

Analisis Pektin dan Vitamin C untuk Evaluasi Sifat Tahan Simpan pada Generasi F2 Buah Cabai LB

Pectin and Vitamin C Analyses for Evaluation of Long Shelf Life Trait in F2 Generation of LB Chili Fruit

Muhammad Nur Izi¹, Chairunisa^{2*)}, Wahyuni², Lina Herliana², Hermawan Seftiono¹

¹Prodi Ilmu Teknologi Pangan, Fakultas Sains Teknik dan Desain, Universitas Trilogi, Jl. TMP. Kalibata No.1, Jakarta Selatan, 12760

²Pusat Riset Rekayasa Genetika, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Jl. Raya Bogor KM 46, Cibinong 16911

*) Penulis untuk korespondensi E-mail: chai004@brin.go.id

Diajukan: 13 Maret 2023 /Diterima: 13 Oktober 2023 /Dipublikasi: 28 November 2023

ABSTRACT

Chili (Capsicum annuum L.) is one of the most important and strategical fresh commodities in Indonesia. However, chili has short postharvest shelf life, which often becomes a cause of profit loss. Chili shelf life can be improved through cross breeding. A crossing between two chili varieties, Laris (high yield) and SSP (long shelf life) has resulted in second generation (F2) of LB chili. The mature red of F2 LB chili fruits have been grouped based on their storage quality, indicated by postharvest fruit weight loss. In this study, we measured pectin and vitamin C content in the mature red of F2 LB chili fruits. Pectin and vitamin C represent structural and antioxidant components to maintain cell wall integrity, which is important for fruit shelf life. The aim was to investigate correlation between pectin or vitamin C content and chili fruit shelf life. The analyses were also conducted on Laris and SSP chili fruits as controls. Pectin analysis was conducted using Pectin Identification Kit (Megazyme) with two additional protocols. Pectin and vitamin C were measured semi-quantitatively using spectrophotometric method. Our results showed that the pectin and vitamin C content in LB chili fruit samples were not significantly different between the ones with long and short shelf life, nor with the parents. This result indicated that the variation in shelf life of chili fruit samples is independent of its pectin or vitamin C content. We suggest that the level of enzymatic activity, especially those involved in cell wall degradation has a greater role in chili fruit shelf life.

Keywords: *Capsicum annuum; chili; pectin; shelf life; vitamin C*

INTISARI

Cabai (*Capsicum annuum L.*) merupakan salah satu komoditas sayuran terpenting dan strategis di Indonesia. Sebagai salah satu komoditas terpenting, cabai memiliki masa simpan pascapanen yang relatif singkat yang seringkali menjadi penyebab kerugian ekonomi. Ketahanan daya simpan cabai dapat ditingkatkan melalui upaya persilangan. Persilangan antara dua varietas cabai, Laris (daya hasil tinggi) dan SSP (tahan simpan) telah menghasilkan generasi kedua (F2) cabai LB. Buah cabai F2 LB matang merah telah dikelompokkan berdasarkan daya simpannya, dilihat dari susut bobot buah pascapanen. Pada studi ini, dilakukan pengukuran kandungan pektin dan vitamin C pada buah cabai F2 LB matang merah. Pektin dan vitamin C merupakan bagian komponen struktural dan antioksidan penjaga keutuhan dinding sel yang penting untuk

ketahanan simpan buah. Tujuan penelitian adalah menyelidiki korelasi antara kandungan pektin atau vitamin C dengan sifat ketahanan simpan buah cabai. Analisis juga dilakukan pada buah cabai tetua Laris dan SSP sebagai kontrol. Pengukuran pektin dilakukan menggunakan *Pectin Identification Kit* (Megazyme) dengan dua protokol tambahan. Kandungan pektin dan vitamin C diukur secara semi kuantitatif menggunakan spektrofotometer. Hasil menunjukkan bahwa kandungan pektin dan vitamin C pada buah cabai F2 LB tidak berbeda signifikan antara yang tahan simpan dengan yang tidak tahan simpan, maupun dengan kedua tetuanya. Hasil ini mengindikasikan bahwa variasi ketahanan simpan yang teramati pada sampel buah cabai tidak bergantung pada kandungan pektin maupun vitamin C. Kami menduga bahwa aktivitas enzimatis, terutama yang terlibat dalam proses degradasi komponen dinding sel, lebih berperan dalam menentukan sifat ketahanan simpan cabai.

Kata kunci: *Capsicum annuum*; cabai; masa simpan; pektin; vitamin C

PENDAHULUAN

Cabai merah (*Capsicum annuum* L.) merupakan salah satu dari lima komoditas strategis yang paling banyak diproduksi di Indonesia selain bawang merah, kentang, kol, dan cabai rawit. Data Badan Pusat Statistik terbaru menunjukkan, produksi cabai merah mengalami peningkatan dalam 5 tahun terakhir hingga tahun 2021. Produksi cabai merah pada tahun 2021 mencapai 1,36 juta ton, meningkat 7.62% dari tahun sebelumnya. Jumlah tersebut sudah mampu memenuhi permintaan cabai merah dalam negeri, dimana sebagian besar permintaan (□73%) berasal dari sektor rumah tangga. Dengan menjumlahkan konsumsi cabai merah oleh sektor lain seperti industri dan jasa, produksi cabai merah nasional pada tahun 2021 mengalami surplus sebesar 177.2% (Puspitasari dkk., 2022).

Mengamati tren peningkatan produksi dan surplus produksi cabai dalam negeri, diperlukan strategi agar kelebihan produksi cabai dapat disimpan lebih lama, terutama pada saat panen raya. Buah cabai memiliki masa simpan yang singkat dan rentan

mengalami kerusakan secara fisik maupun fisiologis selama penyimpanan. Ketahanan simpan cabai merah pada suhu ruang amat bervariasi dengan masa simpan tersingkat selama 3 hari setelah panen (Kementerian Pertanian RI, 2023). Upaya meningkatkan masa simpan cabai telah banyak dilakukan diantaranya melalui penyimpanan suhu dingin, perendaman dengan bahan kimia seperti klorin dan kitosan, pelapisan dengan *edible coating*, hingga berbagai jenis inovasi pengemasan. Namun demikian, perendaman dengan klorin memiliki risiko terbentuknya senyawa karsinogenik sementara perendaman dengan kitosan mengubah tekstur dan bau cabai yang tidak disukai konsumen. Pelapisan dengan *edible coating* dan pengemasan inovatif memerlukan tambahan biaya sehingga tidak efisien secara ekonomi (Chitravathi *et al.*, 2015; David, 2018; Heristika dkk., 2023; Syahri dan Somantri, 2016).

Salah satu cara yang efisien untuk memperpanjang masa simpan cabai adalah dengan menanam galur cabai tahan simpan.

Cabai LB merupakan hasil persilangan antara varietas cabai SSP (tahan simpan) dengan varietas Laris (daya hasil tinggi) yang tengah dikembangkan sebagai kandidat galur cabai tahan simpan. Indikasi ketahanan simpan buah dapat ditentukan salah satunya dengan skoring laju susut buah pascapanen (Astutik dkk., 2017; Novianti, 2016). Wahyuni (2021) melakukan uji daya simpan pada buah-buah cabai LB matang merah hasil segregasi dengan mengukur susut bobot buahnya selama 20 hari penyimpanan pascapanen. Hasilnya terdapat lima kelompok buah cabai LB, mulai dari buah yang sangat tahan simpan hingga yang sangat tidak tahan simpan. Dari kelima kelompok tersebut, kami mengambil dua kelompok untuk diuji lebih lanjut kandungan pektin dan vitamin C, yaitu cabai LB tahan simpan (LBT) dan cabai LB tidak tahan simpan (LBTT). Kelompok LBT dicirikan dengan penampakan visual kulit buah yang lebih mulus dan susut bobot antara 0.21-0.3 gram/buah. Kelompok LBTT dicirikan dengan penampakan visual kulit buah yang lebih keriput dan susut bobot antara 0.41-0.5 gram/buah (Wahyuni, 2021).

Ketahanan simpan erat kaitannya dengan proses pelunakan (*softening*) buah yang terjadi akibat meningkatnya kelarutan (solubilisasi) senyawa pektin (Aziz dkk., 2018; Chea *et al.*, 2019; Ding *et al.*, 2017; Wills and Golding, 2016). Pektin merupakan polisakarida yang paling banyak terdapat pada matriks dinding sel dan bagian tengah lamela yang berfungsi sebagai perekat antarsel serta menjaga kestabilan jaringan

(Defilippi *et al.*, 2018). Polimer pektin tersusun dari unit asam D-galakturonat dengan ikatan beta-(1,4)-glukosida. Berdasarkan derajat esterifikasinya, pektin dapat dikelompokkan menjadi protopektin, asam pektinat (pektin), dan asam pektat. Protopektin merupakan prekursor pektin yang bersifat tidak larut air dan banyak ditemukan pada jaringan muda dan buah yang belum matang (Adhiksana 2017; Aziz dkk., 2018). Saat proses pematangan buah, protopektin akan diubah menjadi pektin oleh aktivitas enzim-enzim seperti pektin esterase (PE), poligalakturonase (PG), dan pektat liase (PL) (Abu-Goukh and Elhassan, 2017). Peristiwa ini meningkatkan solubilisasi pektin sehingga menurunkan gaya adhesi antarkomponen dinding sel. Akibatnya, buah melunak dan proses pembusukan dimulai (Defilippi *et al.*, 2018).

Proses pelunakan dan pembusukan pada buah juga terjadi akibat terbentuknya spesies radikal bebas atau *Reactive Oxygen Species* (ROS) (Tareen *et al.*, 2017). Level ROS dapat meningkat akibat stress pascapanen. Contoh yang telah dipelajari yaitu pada singkong, dimana level ROS meningkat tajam 15 menit setelah dipanen (Reilly *et al.*, 2003). ROS dapat merusak berbagai makromolekul seperti protein dan lipid yang merupakan komponen utama membran. Kerusakan akibat ROS dapat dicegah oleh senyawa antioksidan. Antioksidan non-enzimatik terpenting dan paling kuat pada tanaman adalah asam askorbat atau vitamin C (Kaur and Nayyar, 2014). Sebuah studi menemukan bahwa

vitamin C berkaitan dengan lebih dari 65% aktivitas antioksidan dan antiradikal pada dinding sel (Mditshwa *et al.*, 2017). Vitamin C juga terlibat dalam sintesis glikoprotein yang mengandung ekstensin yang berperan dalam membentuk ikatan *cross-link* pada dinding sel ketika terjadi serangan patogen atau cedera fisik. Kadar vitamin C juga sering digunakan sebagai indikator kesegaran pada buah (Giannakourou and Taoukis, 2021).

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mencari korelasi antara kandungan pektin dan vitamin C dengan sifat ketahanan simpan pada buah cabai F2 LB matang merah. Buah cabai LB tahan simpan (LBT) dianalisis dan dibandingkan dengan buah cabai LB tidak tahan simpan (LBTT) dan juga dengan kedua tetuanya (SSP dan laris). Penentuan kadar pektin buah cabai dilakukan menggunakan *Pectin Identification Assay Kit* (Megazyme) dengan metode spektrofotometri. Sepanjang pengetahuan penulis, pengukuran kadar pektin cabai dengan *kit* ini belum pernah dilaporkan di Indonesia. Pengukuran kadar vitamin C juga dilakukan dengan menggunakan metode spektrofotometri. Metode serupa telah banyak digunakan untuk menentukan kadar vitamin C pada berbagai jenis buah seperti tomat (Dewi, 2018), nanas (Putri dan Setiawati, 2017), pepaya (Risachyani dkk., 2019), apel (Herlina dan Muzdalifa, 2020), termasuk cabai (Badriyah dan Manggara, 2015; Budiarti dan Kurnianingrum, 2015; Rosmainar dkk., 2018). Metode spektrofotometri dipilih karena kemudahannya dan data yang dihasilkan

cukup memadai untuk uji komparasi. Informasi yang didapat dari penelitian ini akan bermanfaat untuk proses seleksi dan pemuliaan cabai di masa mendatang baik melalui pemuliaan konvensional maupun pendekatan transgenesis.

BAHAN DAN METODE

Sampel buah cabai yang diuji adalah cabai LB tahan simpan (LBT), LB tidak tahan simpan (LBTT), SSP, dan Laris, masing-masing sebanyak tiga ulangan biologis dengan tiga ulangan teknis. Sampel berasal dari kelompok buah cabai yang sama yang telah diuji susut bobot pascapanen oleh Wahyuni (2021). Sampel didapatkan dari Pusat Riset Rekayasa Genetika, BRIN dalam bentuk sediaan buah cabai beku (-80°C).

Tahapan analisis pektin dapat dibagi menjadi tiga, yaitu ekstraksi pektin, pemisahan karotenoid, dan pengukuran absorbansi pektin. Tahap pertama ekstraksi pektin, buah cabai beku diblender menggunakan IKA *analysis grinder* (A11) dengan bantuan nitrogen cair hingga menjadi bubuk halus. Sebanyak 5 gram bubuk cabai diambil dan dikering-bekukan (*freeze dry*) selama 48 jam untuk menghilangkan kandungan airnya. Selanjutnya dilakukan protokol ekstraksi sesuai Fazio *et al.* (2020). Bubuk cabai ditimbang 2 gram, ditambahkan 40 mL (1:20 b/v) larutan asam sitrat 10% (b/v), kemudian dilakukan pemanasan dengan pengadukan selama 1 jam pada suhu 90°C. Campuran kemudian didinginkan dan disentrifugasi pada kecepatan 5000 rpm selama 10 menit. Supernatan (± 40 mL)

diambil dan ditambahkan 40 mL etanol absolut (1:1) lalu diinkubasi pada 4°C selama minimal 16 jam. Keesokan harinya, campuran disentrifugasi pada kecepatan 5000 rpm (4°C, 10 menit). Supernatan dibuang lalu endapan pektin ditambahkan akuades 10 mL dan aseton 10 mL (1 : 1), diinkubasi pada kulkas 4°C selama minimal 12 jam. Setelah inkubasi, larutan disentrifugasi pada 5000 rpm (4°C, 15 menit). Supernatan dibuang dan selanjutnya dilakukan pemisahan karotenoid.

Pemisahan karotenoid dilakukan mengikuti prosedur Wahyuni *et al.* (2021) dengan beberapa modifikasi, yaitu menghilangkan komponen *butylated hydroxytoluene* (0.1%), menyesuaikan volume pelarut dengan banyaknya endapan, dan menambah kecepatan sentrifugasi. Tabung berisi endapan pektin ditambahkan 18 mL larutan metanol : kloroform (5:4 v/v) lalu divorteks hingga homogen dan diinkubasi selama 10 menit dalam es. Setelah inkubasi, ditambahkan 10 mL larutan [Tris 50 mM pH 7.5 ; NaCl 1 M] kemudian divorteks hingga homogen dan diinkubasi kembali selama 10 menit dalam es. Campuran kemudian disentrifugasi pada 7000 rpm selama 10 menit. Fase bawah larutan (berwarna) dibuang lalu ditambahkan

kloroform 10 mL, divorteks hingga homogen lalu diinkubasi selama 10 menit dalam es. Campuran disentrifugasi pada 7000 rpm selama 10 menit. Supernatan dibuang, endapan pektin lalu di *freeze dry* selama 24 jam.

Pengukuran absorbansi larutan pektin pada sampel cabai mengikuti protokol teknis dari *Pectin Identification Assay Kit*. Prinsip dari pengujian ini yaitu ekstraksi senyawa pektin pada kondisi basa (pH 12) kemudian direaksikan dengan enzim pektat liase hingga menghasilkan asam-asam oligo-galakturonat yang dapat diukur serapannya pada panjang gelombang 235 nm. Sampel pektin yang telah di-*freeze dry* ditimbang sebanyak 50 mg lalu diberi dua tetes 2-propanol dan 50 mL akuades lalu diaduk selama 30 menit. Selanjutnya pH larutan dinaikkan menjadi 12 dengan 0.5 M NaOH kemudian dibiarkan pada suhu ruang selama 15 menit tanpa pengadukan. Setelah 15 menit, larutan ditetesi HCl 1 M hingga pH menjadi 8. Larutan kemudian dituang ke labu ukur dan ditera hingga 100 mL. Sebelum dilakukan pengukuran absorbansi, larutan sampel dan dua jenis blanko (blanko enzim dan blanko sampel) diinkubasi selama 30 menit pada 40°C dalam *waterbath* dengan komposisi masing-masing sebagai berikut:

Tabel 1. Komposisi dari sampel reaksi dan kedua blanko untuk inkubasi enzimatik

	Buffer Tris-HCl (pH 8.0)	Sampel cabai	Akuades	Enzim*
Blanko enzim	0.5 mL	1.0 mL	1.0 mL	-
Blanko sampel	0.5 mL	-	1.5 mL	0.5 mL
Reaksi	0.5 mL	1.0 mL	0.5 mL	0.5 mL

Keterangan: *Enzim pektat liase 1400 U/mL (Megazyme), diencerkan 100x dengan buffer Tris-HCl

Setelah 30 menit inkubasi, absorbansi larutan diukur pada panjang gelombang 235 nm dengan spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu 1800, Japan). Nilai absorbansi yang didapat kemudian dihitung untuk mendapatkan konsentrasi pektin dalam Molar (M) menggunakan persamaan di bawah ini, dimana L merupakan panjang jalur atau tebal kuvet (1 cm), dan ϵ adalah koefisien kepunahan molar dari produk reaksi (4600 / M cm).

$$\text{Molaritas pektin} = \frac{\Delta A}{L \times \epsilon}$$

$$\Delta A = \text{Absorbansi reaksi} - \text{Absorbansi (blanko enzim} \\ + \text{ blanko sampel)}$$

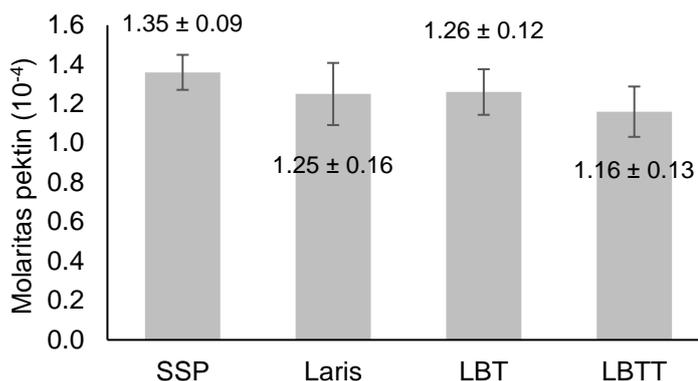
Analisis kandungan vitamin C dilakukan dengan terlebih dahulu membuat kurva standar. Sebanyak 10 mg asam askorbat (Merck 1.00468.0100) dilarutkan dengan akuades bebas CO₂ dan ditera hingga 100 mL dengan labu ukur (100 ppm). Akuades bebas CO₂ dibuat dengan cara mendidihkan akuades selama 30 menit lalu didinginkan dalam botol kaca tertutup sebelum digunakan. Selanjutnya, dari larutan asam askorbat 100 ppm dibuat seri larutan standar 0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1, 1.2, 2, 3, 4, 5, 6, 8, dan 10 ppm dengan pengenceran menggunakan akuades bebas CO₂. Serapan larutan standar asam askorbat diukur pada panjang gelombang 245-280 nm dengan interval 5 nm. Panjang gelombang yang menghasilkan nilai serapan tertinggi dipilih sebagai panjang gelombang optimal.

Ekstraksi vitamin C pada cabai dilakukan berdasarkan metode Badriyah dan

Manggara (2015). Sebanyak 50 mg bubuk cabai dilarutkan dengan akuades bebas CO₂ dan ditera dengan labu ukur 50 mL hingga tanda batas. Larutan kemudian disaring dengan kertas Whatman hingga didapatkan sekitar 5-10 mL filtrat. Filtrat dipipet sebanyak 2.5 mL ke dalam kuvet kuarsa dan diukur serapannya pada panjang gelombang hasil optimasi dengan spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu 1800, Japan). Nilai serapan dimasukkan ke dalam persamaan kurva standar untuk mendapatkan konsentrasi vitamin C menggunakan Microsoft Excel. Persamaan kurva standar yang digunakan adalah persamaan polinomial orde kedua ($y = ax^2 + bx + c$), dengan y adalah konsentrasi vitamin C dalam ppm, a, b, dan c adalah konstanta kurva standar, dan x adalah nilai absorbansi larutan. Analisis ANOVA dan uji lanjut Duncan pada selang kepercayaan 95% dilakukan untuk menentukan adanya perbedaan signifikan kadar pektin dan vitamin C antargenotipe menggunakan SPSS Statistics 23.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji susut bobot telah dilakukan pada generasi kedua cabai LB hasil persilangan dan didapatkan buah cabai dengan indikasi tahan simpan dan tidak tahan simpan selama 20 hari pengamatan pada suhu ruang (Wahyuni, 2021). Sifat ketahanan simpan ini diduga berkorelasi dengan kadar pektin dan vitamin C karena peranan keduanya dalam menjaga stabilitas struktur jaringan tanaman (Abu-Goukh and Elhassan, 2017; Mditshwa *et al.*, 2017).



Gambar 1. Grafik batang perbandingan konsentrasi pektin pada cabai SSP dan Laris (tetua) serta pada cabai LB tahan simpan (LBT), dan LB tidak tahan simpan (LBTT). Nilai merupakan rata-rata dari tiga ulangan biologis dengan masing-masing tiga ulangan teknis. Uji lanjut Duncan ($\alpha = 0.05$) dilakukan untuk menentukan ada tidaknya perbedaan signifikan kadar pektin antarsampel.

Dinding sel tanaman tersusun atas komponen hemiselulosa dan selulosa yang tertanam dalam matriks pektin (Defilippi *et al.*, 2018). Penelitian ini dibangun dari hipotesis bahwa semakin tinggi kadar pektin buah cabai, semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk terjadinya degradasi/deteriorasi struktur dinding sel sehingga cabai semakin tahan simpan. Konsentrasi pektin tertinggi terdapat pada cabai SSP, yaitu $(1.35 \pm 0.09)^{-4}$ Molar dan terendah pada cabai LBTT, yaitu $(1.16 \pm 0.13)^{-4}$ Molar, sementara Laris dan LBT memiliki konsentrasi pektin yang hampir sama (Gambar 2). Cabai tua diikutsertakan dalam penelitian untuk memperkirakan dari tua mana sifat tahan simpan diturunkan. Namun demikian, uji lanjut Duncan ($\alpha = 0.05$) menunjukkan konsentrasi pektin tidak berbeda signifikan baik antara cabai LB tahan simpan (LBT) dengan cabai LB tidak tahan simpan (LBTT) maupun antara LB dengan tetuanya.

Aktivitas enzim pendegradasi komponen dinding sel diduga menjadi

penyebab berbedanya ketahanan simpan pada buah cabai yang diuji meskipun kadar pektinnya tidak menunjukkan perbedaan signifikan. Pektin merupakan polisakarida penyusun dinding sel terbanyak yang jumlahnya dapat mencapai 50% dari total komponen dinding sel buah (Paniagua Correas, 2014). Masa simpan buah ditentukan oleh laju pelunakan dinding sel akibat kerja enzim-enzim pendegradasi komponen dinding sel di bawah pengaruh hormon pematangan (Aziz dkk., 2018). Aktivitas enzim-enzim tersebut meningkat seiring dengan proses pematangan buah. Peningkatan aktivitas enzim poligalakturonase dilaporkan terjadi pada proses pematangan buah alpukat (Defilippi *et al.*, 2018), mangga (Cárdenas-Pérez *et al.*, 2018), dan pepaya (Prado *et al.*, 2016). Pengamatan yang lebih luas menemukan peningkatan aktivitas enzim poligalakturonase, α -arabinofuranosidase, dan β -galaktosidase pada tahap pematangan awal, dan peningkatan aktivitas α -manosidase

dan endo-1,4- β -xilanase pada tahap pematangan akhir buah *blueberry* (Chea *et al.*, 2019). Studi perbandingan menunjukkan aktivitas β -galaktosidase yang lebih rendah pada apel tahan simpan dibandingkan dengan apel yang tidak tahan simpan (Gwanpua *et al.*, 2016; Ng *et al.*, 2015). Lebih lanjut, analisis genetik menunjukkan korelasi antara level transkrip 4 gen pendegradasi dinding sel dengan taraf kelunakan yang berbeda pada 4 jenis kultivar stroberi (Ramos *et al.*, 2018). Hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan besarnya peranan enzim terhadap laju pelunakan dinding sel buah yang aktivitasnya bervariasi antar spesies bahkan antar varietas dalam satu spesies (Ng *et al.*, 2015). Dengan demikian, perbandingan aktivitas enzim antara genotipe tahan simpan dengan genotipe tidak tahan simpan disarankan sebagai evaluasi selanjutnya.

Selama masa penyimpanan cabai, respirasi aerob masih berlangsung dan

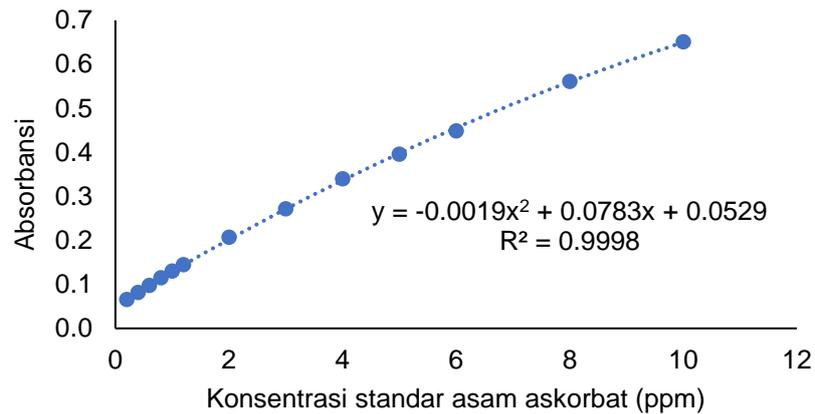
menghasilkan *Reactive Oxygen Species* (ROS) (Grewal *et al.*, 2018). Kelebihan ROS mengganggu stabilitas jaringan dengan merusak berbagai makromolekul seperti DNA, protein, dan lipid. Vitamin C (asam askorbat) menjalankan fungsi antioksidannya dengan cara bereaksi dengan ROS membentuk monodehidroaskorbat yang dikatalisis enzim askorbat peroksidase (Kaur and Nayyar, 2014). Reaksi ini mencegah kerusakan sel sehingga diduga vitamin C diduga memiliki kontribusi dalam sifat ketahanan simpan cabai LB.

Pengukuran absorbansi vitamin C larutan sampel cabai dilakukan pada panjang gelombang optimum 265 nm (Tabel 2). Persamaan kurva standar yang didapat (gambar 3) diubah ke dalam fungsi konsentrasi vitamin C, menjadi $y = 8.626x^2 + 10.488x - 0.5167$, dimana y adalah konsentrasi vitamin C (ppm) dan x adalah absorbansi larutan.

Tabel 2. Hasil pengukuran serapan larutan standar asam askorbat.

Konsentrasi (ppm)	Panjang gelombang							
	245	250	255	260	265	270	275	280
0,1	0,048	0,051	0,053	0,055	0,056	0,055	0,054	0,052
0,2	0,053	0,058	0,061	0,064	0,066	0,065	0,062	0,058
0,4	0,059	0,067	0,073	0,079	0,082	0,08	0,075	0,068
0,6	0,066	0,076	0,086	0,094	0,098	0,096	0,088	0,077
0,8	0,074	0,086	0,099	0,11	0,115	0,112	0,101	0,087
1	0,081	0,096	0,111	0,124	0,13	0,126	0,113	0,095
1,2	0,088	0,106	0,123	0,138	0,145	0,14	0,125	0,104
2	0,121	0,147	0,173	0,197	0,207	0,198	0,173	0,138
3	0,16	0,194	0,229	0,259	0,272	0,258	0,223	0,175
4	0,205	0,247	0,29	0,326	0,34	0,32	0,274	0,211
5	0,246	0,294	0,343	0,383	0,396	0,371	0,315	0,24
6	0,288	0,342	0,395	0,437	0,449	0,419	0,354	0,269
8	0,381	0,446	0,506	0,552	0,561	0,519	0,435	0,326
10	0,468	0,539	0,602	0,648	0,651	0,597	0,479	0,370

Keterangan: Nilai serapan maksimum ditandai dengan huruf tebal.



Gambar 2. Persamaan kurva standar yang didapat dengan memplotkan nilai serapan larutan standar asam askorbat terhadap konsentrasinya. Y adalah absorbansi, X adalah konsentrasi asam askorbat.

Cabai LB tahan simpan (LBT) memiliki konsentrasi vitamin C tertinggi, yaitu 2.56 ppm sementara tetua Laris memiliki konsentrasi terendah, yaitu 1.66 ppm (Gambar 4). Melihat dari rentang yang didapat, nilai tersebut lebih kecil dibandingkan kandungan rata-rata vitamin C cabai merah yang dilaporkan Badriah dan Manggara (2015), yaitu 4.46 ppm. Namun, Budiarti dan Kurnianingrum (2015) hanya mendapatkan kandungan vitamin C cabai merah 0.24 ppm. Variasi hasil ini diduga akibat perbedaan kesegaran sampel dan metode pengukuran.

Badriah dan Manggara (2015) menggunakan sampel cabai segar sedangkan penelitian ini menggunakan sediaan beku cabai. Penelitian telah menunjukkan bahwa semakin lama waktu simpan, semakin berkurang kadar vitamin C pada sayuran dan buah-buahan (Budiarti dan Kurnianingrum, 2015; Oktoviana dkk., 2012; Phillips *et al.*, 2015). Budiarti dan Kurnianingrum (2015) mengukur konsentrasi vitamin C dengan cara tidak langsung, yaitu

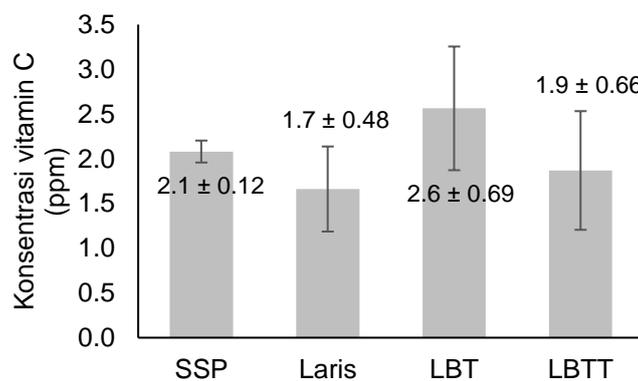
dengan menghitung persentase inhibisi serapan larutan DPPH. Faktor ini yang mungkin menjadi penyebab rendahnya konsentrasi vitamin C meskipun sampel yang digunakan berupa cabai segar. Mengingat karakter vitamin C yang mudah teroksidasi, disarankan menggunakan cabai segar untuk analisis kadar vitamin C yang sifatnya kuantitatif.

Meskipun LBT memiliki kadar vitamin C tertinggi (Gambar 4), berdasarkan uji lanjut Duncan, tidak terdapat perbedaan signifikan kadar vitamin C pada keempat kelompok cabai yang diuji. Artinya, kandungan vitamin C tidak memiliki pengaruh nyata terhadap sifat tahan simpan yang teramati pada beberapa buah cabai LB. Sifat ketahanan simpan buah dipengaruhi oleh banyak faktor baik intrinsik maupun ekstrinsik, melibatkan proses metabolisme yang kompleks dan juga pengaruh lingkungan. Meski telah cukup banyak studi dilakukan, pengkajian dan penelitian mengenai sifat ketahanan simpan buah, khususnya cabai masih amat menarik untuk dieksplorasi. Pengetahuan yang

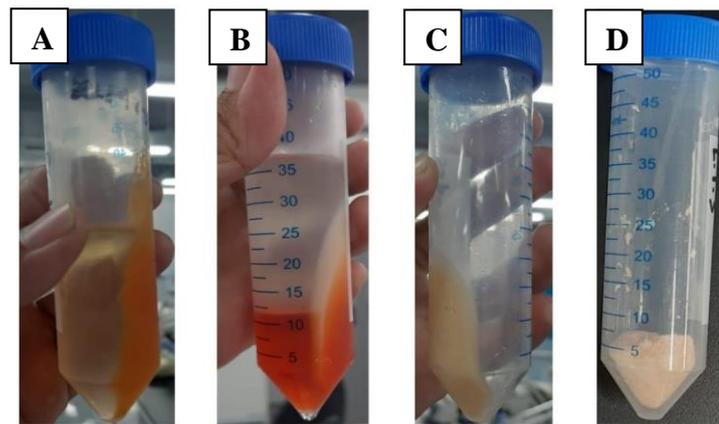
didapat dari studi-studi ini selain menambah pemahaman, juga bermanfaat untuk pengembangan dan pemuliaan buah-buahan dengan karakter tahan simpan di masa mendatang.

Pectin Identification Assay Kit digunakan untuk mempersingkat waktu pengujian. Selain itu, dengan metode ini hanya dibutuhkan sedikit sampel (0.05 gram) dibandingkan dengan metode ekstraksi lain yang membutuhkan 5-100 gram sampel kering (Antika dan Kurniawati, 2017; Octarya dan Ramadhani, 2014; Tuhuloula dkk., 2013). Melalui penelitian ini ditemukan, jika analisis dilakukan hanya mengikuti panduan teknis *Pectin Identification Assay Kit* tanpa

ekstraksi pektin dan pemisahan karotenoid terlebih dahulu, nilai konsentrasi molar pektin yang dihasilkan akan negatif (data tidak ditampilkan). Hal ini disebabkan absorbansi blanko enzim lebih besar dari absorbansi sampel. Tingginya absorbansi blanko enzim diduga akibat banyaknya senyawa berwarna dalam larutan cabai yang ikut menyerap cahaya (Gandjar dan Rohman, 2012). Warna kuning, oranye, hingga merah pada cabai disebabkan oleh kandungan senyawa karotenoid (Villa-Rivera and Ochoa-Alejo, 2020). Senyawa karotenoid inilah yang kemudian dihilangkan menggunakan metode dari Wahyuni *et al.* (2011) dengan modifikasi (Gambar 1).



Gambar 3. Grafik batang perbandingan konsentrasi vitamin C pada cabai kontrol tetua (SSP dan Laris) serta pada cabai LB tahan simpan (LBT), dan LB tidak tahan simpan (LBTT). Sampel diambil dari tiga ulangan biologis dengan masing-masing tiga ulangan teknis. Uji lanjut Duncan ($\alpha = 0.05$) dilakukan untuk menentukan ada tidaknya perbedaan signifikan kadar vitamin C antarsampel.



Gambar 4. Ringkasan tahap pemisahan karotenoid pada sampel pektin cabai (Wahyuni *et al.*, 2011 dengan modifikasi); (A) Endapan pektin pada dinding tabung yang masih mengandung karotenoid; (B) Karotenoid larut dan terpisah pada fase bawah; (C). Endapan pektin yang sudah dipisahkan karotenoidnya; (D) Endapan pektin setelah *freeze drying* selama 24 jam.

Pengukuran kadar pektin menggunakan *Pectin Identification Assay Kit* baru kali ini dilaporkan. Terdapat beberapa hal yang ditemukan selama analisis dan dapat menjadi acuan penting untuk penggunaan *kit* ini di masa mendatang. Pertama, panduan teknis dari *Pectin Identification Assay Kit* hanya dapat diaplikasikan langsung pada sampel yang tidak berwarna. Ekstraksi dan purifikasi pektin harus terlebih dahulu dilakukan pada sampel berwarna sebelum diinkubasi dengan enzim agar nilai akhir absorbansi tidak negatif. Kedua, ekstrak pektin yang telah dipurifikasi dapat langsung dilarutkan lalu diinkubasi dengan enzim tanpa harus diberi perlakuan NaOH sebelumnya. Hal ini karena pemanasan 90°C dengan asam sitrat memiliki fungsi yang sama dengan penambahan NaOH, yaitu untuk mengekstraksi pektin, sehingga tidak perlu dilakukan kedua tahap ekstraksi seperti pada penelitian ini. Ketiga, karena sampel yang digunakan amat sedikit, metode ini disarankan terbatas untuk analisis yang bersifat semikuantitatif, identifikasi, atau

analisis perbandingan dan tidak disarankan untuk analisis kuantitatif penentuan kadar pektin yang sebenarnya.

KESIMPULAN

Ketahanan simpan buah pada cabai LB tidak dipengaruhi oleh kandungan pektin dan vitamin C, terlepas dari peran penting keduanya dalam menjaga struktur jaringan buah. Analisis aktivitas enzim pendegradasi komponen dinding sel mungkin dapat lebih memberikan gambaran mengenai faktor yang mempengaruhi ketahanan simpan pada buah cabai.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada LPDP PRN Mandatori yang telah mendanai penelitian ini, Dhea Ferda Pratiwi atas saran dan masukan teknisnya, juga Dr. Sri Hartati atas bantuannya dalam penyediaan beberapa bahan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Abu-Goukh, P. A-B., and S. Y. M. Elhassan. 2017. Changes in pectic substances and cell Wall degrading enzymes during muskmelon fruit ripening. *University of Khartoum Journal of Agricultural Sciences*. 25(1): 73-93.
- Adhiksana, A. 2017. Perbandingan metode konvensional ekstraksi pektin dari kulit buah pisang dengan metode ultrasonik. *Journal of Research and Technology*. 3(2): 80-87.
- Antika, S. R., dan P. Kurniawati. 2017. Isolasi dan karakterisasi pektin dari kulit nanas. *Prosiding Seminar Nasional Kimia*. 218-225
- Astutik, W., D. Rahmawati, dan N. Sjamsijah. 2017. Uji daya hasil galur MG1012 dengan tiga varietas pembanding tanaman cabai keriting (*Capsicum Annum* L.). *Agriprima*. 1(2): 163-173.
- Aziz, T., M. E. G. Johan, dan D. Sri. 2018. Pengaruh jenis pelarut, temperatur dan waktu terhadap karakterisasi pektin hasil ekstraksi dari kulit buah naga (*Hylocereuspolyrhizus*). *Jurnal Teknik Kimia*. 24(1): 17-27.
- Badriyah, L., dan A. B. Manggara. 2015. Penetapan kadar vitamin C pada cabai merah (*Capsicum annum* L.) menggunakan metode Spektrofotometri UV-VIS. *Jurnal Wiyata: Penelitian Sains dan Kesehatan*. 2(1): 25-28.
- Budiarti, A., dan D. A. E. Kurnianingrum. 2015. Pengaruh suhu dan lama penyimpanan terhadap kandungan vitamin c dalam cabai merah (*Capsicum annum*. L) dan aktivitas antioksidannya. *Prosiding Seminar Nasional Peluang Herbal Sebagai Alternatif Medicine*. 134-140.
- Cárdenas-Pérez, S., J. J. Chanona-Pérez, N. Güemes-Vera, J. Cybulska, M. Szymanska-Chargot, M. Chylinska, A. Kozioł, D. Gawkowska, P. M. Pieczywek, and A. Zdunek. 2018. Structural, mechanical and enzymatic study of pectin and cellulose during mango ripening. *Carbohydrate Polymers*. 196: 313-321.
- Chea, S., D. J. Yu, J. Park, H. D. Oh, S. W. Chung, and H. J. Lee. 2019. Fruit softening correlates with enzymatic and compositional changes in fruit cell wall during ripening in 'Bluecrop' highbush blueberries. *Scientia Horticulturae*. 245: 163-170.
- Chitravathi, K., O. P. Chauhan, and P. S. Raju. 2015. Influence of modified atmosphere packaging on shelf-life of green chillies (*Capsicum annum* L.). *Food Packaging and Shelf Life*. 4:1-9.
- David, J. 2018. Teknologi untuk memperpanjang masa simpan cabai. *Jurnal Pertanian Agros*. 20(1): 22-28.
- Defilippi, B. G., T. Ejsmentewicz, M. P. Covarrubias, O. Gudenschwager, and R. Campos-Vargas. 2018. Changes in cell wall pectins and their relation to postharvest mesocarp softening of "Hass" avocados (*Persea americana* Mill.). *Plant Physiology and Biochemistry*. 128: 142-151.
- Dewi, A. P. 2018. Penetapan kadar vitamin C dengan spektrofotometri UV-Vis pada berbagai variasi buah tomat. *JOPS (Journal Of Pharmacy and Science)*. 2(1): 9-13.
- Ding, S., R. Wang, Y. Shan, G. Li, and S. Ou. 2017. Changes in pectin characteristics during the ripening of jujube fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 97(12): 4151-4159.
- Fazio, A., C. La Torre, F. Dalena, and P. Plastina. 2020. Screening of glucan and pectin contents in broad bean (*Vicia faba* L.) pods during maturation. *European Food Research and Technology*. 246: 333-347.
- Gandjar, I. G., dan A. Rohman. 2012. *Analisis Obat Secara Spektroskopi dan Kromatografi*. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Giannakourou, M. C., and P. S. Taoukis. 2021. Effect of alternative preservation steps and storage on vitamin C stability in fruit and vegetable products: Critical review and kinetic modelling approaches. *Foods*. 10(11): 2630.

- Grewal, P. S., A. Kumar, P. Kaur, and M. Singla. 2018. Estimation of respiratory dynamics of fresh green chilli (*Capsicum annuum* L.). *International Journal of Pure Applied Bioscience*. 6(2): 920-928.
- Gwanpua, S. G., B. E. Verlinden, M. L. A. T. M. Hertog, B. M. Nicolai, M. Hendrickx, and A. Geeraerd. 2016. Slow softening of Kanzi apples (*Malus x domestica* L.) is associated with preservation of pectin integrity in middle lamella. *Food Chemistry*. 211: 883-891.
- Heristika, W., A. Ningrum, H. S. H. Munawaroh, and P. L. Show. 2023. Development of composite edible coating from gelatin-pectin incorporated garlic essential oil on physicochemical characteristics of red chili (*Capsicum annuum* L.). *Gels*. 9(1): 49.
- Herlina, dan D. Muzdalifa. 2020. Pengaruh Suhu Penyimpanan terhadap Kadar Vitamin C Buah Apel Merah (*Pyrus malus* L.). *Jurnal Penelitian dan Kajian Ilmiah Kesehatan*. 6(1): 119-127.
- Kaur, R., and H. Nayyar. 2014. Ascorbic Acid: A Potent Defender Against Environmental Stresses. In: P. Ahmad (Eds). *Oxidative Damage to Plants*. Academic Press, San Diego. 235-287.
- Kementerian Pertanian RI. 2023. Sistem Informasi Manajemen Cabai. <http://horti.pertanian.go.id/simcabai>
- Mditshwa, A., L. S. Magwaza, S. Z. Tesfay, and U. L. Opara. 2017. Postharvest factors affecting vitamin C content of citrus fruits: A review. *Scientia Horticulturae*. 218: 95-104.
- Ng, J. K. T., R. Schröder, D. A. Brummell, P. W. Sutherland, I. C. Hallett, B. G. Smith, L. D. Melton, and J. W. Johnston. 2015. Lower cell wall pectin solubilisation and galactose loss during early fruit development in apple (*Malus x domestica*) cultivar 'Scifresh' are associated with slower softening rate. *Journal of Plant Physiology*. 176: 129-137.
- Novianti, T. T. 2016. Daya hasil cabai keriting dan rawit (*Capsicum annuum* L.) IPB di Bogor, Jawa barat. [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Octarya, Z., and A. Ramadhani. 2014. Ekstraksi dan karakterisasi pektin dari limbah kulit semangka menggunakan ekstrak enzim *Aspergillus niger*. *Jurnal Agroteknologi*. 4(2): 27-32.
- Oktoviana, Y., S. Aminah, and J. Sakung. 2012. Pengaruh lama penyimpanan dan konsentrasi natrium benzoat terhadap kadar vitamin C cabai merah (*Capsicum annuum* L.). *Jurnal Akademika Kimia*. 1(4): 193-199.
- Paniagua Correas, C. 2014. *Strawberry fruit softening and pectin disassembly: Nanostructural characterization of fruit pectins by atomic force microscopy II. Role of the β -Galactosidase gene Fa β Gal4*. Desertasi. University of Malaga. Spanyol.
- Phillips, K., M. Council-Troche, R. McGinty, A. Razor, and M. Tarrago-Trani. 2015. Stability of vitamin C in fruit and vegetable homogenates stored at different temperatures. *Journal of Food Composition and Analysis*. 45: 147-162.
- Prado, S. B. R. d., P. R. Melfi, V. C. Castro-Alves, S. G. Broetto, E. S. Araújo, J. R. O. d. Nascimento, and J. P. Fabi. 2016. Physiological degradation of pectin in papaya cell walls: Release of long chains galacturonans derived from insoluble fractions during postharvest fruit ripening. *Frontiers in Plant Science*. 7: 1120-1130.
- Puspitasari, D. A., N. Malahayati, dan Z. N. Fadillah. 2022. *Distribusi Perdagangan Komoditas Cabai Merah di Indonesia 2022*. Badan Pusat Statistik RI. Jakarta
- Putri, M. P., and Y. H. Setiawati. 2017. Analisis kadar vitamin C pada buah nanas segar (*Ananas comosus* (L.) Merr) dan buah nanas kaleng dengan metode spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Wiyata: Penelitian Sains dan Kesehatan*. 2(1): 34-38.

- Ramos, P., C. Parra-Palma, C. R. Figueroa, P. E. Zuñiga, F. Valenzuela-Riffo, J. Gonzalez, C. Gaete-Eastman, and L. Morales-Quintana. 2018. Cell wall-related enzymatic activities and transcriptional profiles in four strawberry (*Fragaria x ananassa*) cultivars during fruit development and ripening. *Scientia Horticulturae*. 238: 325-332.
- Reilly, K., R. Gómez-Vásquez, H. Buschmann, J. Tohme, and J. R. Beeching. 2003. Oxidative stress responses during cassava post-harvest physiological deterioration. *Plant Molecular Biology*. 53(5): 669-685.
- Riscahyani, N. M., E. R. Ekawati, and K. Ngibad. 2019. Identification of ascorbic acid content in *Carica papaya* L. using iodimetry and UV-Vis spectrophotometry. *Indonesian Journal of Medical Laboratory Science and Technology*. 1(2): 58-64.
- Rosmainar, L., W. Ningsih, N. P. Ayu, and H. Nanda. 2018. Penentuan kadar vitamin C beberapa jenis cabai (*Capsicum* sp.) dengan spektrofotometri UV-VIS. *Jurnal Kimia Riset*. 3(1): 1-5.
- Syahri, and R. U. Somantri. 2016. Penanganan Segar untuk Mempertahankan Mutu dan Menekan Susut Bobot Cabai Selama Penyimpanan. BB Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. Jambi. 1326-1333.
- Tareen, M. J., Z. Singh, A. S. Khan, N. A. Abbasi, and M. Naveed. 2017. Combined applications of aminoethoxyvinylglycine with salicylic acid or nitric oxide reduce oxidative stress in peach during ripening and cold storage. *Journal of Plant Growth Regulation*. 36(4): 983-994.
- Tuhuloula, A., L. Budiarti, and E. N. Fitriana. 2013. Karakterisasi pektin dengan memanfaatkan limbah kulit pisang menggunakan metode ekstraksi. *Konversi*. 2(1): 21-27.
- Villa-Rivera, M. G., and N. Ochoa-Alejo. 2020. Chili pepper carotenoids: Nutraceutical properties and mechanisms of action. *Molecules*. 25(23): 5573-5595.
- Wahyuni, Y. 2021. Laporan LPDP PRN Cabai Tahan Simpan. [Laporan Penelitian]. Cibinong: Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN).
- Wahyuni, Y., A. R. Ballester, E. Sudarmonowati, R. J. Bino, and A. G. Bovy. 2011. Metabolite biodiversity in pepper (*Capsicum*) fruits of thirty-two diverse accessions: variation in health-related compounds and implications for breeding. *Phytochemistry*. 72(11-12): 1358-1370.
- Wills, R. B. H., and J. B. Golding. 2016. *Postharvest: An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit, Vegetables and Ornamentals*. CAB International. Nosworthy, Wallingford, Oxfordshire, UK.