

Pengaruh Lama Penyinaran UV-C terhadap Kadar Antosianin pada Kubis Ungu (*Brassica Oleracea L. Var. Capitata f. Rubra*) Iris

Alaisha Amani Rosiana^{1,*}, Drupadi Ciptaningtyas¹, Indra Firmansyah¹

¹ Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Teknik Pertanian, Universitas Padjadjaran, Sumedang, Indonesia
Email: ^{1,*}alaisha21001@mail.unpad.ac.id, ²drupadi.ciptaningtyas@unpad.ac.id, ³indra.firmansyah@unpad.c.id
Email Penulis Korespondensi: alaisha21001@mail.unpad.ac.id

Abstrak—Pertumbuhan penduduk yang pesat diiringi dengan meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya pola hidup sehat, yang tercermin dalam kecenderungan untuk mengonsumsi makanan segar. Di tengah kesibukan masyarakat perkotaan, kebutuhan akan sayuran siap masak yang segar dan praktis semakin meningkat. Pengolahan minimal, yang mencakup pencucian, sortasi, pembersihan, pengupasan, dan pemotongan, dapat menyebabkan hilangnya nutrisi, termasuk antosianin pada kubis ungu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama penyinaran UV-C terhadap kadar antosianin pada kubis ungu iris. Metode yang digunakan adalah pengujian destruktif untuk kadar antosianin. Hasil menunjukkan bahwa kombinasi intensitas cahaya dan durasi penyinaran berpengaruh signifikan terhadap kestabilan senyawa antosianin selama masa simpan. Durasi iradiasi UV-C pendek (50 detik) mampu mempertahankan atau bahkan meningkatkan kandungan antosianin dan semakin tinggi intensitas cahaya dan lama iradiasi menyebabkan penurunan kadar antosianin yang signifikan selama masa penyimpanan. Durasi Iradiasi UV-C selama 50 detik dengan daya 8 Watt mampu mempertahankan kadar antosianin antara 124 – 127 mg/L selama 12 penyimpanan. Durasi iradiasi UV-C 50 detik dengan daya 10 Watt mampu mempertahankan kadar antosianin pada rentang 13 – 139 mg/L selama 12 hari penyimpanan.

Kata Kunci: Antosianin; Kubis Ungu; Iradiasi UV-C; Pengolahan Minimal; Pengujian Destruktif.

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk yang semakin pesat dewasa ini memberikan tantangan besar bagi upaya-upaya penyediaan pangan dunia, termasuk Indonesia. Pertanian menjadi sektor yang memiliki peran besar dalam menyediakan bahan pangan dalam mewujudkan ketersediaan dan keamanan pangan masyarakat Indonesia. Pertumbuhan penduduk yang meningkat selaras dengan meningkatnya kesadaran masyarakat untuk hidup sehat. Pola hidup sehat ini ditunjukkan dengan mengonsumsi makanan yang segar bukan makanan olahan. Sektor pertanian terbagi menjadi beberapa sub sektor, antara lain tanaman bahan pangan, peternakan, perkebunan, perikanan, kehutanan, dan hortikultura [1]. Komoditas hortikultura yang menjadi bahan pangan penting dalam konsumsi sehari-hari masyarakat adalah sayuran. Sayuran dibutuhkan tubuh karena mengandung banyak vitamin dan mineral, serat makanan, dan zat-zat *phytochemical* yang diperlukan tubuh, tanpa vitamin dan mineral, proses pemanfaatan zat gizi yang dikonsumsi tidak dapat optimal.

Salah satu sayuran yang kini populer di kalangan masyarakat adalah kubis. Tanaman kubis memiliki jenis yang cukup banyak, jenis kubis-krop adalah yang paling banyak dibudidayakan di Indonesia, yaitu kubis putih, kubis ungu, dan kubis savoy [2]. Kubis ungu (*Brassica oleracea L. var. capitata f. rubra*) yang merupakan tanaman herbaceous yang memiliki batang pendek dan *crop* berwarna merah keunguan menjadi salah satu sumber gizi yang populer. Kubis ungu kaya akan manfaat dan bergizi, terutama karena mengandung protein, karbohidrat, lemak, kalsium, fosfor, zat besi, vitamin A, vitamin B1, dan vitamin C [3]. Kubis ungu memiliki serat diet yang cukup tinggi untuk membantu pencegahan kanker kolon, kolesterol, diabetes, dan obesitas. Selain memiliki manfaat tersebut, kubis ungu juga dimanfaatkan sebagai pewarna alami yang dihasilkan dari pigmen antosianin yang merupakan golongan flavonoid.

Masyarakat perkotaan menuntut penyajian makanan yang praktis karena waktu untuk penyediaan makanan yang terbatas. Kondisi ini mendorong kemajuan teknologi dalam penyediaan makanan terutama dalam pemilihan sayuran siap masak, segar, dan praktis sehingga mudah dan cepat penyajiannya. Salah satu metode dalam mengolah produk segar sayur adalah dengan melakukan pengolahan minimal. Pengolahan minimal atau *minimal processing* merupakan serangkaian perlakuan terhadap buah/sayur segar yang didefinisikan sebagai kegiatan pengolahan yang mencakup pencucian, sortasi, pembersihan, pengupasan, pemotongan [4]. Namun, *Minimal processing* pada sayuran dapat menyebabkan hilangnya nutrisi di dalamnya akibat proses yang terjadi dan selama masa penyimpanan, termasuk kandungan antosianin bagi kubis ungu [5].

Solusi yang dapat dilakukan untuk mempertahankan kandungan nutrisi di dalamnya, salah satunya adalah dengan iradiasi. Iradiasi merupakan proses fisika yang digunakan untuk mengawetkan dan meningkatkan keamanan bahan pangan. Salah satu jenis iradiasi yang banyak digunakan sebagai penanganan pascapanen adalah iradiasi (UV-C). Ultraviolet C (UV-C) merupakan sinar ultraviolet dengan panjang gelombang paling pendek, yaitu 200-280 nm [6]. Namun, efektivitas iradiasi UV-C sangat bergantung pada beberapa faktor kritis, termasuk dosis radiasi dan kondisi penyimpanan pasca-perlakuan. Berdasarkan penelitian terdahulu menyatakan bahwa, perlakuan pascapanen dengan iradiasi UV-C dapat meningkatkan aktivitas antioksidan dan menginduksi biosintesis beberapa metabolit sekunder, seperti flavonoid pada kubis ungu dengan dosis (1,0 kJ/m², 3,0 kJ/m², dan 5,0 kJ/m²) serta lama penyinaran tertentu (50, 150, dan 250 detik) [7]. [21] Menyatakan bahwa iradiasi UV-C dapat meningkatkan senyawa fenolik pada buah dan sayur yang telah diberi penanganan pasca panen berupa iradiasi UV-C dengan penanganan yang sesuai.

Selain itu juga, penggunaan iradiasi UV-C dapat meningkatkan kandungan antosianin pada buah strober [22], blueberry [23], dan kulit anggur [24] dengan dosis dan lama penyinaran tertentu. Akumulasi peningkatan flavonoid yang disebabkan oleh iradiasi UV-C juga diketahui berkontribusi terhadap peningkatan aktivitas antioksidan dan radikal dalam

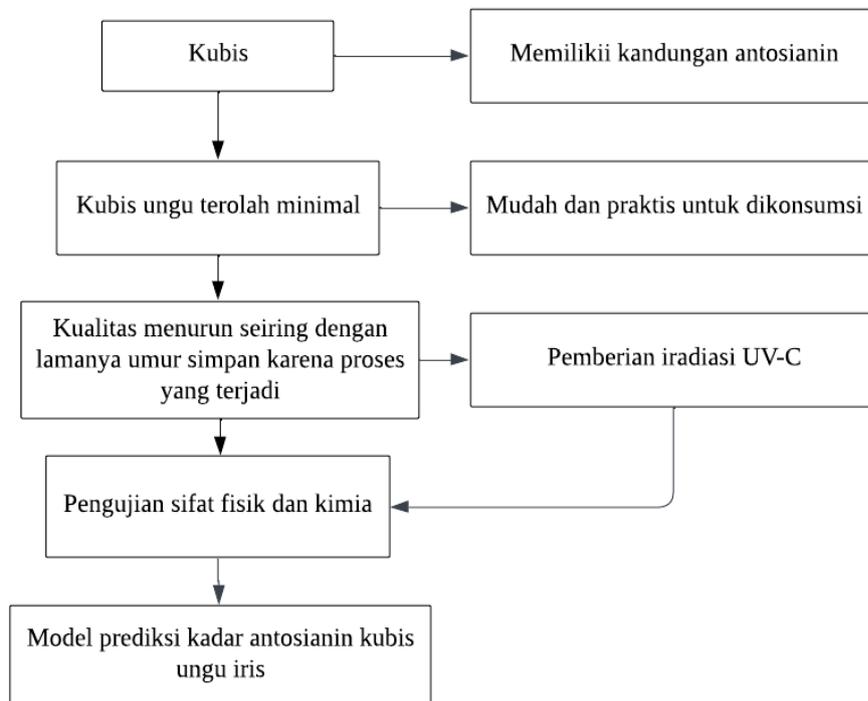
buah-buahan dan sayuran. Penelitian mengenai penentuan kadar antosianin pada kubis ungu telah banyak dilakukan. Namun demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama penyinaran UV-C terhadap kadar antosianin pada kubis ungu iris selama masa penyimpanan. Penelitian ini nantinya dapat membantu produsen kubis ungu untuk mendapatkan rekomendasi praktis guna mempertahankan atau meningkatkan kadar antosianin kubis ungu iris serta mendorong pengembangan teknologi yang berdampak positif pada pertumbuhan ekonomi dan lapangan pekerjaan di sektor industri teknologi pertanian.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Kerangka Penelitian

Kubis ungu memiliki nama latin *Brassica oleracea L. var. capitata f. rubra* merupakan tanaman sayur yang berasal dari daerah subtropis. Merupakan tanaman herbaceous yang memiliki batang pendek dan *crop* berwarna merah keunguan. Dinamakan kubis ungu karena tanaman ini memiliki daun yang berwarna ungu atau merah yang disebabkan oleh pigmen, antosianin. Kubis ungu menjadi salah satu sayuran yang banyak dijual dalam bentuk potongan yang biasa digunakan sebagai campuran dalam salad bersama sayuran lainnya. Pemotongan merupakan salah satu cara pengolahan minimal (*minimal processing*) yang bertujuan untuk mempermudah dan membuat praktis dalam mengonsumsinya. *Minimal processing* atau pengolahan minimal merupakan serangkaian perlakuan terhadap buah/sayur segar yang didefinisikan sebagai kegiatan pengolahan yang mencakup pencucian, sortasi, pembersihan, pengupasan, pemotongan [8].

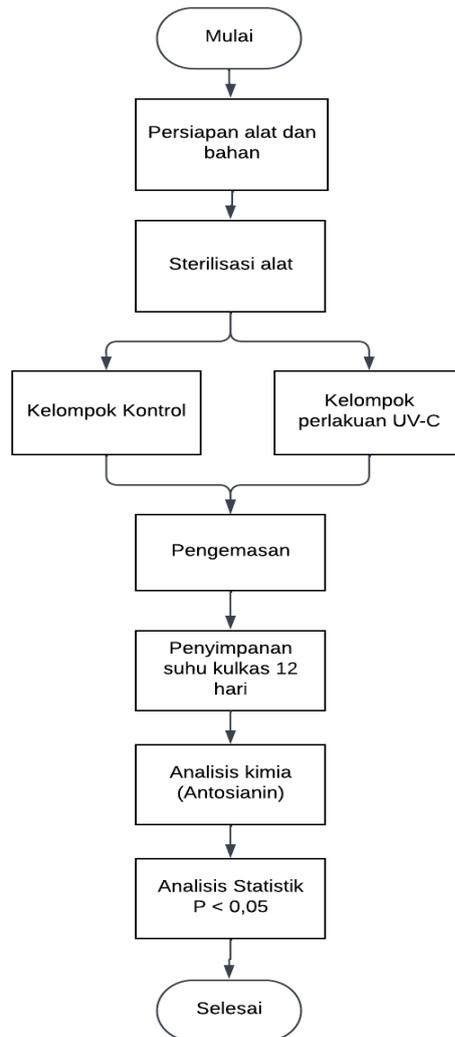
Namun, *minimal processing* pada buah dan sayur dapat menyebabkan hilangnya nutrisi di dalamnya akibat proses yang terjadi dan selama masa penyimpanan [5], termasuk kandungan antosianin bagi kubis ungu. Guna mempertahankan atau meningkatkan nutrisi di dalam kubis ungu, terutama kadar antosianin, dapat dilakukan perlakuan dengan menggunakan iradiasi UV-C. Iradiasi merupakan proses fisika yang digunakan untuk mengawetkan dan meningkatkan keamanan bahan pangan. Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober hingga Desember 2024, berlokasi di Laboratorium Sistem Manajemen dan Mekanisasi Pertanian, Laboratorium Pascapanen dan Teknologi Proses dan Laboratorium Teknologi Bioproses di Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat. Kerangka pemikiran penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Penelitian

2.2 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada diagram alir pada Gambar 2.2 berikut.



Gambar 2. Tahapan Penelitian

2.3 Prosedur Penelitian

2.3.1 Persiapan Objek Penelitian

Proses persiapan objek penelitian pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Pemotongan, pencucian, dan pengeringan

Pemotongan kubis ungu dilakukan secara manual dengan menggunakan pisau dan talenan. Kubis ungu diiris tanpa ukuran tertentu hingga menghasilkan 105 buah sampel, dengan masing-masing sampel memiliki massa 10 gram. Setelah diiris, kubis dicuci dengan air mengalir tanpa tambahan bahan kimia lainnya, kemudian dikeringkan.

b. Iradiasi UV-C, pengemasan, dan penyimpanan

Iradiasi UV-C dilakukan setelah proses pengeringan selesai. Sampel kubis ungu dimasukkan ke dalam *irradiation box* yang telah berisi lampu UV-C dengan lama penyinaran yang beragam, yaitu 50, 150, 250 detik. Setelah setengah periode dari lama penyinaran, sampel diaduk selama 10 detik agar dapat teriradiasi secara merata dan kemudian proses iradiasi dilanjutkan hingga lama penyinaran yang sudah ditentukan untuk setiap sampelnya. Sampel yang telah diiradiasi UV-C kemudian dikemas dengan mika plastik kemudian dimasukkan ke dalam plastik *ziplock*, masing-masing kemasan berisi 10 gr sampel. Sampel yang telah dikemas, kemudian disimpan di dalam kulkas.

2.3.2 Pengujian Sifat Kimia Kubis Ungu Iris

Metode ekstraksi dan pengukuran kadar antosianin dari kubis ungu dengan metode maserasi. Sampel kubis ungu diiris tipis-tipis dan diambil 2 gram kemudian ditambahkan 20 mL aquades dan dimaserasi selama 60 menit dengan suhu 60°C. Kubis ungu hasil maserasi dihaluskan, selanjutnya disaring dan diambil filtratnya. Dari filtrat yang diperoleh, diambil 2 mL untuk analisis lebih lanjut. Sampel ini dibagi menjadi dua bagian dan masing-masing ditambahkan 4 mL buffer natrium asetat (CH_3COONa) dengan pH yang berbeda – satu pada pH 4,5 dan yang lain pada pH 1,0. Kedua larutan ini didiamkan selama 15 menit untuk memungkinkan terjadinya kesetimbangan. Pengukuran kadar antosianin dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 510 nm dan 700 nm. Berdasarkan hasil absorbansi yang telah diketahui, dapat dihitung kadar antosianin dengan persamaan (1) dan (2) berikut:

$$A = (A_{\lambda 510} - A_{\lambda 700})_{pH1.0} - (A_{\lambda 510} - A_{\lambda 700})_{pH4.5} \quad (1)$$

$$\text{Total Antosianin} \left(\frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) = \frac{A \times \text{BM} \times \text{FP} \times 1000}{\epsilon \times 1} \quad (2)$$

Dimana:

A = Absorbansi

ϵ = Koefisien absorpsivitas (3278 L/mol)

BM = Berat Molekul (449,2)

FP = Faktor pengenceran

2.3.3 Analisis Statistik

Analisis data hasil penelitian dilakukan menggunakan metode statistik. Pengolahan data difokuskan pada pengukuran kadar antosianin ungu yang telah diberi perlakuan iradiasi sinar UV-C dengan variasi waktu penyinaran. Proses analisis statistik menggunakan *software* SPSS (SPSS Inc., Chicago, USA). Untuk mengevaluasi pengaruh perlakuan iradiasi UV-C terhadap variabel yang diukur, dilakukan analisis perbandingan rata-rata antar perlakuan. Metode yang digunakan adalah *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan tingkat signifikansi 5% ($P < 0,05$). Pemilihan ANOVA memungkinkan untuk mendeteksi perbedaan yang signifikan antara kelompok perlakuan. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan uji lanjutan dengan menggunakan metode Tukey HSD.

2.4 Perlakuan

Perlakuan yang diberikan pada kubis ungu (*Brassica oleracea var. capitata L.*) di penelitian ini adalah lama penyinaran dengan UV-C. Detail perlakuan dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 1. Perlakuan yang diberikan

No	Daya	Lama penyinaran	Pengulangan		
1	A	-	A1	A2	A3
2	B	D	BD1	BD2	BD3
3	B	E	BE1	BE2	BE3
4	B	F	BF1	BF2	BF3
5	C	D	CD1	CD2	CD3
6	C	E	CE1	CE2	CE3
7	C	F	CF1	CF2	CF3

Keterangan:

A = UV-C 0 Watt (tanpa penyinaran)

B = UV-C 8 Watt

C = UV-C 10 Watt

D = Penyinaran 50 detik

E = Penyinaran 150 detik

F = Penyinaran 250 detik

Pengamatan warna dan antosianin dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan setiap 3 hari selama 12 hari penyimpanan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sinar ultraviolet C (UV-C) secara luas digunakan sebagai metode sterilisasi untuk mempertahankan kualitas dan keamanan produk segar maupun produk segar terolah minimal (*fresh-cut*) [20]. Prinsip dasar pangan iradiasi adalah memberikan paparan radiasi pada pangan dengan dosis yang ditentukan, proses tersebut dapat merusak DNA mikroba dan organisme pengganggu lainnya, sehingga menghambat pertumbuhan dan reproduksi mikroba [17]. Dalam industri pangan, penggunaan iradiasi UV-C sebagai perlakuan pascapanen mampu mengurangi kerusakan, menunda penuaan, meningkatkan aktivitas antioksidan, serta menginduksi biosintesis berbagai metabolit sekunder, seperti flavonoid. Berdasarkan penelitian terdahulu, iradiasi UV-C dapat meningkatkan kandungan flavonoid dan antosianin pada buah bluberi dan menginduksi akumulasi antosianin pada stroberi [8]-[9].

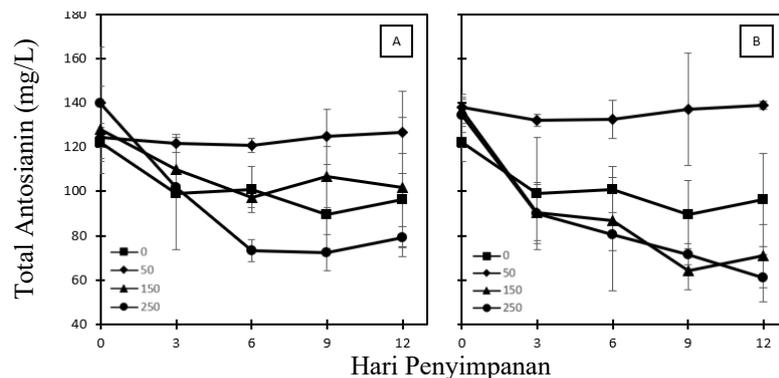
Peningkatan kandungan flavonoid ini tidak hanya berperan dalam memperkuat sistem pertahanan alami tanaman, tetapi juga secara signifikan meningkatkan aktivitas antioksidan serta kemampuan menangkal radikal bebas. Namun, Penggunaan sumber cahaya tambahan berpotensi meningkatkan suhu lingkungan akibat panas yang dihasilkan [18]. Namun, pada penelitian ini, intensitas dan durasi penyinaran dari UV-C sebagai sumber pencahayaan tambahan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap suhu. Suhu selama masa iradiasi atau di dalam box iradiasi adalah sebesar 25,1°C sedangkan suhu di luar box iradiasi sebesar 25,7°C. Setelah diberikan perlakuan, sampel dikemas dan disimpan di dalam lemari pendingin dengan suhu 7°C untuk mengurangi laju respirasi.

Penggunaan metode maserasi dalam penelitian ini didasarkan pada sifat antosianin yang mudah larut terhadap air. Perkembangan dalam teknik maserasi telah menghasilkan beberapa variasi metode, seperti maserasi kinetik dan digesti.

Maserasi kinetik melibatkan pengadukan konstan selama proses ekstraksi, yang dapat meningkatkan laju difusi dan mempercepat proses ekstraksi. Di sisi lain, digesti merupakan modifikasi maserasi yang dilakukan pada suhu yang lebih tinggi, biasanya antara 40-60°C, yang dapat meningkatkan kelarutan senyawa target dan mempercepat proses ekstraksi. Namun, penggunaan suhu yang lebih tinggi harus dipertimbangkan dengan hati-hati, terutama untuk senyawa yang sensitif terhadap panas [10].

Antosianin adalah senyawa kimia organik yang larut dalam pelarut polar dan berperan penting dalam memberikan berbagai warna pada tumbuhan tingkat tinggi, mulai dari oranye, merah, ungu, biru, hingga hitam. Warna yang dihasilkan oleh antosianin bersifat dinamis dan dapat berubah tergantung pada kondisi lingkungannya. Dalam kondisi asam, antosianin cenderung memberikan warna merah, sementara dalam kondisi basa, warnanya berubah menjadi biru hingga kehijauan [11]. Secara struktural, antosianin termasuk dalam golongan flavonoid dengan ciri khas tiga atom karbon yang terikat pada atom oksigen, menghubungkan dua cincin aromatik benzena (C₆H₆) dalam struktur utamanya [12]. Antosianin, secara struktural kimia, merupakan turunan dari sianidin, suatu struktur aromatik tunggal. Keragaman jenis antosianin muncul dari variasi ikatan antara gugus substitusi (R^{3'} dan R^{5'}) dengan cincin aromatik antosianinnya [13]. Meskipun lebih dari 700 jenis antosianin telah berhasil diisolasi dan diidentifikasi dari berbagai spesies tanaman, hanya beberapa jenis yang dianggap memiliki signifikansi penting dalam bidang pangan. Di antaranya adalah pelargonidin, sianidin, peonidin, delphinidin, petunidin, dan malvidin [14]. Karakteristik spektroskopi antosianin menunjukkan penyerapan cahaya yang khas pada rentang ultraviolet (UV) hingga cahaya tampak, dengan intensitas penyerapan yang lebih kuat pada spektrum cahaya tampak. Hal ini memungkinkan analisis pigmen antosianin menggunakan metode spektroskopi. Spektrum penyerapan antosianin berada pada rentang panjang gelombang 250-700 nm, dengan dua puncak karakteristik: satu puncak yang merepresentasikan gugus gula (glikon) pada sekitar 278 nm, dan puncak utama yang menandakan antosianin (aglikon) pada rentang 490-535 nm [15].

Pengukuran kadar antosianin pada kubis ungu iris dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan setiap 3 hari selama 12 hari penyimpanan. Data kadar antosianin yang diperoleh disajikan pada gambar 3.



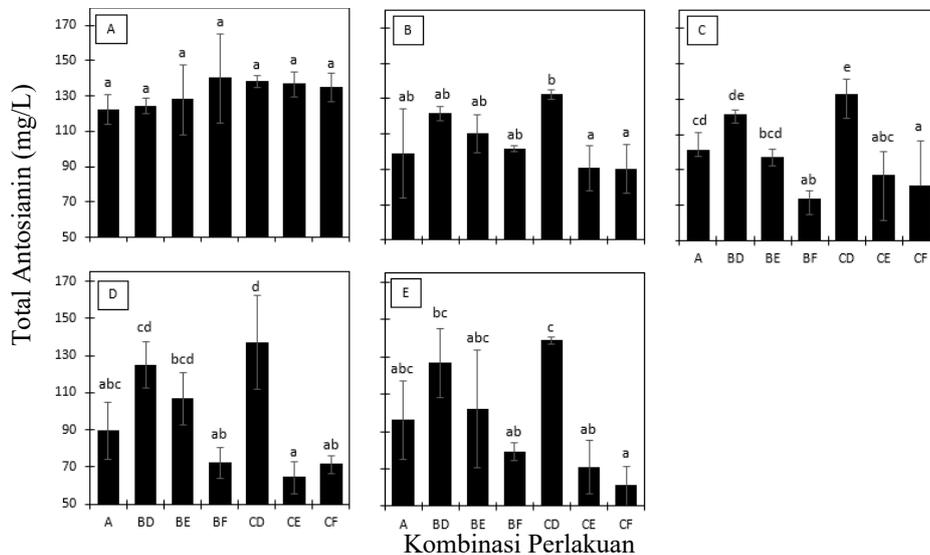
Gambar 3. Total Antosianin kubis ungu iris selama penyimpanan: dengan iradiasi UV-C 8 Watt (A) dan dengan iradiasi UV-C 10 Watt (B)

Grafik A dan B pada Gambar 3. menunjukkan perubahan kadar antosianin kubis ungu selama penyimpanan pada kombinasi lama penyinaran (0, 50, 150, dan 250 detik) dengan dua level daya, yaitu 8 Watt (grafik A) dan 10 Watt (grafik B). Berdasarkan gambar 4.1, diketahui bahwa lama penyinaran selama 50 detik dengan menggunakan UV-C berdaya 8 dan 10 Watt menunjukkan tren meningkat dengan puncak total kadar antosianin ada pada hari ke-12, masing-masing sebesar 140,04 mg/L dan 134,65 mg/L. Lama penyinaran lainnya menunjukkan tren yang fluktuatif dengan kadar antosianin terendah ada pada perlakuan iradiasi dengan UV-C 8 Watt selama 250 detik pada hari ke-9, yaitu sebesar 72,21 mg/L dan UV-C 10 Watt selama 250 detik pada hari penyimpanan ke-12, yaitu sebesar 60,84 mg/L.

Pada hari ke-0, kadar antosianin masih tinggi di semua perlakuan, mencerminkan kondisi awal yang belum terdegradasi. Namun, perbedaan antar perlakuan mulai terlihat seiring bertambahnya hari simpan. Pada daya 8 Watt (A), penyinaran selama 50 detik menghasilkan kadar antosianin tertinggi dan stabil, bahkan sedikit meningkat setelah hari ke-3. Sebaliknya, penyinaran selama 250 detik menunjukkan kadar terendah, dengan penurunan tajam setelah hari ke-3 hingga hari ke-12. Perlakuan 0 dan 150 detik menunjukkan fluktuasi kadar antosianin. Pada daya 10 Watt (B), perbedaan antar perlakuan lebih mencolok. Perlakuan 50 detik tetap menunjukkan kadar antosianin tertinggi dan paling stabil hingga hari ke-12, menunjukkan bahwa intensitas tinggi dengan durasi pendek dapat mempertahankan kadar antosianin. Sebaliknya, penyinaran selama 150 dan 250 detik menyebabkan penurunan drastis yang tidak pulih hingga akhir penyimpanan.

Fenomena ini menunjukkan bahwa daya 10 Watt dengan durasi penyinaran lama cenderung menyebabkan degradasi antosianin, sementara durasi pendek (50 detik) mampu mempertahankan atau bahkan meningkatkan kandungan antosianin. Terdapat mendukung temuan ini, di mana peningkatan daya lampu UV-C dan waktu iradiasi yang lebih lama menyebabkan penurunan kadar antosianin pada sari buah murbei akibat ketidakstabilan senyawa fenolik yang mudah rusak oleh cahaya [6]. Penurunan kadar antosianin pada kubis ungu iris ini juga berpengaruh terhadap kecerahan sampel, dimana kecerahan menurun seiring dengan energi dari iradiasi UV-C yang diberikan pada sampel, hal ini mengindikasikan bahwa perlakuan dengan radiasi UV yang lebih intens atau lebih lama dapat mengakibatkan penurunan

kecerahan pada sampel yang diuji [19]. Hal tersebut, menyebabkan kualitas warna kubis ungu menurun yang menandai bahwa kubis ungu iris menjadi tidak lagi segar hingga tidak layak dikonsumsi karena adanya perubahan warna, sesuai dengan suatu penelitian yang menyatakan bahwa perubahan pigmen (zat warna) pada produk bahan hasil pertanian menjadi salah satu tanda paling jelas bahwa produk mengalami kerusakan pada komoditas *Brassicaceae* [20].



Gambar 4. Grafik analisis beda nyata perubahan total kadar antosianin kubis ungu iris pada setiap perlakuan; hari ke-0 (A), hari ke-3 (B), hari ke-6 (C), hari ke-9 (D), dan hari ke-12 (E)

Berdasarkan hasil uji statistik dengan menggunakan metode *two way ANOVA* dengan nilai signifikansi sebesar 5%, diketahui bahwa parameter lama penyinaran dan daya penyinaran yang digunakan pada sampel mempengaruhi secara signifikan nilai kadar antosianin pada sampel kubis ungu iris. Kemudian dilakukan analisis beda nyata dengan menggunakan uji lanjutan Tukey HSD dan hasil analisis beda nyata dari setiap kombinasi perlakuan ditampilkan pada Gambar 4. Kadar antosianin pada hari ke-0 seluruh kombinasi memiliki nilai yang relatif tinggi dan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar kombinasi. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh lama penyinaran UV-C belum terlihat pengaruhnya secara signifikan dan belum terjadinya degradasi antosianin. Proses degradasi antosianin mulai di tunjukan pada beberapa kombinasi perlakuan pada hari ke-3 hingga hari ke-12. Terdapat beberapa kombinasi perlakuan yang secara konsisten menunjukkan nilai terendah dan penurunan kadar antosianin dari hari- ke hari, yaitu perlakuan BF (8 Watt-250 detik), CE (10 Watt-150 detik), dan CF (10 Watt-250 detik). Kemudian terdapat dua kombinasi perlakuan yang secara konsisten mempertahankan, bahkan meningkatkan kadar antosianin selama masa penyimpanan, yaitu perlakuan BD (8Watt-50 detik) dan CD (10 Watt-50 detik).

Berdasarkan hasil analisis dengan uji lanjutan Tukey HSD, dapat diketahui bahwa, kombinasi intensitas cahaya dan durasi penyinaran berpengaruh signifikan terhadap kestabilan dan dinamika senyawa antosianin selama masa simpan. Perlakuan dengan durasi penyinaran pendek (50 detik) pada daya 8 Watt dan 10 Watt menunjukkan kadar antosianin yang tinggi dan stabil hingga hari ke-12. Iradiasi UV-C dengan durasi yang tepat dapat merangsang biosintesis atau mempertahankan stabilitas antosianin. Sebaliknya, penyinaran dengan durasi lebih lama, terutama pada daya tinggi, menyebabkan penurunan kadar antosianin yang signifikan akibat degradasi senyawa fenolik akibat paparan cahaya berlebihan. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa iradiasi UV-C dapat meningkatkan sintesis senyawa bioaktif, termasuk flavonoid, yang memberikan tambahan antioksidan alami pada tanaman. Antosianin adalah salah satu subkelas flavonoid yang sangat dipengaruhi oleh perlakuan UV-C [16].

4. KESIMPULAN

Total kadar antosianin pada kubis ungu iris menunjukkan variasi yang signifikan tergantung pada perlakuan iradiasi yang diterapkan. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa perlakuan dengan iradiasi UV-C pada daya 8 Watt dan 10 Watt dengan durasi penyinaran pendek (50 detik) secara konsisten mampu mempertahankan bahkan meningkatkan kadar antosianin hingga hari ke-12 penyimpanan. Hal ini menunjukkan bahwa durasi penyinaran yang tepat dapat merangsang biosintesis senyawa antosianin, yang berperan penting dalam memberikan warna dan manfaat kesehatan pada kubis ungu. Sebaliknya, peningkatan intensitas cahaya dan durasi iradiasi yang lebih lama menyebabkan penurunan kadar antosianin yang signifikan selama masa penyimpanan. Penurunan ini dapat dijelaskan oleh degradasi senyawa fenolik yang terjadi akibat paparan cahaya berlebihan, yang bersifat merusak. Degradasi ini tidak hanya mempengaruhi kadar antosianin, tetapi juga dapat mengurangi kualitas dan nilai gizi dari kubis ungu. Oleh karena itu, penggunaan iradiasi UV-C dengan durasi dan intensitas yang tepat dapat menjadi strategi efektif dalam mempertahankan kualitas dan nilai gizi kubis ungu selama penyimpanan, serta meningkatkan manfaat kesehatan bagi konsumen. Penelitian ini memberikan wawasan penting bagi industri pangan dalam pengolahan dan penyimpanan sayuran, khususnya dalam upaya meningkatkan daya simpan

dan kualitas produk. Guna penelitian selanjutnya dapat memperluas variasi intensitas dan durasi iradiasi UV-C untuk mengetahui lebih lanjut pengaruhnya terhadap sampel serta menentukan titik optimalnya.

REFERENCES

- [1] Badan Pusat Statistik (2014). *Indonesia dalam Angka*. Jakarta: Departemen Pertanian
- [2] Ilahi, W. A. (2021). Analisis Kandungan Logam Timbal (Pb) pada Kubis di Pasar Kota Palu dan Pemanfaatannya Sebagai Media Pembelajaran. *Skripsi*. Universitas Tadulako.
- [3] Fang, S., Lin, F., Qu, D., Liang, X., & Wang, L. (2019). Characterization of Purified Red Cabbage Anthocyanins: Improvement in HPLC Separation And Protective Effect Against H₂O₂-Induced Oxidative Stress in HepG2 Cells. *Molecules*, 24(1).
- [4] Zhen, O., Hashim, N., & Maringgal, B. (2020). Quality Evaluation of Mango Using Non-destructive Approacher: A Review. *Journal of Agricultural and Food Engineering*, 2-9.
- [5] Khan, M., Giuseppe, F., Torrieri, E., & Sadiq, M. (2021). Recent Advances in Biopolymeric Antioxidant Films and Coating for Preservation of Nutritional Quality of Minimally Processed fruits and Vegetables. *Food Packaging and Shelf Life*, 30, 100752.
- [6] Chintya, R. D., & Nisa, F. C. (2015). Pengaruh Daya Lampu Dan Lama Iradiasi Ultraviolet Terhadap Karakteristik Sari Buah Murbei (*Morus alba* L.). *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 3(2), 610-619.
- [7] Wu, J., Liu, W., Yuan, L., Guan, W.-Q., Brennan, C., Zhang, Y.-Y., . . . Wang, Z.-D. (2017). The Influence of Postharvest UV-C Treatment on Anthocyanin Biosynthesis in Frech-cut Red Cabbage. *Scientific Reports*.
- [8] Li, D. et al. (2014). ABA and UV-C effects on quality, antioxidant capacity and anthocyanin contents of strawberry fruit (*Fragaria ananassa* Duch.). *Postharvest Biol. Tec.* 90, 56-62 (2014).
- [9] Wang, C. Y., Chen, C. T. & Wang, S. Y. Changes of flavonoid content and antioxidant capacity in blueberries after illumination with UV-C. *Food Chem.* 117, 426-431 (2009).
- [10] Hujjatusnaini, N., Indah, B., Afitri, A., Widyastuti, R., & Ardiansyah. (2021). *Buku Referensi: Ekstraksi*. Palangkaraya: Institut Agama Islam Negeri Palangkaraya.
- [11] Perdani, A. (2023). Mini Review: Ekstraksi Antosianin Sebagai Pewarna Makanan dengan Bantuan Ultrasonik dan Purifikasi dengan Sephadex. *Universitas Negeri Yogyakarta*, 1-6.
- [12] Hambali, M., Mayasari, F., & Noermansyah, F. (2014). Ekstraksi Antosianin dari Ubi Jalar dengan Variasi Konsentrasi Solven, dan Lama Waktu Ekstraksi. *Teknik Kimia* 20, 25-35.
- [13] Siregar, A. H. (2016). Pembuatan Zat Warna Alam dari Tumbuhan Berasal Dari Daun. *Bina Teknika* 12 (1), 103-108.
- [14] Barbara-Espin, Gregorio, Glied, S., Crocoll, C., Dzhanfezona, T., Joernsgaard, B., . . . Muller, R. (2017). Foliar-Applied Ethepon Enhances the Content of Anthocyanin of Black Carrot Roots (*Daucus Carota* Ssp. *Sativus* Var. *Atrorubens* Alef.). *BMC Plant Biology* 17(1), 1-11.
- [15] Mahmudatusaa'adah, A., Fardiaz, D., Andarwulan, N., & Kusnandar, F. (2014). Karakteristik Warna dan Aktivitas Antosianin Ubi Jalar Ungu. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 25(2), 176-184.
- [16] Widodo, N. C., Aziz, A., Munawaroh, Z. A., & Anzhari, H. (2024). *Tinjauan Analisis Manfaat dan Dampak Sinar UV-C dalam Bidang Pangan dan Pertanian*. 2(6).
- [17] Widyastuti, B., & Ulfah, M. (2024). Peran Teknologi Iradiasi dalam Peningkatan Mutu dan Keamanan Pangan: A Review. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi "SainTek"* (pp. 412-422). Fakultas Sains dan Teknologi.
- [18] Putra, A. W., Maharani, T. D., Widigdyo, A., & Purnomo, P. (2024). *Pengaruh Lama dan Intensitas Cahaya Terhadap Performa Produksi Ayam Petelur (Gallus gallus) Strain Isa Brown dalam Kandang Semi Intensif*. 5(December).
- [19] Pandiselvam, R., Mitharwal, S., Rani, P., Shanker, M. A., Kumar, A., Aslam, R., Barut, Y. T., Kothakota, A., Rustagi, S., Bhati, D., Siddiqui, S. A., Siddiqui, M. W., Ramniwas, S., Aliyeva, A., & Mousavi Khaneghah, A. (2023). The influence of non-thermal technologies on color pigments of food materials: An updated review. *Current Research in Food Science*, 6(February). <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2023.100529>.
- [20] Murtiwulandari, M., Archery, D. T. M., Haloho, M., Kinasih, R., Tanggara, L. H. S., Hulu, Y. H., Agaperesa, K., Khristanti, N. W., Kristiyanto, Y., Pamungkas, S. S., Handoko, Y. A., & Anarki, G. D. Y. (2020). Pengaruh suhu penyimpanan terhadap kualitas hasil panen komoditas Brassicaceae. *Teknologi Pangan : Media Informasi Dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 11(2), 136-143. <https://doi.org/10.35891/tp.v11i2.2168>.
- [21] Mahardani, Octiva Trisna., Yuanita, Leny. (2021). Efek Metode Pengolahan dan Penyimpanan terhadap Kadar Senyawa Fenolik dan Aktivitas Antioksidan. *UNESA Jurnal pf Chemistry*, 10(1), 64-78.
- [22] Wang, C. Y., Chen, C. T. & Wang, S. Y. Changes of flavonoid content and antioxidant capacity in blueberries after illumination with UV-C. *Food Chem.* 117, 426-431 (2022). 10.
- [23] Li, D. et al. ABA and UV-C effects on quality, antioxidant capacity and anthocyanin contents of strawberry fruit (*Fragaria ananassa* Duch.). *Postharvest Biol. Tec.* 90, 56-62 (2021). 11.
- [24] Crupi, P., Pichierri, A., Basile, T. & Antonacci, D. Postharvest stilbenes and flavonoids enrichment of table grape cv Redglobe (*Vitis vinifera* L.) as affected by interactive UV-C exposure and storage conditions. *Food Chem.* 141, 802-808 (2021).