

Determination of Vitamin C Content in Fresh *Ananas comocus* L. Fruit Cultivated in Teluk Meranti District, Pelalawan using Spectrophotometry UV-Vis Method

Penetapan Kadar Vitamin C Buah Nanas Segar (*Ananas comocus* L.) Hasil Budidaya di Kecamatan Teluk Meranti, Kabupaten Pelalawan dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis

Annisa Fauzana*¹, Lesmawati², Isna Wardaniati³

¹Fakultas Farmasi, Universitas Andalas, Indonesia

²Program Studi DIII Analis Farmasi dan Makanan, Universitas Abdurrah, Indonesia

³Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi dan Ilmu Kesehatan, Universitas Abdurrah, Indonesia
annisafauzana@phar.unand.ac.id

ABSTRACT

Vitamin C is a water-soluble antioxidant that affects the body immune system. Vitamin C deficiency is related to the high risk of infection disease manifestation. Consuming vitamin C of 100-200 mg/day is effective to optimize physiological functions of tissues and cells. Fruits are a natural source of vitamin C that can be consumed to achieve vitamin C requirement intake, such as *Ananas comocus*. However, the vitamin C content in *Ananas comocus* can be varied depending on some factors, such as their varieties, growth environment, and preparation. This research aims to determine vitamin C content in some fresh *Ananas comocus* fruits from three plantations in Teluk Meranti area, Pelalawan using Spectrophotometry UV-Vis method, that is a suitable method for vitamin C content determination. The result showed that the calibration curve of vitamin C exhibited a good linearity, with r value of 0,9943. Vitamin C content in the three plantations was varied. The content from the plantation 1, 2, and 3 was 51,1889; 48,3320; dan 144,200 mg/100 g, respectively.

Keywords: Fresh fruit, spectrophotometer, vitamin C content determination, Teluk Meranti, *Ananas comocus*

ABSTRAK

Vitamin C merupakan antioksidan larut air yang memberikan pengaruh terhadap sistem imun tubuh. Defisiensi vitamin C akan mengakibatkan risiko terjangkitnya penyakit, seperti penyakit infeksi. Konsumsi vitamin C sebesar 100-200 mg/hari mampu mengoptimalkan fungsi tubuh pada tingkat jaringan dan sel. Buah-buahan merupakan sumber vitamin C yang dapat dikonsumsi untuk memenuhi kebutuhan vitamin C, seperti buah nenas (*Ananas comocus*). Akan tetapi, kadar vitamin C pada buah nenas bervariasi tergantung pada beberapa faktor, seperti jenis, tempat tumbuh, dan pengolahan buah nenas. Penelitian ini bertujuan untuk menetapkan kadar vitamin C pada buah nenas segar yang dibudidayakan di perkebunan daerah Teluk Meranti, Pelalawan menggunakan metode Spektrofotometri UV-Vis, yang merupakan metode dengan efisiensi yang baik untuk penetapan kadar vitamin C. Berdasarkan pengujian, didapatkan kurva kalibrasi vitamin C dengan linearitas yang baik, dengan nilai $r=0,9943$. Kadar vitamin C pada sampel buah nenas bervariasi. Kadar vitamin C pada buah nenas dari Perkebunan 1, 2, dan 3 adalah 51,1889; 48,3320; dan 144,200 mg/100 g.

Kata kunci: Buah nenas segar, spektrofotometer, penetapan kadar, vitamin C, Teluk Meranti, *Ananas comocus*

LATAR BELAKANG

Vitamin C, dikenal juga dengan asam askorbat, merupakan senyawa antioksidan larut air penting di dalam plasma manusia (Lazzarino *et al.*, 2019) yang diketahui memberikan pengaruh terhadap sistem imun tubuh untuk mendukung berbagai fungsi sel tubuh (Carr and Maggini, 2017) (Jafari *et al.*, 2019). Vitamin ini mampu menetralkan berbagai senyawa oksidan reaktif dan juga meregenerasi senyawa antioksidan penting pada membran dan sel, seperti glutathion dan vitamin E (Buettner, 1993). Defisiensi vitamin C dapat mengakibatkan gangguan sistem imun tubuh, sehingga meningkatkan risiko terjadinya infeksi (Hemilä, 2017), termasuk infeksi akibat virus (Colunga Biancatelli, Berrill and Marik, 2020).

Konsumsi vitamin C sebesar 100-200 mg/hari mampu mengoptimalkan fungsi tubuh pada tingkat jaringan dan sel (Carr and Maggini, 2017). Asupan vitamin C harus didapatkan dari luar tubuh karena vitamin ini tidak dapat disintesis di dalam tubuh melalui jalur biosintesis (Hemilä, 2017). Selain itu, karena kemampuan tubuh yang rendah dalam menyimpan vitamin C, konsumsi vitamin C yang cukup setiap harinya sangat dianjurkan untuk mencegah *hypovitaminosis C* (Schleicher *et al.*, 2009). Kasus defisiensi vitamin C sangat umum terjadi di Dunia, terutama pada negara-negara dengan pendapatan rendah (Rowe and Carr, 2020).

Sayuran dan buah dapat menjadi sumber vitamin C yang dapat dikonsumsi untuk memenuhi kebutuhan vitamin C setiap hari (Domínguez-Perles *et al.*, 2014) (Paciolla *et al.*, 2019), seperti buah nenas (*Ananas comosus*) di mana Indonesia menjadi salah satu produsen penghasil nenas terbesar di Dunia (Nweze, Abdulganiyu and Erhabor, 2015) (Wali, 2019). Akan tetapi, kandungan vitamin C pada nenas dapat bervariasi tergantung pada, salah satunya, tempat tumbuh (Sun *et al.*, 2015). Sehingga, penetapan kadar vitamin C buah nenas yang didapatkan dari masing-masing sumber yang berbeda harus dilakukan.

Metode analisis dan ekstraksi yang tepat diperlukan dalam menentukan kadar vitamin C dalam sampel bahan alam. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menetapkan kadar vitamin C adalah spektrofotometri UV-Vis. Penetapan kadar vitamin C dengan metode ini memberikan nilai linearitas, LOD, LOQ, akurasi, dan penyimpangan yang baik (Damayanti and Kurniawati, 2017). Selain itu, metode spektrofotometri UV-Vis baik digunakan untuk penetapan kadar vitamin C dalam sampel bahan alam (Badriyah and Manggara, 2015) (Maulana *et al.*, 2019) dan telah tervalidasi untuk penetapan kadar vitamin C pada *A. comosus* (Nasution *et al.*, 2021), sehingga dapat memberikan hasil pengujian yang akurat. Selanjutnya, perbedaan metode ekstraksi dan bagian buah yang digunakan sebagai sampel uji akan mempengaruhi kadar vitamin C di dalam sampel (Cunha-Santos *et al.*, 2019). Pada penelitian ini, akan ditentukan kandungan vitamin C dari air perasan buah *A. comosus* yang didapatkan dari tiga tempat tumbuh yang berbeda.

METODE

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu®), timbangan analitik, *blender* dan peralatan gelas. Sedangkan bahan yang digunakan adalah buah nenas segar, akuades bebas CO₂ dan asam askorbat p.a. Sampel buah nenas segar diambil dari tiga perkebunan budidaya tanaman nenas di Kecamatan Teluk Meranti, Kabupaten Pelalawan.

Metode Penelitian

Pembuatan Akuades Bebas CO₂

Akuades bebas CO₂ dibuat dengan memanaskan akuades sampai 5-10 menit yang dihitung setelah akuades mendidih, lalu didinginkan.

Pembuatan Larutan Induk Vitamin C 100 ppm

Asam askorbat ditimbang sebanyak 50 mg kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 500 ml dan dilarutkan dengan akuades sampai tanda batas.

Pembuatan Larutan Standar

Larutan induk vitamin C 100 ppm diambil sebanyak 1, 2, 3, 4 dan 5 ml dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50 ml. Larutan kemudian diencerkan dengan akuades hingga tanda batas untuk mendapatkan larutan standar konsentrasi 2, 4, 6, 8 dan 10 ppm.

Penetapan Panjang Gelombang Maksimum dan Pembuatan Kurva Kalibrasi

Larutan standar vitamin C konsentrasi 6 ppm digunakan untuk penetapan panjang gelombang maksimum. Serapan diukur pada rentang panjang gelombang 200-600 nm. Pengukuran pada panjang gelombang yang memperoleh serapan tertinggi ditetapkan sebagai panjang gelombang maksimum vitamin C. Masing-masing konsentrasi larutan standar diukur serapannya pada panjang gelombang maksimum yang didapatkan. Kurva kalibrasi didapatkan dengan membuat hubungan antara konsentrasi larutan standar dan nilai serapannya (da Silva *et al.*, 2017).

Penentuan Kadar Vitamin C Sampel

Buah nanas segar dihaluskan dengan menggunakan *blender* dan diambil filtratnya. Filtrat kemudian ditimbang sebanyak 5 gram dan dilarutkan dengan akuades bebas CO₂ hingga 100 ml. Sebanyak 10 ml larutan ini diambil dan diencerkan dengan akuades bebas CO₂ hingga 100 ml. Kadar vitamin C pada buah nanas diukur serapannya dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan menggunakan akuades sebagai blanko.

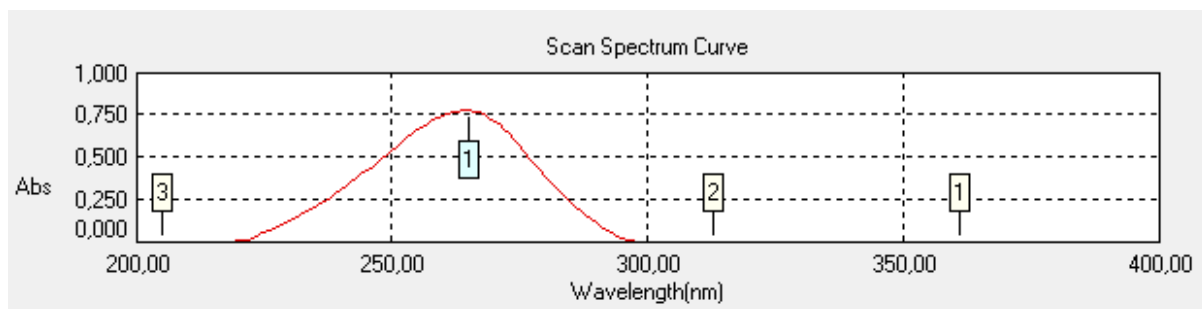
Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan dengan memasukkan nilai serapan sampel ke dalam persamaan regresi linier dengan persamaan diperoleh dari kurva kalibrasi (da Silva *et al.*, 2017).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persamaan Regresi Linear Standar Vitamin C

Serapan vitamin C ditentukan pada Panjang gelombang 265 nm yang didapatkan sebagai panjang gelombang maksimumnya (Gambar 1). Nilai serapan standar diperoleh meningkat dengan meningkatnya konsentrasi. Pada pengukuran standar konsentrasi 2, 4, 6, 8 dan 10 ppm didapatkan serapan masing-masing sebesar 0,211; 0,365; 0,429; 0,557 dan 0,684 (Tabel 1). Berdasarkan nilai serapan ini, diperoleh persamaan regresi linear berupa $y=0,056x+0,107$ dengan nilai r sebesar 0,9943 (Gambar 2).



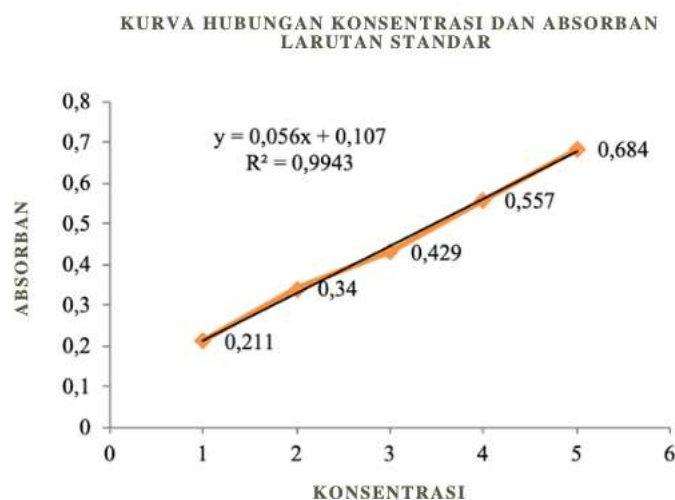
Gambar 1. Kurva panjang gelombang maksimum vitamin C

Spektrofotometri menjadi salah satu metode pilihan untuk menetapkan kadar vitamin C, terutama pada sampel makanan dan bahan alam. Selain metode ini, kadar vitamin C dalam sampel makanan juga umum ditetapkan menggunakan metode kromatografi, seperti kromatografi cair kinerja tinggi (KCKT) dan metode titrimetri (da Silva *et al.*, 2017). Akan tetapi, metode KCKT, dengan menggunakan *diode array* atau UV sebagai detektor, membutuhkan biaya analisis yang cukup tinggi (Hal, 2013) (Gamboa-Santos *et al.*, 2014). Metode titrimetri dan spektrofotometri

memberikan efisiensi yang baik pada penetapan kadar vitamin C buah, di mana kedua metode ini memberikan nilai akurasi, presisi, LOD, LOQ, dan standar kesalahan yang baik. Akan tetapi, metode spektrofotometri memberikan kesalahan yang lebih kecil dan warna sampel tidak mempengaruhi hasil analisis karena telah melalui proses pengenceran. Pada metode titrimetri penentuan titik akhir titrasi akan sulit dilakukan jika sampel yang dianalisis merupakan larutan berwarna, sehingga akurasi akan lebih rendah (da Silva *et al.*, 2017). Selain itu, analisis vitamin C menggunakan metode spektrofotometri cepat dan mudah dilakukan karena tidak membutuhkan tahap persiapan sampel yang khusus, sehingga cocok untuk metode analisis rutin. Selanjutnya, metode ini menunjukkan hasil linearitas yang sangat baik (Pfundt *et al.*, 2003) yang juga terlihat pada penelitian ini, di mana nilai r analisis mencapai 0,9943.

Tabel I. Seri konsentrasi dan nilai absorban larutan standar

No.	Konsentrasi Larutan Standar (ppm)	Absorban
1	2	0,221
2	4	0,365
3	6	0,429
4	8	0,557
5	10	0,684



Gambar 2. Kurva kalibrasi dan persamaan regresi linear vitamin C

Kadar Vitamin C Sampel

Rata-rata serapan masing-masing sampel buah nanas dari perkebunan 1, 2, dan 3 adalah 0,227; 0,234; dan 0,553. Dengan menggunakan persamaan regresi linear, didapatkan kadar vitamin C sampel dari perkebunan 1; 2; dan 3 masing-masing adalah 51,19; 48,33; dan 144,20 mg/100 g air perasan buah nanas (Tabel II). Terdapat perbedaan kadar vitamin C pada buah nanas dari tiga perkebunan, dengan kadar tertinggi didapatkan pada buah nanas dari perkebunan 3, yaitu sebesar 144,20 mg/100 g air perasan buah nanas.

Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kualitas tanaman, seperti kondisi tumbuh, waktu pemanenan, dan sumber nutrisi. Beberapa kondisi tumbuh yang dapat menentukan hasil panen adalah intensitas cahaya, temperatur udara, kelembapan relatif, dan tekanan udara, di mana dengan mengatur lingkungan tempat tumbuh buah sesuai dengan kondisi yang dibutuhkan akan meningkatkan kualitas buah yang baik (Shamshiri *et al.*, 2018). Kandungan senyawa kimia bahan alam, seperti senyawa golongan fenolik, sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya dan

temperatur tempat tumbuh tanaman tersebut. Selanjutnya, beberapa sifat buah seperti kandungan asam askorbat, air, total asam, senyawa manis larut air, dan antosianin lokasi tempat tumbuh dan waktu dan teknik pemanenan buah (Di Vittori *et al.*, 2018). Walaupun kondisi geografis ketiga tempat tumbuh sampel kemungkinan tidak berbeda secara signifikan, perbedaan kondisi tumbuh seperti intensitas cahaya dan suhu dapat terjadi. Selain itu, kemungkinan adanya perbedaan waktu dan teknik pemanenan, dan sumber nutrisi pada ketiga perkebunan yang berbeda bertanggung jawab terhadap perbedaan komposisi vitamin C pada sampel.

Buah nenas merupakan salah satu sumber vitamin C dari bahan alam yang dapat dikonsumsi untuk memenuhi kebutuhan vitamin C. Akan tetapi, kandungan vitamin C buah nenas dapat berbeda tergantung pada beberapa faktor, seperti jenis, tempat tumbuh, dan pengolahan buah nenas. Kandungan vitamin C buah nenas jenis nenas madu (*queen*) mencapai 810 mg/100g dan nenas jenis Subang (*cayenne*) mencapai 770 mg/100g, di mana kedua jenis nenas ini adalah buah nenas yang beredar di daerah Cirebon, Indonesia (Prambudi, 2019). Perolehan ini sangat nyata perbedaannya jika dibandingkan dengan kadar vitamin C pada buah nenas yang ditumbuhkan di perkebunan daerah Meranti pada penelitian ini, di mana kadar vitamin C tertinggi yang diperoleh adalah 144,2 mg/100g. Besarnya perbedaan ini memperlihatkan kemungkinan bahwa jenis dan tempat tumbuh tumbuhan nenas mempengaruhi kadar vitamin C pada buahnya.

Selain jenis dan tempat tumbuh, proses pengolahan dapat menurunkan kandungan vitamin C produk olahannya, terutama olahan buah. Nasution *et al.* telah melakukan penelitian untuk melihat perubahan kadar vitamin C pada buah nenas yang telah diolah menjadi keripik. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa terjadi penurunan kadar vitamin C hampir 50% pada keripik buah nenas dibandingkan dengan buah segarnya (Nasution *et al.*, 2019). Selain pengeringan, proses pengalengan juga dapat menurunkan lebih dari 50% kadar vitamin C pada buah nenas (Putri and Setiawati, 2015). Penambahan gula dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan vitamin C pada sampel bahan alam selama proses pengolahan. Akan tetapi, penurunan kadar vitamin C setelah pengolahan hampir tidak dapat dielakkan. Berdasarkan penelitian Indriaty, perolehan kembali vitamin C pada permen kering yang dibuat dari sari buah nenas dan gula maksimal adalah sekitar 8% (Indriaty, 2018). Hal ini menunjukkan bahwa proses pengolahan dapat menurunkan kadar vitamin C buah nenas secara nyata.

Tabel II. Kadar vitamin C pada buah nenas dari tiga Perkebunan di Teluk Meranti

Perkebunan	Berat Sampel (g)	Absorban	Kadar Vitamin C (mg/100 g)
1	5,0000	0,227	51,1889
2	5,0001	0,234	48,3300
3	5,0000	0,553	144,200

Setelah dikonsumsi, vitamin C dapat terakumulasi pada berbagai sel yang mampu meningkatkan kerja sel, terutama pada sel fagosit dan sel-T (Ströhle and Hahn, 2009). Walaupun vitamin C tidak menunjukkan mekanisme imunitas spesifik terhadap infeksi virus dan bakteri, efek antioksidan vitamin C memberikan efek perlindungan non-spesifik terhadap berbagai bagian sistem imun (Saravia and Homo-Delarche, 2003), seperti meningkatkan aktivitas *natural killer cell*, proliferasi limfosit, kemotaksis, dan *delayed type hypersensitivity* (Wintergerst, Maggini and Hornig, 2006). Beberapa hasil penelitian menyatakan bahwa vitamin C dapat digunakan sebagai terapi profilaksis, di mana konsumsi vitamin C oleh individu sehat dapat menurunkan risiko terkena penyakit pada individu tersebut (Ströhle and Hahn, 2009). Selanjutnya, kombinasi vitamin C dan zink dapat menurunkan risiko kejadian dan meningkatkan hasil terapi pneumonia, malaria, dan diare (Wintergerst, Maggini and Hornig, 2006). Sehingga, vitamin C menjadi salah satu terapi potensial yang disarankan pada pencegahan infeksi, seperti COVID-19 (Kim and Yeom, 2020).

KESIMPULAN

Penetapan kadar vitamin C pada sampel buah nenas segar dari ketiga perkebunan di Teluk Meranti, Pelalawan dengan metode spektrofotometri UV-Vis memberikan linearitas yang baik. Persiapan sampel sangat mudah dilakukan dengan hasil yang akurat dan presisi. Kadar vitamin C pada sampel bervariasi, tergantung pada tempat budidayanya. Kadar vitamin C paling tinggi didapatkan pada buah nenas segar dari Perkebunan 3, yaitu 144,200 mg/100g.

REFERENSI

- Badriyah, L. and Manggara, A. B., 2015, Penetapan Kadar Vitamin C pada Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) Menggunakan Metode Spektrofotometri UV-Vis, *Jurnal Wiyata*, 2(1), pp. 26–28.
- Buettner, G. R., 1993, The Pecking Order of Free Radicals and Antioxidants: Lipid Peroxidation, α -Tocopherol, and Ascorbate, *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 300(2), pp. 535–543. doi: <https://doi.org/10.1006/abbi.1993.1074>.
- Carr, A. C. and Maggini, S., 2017, Vitamin C and Immune Function, *Nutrients*, 9(11), pp. 1–25. doi: 10.3390/nu9111211.
- Colunga Biancatelli, R. M. L., Berrill, M. and Marik, P. E., 2020, The Antiviral Properties of Vitamin C, *Expert Review of Anti-Infective Therapy*. Taylor & Francis, 18(2), pp. 99–101. doi: 10.1080/14787210.2020.1706483.
- Cunha-Santos, E. C. E. *et al.*, 2019, Vitamin C in camu-camu [*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh]: Evaluation of Extraction and Analytical Methods, *Food Research International*. Elsevier, 115(April 2018), pp. 160–166. doi: 10.1016/j.foodres.2018.08.031.
- Damayanti, E. T. and Kurniawati, P., 2017, Perbandingan Metode Penentuan Vitamin C pada Minuman Kemasan Menggunakan Metode Spektrofotometer UV-Vis dan Iodimetri, *Universitas Islam Indonesia D III Analisis Kimia*, (November), pp. 258–266.
- Domínguez-Perles, R. *et al.*, 2014, Brassica Foods as a Dietary Source of Vitamin C: A Review, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. Taylor & Francis, 54(8), pp. 1076–1091. doi: 10.1080/10408398.2011.626873.
- Gamboa-Santos, J. *et al.*, 2014, Impact of Processing Conditions on The Kinetic of Vitamin C Degradation and 2-Furoylmethyl Amino Acid Formation in Dried Strawberries, *Food Chemistry*, 153, pp. 164–170. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.12.004.
- Hal, P. H., 2013, Processing of Marula (*Sclerocarya birrea* subsp . Caffra) fruits : A Case Study on Health-Promoting Compounds in Marula Pulp.
- Hemilä, H., 2017, Vitamin C and Infections, *Nutrients*, 9(4). doi: 10.3390/nu9040339.
- Indriaty, F., 2018, Pengaruh Penambahan Sari Buah Nenas Pada Permen Keras, *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*, 8(2), p. 159. doi: 10.33749/jpti.v8i2.2223.
- Jafari, D. *et al.*, 2019, ‘Vitamin C and the Immune System, in Mahmoudi, M. and Rezaei, N. (eds) *Nutrition and Immunity*. Cham: Springer International Publishing, pp. 81–102. doi: 10.1007/978-3-030-16073-9_5.
- Kim, S. B. and Yeom, J. S., 2020, Reply: Vitamin C as a Possible Therapy for COVID-19, *Infection and Chemotherapy*, 52(2), pp. 224–225. doi: 10.3947/ic.2020.52.2.224.
- Lazzarino, Giacomo *et al.*, 2019, Water- and Fat-Soluble Antioxidants in Human Seminal Plasma and Serum of Fertile Males, *Antioxidants*, 8(4), pp. 1–13. doi: 10.3390/antiox8040096.
- Maulana, A. K. *et al.*, 2019, Analisis Kadar Vitamin C pada Buah Delima (*Punica granatum* L.)

- Merah dan Putih Secara Spektrofotometri UV-Vis, *Jurnal Kimia Riset*, 2(2), pp. 155–161.
- Nasution, A. Y. *et al.*, 2019, Perbandingan Kadar Vitamin C pada Nanas Segar dan Keripik Nanas dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis, *JOPS (Journal Of Pharmacy and Science)*, 3(1), pp. 15–20. doi: 10.36341/jops.v3i1.1067.
- Nasution, A. Y. *et al.*, 2021, Validasi Metode Analisis Vitamin C pada Buah dan Keripik Nanas Secara Spektrofotometri UV-Vis, *Kartika : Jurnal Ilmiah Farmasi*, 8(1), p. 16. doi: 10.26874/kjif.v8i1.251.
- Nweze, C. C., Abdulganiyu, M. G. and Erhabor, O. G., 2015, Comparative Analysis of Vitamin C in Fresh Fruits Juice of *Malus Domestica*, *Citrus Sinensi*, *Ananas Comosus* and *Citrullus Lanatus* by Iodometric Titration, *International Journal of Science, Environment and Technology*, 4(1), pp. 17–22.
- Paciolla, C. *et al.*, 2019, Vitamin C in Plants: From Functions to Biofortification, *Antioxidants*, 8(11). doi: 10.3390/antiox8110519.
- Pfendt, L. B. *et al.*, 2003, Second Order Derivative Spectrophotometric Method for Determination of Vitamin C Content in Fruits, Vegetables and Fruit Juices, *European Food Research and Technology*, 217(3), pp. 269–272. doi: 10.1007/s00217-003-0746-8.
- Prambudi, H., 2019, Perbandingan Kadar Vitamin C pada Buah Nanas Madu (Queen) dan Nanas Subang (Cayenne) yang Dijual di Pasar Kanoman Kota Cirebon, *Syntax Literate*, 4(4), pp. 59–67. doi: 10.36418/syntax-literate.v4i4.589.
- Putri, M. P. and Setiawati, Y. H., 2015, Analisis Kadar Vitamin C pada Buah Nanas Segar (*Ananas comosus* (L.) Merr) dan Buah Nanas Kaleng dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis, *Jurnal Wiyata*, 2(1), pp. 34–38.
- Rowe, S. and Carr, A. C., 2020, Global vitamin c status and prevalence of deficiency: A cause for concern?, *Nutrients*, 12(7), pp. 1–20. doi: 10.3390/nu12072008.
- Saravia, F. and Homo-Delarche, F., 2003, Is innervation an early target in autoimmune diabetes?, *Trends in Immunology*, 24(11), pp. 574–579. doi: 10.1016/j.it.2003.09.010.
- Schleicher, R. L. *et al.*, 2009, Serum vitamin C and the prevalence of vitamin C deficiency in the United States: 2003-2004 National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES), *American Journal of Clinical Nutrition*, 90(5), pp. 1252–1263. doi: 10.3945/ajcn.2008.27016.
- Shamshiri, R. R. *et al.*, 2018, Review of Optimum Temperature, Humidity, and Vapour Pressure Deficit for Microclimate Evaluation and Control in Greenhouse Cultivation of Tomato: A Review, *International Agrophysics*, 32(2), pp. 287–302. doi: 10.1515/intag-2017-0005.
- da Silva, T. L. *et al.*, 2017, Comparison Between Titrimetric and Spectrophotometric Methods for Quantification of Vitamin C, *Food Chemistry*, 224, pp. 92–96. doi: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.12.052.
- Ströhle, A. and Hahn, A., 2009, Vitamin C and Immune Function, *Medizinische Monatsschrift für Pharmazeuten*, 32(2), p. 49–54; quiz 55–6.
- Sun, G. M. *et al.*, 2015, *Nutritional Composition of Pineapple (Ananas comosus (L.) Merr.)*, *Nutritional Composition of Fruit Cultivars*. Elsevier Inc. doi: 10.1016/B978-0-12-408117-8.00025-8.
- Di Vittori, L. *et al.*, 2018, Pre-Harvest Factors Influencing The Quality of Berries, *Scientia Horticulturae*, 233(January), pp. 310–322. doi: 10.1016/j.scienta.2018.01.058.
- Wali, N., 2019, Chapter 3.34 - Pineapple (*Ananas comosus*)', in Nabavi, S. M. and Silva, A. S.

(eds) *Nonvitamin and Nonmineral Nutritional Supplements*. Academic Press, pp. 367–373.
doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812491-8.00050-3>.

Wintergerst, E. S., Maggini, S. and Hornig, D. H., 2006, Immune-Enhancing Role of Vitamin C and Zinc and Effect on Clinical Conditions, *Annals of Nutrition and Metabolism*, 50(2), pp. 85–94. doi: 10.1159/000090495.