah diukur dengan menggunakan NIRFlex N-500 akan dilakukan kalibrasi dan validasi dengan kandungan pati (total padatan terlarut) yang telah dihasilkan dengan cara destruktif. Kalibrasi akan menghasilkan prediksi

antara komposisi kimia sampel dengan data reflektan near infrared dengan menggunakan metode PLS. sedangkan validasi digunakan untuk memastikan kebenaran komposisi kimia dengan persamaan regresi kalibrasi yang telah dihasilkan.

D. Penilaian Mutu Pangan

Menurut Undang-Undang No. 18 Tahun 2012 tentang Pangan, mutu pangan ditetapkan berdasarkan tiga pilar utama: keamanan pangan, kandungan gizi, dan standar perdagangan. Penilaian mutu pangan bertujuan untuk memastikan bahwa produk makanan yang telah diolah atau dimasak memenuhi standar kualitas yang sesuai untuk dikonsumsi. Aspek mutu pangan mencakup beberapa dimensi penting, termasuk aspek gizi seperti kalori, protein, lemak, mineral, dan vitamin. Selain itu, aspek selera seperti rasa, penampilan, dan kesegaran juga menjadi fokus dalam penilaian ini. Aspek bisnis, yang mencakup standar dan kriteria mutu, serta aspek kesehatan baik jasmani maupun rohani, juga menjadi bagian integral dari evaluasi mutu pangan.

Pemenuhan spesifikasi dan fungsi produk pangan dilakukan melalui penilaian yang komprehensif, mencakup standar estetika seperti warna, rasa, bau, dan kejernihan. Aspek kimiawi seperti kandungan mineral, logam berat, dan bahan kimia dalam pangan, serta aspek mikrobiologi yang menjamin ketiadaan bakteri *Escherichia coli* dan patogen lainnya, juga diawasi dengan ketat. Penilaian mutu pangan memiliki aplikasi yang luas, tidak hanya untuk pengawasan mutu produk yang beredar di pasaran tetapi juga untuk tujuan riset di berbagai bidang pangan. Dengan memahami dan mengevaluasi aspek-aspek ini secara detail, penilaian mutu pangan membantu mengamankan pasokan makanan yang aman, berkualitas, dan mendukung kesehatan masyarakat secara keseluruhan (Astutik, 2017).

1. Parameter Mutu Spektral

Parameter mutu spektral mencakup berbagai metode pengujian yang digunakan untuk mengukur kualitas produk makanan dari berbagai aspek. Uji fisik

mengkaji sifat-sifat fisik yang terlihat seperti warna, volume, tekstur, kekentalan, konsistensi, keempukan, kelenturan, dan berat jenis. Uji kimia memfokuskan pada kandungan kimia produk, termasuk analisis proksimat untuk mengukur kadar air dan abu, serta analisis kualitatif/kuantitatif untuk mengukur protein, lemak, karbohidrat, asam lemak, kadar gula reduksi, dan asam amino. Sementara itu, uji mikrobiologis bertujuan untuk menentukan jumlah mikroorganisme seperti bakteri, kapang, ragi, dan protozoa, dengan uji total mikroba (Total Plate Count/TPC) sebagai indikator penting untuk memperkirakan daya tahan simpan serta keamanan dan sanitasi pangan secara keseluruhan (Rofi'ath, 2019). Dengan menggunakan berbagai metode ini, penilaian mutu spektral membantu memastikan bahwa produk pangan memenuhi standar kualitas yang ditetapkan dan aman untuk dikonsumsi.

2. Parameter mutu visual

Parameter utama dalam mengukur kualitas suatu produk adalah penampilan fisik yang terlihat secara visual oleh indra penglihatan. Faktor-faktor yang mempengaruhi penampilan sebuah produk meliputi warna dan bentuk. Penampilan fisik ini merupakan kriteria yang paling penting bagi konsumen dalam pemilihan produk pangan yang dijual di pasar (Kilic et al., 2007 dalam Dinar et al., 2012).

Parameter visual yang menjadi fokus utama adalah warna, bentuk, dan ukuran. Dalam penelitian produk pangan, warna sering digunakan sebagai indikator kualitas, dan salah satu model warna yang paling umum digunakan adalah model warna Lab. Model ini merupakan standar internasional untuk pengukuran warna, yang diadopsi dari Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) pada tahun 1976 (Mendoza et al., 2007 dalam Dinar et al., 2012).

Model warna Lab mengukur warna dalam tiga dimensi: L* untuk kecerahan, a* untuk warna dari hijau ke merah, dan b* untuk warna dari biru ke kuning. Penggunaan model ini memungkinkan peneliti untuk mengukur warna secara objektif dan konsisten, sehingga memudahkan perbandingan antara sampel yang berbeda. Selain warna, bentuk dan ukuran juga merupakan parameter penting yang

mempengaruhi persepsi konsumen terhadap kualitas produk pangan. Produk dengan bentuk yang seragam dan ukuran yang konsisten cenderung lebih menarik bagi konsumen dan dianggap memiliki kualitas yang lebih tinggi (Dinar et al, 2012).

Secara keseluruhan, penampilan fisik yang meliputi warna, bentuk, dan ukuran sangat penting dalam menentukan kualitas produk pangan. Penggunaan model warna Lab membantu memastikan bahwa penilaian warna dilakukan secara objektif dan standar, memberikan kepercayaan kepada konsumen bahwa produk yang mereka pilih memenuhi kriteria kualitas yang tinggi. Penelitian terus dilakukan untuk memahami bagaimana faktor-faktor visual ini mempengaruhi preferensi dan keputusan konsumen, dengan tujuan meningkatkan kualitas dan daya tarik produk pangan di pasar.

KESIMPULAN

Teknologi NIR efektif digunakan untuk mengukur kualitas produk pangan dari berbagai aspek spektral dan visual. Hal ini menunjukkan potensi besar teknologi NIR dalam meningkatkan proses evaluasi mutu produk pangan. Penggunaan model warna Lab dari Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) memberikan kontribusi yang signifikan dalam mengukur warna produk pangan dalam tiga dimensi. Ini memperkuat analisis terhadap karakteristik warna produk pangan secara lebih komprehensif. Evaluasi mutu pangan yang dilakukan dalam penelitian ini memiliki tujuan utama untuk memastikan pasokan makanan yang aman, berkualitas, dan mendukung kesehatan masyarakat secara keseluruhan. Oleh karena itu, penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam upaya menjaga kualitas dan keamanan pangan yang dikonsumsi oleh masyarakat.

REFERENSI

Astutik, P. (2017). Pengawasan Mutu Pangan. Undang-Undang No. 18 Tahun 2012 tentang Pangan

- Agustina, S., Purwanto, Y. A., & Budiastira, I. W. (2015). Prediksi kandungan kimia mangga arumanis selama penyimpanan dengan spektroskopi NIR. *Jurnal Keteknik Pertanian*, 3(1).
- Cendekiawan, K. A., Kuswandi, B., & Kristiningrum, N. (2015). Deteksi Daging Babi pada Sampel Bakso Menggunakan Metode Near Infra Red (NIR) dan Kemometrik sebagai Verifikasi Kehalalan (Detection of Pork in Beef Meatball Sample using Near Infra Red and Chemometrics as Halal Verification). *Pustaka Kesehatan*, 3(Vol 3, No 1 (2015)), 34–38.
- Dinar, L., Suyantohadi, A., & Fallah, M. A. F. (2012). Pendugaan kelas mutu berdasarkan analisa warna dan bentuk biji pala (*Myristica fragrans houtt*) menggunakan teknologi pengolahan citra dan jaringan saraf tiruan. *Jurnal Keteknik Pertanian*, 26(1).
- Munawar, A. A. (2015). Klasifikasi Cepat Produk Pertanian Berdasarkan Sifat Elektro-Optiknya Menggunakan Reflektansi Inframerah Dekat Dan Kemometrik. *JURNAL RONA PERTANIAN*, 8(April), 10–24.
- Palupi, R., Sukmaputri, N. Z., & Nugraha, S. (2024, May). STRATEGI RESTORASI LAMUN DALAM EKOSISTEM KARBON BIRU SEBAGAI UPAYA PERLINDUNGAN LINGKUNGAN. In *Indonesian Conference of Maritime* (Vol. 2, No. 1, pp. 273-288).
- Rofi'ath, M. I. (2019). *Perancangan Fasilitas Penelitian Pengolahan Hasil Agribisnis Di Bojonegoro* (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945).
- Sari, S., Munawar, A. A., & Devianti, D. (2020). Aplikasi Near Infrared Spectroscopy (NIRS) Untuk Mengetahui Kandungan Hara Fosfor pada Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 5(1), 521-530.
- Widyaningrum, W., Purwanto, Y. A., Widodo, S., & Iriani, E. S. (2022). Portable/Handheld NIR sebagai Teknologi Evaluasi Mutu Bahan Pertanian secara Non-Destruktif. *Jurnal Keteknik Pertanian*, 10(1), 59-68.

Zulfahrizal, Meilina, H., & Munawar, A. A. (2017). Rancang Bangun dan Pengujian Alat Sensor berbasis NIR spectroscopy untuk Prediksi Kualitas Biji Kakao Utuh. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana (SNP) Unsyiah*, 32–37.