

Analisis Karakteristik Fisikokimia Karbohidrat pada Buah Apel (*Malus domestica*) selama Proses Pematangan

Syifa Nur Aulia^{1*}, Raden Siti Nurlaela², Siti Nurhalimah³

¹Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi Fakultas Ilmu Pangan Halal Universitas DjuandaBogor,
Jl. Tol Ciawi No.1, Kotak Pos 35 Ciawi, Bogor, 16720

²Syifa Nur Aulia, syifanuraulia70@gmail.com

³Raden Siti Nurlaela, r.siti.nurlaela@unida.ac.id

⁴Siti Nurhalimah, siti.nurhalimah@unida.ac.id

ABSTRAK

Apel (*Malus domestica*) merupakan buah klimakterik yang mengalami perubahan fisikokimia yang signifikan selama proses pematangan, terutama pada komponen karbohidratnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji mekanisme transformasi karbohidrat dan peran enzimatik yang mendasari perubahan kualitas sensoris buah apel selama pematangan. Metode yang digunakan adalah tinjauan literatur (*critical review*) terhadap berbagai jurnal nasional dan internasional terbaru. Hasil kajian menunjukkan bahwa pematangan apel dipicu oleh lonjakan respirasi dan produksi gas etilen yang mengaktifkan enzim amilase dan fosforilase untuk menghidrolisis cadangan pati menjadi gula sederhana (fruktosa, glukosa, dan sukrosa). Proses ini menyebabkan peningkatan Total Padatan Terlarut (TPT) hingga mencapai 12,10–15,00 Brix. Secara simultan, aktivitas enzim poligalakturonase mendegradasi dinding sel yang menyebabkan pelunakan tekstur buah. Faktor lingkungan pascapanen, khususnya suhu rendah dan pengemasan yang tepat, terbukti efektif dalam menekan laju respirasi dan menjaga stabilitas fraksi gula serta tekstur buah apel.

Kata Kunci: Apel, Etilen, Karbohidrat, Klimakterik, Pematangan, Pati.

PENDAHULUAN

Apel (*Malus domestica*) merupakan komoditas buah unggulan yang memiliki tingkat konsumsi tinggi di masyarakat. Popularitasnya didorong oleh variasi rasa serta kandungan nutrisi yang melimpah, seperti karbohidrat, protein, lemak sehat, hingga deretan vitamin (A, B1, B2, dan C). Berdasarkan data Direktorat Jenderal Hortikultura Kementerian Pertanian tahun 2015, apel tercatat memberikan kontribusi signifikan terhadap sektor pertanian pada tahun 2014. Dominasi produksi apel di Indonesia terpusat di Pulau Jawa, yang menyumbang sebesar 242.763 ton dari total produksi nasional sebesar 249.915 ton. Data ini mengukuhkan posisi apel sebagai

komoditas hortikultura utama dengan tingkat permintaan yang tinggi. Masyarakat mengonsumsi buah ini baik dalam bentuk segar maupun produk turunan yang telah diproses, seperti keripik, dodol, manisan, dan minuman (Pratama *et al.*, 2023).

Fase pematangan merupakan tahapan krusial dalam siklus hidup buah karena menentukan karakteristik rasa, tekstur, dan kandungan nutrisi. Kualitas hasil panen ini berdampak langsung pada daya saing pasar dan tingkat kepuasan konsumen. Kader *et al.*, (2020) menyebutkan bahwa manajemen pematangan yang optimal mampu mendongkrak kualitas buah hingga 30%, sementara Mahajan *et al.*, (2021) menemukan bahwa metode pematangan alami dapat memperpanjang masa simpan hingga 50%. Secara biologis, proses ini melibatkan metabolisme katabolisme, di mana enzim seperti amilase, glucoamilase, dan fosfolirase mengubah pati menjadi gula sederhana untuk menciptakan rasa manis. Interaksi antara hormon dan faktor eksternal sangat menentukan keberhasilan proses ini, sehingga pemahaman mendalam mengenai mekanisme pematangan baik alami maupun buatan sangat penting untuk menjaga kesegaran produk sekaligus meningkatkan nilai ekonomi bagi petani. (Wijaya *et al.*, 2024).

Perubahan karbohidrat pada buah apel (*Malus domestica*) selama fase pascapanen memiliki peran penting dalam menentukan kualitas buah yang dipasarkan. Selama proses pematangan dan penyimpanan, polisakarida seperti pati di dalam jaringan buah mengalami hidrolisis menjadi gula sederhana seperti glukosa dan fruktosa melalui aktivitas enzimatik. Hal ini menyebabkan peningkatan indeks kemanisan yang dapat diukur melalui total padatan terlarut (TPT), sehingga buah menjadi lebih manis dan menarik bagi konsumen. Peningkatan TPT secara umum menunjukkan akumulasi gula sebagai hasil dari konversi karbohidrat kompleks selama pematangan dan penyimpanan buah apel segar maupun yang diolah minimal (Agustin & Cahyanto, 2024).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode studi pustaka (*literature review*) dengan pendekatan deskriptif kualitatif. Penggunaan metode ini bertujuan untuk menelaah, mengkaji, dan menganalisis secara mendalam hasil-hasil penelitian terdahulu serta data literatur yang relevan dengan fenomena pematangan buah apel (*Malus domestica*). Melalui pendekatan deskriptif kualitatif, peneliti berupaya memberikan gambaran sistematis mengenai profil produksi, kandungan nutrisi, serta mekanisme biokimia yang terjadi selama fase pascapanen tanpa melalui pengujian laboratorium secara langsung.

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya berasal dari data sekunder. Data tersebut mencakup laporan statistik dari Direktorat Jenderal Hortikultura Kementerian Pertanian untuk memberikan gambaran kontribusi produksi apel di Indonesia, serta berbagai jurnal ilmiah nasional maupun internasional yang kredibel. Literatur yang menjadi rujukan utama mencakup teori mengenai proses pematangan buah, pengaruh hormon dan faktor lingkungan, hingga mekanisme katabolisme pati menjadi gula sederhana yang melibatkan aktivitas enzimatis seperti amilase, glukoamilase, dan fosfolirase.

Proses analisis data dilakukan dengan teknik analisis isi (*content analysis*). Peneliti mengumpulkan informasi, melakukan reduksi data dengan memilih informasi yang paling relevan, kemudian menyintesis temuan-temuan tersebut untuk menjelaskan hubungan antara perubahan karbohidrat dengan kualitas buah. Fokus analisis diarahkan pada bagaimana hidrolisis polisakarida memengaruhi peningkatan indeks Total Padatan Terlarut (TPT) dan tingkat kemanisan buah. Hasil analisis tersebut kemudian disusun secara naratif untuk menarik kesimpulan mengenai optimalisasi kualitas dan kesegaran produk apel di pasar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mekanisme Karbohidrat pada Pematangan Buah Apel

Mekanisme perubahan karbohidrat pada buah apel selama pematangan melibatkan transformasi kompleks dari cadangan pati menjadi gula sederhana yang menentukan kualitas sensorisnya. Sebagai buah yang memiliki pola respirasi klimakterik, apel mengalami peningkatan kandungan karbohidrat terlarut total secara signifikan seiring dengan bertambahnya tingkat kematangan (Sonia & Lande, 2014). Proses ini diawali dengan hidrolisis pati yang tersimpan dalam jaringan buah menjadi sukrosa, yang kemudian dipecah lebih lanjut menjadi fraksi gula utama seperti fruktosa dan glukosa. Karakteristik fraksi gula ini sangat dinamis; fruktosa dan glukosa meningkat secara bertahap untuk memberikan rasa manis yang optimal, di mana stabilitas kandungan gula tersebut dapat dipengaruhi oleh kondisi suhu penyimpanan dan jenis kemasan yang digunakan (Putri & Fauziyyah, 2025). Selain itu, akumulasi awal karbohidrat (sebagai cadangan pati) selama fase pertumbuhan di pohon sangat bergantung pada efisiensi distribusi asimilat hasil fotosintesis, yang dapat dioptimalkan melalui manajemen budidaya untuk memastikan buah memiliki modal energi yang cukup untuk proses pematangan pascapanen (Handayani *et al.*, 2018).

Peran Enzimatis dalam Katabolisme Pati pada Buah Apel

Peran enzimatis dalam katabolisme pati menjadi kunci utama dalam transformasi biokimia yang menentukan kualitas sensoris buah apel selama pematangan. Proses ini dikendalikan oleh aktivitas beberapa enzim spesifik yang meningkat tajam seiring dengan terjadinya lonjakan respirasi klimakterik. Enzim amilase berperan sebagai inisiator dengan memutus ikatan glikosidik pada rantai pati untuk menghasilkan unit gula yang lebih kecil, yang kemudian dipecah lebih lanjut oleh glukoamilase menjadi glukosa bebas. Di tingkat seluler, degradasi pati dalam plastid juga melibatkan enzim fosforilase yang mempercepat ketersediaan substrat energi bagi metabolisme buah.

Proses hidrolisis pati ini mengakibatkan peningkatan kandungan karbohidrat terlarut total yang signifikan, yang menjadi indikator utama tingkat kemanisan buah (Sonia & Lande, 2014). Selain pemecahan pati, profil rasa yang kompleks pada apel

didukung oleh aktivitas enzim yang menjaga stabilitas fraksi gula seperti fruktosa, glukosa, dan sukrosa. Keseimbangan fraksi gula ini sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan pascapanen, seperti penggunaan kemasan yang tepat untuk menekan laju respirasi agar cadangan gula tidak cepat teroksidasi (Putri & Fauziyyah, 2025). Selain itu, kualitas hasil konversi pati ini sangat bergantung pada akumulasi asimilat yang dikelola sejak masa budidaya melalui pengaturan distribusi energi di pohon, sehingga buah memiliki modal pati yang cukup untuk diubah menjadi gula saat matang (Handayani *et al.*, 2018).

Karakteristik Fisikokimia Buah Apel Selama Masa Pematangan

Pematangan pada buah apel merupakan proses fisiologis kompleks yang dikategorikan dalam fase klimakterik, yang ditandai dengan adanya lonjakan drastis pada laju respirasi dan produksi gas etilen (Puspitasari & Seftiono, 2023). Proses ini memicu aktivitas enzimatik yang mengubah cadangan energi berupa pati menjadi gula sederhana melalui proses hidrolisis (Sonia & Lande, 2014). Akumulasi gula tersebut menyebabkan peningkatan nilai Total Padatan Terlarut (TPT), di mana pada produk olahan apel matang, nilai TPT dapat mencapai kisaran 12,10–15,00 Brix (Samudra *et al.*, 2025).

Selain perubahan rasa, terjadi transformasi tekstur yang signifikan akibat degradasi polisakarida struktural pada dinding sel oleh enzim poligalakturonase (Agustin & Cahyanto, 2024). Hal ini menyebabkan buah yang semula keras menjadi lebih lunak, sebuah parameter yang sering digunakan bersama dengan perubahan warna untuk mengklasifikasikan tingkat kematangan buah secara akurat (Pratama *et al.*, 2023). Faktor lingkungan pascapanen, terutama suhu, memegang peranan vital dalam menjaga kualitas ini; penyimpanan pada suhu rendah terbukti mampu menekan laju katabolisme pati dan respirasi, sehingga memperlambat penurunan kualitas fisikokimia dibandingkan penyimpanan pada suhu ruang (Andriani & Supriyadi, 2020).

KESIMPULAN

Pematangan apel adalah proses alami yang dipicu oleh gas etilen, di mana cadangan pati diubah menjadi gula sederhana (glukosa dan fruktosa) oleh bantuan enzim. Proses ini meningkatkan rasa manis buah hingga mencapai kadar 12–15 Brix. Bersamaan dengan itu, tekstur apel menjadi lebih empuk karena dinding selnya melunak secara enzimatik. Agar kualitas rasa dan tekstur ini tetap terjaga serta tidak cepat busuk, apel sebaiknya disimpan dalam kemasan yang tepat pada suhu rendah untuk memperlambat laju kerusakannya

REFERENSI

- Agustin, S., & Cahyanto, M. N. (2024). *AGRITEKNO : Jurnal Teknologi Pertanian Aplikasi Edible coating Pati Sagu dengan Penguat Selulosa Bakterial Terhadap Karakteristik Buah Apel Potong Application of Sago Starch – Bacterial Cellulose Reinforced Edible coating on Fresh-cut Apple Characteristics*. 13(2), 166–173.
- Andriani, C. N., & Supriyadi. (2020). Penurunan Sifat Fisik dan Sifat Kimia Buah Apel (*Malus domestica*) Varietas Manalagi Selama Penyimpanan pada Suhu Ruang dan Suhu Rendah. *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*
- Handayani, Raka, & Astiningsih. (2018). *Pengaruh Pemangkasan Cabang Lateral terhadap Hasil dan Mutu Benih Kacang Panjang (Vigna sinensis L .)*. 7(4), 510–519.
- Kader, A. A., et al. (2020). The impact of ripening on the quality of fruit. *Journal of Agricultural Science*, 12(4), 45–58.
- Mahajan, B. V. C., et al. (2021). Natural ripening techniques for fruits: A review. *Horticulturae*, 7(2), Article 30
- Pratama, Wijaya, Pratiwi, & Avira. (2023). *Klasifikasi Kematangan Buah Apel Berdasarkan Warna Dan Tekstur Menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbor*. 5(01), 11–19.
- Puspitasari, A. M., & Seftiono, H. (2023). *PENGARUH ALGINAT SEBAGAI EDIBLE COATING TERHADAP KUALITAS BUAH POTONG KLIMAKTERIK : KAJIAN PUSTAKA*. 15(2).
- Putri, & Fauziyyah. (2025). *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi The Influence of Packaging on the Characteristics of Sugar Fractions in Red Dragon Fruit*. 24(2), 139–148.

- Samudra, N. M., Anis, E., & Manshur, H. A. (2025). *Karakteristik Fisikokimia dan Organoleptik Minuman Sari Buah Apel dengan Penambahan Tiga Varian Sumber Pewarna Alami*. 8(1), 16–30.
- Sonia, S. L., & Lande, L. (2014). *Studi Berat Segar dan Kandungan Karbohidrat Terlarut Total pada Setiap Tingkat Kematangan Buah Pisang Ambon (Musa paradisiaca var . sapientum) Study of Fresh Weight and Total Soluble Carbohydrate Content at Every Stage of Ambon Banana Fruits (Musa paradisiacal var . sapientum)*. 63–69.
- Wijaya, M., Zubair, S., & Husain, H. (2024). *Pelatihan Teknologi Pematangan Buah secara Alami bagi Pedagang Buah*. 4(6). <https://doi.org/10.59818/jpm.v4i6.864>