Journal of Food Security and Agroindustry, Vol. 4 No. 3, October 2026, pages 258–264
Available online at: https://pakisjournal.com/index.php/jfsa
e-ISSN: 2986-0563

RESEARCH ARTICLE

Identification of Beta-Carotene Content in Sappan Wood Tea
Identifikasi Kandungan Beta Karoten pada Teh Sepang

Hajijah Hajijah[1*], Saleha Saleha[2], Etty Astuti[3], Febriani Febriani[4], Novita Novita[5], Bambang Darmawan[6], Heri Budianto[7]

[1*]*Agroindustri Pangan, Politeknik Negeri Sambas, Sambas, Indonesia. hajijah022@gmail.com* ***Corresponding Author**
[2]*Agroindustri Pangan, Politeknik Negeri Sambas, Sambas, Indonesia. hajijah022@gmail.com*
[3]*Agroindustri Pangan, Politeknik Negeri Sambas, Sambas, Indonesia. hajijah022@gmail.com*
[4]*Agroindustri Pangan, Politeknik Negeri Sambas, Sambas, Indonesia. hajijah022@gmail.com*
[5]*Agroindustri Pangan, Politeknik Negeri Sambas, Sambas, Indonesia. hajijah022@gmail.com*
[6]*Agroindustri Pangan, Politeknik Negeri Sambas, Sambas, Indonesia. hajijah022@gmail.com*
[7]*Agroindustri Pangan, Politeknik Negeri Sambas, Sambas, Indonesia. hajijah022@gmail.com*

Abstract. *Tea is a herbal beverage with numerous health benefits. Sepang tea is a type of herbal tea prepared from sepang bark, which yields a dark red infusion when steeped in warm water. This study aimed to determine the beta-carotene content of sepang tea. A quantitative experimental approach was employed, in which four measurements were performed without any treatment. Absorbance was measured by ultraviolet–visible (UV–Vis) spectrophotometry at a wavelength of 446 nm. The sepang tea samples were analyzed in four test groups to obtain absorbance values, from which beta-carotene content was calculated using the standard calibration curve equation. The measured absorbances were −0.004, −0.005, −0.003, and −0.002, respectively. Based on the calibration curve, the calculated beta-carotene contents were −3.56, −4.69, −2.69, and −1.85 ppm for the respective sample groups. These negative values indicate that the beta-carotene content of the sepang tea samples was very low or below the detection limit of the instrument used. The values may also have been influenced by measurement error, solvent background interference, or suboptimal extraction. Therefore, further research using a more effective extraction method and more accurate instrument calibration is needed to obtain more representative results. This study provides preliminary information on the presence of beta-carotene in sepang tea and may serve as a basis for further research on the bioactive potential of traditional herbal beverages.*
Keywords: *beta-carotene, sepang tea, UV–Vis spectrophotometry, herbal beverage, bioactive compounds.*

Abstrak. Teh merupakan minuman herbal dengan segudang manfaat bagi Kesehatan. Teh sepang adalah jenis teh yang berasal dari kulit kayu sepang dengan warna merah gelap ketika di seduh pada air hangat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat kandungan beta karoten pada teh sepang. Adapun metode yang digunakan yaitu secara kuantitatif (eksperimental)dengan 4 kali pengujian tanpa perlakuan. Teknik pengujian dilakukan dengan cara spektrofotometer UV-vis dengan pengukuran absorbansi menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 446 nm. Berdasarkan hasil dari pengujian didapatkan bahwa Sampel teh sepang dianalisis dalam empat kelompok pengujian untuk memperoleh nilai absorbansi dan selanjutnya dihitung kandungan betakarotennya berdasarkan persamaan kurva standar. Hasil pengukuran menunjukkan nilai absorbansi berturut-turut sebesar -0,004; -0,005; -0,003; dan -0,002. Berdasarkan hasil perhitungan dari kurva kalibrasi, diperoleh nilai kandungan betakaroten sebesar -3,56 ppm; -4,69 ppm; -2,69 ppm; dan -1,85 ppm pada masing-masing kelompok sampel. Nilai negatif yang diperoleh menunjukkan bahwa kandungan betakaroten dalam sampel teh sepang sangat rendah atau berada di bawah batas deteksi alat yang digunakan. Selain itu, nilai tersebut juga dapat dipengaruhi oleh faktor kesalahan pengukuran, gangguan latar belakang pelarut, atau proses ekstraksi yang kurang optimal. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lanjutan dengan metode ekstraksi yang lebih efektif serta kalibrasi alat yang lebih akurat untuk memperoleh hasil yang lebih representatif. Penelitian ini memberikan informasi awal mengenai keberadaan betakaroten dalam teh sepang serta dapat menjadi dasar bagi penelitian lebih lanjut mengenai potensi senyawa bioaktif pada minuman herbal tradisional.
Kata Kunci: betakaroten, teh sepang, spektrofotometri UV–Vis, minuman herbal, senyawa bioaktif.

Cite this article (APA Style):
Hajijah, H., Saleha, S., Astuti, E., Febriani, F., Novita, N., Darmawan, B., & Budianto, H. (2026). Identification of Beta-Carotene Content in Sappan Wood Tea. *Journal of Food Security and Agroindustry*, *4*(3), 258–264. https://doi.org/10.58184/jfsa.v4i3.933

Submitted: 16 Mar 2026; Accepted: 3 Oct 2026; Published: 31 Oct 2026

This is an open access article under CC-BY-SA 4.0 license.

Copyright © 2026 Hajijah, Saleha, Etty Astuti, Febriani, Novita, Bambang Darmawan, Heri Budianto. Published by Pakis Journal Institute, CV. Pakis Journal. This is an open access article under CC-BY-SA license.

1. PENDAHULUAN

Beta-karoten merupakan salah satu senyawa karotenoid yang berperan sebagai pigmen alami pemberi warna kuning, oranye, dan merah pada berbagai buah dan sayuran. Senyawa dengan rumus kimia $C_{40}H_{56}$ ini tersusun atas delapan unit isoprenoid dan memiliki struktur ikatan rangkap terkonjugasi yang memungkinkan penyerapan cahaya pada panjang gelombang tertentu. Beta-karoten dikenal sebagai provitamin A yang dapat diubah menjadi retinol dalam tubuh untuk mendukung kesehatan penglihatan, pertumbuhan sel, fungsi kekebalan tubuh, dan reproduksi. Selain itu, beta-karoten memiliki aktivitas antioksidan yang berpotensi melindungi sel dari kerusakan akibat radikal bebas. Senyawa ini terdapat dalam berbagai bahan pangan, seperti wortel, ubi jalar, labu, bayam, brokoli, mangga, pepaya, serta minyak kelapa sawit mentah (*crude palm oil*/CPO) (Rao & Rao, 2007; Silalahi, 2022).

Pemanfaatan beta-karoten dalam industri pangan terus berkembang, terutama sebagai pewarna alami dan komponen pangan yang memiliki aktivitas provitamin A. Keberadaan senyawa ini dalam bahan pangan perlu dianalisis untuk memperoleh informasi mengenai kandungannya sebagai salah satu komponen yang berkontribusi terhadap nilai gizi. Pengujian beta-karoten juga menjadi bagian penting dalam karakterisasi senyawa bioaktif pada produk pangan dan minuman herbal (Khoo *et al*., 2011; Harahap *et al*., 2020). Namun, analisis beta-karoten pada produk minuman memerlukan perhatian terhadap karakteristik kelarutan dan komposisi bahan karena senyawa tersebut bersifat larut dalam lemak dan tidak larut dalam air. Oleh karena itu, pemilihan metode ekstraksi dan pengukuran yang sesuai diperlukan agar hasil analisis dapat menggambarkan karakteristik senyawa yang diteliti.

Teh sepang merupakan minuman herbal berbahan dasar kayu sepang (*Caesalpinia sappan* L.) yang telah dimanfaatkan secara tradisional di berbagai negara Asia, termasuk Indonesia. Kayu sepang diketahui mengandung berbagai senyawa bioaktif, seperti flavonoid, tanin, dan senyawa fenolik lainnya, yang berkaitan dengan aktivitas antioksidan (Rachmania *et al*., 2021). Penelitian terdahulu lebih banyak mengkaji kandungan senyawa fenolik dan pigmen alami kayu sepang, terutama brazilin dan brazilein. Tinjauan Rachman *et al*. (2025) juga menunjukkan bahwa kayu sepang mengandung berbagai metabolit sekunder, dengan brazilin sebagai salah satu komponen utama pada bagian kayu teras. Temuan tersebut memperlihatkan bahwa karakteristik kimia kayu sepang telah banyak dikaji, terutama berkaitan dengan senyawa fenolik dan potensi pemanfaatannya sebagai bahan minuman herbal.

Meskipun penelitian mengenai senyawa bioaktif kayu sepang telah berkembang, informasi mengenai keberadaan dan kadar beta-karoten dalam produk olahannya, khususnya teh sepang, masih terbatas. Penelitian sebelumnya lebih menitikberatkan pada identifikasi senyawa fenolik dan aktivitas antioksidan, sedangkan analisis beta-karoten pada produk teh sepang belum banyak dilaporkan. Kondisi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan penelitian dalam karakterisasi senyawa pigmen pada produk minuman herbal berbahan dasar kayu sepang. Selain itu, keberadaan pigmen lain dalam kayu sepang perlu diperhatikan karena dapat memengaruhi hasil analisis spektrofotometri. Oleh karena itu, kontribusi penelitian ini diarahkan pada penyediaan informasi awal mengenai dugaan keberadaan beta-karoten dalam teh sepang, dengan tetap mempertimbangkan keterbatasan metode analisis yang digunakan.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk analisis awal beta-karoten adalah spektrofotometri ultraviolet-tampak (UV-Vis). Metode ini memiliki prosedur yang relatif sederhana dan bekerja berdasarkan pengukuran absorbansi senyawa pada panjang gelombang

tertentu (Christian, 2004). Beta-karoten menunjukkan serapan pada daerah cahaya tampak, dengan panjang gelombang maksimum yang dapat bervariasi bergantung pada jenis pelarut dan kondisi pengukuran. Pengukuran pada panjang gelombang sekitar 446 nm dapat digunakan sebagai pendekatan analisis awal, tetapi belum cukup untuk memastikan identitas beta-karoten apabila terdapat senyawa lain yang menyerap cahaya pada daerah serupa. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan mengevaluasi indikasi keberadaan beta-karoten pada teh sepang menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis. Hasil penelitian diharapkan memberikan informasi awal mengenai karakteristik kimia teh sepang sebagai dasar penelitian lanjutan dan pengembangan produk minuman herbal.

2. METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada Juni 2024 di Laboratorium Analisis Mutu, Politeknik Negeri Sambas. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimental. Analisis dilakukan menggunakan spektrofotometri ultraviolet-tampak (UV-Vis) berdasarkan pengukuran absorbansi pada panjang gelombang tertentu. Pengujian dilakukan sebanyak empat kali ulangan untuk memperoleh data hasil pengukuran. Bahan utama yang digunakan adalah serutan kayu sepang (*Caesalpinia sappan* L.) yang diolah menjadi teh sepang. Bahan kimia yang digunakan meliputi larutan standar beta-karoten, isooktana, pelarut organik berupa n-heksana atau etanol, serta akuades. Peralatan penelitian terdiri atas spektrofotometer UV-Vis, timbangan analitik, gelas ukur, labu ukur, pipet volumetrik, tabung reaksi, *vortex mixer*, kertas saring, dan kuvet kuarsa.

Preparasi sampel dilakukan dengan menimbang teh sepang sebanyak 0,1069 g, kemudian memasukkannya ke dalam labu ukur berkapasitas 25 mL. Selanjutnya, isooktana ditambahkan hingga tanda batas, kemudian larutan dihomogenkan dan disaring menggunakan kertas saring. Absorbansi sampel diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 446 nm. Konsentrasi karoten dihitung berdasarkan nilai absorbansi, volume larutan, dan berat sampel menggunakan rumus perhitungan yang digunakan dalam penelitian (Christian, 2004).

$$\text{Konsentrasi karoten (ppm)} = \frac{\text{Abs} \times 383 \times 25}{\text{W} \times 100}$$

Keterangan:
Abs : nilai absorbansi sampel pada panjang gelombang 446 nm.
383 : faktor perhitungan yang digunakan dalam rumus.
25 : volume larutan sampel (mL).
W : berat sampel (g), yaitu 0,1069 g.
100 : faktor konversi dalam rumus.

Data yang diperoleh berupa nilai absorbansi dari setiap ulangan pengujian. Nilai absorbansi tersebut digunakan untuk menghitung konsentrasi berdasarkan persamaan kurva kalibrasi standar beta-karoten. Hasil pengukuran kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan dianalisis secara deskriptif kuantitatif untuk memperkirakan kandungan beta-karoten pada ekstrak teh sepang. Hasil analisis diinterpretasikan sebagai estimasi awal karena pengukuran

absorbansi pada satu panjang gelombang belum dapat memastikan identitas beta-karoten secara spesifik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, diperoleh nilai absorbansi dan hasil perhitungan konsentrasi beta-karoten pada sampel teh sepang sebagaimana disajikan pada Tabel 1. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai absorbansi keempat ulangan berkisar antara −0,005 hingga −0,002. Berdasarkan rumus yang digunakan, diperoleh nilai hasil perhitungan konsentrasi beta-karoten berkisar antara −4,69 hingga −1,85 ppm. Seluruh ulangan menunjukkan nilai absorbansi dan hasil perhitungan konsentrasi yang negatif. Nilai tersebut mengindikasikan adanya ketidaksesuaian dalam pengukuran atau kondisi analisis sehingga hasilnya belum dapat digunakan untuk menentukan kadar beta-karoten secara valid (Skoog *et al*., 2014).

Tabel 1. Hasil Pengukuran Absorbansi dan Perhitungan Konsentrasi Beta-Karoten pada Teh Sepang

Ulangan	Absorbansi (446 nm)	Hasil perhitungan (ppm)
1	−0,004	−3,56
2	−0,005	−4,69
3	−0,003	−2,69
4	−0,002	−1,85

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa seluruh sampel teh sepang menghasilkan nilai absorbansi negatif pada panjang gelombang 446 nm. Secara teoritis, absorbansi merupakan ukuran penyerapan cahaya oleh suatu sampel pada panjang gelombang tertentu. Berdasarkan hukum Lambert-Beer, absorbansi berbanding lurus dengan konsentrasi senyawa penyerap cahaya pada kondisi pengukuran yang memenuhi asumsi hukum tersebut (Harris, 2016; Chandrasekara & Shahidi, 2018). Nilai absorbansi negatif menunjukkan bahwa intensitas cahaya yang diteruskan melalui sampel lebih tinggi dibandingkan dengan blanko yang digunakan sebagai acuan. Kondisi ini dapat berkaitan dengan perbedaan respons blanko dan sampel atau ketidakstabilan pengukuran.

Nilai absorbansi negatif dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain ketidaktepatan pengaturan garis dasar (*baseline*) spektrofotometer, penggunaan blanko yang tidak sesuai, serta kondisi kuvet selama pengukuran. Ketidaktepatan pengaturan *baseline* dapat menyebabkan hasil pembacaan menyimpang dari nilai yang diharapkan. Selain itu, perbedaan komposisi pelarut antara blanko dan sampel dapat memengaruhi hasil pengukuran absorbansi (Christian, 2004; Tang, 2010). Kondisi kuvet yang kurang bersih, tergores, atau mengandung sisa larutan juga berpotensi menyebabkan ketidakstabilan pembacaan (Britton *et al*., 2004; Skoog *et al*., 2014). Faktor lain yang perlu dipertimbangkan adalah kemungkinan respons analit yang sangat rendah dan mendekati batas kemampuan pengukuran instrumen. Pada kondisi tersebut, variasi pembacaan dapat menghasilkan nilai absorbansi yang mendekati nol atau bernilai negatif (Harris, 2016). Namun, penyebab pasti nilai negatif dalam penelitian ini belum dapat ditentukan berdasarkan data yang tersedia.

Hasil perhitungan konsentrasi beta-karoten juga menunjukkan nilai negatif karena perhitungan dilakukan berdasarkan nilai absorbansi yang diperoleh. Secara ilmiah, konsentrasi

negatif tidak menunjukkan keberadaan senyawa dalam jumlah negatif, melainkan menandakan bahwa hasil perhitungan tidak dapat diinterpretasikan sebagai kadar beta-karoten yang valid. Selain itu, karakteristik kimia kayu sepang (*Caesalpinia sappan* L.) perlu diperhatikan karena tanaman tersebut dikenal mengandung senyawa fenolik dan pigmen alami, seperti brazilin dan brazilein, yang berkontribusi terhadap warna serta aktivitas antioksidannya (Badami *et al*., 2004). Sementara itu, informasi mengenai kandungan beta-karoten dalam kayu sepang masih terbatas. Oleh karena itu, hasil pengukuran pada panjang gelombang 446 nm belum dapat digunakan untuk memastikan keberadaan maupun kadar beta-karoten tanpa mempertimbangkan kemungkinan gangguan dari senyawa lain.

Keakuratan pengukuran menggunakan spektrofotometer UV-Vis dapat dipengaruhi oleh kesesuaian blanko, serapan pelarut, serta kondisi kuvet yang digunakan (Eppendorf, 2019). Faktor-faktor tersebut perlu diperhatikan terutama ketika pengukuran menghasilkan nilai absorbansi yang sangat rendah, karena gangguan kecil pada pembacaan dapat memberikan pengaruh relatif lebih besar terhadap hasil analisis. Dalam penelitian ini, pengujian dilakukan sebanyak empat kali ulangan tanpa variasi perlakuan. Meskipun pengulangan tersebut memberikan gambaran awal mengenai konsistensi hasil pengukuran, penambahan jumlah ulangan saja belum cukup untuk memastikan keakuratan hasil apabila sumber kesalahan sistematis belum diidentifikasi. Oleh karena itu, pemeriksaan kondisi instrumen, kesesuaian blanko, kondisi kuvet, dan prosedur preparasi sampel perlu dilakukan sebelum pengukuran diulang. Selain itu, efisiensi proses ekstraksi beta-karoten dari sampel perlu dievaluasi karena perbedaan prosedur ekstraksi dapat memengaruhi konsentrasi karotenoid yang terukur (Dzakovich *et al*., 2019).

Beta-karoten merupakan senyawa yang bersifat nonpolar dan memiliki kelarutan lebih baik dalam pelarut organik nonpolar, seperti n-heksana dan petroleum eter. Pemilihan pelarut serta kondisi ekstraksi perlu diperhatikan karena proses ekstraksi yang tidak optimal dapat memengaruhi jumlah senyawa yang diperoleh dari sampel (Rodriguez-Amaya, 2001; Nirmal & Panichayupakaranant, 2015). Berdasarkan hasil penelitian ini, pengukuran spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 446 nm belum menghasilkan data yang dapat digunakan untuk menentukan kadar beta-karoten pada teh sepang secara valid. Hasil tersebut tidak dapat langsung diartikan bahwa beta-karoten tidak terdapat dalam sampel atau memiliki konsentrasi yang sangat rendah. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi dan perbaikan prosedur analisis serta pengujian lanjutan menggunakan metode yang lebih spesifik untuk memastikan keberadaan dan kadar beta-karoten dalam teh sepang.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian sebanyak empat kali pengulangan, kandungan beta karoten pada teh sepang tidak terdeteksi menggunakan metode spektrofotometri yang digunakan dalam penelitian ini. Seluruh sampel menunjukkan nilai absorbansi negatif (-0,005 hingga -0,002) dengan kadar beta karoten terhitung sebesar -4,69 ppm hingga -1,85 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan beta karoten pada teh sepang sangat rendah atau berada di bawah batas deteksi alat. Oleh karena itu, perlu penelitian lanjutan dengan metode ekstraksi dan pelarut yang lebih sesuai untuk senyawa karotenoid agar diperoleh hasil yang lebih akurat.

5. PERNYATAAN KONTRIBUSI PENULIS

Penulis menyatakan bahwa kontribusi setiap penulis terhadap pembuatan karya tulis ini adalah HH sebagai kontributor utama, korespondensi merancang penelitian, menganalisis data, pengumpulan data dan membuat naskah artikel. EE, FF, NN, BD, dan HB bertugas mengumpulkan data dan membantu proses penelitian.

6. KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan terkait publikasi artikel ini.

7. PENDANAAN

Penelitian ini tidak menerima pendanaan khusus dari lembaga pendanaan di sektor publik, komersial, maupun nirlaba.

8. PERNYATAAN PENGGUNAAN AI GENERATIF

Penulis menyatakan bahwa tidak menggunakan AI generatif atau teknologi berbasis AI dalam proses penyusunan manuskrip ini.

9. REFERENSI

Badami, S., Moorkoth, S., & Suresh, B. (2004). *Caesalpinia sappan*: A medicinal and dye yielding plant. *Natural Product Radiance, 3*(2), 75–82.

Britton, G., Liaaen-Jensen, S., & Pfander, H. (Eds.). (2004). *Carotenoids: Handbook*. Birkhäuser. https://doi.org/10.1007/978-3-0348-7836-4

Chandrasekara, A., & Shahidi, F. (2018). Herbal beverages: Bioactive compounds and their role in disease risk reduction—A review. *Journal of Traditional and Complementary Medicine, 8*(4), 451–458. https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2017.08.006

Christian, G. D. (2004). *Analytical chemistry* (6th ed.). John Wiley & Sons.

Dzakovich, M. P., Gas-Pascual, E., Orchard, C. J., Sari, E. N., Riedl, K. M., Schwartz, S. J., Francis, D. M., & Cooperstone, J. L. (2019). Analysis of tomato carotenoids: Comparing extraction and chromatographic methods. Journal of AOAC International, 102(4), 1069–1079. https://doi.org/10.5740/jaoacint.19-0017

Eppendorf. (2019, November 4). The blank in photometry. https://www.eppendorf.com/gb-en/lab-academy/life-science/cell-biology/the-blank-in-photometry/

Harris, D. C., & Lucy, C. A. (2016). *Quantitative chemical analysis* (9th ed.). W. H. Freeman and Company.

Harahap, I. S., Wahyuningsih, P., & Amri, Y. (2020). Analisa Kandungan Beta Karoten pada CPO (*Crude Palm Oil*) di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan Menggunakan Spektrofotometri UV-Vis. *Quimica: Jurnal Kimia Sains dan Terapan, 2*(1), 9–13. https://doi.org/10.33059/jq.v2i1.2616

Khoo, H.-E., Prasad, K. N., Kong, K.-W., Jiang, Y., & Ismail, A. (2011). Carotenoids and their isomers: Color pigments in fruits and vegetables. *Molecules, 16*(2), 1710–1738. https://doi.org/10.3390/molecules16021710

Nirmal, N. P., & Panichayupakaranant, P. (2015). Antioxidant, antibacterial, and anti-inflammatory activities of standardized brazilin-rich *Caesalpinia sappan* extract. *Pharmaceutical Biology, 53*(9), 1339–1343. https://doi.org/10.3109/13880209.2014.982295

Rachman, A. L., Rosniawaty, S., Mubarok, S., Suherman, C., & Maxiselly, Y. (2025). A review of bioactive compounds of *Caesalpinia sappan*: Pre- and post-harvest effect. *Kultivasi, 24*(3), 268–287. https://doi.org/10.24198/kultivasi.v24i3.65857

Rachmania, R. A., Dwitiyanti, D., Iriansyah, Q. W., & Putri, F. F. (2021). Potensi Fraksi Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L.) terhadap Penghambatan Xantin Oksidase dalam Menurunkan Kadar Asam Urat pada Hiperurisemia. *PHARMACY: Jurnal Farmasi Indonesia (Pharmaceutical Journal of Indonesia), 18*(1), 21–33. https://doi.org/10.30595/pharmacy.v18i1.8085

Rao, A. V., & Rao, L. G. (2007). Carotenoids and human health. *Pharmacological Research, 55*(3), 207–216. https://doi.org/10.1016/j.phrs.2007.01.012

Rodriguez-Amaya, D. B. (2001). *A guide to carotenoid analysis in foods*. ILSI Press.

Silalahi, M. (2022). Penggunaan Spektrofotometri untuk Pengujian Kadar Beta Karoten CPO (*Crude Palm Oil*) di Laboratorium Kimia Analisa. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri Prima, 5*(2), 26–30. https://doi.org/10.34012/juritiprima.v5i2.2796

Skoog, D. A., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2007). *Principles of instrumental analysis* (6th ed.). Thomson Brooks/Cole.

Tang, G. (2010). Bioconversion of dietary provitamin A carotenoids to vitamin A in humans. *The American Journal of Clinical Nutrition, 91*(5), 1468S–1473S. https://doi.org/10.3945/ajcn.2010.28674G