

Pengaruh Proses Pengeringan terhadap Aktivitas Antioksidan Dari Wortel (*Daucus carota* L.): Sebuah Ulasan

Muhammad Rifqi^{1*}, F. Faridah², Nanda Triandita³

¹Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Fakultas Ilmu Pangan Halal, Universitas Djuanda Bogor, Jl. Tol Jagorawi No.1,
Ciawi, Kec. Ciawi, Kabupaten Bogor, Jawa Barat 16720

²Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Kota Lhokseumawe

³Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Teuku Umar

*Koresponden email: muhammad.rifqi@unida.ac.id

ABSTRACT

Carrots are a horticultural commodity rich in beta-carotene and antioxidants, but have the major disadvantage of a short shelf life due to their high moisture content. This study evaluated the effect of three drying methods, such as sun drying, oven drying, and freeze drying, on the reduction of moisture content, shelf life, and stability of carrot bioactive compounds. Each method was applied until uniform final moisture content was achieved, and then changes in antioxidant activity and beta-carotene content were analyzed. The results showed that all methods were able to reduce the moisture content and extend the shelf life of carrots. However, sun and oven drying caused significant decreases in beta-carotene and antioxidant activity. In contrast, freeze-drying gave more optimal results with minimal nutrient degradation. Therefore, freeze-drying is recommended as the best method to maintain the functional quality of dried carrots while extending their shelf life.

Keywords— Antioxidant activity, beta-carotene, drying, carrot

I. PENDAHULUAN

Wortel (*Daucus carota* L.) adalah salah satu tanaman pertanian yang paling kaya akan provitamin A (β -karoten), serat pangan, dan antioksidan. Semua ini berfungsi untuk menjaga kesehatan mata, meningkatkan sistem kekebalan, dan melawan radikal bebas. Selain nilai gizinya yang tinggi, wortel cocok dengan berbagai lingkungan [1]. Karena kandungan airnya yang tinggi, wortel rentan terhadap pelunakan, perubahan warna, dan kerusakan bakteri selama penyimpanan dan distribusi. Akibatnya, diperlukan suatu penanganan yang tepat untuk menjaga kualitas dan memperpanjang umur simpannya [2].

Berbagai jenis kerusakan pascapanen, termasuk pelunakan tekstur, perubahan warna kulit menjadi kecokelatan, penurunan kadar air (susut bobot), dan kontaminasi mikroorganisme yang dapat mempercepat pembusukan, sangat mungkin terjadi pada wortel segar [3]. Jika wortel tidak dirawat dengan baik, umur penyimpanan wortel akan sangat pendek karena faktor-faktor ini. Salah satu cara yang efektif untuk memperpanjang umur simpan wortel adalah pengeringan [4]. Pengeringan mampu mengurangi jumlah air dalam wortel hingga batas aman untuk mencegah perkembangan mikroba dan aktivitas enzimatis. Akibatnya, kualitas produk dapat dipertahankan lebih lama dan lebih mudah disimpan dan didistribusikan.

Metode pengeringan wortel, seperti pengeringan matahari, oven, vakum, dan beku, dapat sangat memengaruhi aktivitas antioksidannya [5]. Degradasi senyawa bioaktif seperti beta-karoten, yang sensitif terhadap panas, oksidasi, dan paparan cahaya selama proses pengeringan biasanya menyebabkan penurunan aktivitas antioksidan. Mekanisme penurunan ini termasuk suhu tinggi, reaksi Maillard, dan peningkatan laju oksidasi lipid, yang mempercepat pemisahan komponen fungsional senyawa antioksidan [6]. Oleh karena itu, evaluasi menyeluruh terhadap berbagai teknik pengeringan diperlukan untuk mengetahui sejauh mana masing-masing teknik pengeringan berkontribusi pada penurunan kadar air dan antioksidan pada wortel hasil pengeringan.

II. BETA-KAROTEN PADA WORTEL

Pembentukan beta-karoten pada wortel disebabkan oleh jalur biosintesis terpenoid yang terletak di plastida. Ini khususnya berlaku untuk kloroplas yang berkembang menjadi kromoplas selama proses pematangan [1]. Ini dimulai dengan pembentukan geranylgeranyl pirofosfat (GGPP), yang dikatalisis oleh enzim fitosintase menjadi fiton. Kemudian, enzim likopen siklase mengubahnya menjadi likopen dan kemudian menjadi beta-karoten. Karena wortel dapat menyerap dan memantulkan cahaya biru dan ungu, akumulasi beta-karoten di dalam kromoplas membuat wortel berwarna oranye [7]. Warna wortel sangat dipengaruhi oleh konsentrasi dan kestabilan beta-karoten. Perubahan ini dapat dipengaruhi oleh lingkungan, proses pematangan, dan perlakuan pascapanen seperti pengeringan atau penyimpanan.

Beta-karoten adalah senyawa karotenoid non-polar yang tersimpan dalam bentuk kristal di dalam kromoplas sel wortel dan larut dalam lemak [1]. Karena sifat non-polarnya, ia tidak larut dalam air tetapi mudah diserap oleh sistem pencernaan bersama lemak. Struktur kimia beta-karoten yang kaya akan ikatan rangkap terkonjugasi memungkinkan senyawa ini menangkap dan menetralkan radikal bebas melalui donasi elektron atau hidrogen [8]. Dengan menstabilkan radikal bebas, beta-karoten melindungi sel-sel tubuh dari kerusakan oksidatif yang menyebabkan kanker, penuaan dini, dan penyakit degeneratif lainnya.

Beta-Karoten pada wortel sangat rentan terhadap oksidasi dan degradasi karena strukturnya yang terdiri dari rantai poliensa dengan ikatan rangkap terkonjugasi yang sangat reaktif terhadap oksigen, cahaya, panas, dan logam transisi [3]. Paparan cahaya, terutama sinar ultraviolet, dapat memicu reaksi foto-oksidasi yang merusak ikatan rangkap, sedangkan suhu tinggi mempercepat reaksi termal yang menyebabkan isomerisasi dari bentuk trans menjadi cis, yang memiliki aktivitas antioksidan lebih rendah. Selain itu, keberadaan oksigen dan logam seperti besi atau tembaga dapat mengkatalisis reaksi autooksidasi Beta-karoten, menghasilkan radikal bebas dan senyawa degradasi

seperti epoksida dan aldehida [9]. Mekanisme ini menyebabkan penurunan warna oranye khas wortel serta penurunan nilai gizi dan fungsi antioksidan beta-karoten. Oleh karena itu, penanganan pascapanen seperti pengeringan dan penyimpanan perlu dirancang untuk meminimalkan paparan terhadap faktor-faktor degradasi tersebut.

III. PENGARUH PROSES PENGERINGAN TERHADAP AKTIVITAS ANTIOKSIDAN PADA WORTEL

Pengeringan matahari, oven, dan pengeringan beku memiliki mekanisme berbeda dalam menurunkan kadar air wortel. Pengeringan matahari menggunakan panas alami dengan konveksi lambat, namun berisiko kontaminasi dan degradasi nutrisi [4]. Oven memanfaatkan panas konveksi terkontrol untuk mempercepat evaporasi, tetapi suhu tinggi dapat merusak senyawa sensitif seperti β -karoten. Sementara itu, pengeringan beku membekukan wortel terlebih dahulu, lalu menghilangkan air melalui sublimasi di tekanan rendah, sehingga struktur dan nutrisi tetap terjaga. Dibandingkan dua metode lainnya, pengeringan beku paling efektif mempertahankan kualitas fisik dan kimia wortel, meskipun lebih mahal dan memerlukan energi tinggi [10]. Oleh karena itu, pemilihan metode pengeringan harus mempertimbangkan efisiensi, mutu akhir produk, dan ketersediaan teknologi.

Proses pengeringan dapat mempengaruhi warna dan kandungan beta-karoten pada wortel karena paparan panas, cahaya, dan oksigen selama pengeringan dapat menyebabkan degradasi pigmen karotenoid [4]. Pada pengeringan matahari dan oven, suhu tinggi dan paparan langsung terhadap oksigen dan cahaya mempercepat oksidasi serta isomerisasi beta-karoten dari bentuk trans ke cis, yang menurunkan intensitas warna oranye dan aktivitas antioksidannya. Sebaliknya, pengeringan beku mampu mempertahankan warna dan Beta-karoten lebih baik karena proses dilakukan pada suhu rendah dan tekanan rendah tanpa melibatkan fase cair, sehingga reaksi degradasi termal dan oksidatif dapat diminimalkan [10]. Oleh karena itu, freeze drying menjadi metode unggulan dalam menjaga stabilitas warna dan nutrisi wortel kering.

Mekanisme pengeringan menurunkan aktivitas antioksidan pada wortel kering melalui degradasi termal, oksidatif, dan isomerisasi senyawa bioaktif seperti Beta-karoten dan fenolik. Pada pengeringan matahari dan oven, paparan suhu tinggi dan oksigen mempercepat kerusakan struktur ikatan rangkap terkonjugasi Beta-karoten serta memicu oksidasi senyawa fenolik, yang mengakibatkan penurunan kapasitas menangkal radikal bebas [11]. Pengeringan matahari cenderung paling merusak karena tidak terkontrol dan terpapar langsung sinar UV, sedangkan oven lebih stabil namun tetap menimbulkan degradasi termal [12]. Sebaliknya, pengeringan beku mempertahankan aktivitas antioksidan dengan baik karena suhu rendah dan lingkungan vakum menghambat reaksi oksidatif dan menjaga integritas senyawa aktif. Dengan demikian, freeze drying merupakan metode terbaik untuk mempertahankan aktivitas antioksidan wortel.

IV. TREND KEDEPAN

Dalam perkembangan teknologi pascapanen, tren metode pengeringan wortel diproyeksikan akan bergeser menuju teknik yang lebih mampu mempertahankan stabilitas senyawa bioaktif,

khususnya aktivitas antioksidan. Pengeringan secara tradisional menggunakan sinar matahari cenderung ditinggalkan karena paparan langsung terhadap radiasi ultraviolet dan oksigen atmosferik yang memicu reaksi oksidatif, sehingga mempercepat degradasi senyawa fenolik dan karotenoid. Pengeringan menggunakan oven bersuhu tinggi juga diketahui mempercepat penurunan aktivitas antioksidan akibat stres termal yang menyebabkan denaturasi enzim protektif dan aktivasi jalur degradasi termal.

Sebaliknya, metode pengeringan beku (freeze drying) dipandang sebagai pendekatan yang lebih prospektif karena proses sublimasi air pada tekanan rendah dan suhu rendah mampu meminimalkan kerusakan struktur sel serta menghambat aktivitas enzimatik dan oksidatif. Untuk mempertahankan aktivitas antioksidan secara optimal selama proses pengeringan, diperlukan penerapan strategi terpadu, antara lain pretreatment menggunakan agen pelindung seperti asam askorbat, perlakuan blanching ringan untuk inaktivasi enzim oksidatif (misalnya polifenol oksidase dan peroksidase), serta pengendalian parameter proses seperti suhu dan kelembaban. Di samping itu, penyimpanan produk kering dalam kemasan kedap oksigen dan cahaya turut berperan dalam menghambat pembentukan radikal bebas dan mempertahankan kestabilan senyawa bioaktif dalam matriks wortel secara maksimal.

V. KESIMPULAN

Pengeringan merupakan metode efektif untuk memperpanjang umur simpan wortel melalui penurunan kadar air. Namun, metode pengeringan yang digunakan berpengaruh signifikan terhadap kandungan gizi dan aktivitas antioksidan wortel kering. Pengeringan matahari dan oven meskipun mampu menurunkan kadar air dan memperpanjang umur simpan, menyebabkan degradasi beta-karoten dan penurunan aktivitas antioksidan secara signifikan akibat paparan suhu tinggi dan oksidasi. Sebaliknya, metode pengeringan beku menunjukkan kinerja superior dalam mempertahankan kualitas nutrisi, di mana kadar air menurun secara efektif, umur simpan meningkat, dan kehilangan aktivitas antioksidan serta beta-karoten relatif minimal. Dengan demikian, pengeringan beku merupakan metode yang paling direkomendasikan untuk mempertahankan kualitas fungsional wortel kering

REFERENSI

- [1] M. Rifqi, I. S. Setiasih, and Y. Cahayana. (2020). "Total β -carotene of β -carotene carrot powder (*Daucus Carota L.*) encapsulation result". IOP Conf Ser Earth Environ Sci, vol. 443, no. 1. doi: 10.1088/1755-1315/443/1/012063.
- [2] J. Peng et al. (2017). "Microwave pasteurization of pre-packaged carrots". J Food Eng, vol. 202, pp. 56–64. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2017.01.003.
- [3] J. G. Buishand and W. H. Gabelman. (1980). "Studies on the inheritance of root color and carotenoid content in red \times yellow and red \times white crosses of carrot, *Daucus carota L.*", Euphytica, vol. 29, no. 2, pp. 241 – 260. doi: 10.1007/BF00025121.
- [4] M. Zielinska and M. Markowski. (2010). "Air drying characteristics and moisture diffusivity of carrots". Chemical Engineering and Processing: Process Intensification, vol. 49, no. 2, pp. 212–218. doi: 10.1016/j.cep.2009.12.005.
- [5] V. Šeregelj et al.(2021). "Encapsulation of carrot waste extract by freeze and spray drying techniques: An optimization study". Lwt, vol. 138, p. 110696. doi: 10.1016/j.lwt.2020.110696.

- [6] F. Que et al. (2019). "Advances in research on the carrot, an important root vegetable in the Apiaceae family". *Hortic Res*, vol. 6, no. 1. doi: 10.1038/s41438-019-0150-6.
- [7] Y. Dai and K. H. Row. (2019). "Isolation and Determination of Beta-Carotene in Carrots by Magnetic Chitosan Beta-Cyclodextrin Extraction and High-Performance Liquid Chromatography (HPLC)". *Anal Lett*, vol. 52, no. 11, pp. 1828–1843. doi: 10.1080/00032719.2019.1570245.
- [8] J. Von Lintig. (2020). "Eat your carrots! β -carotene and cholesterol homeostasis". *Journal of Nutrition*, vol. 150, no. 8, pp. 2003–2005. doi: 10.1093/jn/nxaa189.
- [9] A. K. Biswas, J. Sahoo, and M. K. Chatli. (2011). "A simple UV-Vis spectrophotometric method for determination of β -carotene content in raw carrot, sweet potato and supplemented chicken meat nuggets". *LWT - Food Science and Technology*, vol. 44, no. 8, pp. 1809–1813. doi: 10.1016/j.lwt.2011.03.017.
- [10] W. Xu, X. Cao, G. Zhu, Z. Xia, and D. Wang. (2020). "Effect of temperature difference on the aroma and quality of carrots processed through microwave drying combined with hot air drying". *Food and Bioproducts Processing*, vol. 120, pp. 58–68. doi: 10.1016/j.fbp.2019.12.006.
- [11] X. Hu, J. Kurian, Y. Garipey, and V. Raghavan. (2017). "Optimization of microwave-assisted fluidized-bed drying of carrot slices". *Drying Technology*, vol. 35, no. 10, pp. 1234–1248. doi: 10.1080/07373937.2016.1242014.
- [12] V. Šeregelj et al. (2021). "Encapsulation of carrot waste extract by freeze and spray drying techniques: An optimization study". *LWT*, vol. 138. doi: 10.1016/j.lwt.2020.110696.