
PENGARUH INTENSITAS PENYINARAN TERHADAP PERUBAHAN WARNA ROTI TAWAR YANG DIBERI SARI DAGING UMBI WORTEL (*Daucus carota* Linn)

Silvia Andini & Lusiawati Dewi

Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Matematika
Universitas Kristen Satya Wacana
Jln. Diponegoro 52-60 Salatiga 50711 Jawa Tengah

Abstrak. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan karakteristik stabilitas warna roti tawar, yang diberi penambahan sari daging umbi wortel, terhadap cahaya, dan membandingkan konstanta laju degradasi warna roti tawar akibat intensitas penyinaran yang berbeda.

Stabilitas warna roti tawar diukur berdasarkan absorbansi ekstrak roti dalam pelarut heksana pada 445 nm dan dianalisis dengan *curve-fitting*. Konstanta laju degradasi dianalisis menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK), yang terdiri dari 5 perlakuan dan 5 pengulangan, serta dibandingkan melalui uji Beda Nyata Jujur (BNJ) dengan tingkat kebermaknaan 5 %.

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa warna roti tawar tidak stabil terhadap cahaya dengan intensitas di atas 2850 lux. Warna tersebut mengalami degradasi sesuai orde ke-0. Konstanta laju degradasi semakin besar dengan meningkatnya intensitas penyinaran.

Kata kunci: *stabilitas, warna, cahaya, intensitas, degradasi, laju, orde.*

1. Pendahuluan

Faktor visual seringkali lebih dahulu diperhatikan oleh konsumen dalam memilih produk pangan. Salah satu faktor visual tersebut adalah warna. Warna yang tidak sedap dipandang terkadang menjadi faktor yang ikut menentukan penerimaan konsumen. Bahkan, warna dari produk pangan menjadi suatu indikator mutu (Hutching dalam MacDougall [4]).

Sejak zaman dahulu, zat warna dari sumber alami, misalnya daun suji, kunyit, dan cabai, telah banyak digunakan sebagai pewarna makanan. Namun, ketika ditemukannya pewarna sintetik, penggunaan pewarna alami semakin menurun meskipun tidak menghilang sama sekali. Beberapa dasawarsa terakhir ini, timbul usaha-usaha untuk memahami seluk-beluk pewarna alami dan pemanfaatannya yang lebih luas karena efek pencemaran lingkungan dan efek negatif terhadap kesehatan yang diakibatkan oleh penggunaan pewarna sintetik. Dengan demikian, penelitian

yang terkait dengan pengembangan pewarna alami dan pemanfaatannya semakin dirasakan penting.

Salah satu pigmen yang terdistribusi luas di alam ialah karotenoid. Pigmen ini dijumpai pada dedaunan hijau dan bagian tanaman lainnya yang berwarna kuning, oranye, atau merah. Salah satunya ialah umbi wortel (*Daucus carota* Linn).

Dalam penelitian ini, zat warna yang terkandung dalam umbi wortel dimanfaatkan sebagai pewarna pada produk pangan, yakni roti tawar. Zat warna yang terkandung dalam umbi wortel tersebut langsung dimanfaatkan sebagai pewarna pangan tanpa mengalami proses kimiawi sehingga kealamiannya benar-benar terjamin dan aman untuk dikonsumsi.

Pemberian sari daging umbi wortel pada adonan roti tawar akan menghasilkan roti tawar yang berwarna kuning dan ini merupakan salah satu inovasi terbaru roti tawar. Selain memberikan warna kuning pada roti, penambahan sari wortel tersebut akan meningkatkan nilai gizi roti ditinjau dari kandungan β -karoten.

β -karoten tidak menimbulkan kerusakan pada bahan makanan maupun kemasannya dan tidak beracun bagi tubuh manusia. Secara internasional, β -karoten telah diizinkan sebagai zat pewarna makanan [1]. Ditambah lagi bahwa daging umbi wortel memang telah terbukti aman untuk dikonsumsi.

Pigmen karotenoid dapat digunakan secara aman untuk pewarna makanan namun penggunaannya seringkali menimbulkan permasalahan mengenai stabilitas warna produk yang dihasilkan, di mana warna yang dihasilkan tidak dapat bertahan dalam waktu yang cukup lama. Selama penyimpanan produk, warna akan memudar dan pemudaran warna ini dipercepat bila produk dalam keadaan terbuka terhadap cahaya, udara, dan pemanasan. Studi ini akan difokuskan pada pengaruh cahaya dengan beberapa variasi intensitas yang mengenai roti tawar tersebut terhadap perubahan warnanya. Cahaya tersebut ialah cahaya matahari dan lampu *fluorescent*. Hal ini didasarkan pada kenyataan bahwa roti tawar sering terpapar cahaya matahari dan cahaya lampu *fluorescent* selama masa penjualan maupun konsumsi.

Berdasarkan latar belakang di atas, tujuan dari penelitian ini ialah menentukan karakteristik stabilitas warna roti tawar yang diberi penambahan sari daging umbi wortel pada penyinaran matahari dengan intensitas rata-rata yang mengenai roti ialah 67.658 lux dan lampu *fluorescent* dengan intensitas yang mengenai roti ialah 2.850 lux, 3.440 lux, 4.450 lux, dan 7.000 lux, serta membandingkan konstanta laju degradasi warna roti tawar antarperlakuan tersebut.

2. Bahan, Alat, dan Metode

2.1 Bahan dan Alat

Wortel (*Daucus carota* Linn) yang digunakan adalah wortel varietas lokal (varietas Ngablak) berumbi panjang, yang diperoleh dari pasar lokal Salatiga, Jawa Tengah. Bagian wortel yang diambil sarinya ialah daging umbi.

Bahan kimia yang digunakan adalah n-heksana bidistilasi. Bahan kimia ini diperoleh dari Laboratorium Kimia Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga.

Bahan-bahan pembuatan roti tawar adalah tepung terigu Cakra Kembar, fermipan, garam, gula pasir, air dingin, sari daging umbi wortel dingin, dan mentega putih. Bahan dasar roti diperoleh dari toko bahan roti di Salatiga.

Piranti yang digunakan adalah berbagai piranti gelas, kertas saring, *juicer* Signora, oven, inkubator yang dilengkapi dengan lampu Philips Essential 18 W, 23 W, dan 45 W, *lightmeter* Lutron LX-102, termometer, neraca analitis Mettler H-80, spektrofotometer UV-Vis Mini Shimadzu U-1240, kuvet kuarsa, *orbital shaker*.

2.2 Metode

2.2.1 Resep dasar roti tawar

1 kg terigu Cakra Kembar ditambah 60 g gula pasir, 25 g fermipan, dan 5 g garam, lalu diaduk rata. Campuran ditambah 600 mL air dingin sedikit demi sedikit sambil diadon hingga setengah kalis. Adonan ditambah 100 g mentega lalu diadon kembali hingga kalis selama 30 menit. Adonan dibiarkan mengembang beberapa menit lalu diadon kembali selama 15 menit (diulangi sebanyak 4 kali). Adonan digulung dan dimasukkan ke dalam cetakan. Setelah mengembang selama 1 jam, adonan dipanggang dengan api sedang selama 30 menit.

2.2.2 Pembuatan roti tawar wortel

Roti tawar wortel yang dimaksud ialah roti tawar dengan penambahan sari daging umbi wortel pada adonannya sebanyak 50 % volume air yang dibutuhkan. Jadi, pembuatan roti tawar wortel ialah sesuai dengan resep dasar tetapi 600 mL air dingin diganti dengan 300 mL air dingin dan 300 mL sari daging umbi wortel dingin untuk 1 kg terigu.

2.2.3 Scanning panjang gelombang serapan maksimum ekstrak roti tawar wortel dalam pelarut heksana

5 gram roti tawar wortel, yang telah dipotong kecil-kecil, dimaserasi dengan 15 mL pelarut n-heksana bidistilasi selama 30 menit menggunakan inkubator goyang (*orbital shaker*). Lalu disaring, filtrat dikumpulkan dalam labu ukur 25 mL, dan residu dibilas dengan pelarut yang sama kemudian disaring dan filtrat disatukan

hingga garis tera. Dilakukan *scanning* panjang gelombang pada daerah 400-800 nm, dengan blanko ialah n-heksana bidistilasi. Panjang gelombang serapan maksimum yang diperoleh hasil *scanning* digunakan untuk pengukuran absorbansi stabilitas warna roti tawar.

2.2.4 Pengukuran stabilitas warna roti tawar wortel

5 gram roti tawar wortel berukuran 4 cm x 3 cm x 1 cm dibungkus dalam plastik bening transparan. Disinari matahari dengan intensitas rata-rata yang mengenai roti ialah 67.658 lux, lampu dengan intensitas cahaya yang mengenai roti ialah 2.850 lux, 3.440 lux, 4.450 lux, dan 7.000 lux selama 24 jam. Setiap 2 jam, diambil 1 roti dari setiap perlakuan. Masing-masing roti dimaserasi dengan 15 mL n-heksana bidistilasi selama 1 jam menggunakan inkubator goyang. Lalu disaring, filtrat dikumpulkan dalam labu ukur 25 mL, dan residu dibilas dengan pelarut yang sama kemudian disaring dan filtrat disatukan hingga garis tera. Filtrat diukur absorbansinya pada panjang gelombang hasil *scanning*, sebagai blanko adalah n-heksana bidistilasi.

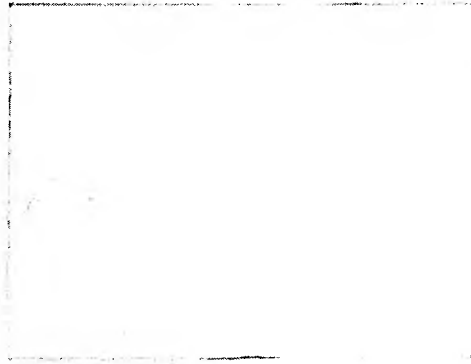
2.2.5 Analisis data

Data stabilitas warna roti tawar wortel dianalisis dengan *curve-fitting* untuk menentukan orde dan konstanta laju degradasi. Penelitian mengenai stabilitas warna roti tawar terdiri dari 5 perlakuan dan 5 pengulangan. Sebagai perlakuan ialah penyinaran cahaya matahari dengan intensitas rata-rata yang mengenai roti ialah 67.658 lux, lampu dengan intensitas cahaya yang mengenai roti ialah 2.850 lux, 3.440 lux, 4.450 lux, dan 7.000 lux, sebagai kelompok adalah waktu analisis. Konstanta laju degradasi dianalisis menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Untuk membandingkan konstanta laju degradasi warna roti tawar antarperlakuan dilakukan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) dengan tingkat kebermaknaan 5 % [7].

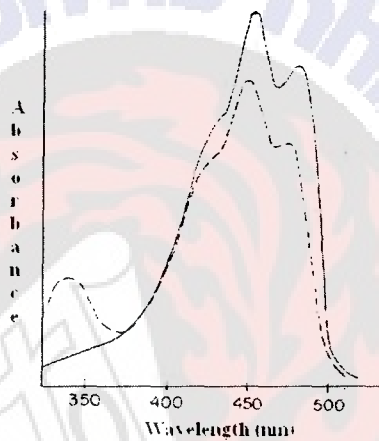
3. Hasil dan Bahasan

3.1 *Scanning* Panjang Gelombang Serapan Maksimum Ekstrak Roti Tawar Wortel dalam Pelarut Heksana

Spektra ekstrak roti tawar wortel dalam pelarut heksana memiliki serapan pada panjang gelombang 445 nm dan 471 nm (Gambar 1). Serapan maksimum terjadi pada panjang gelombang 445 nm. Pola spektra ekstrak roti tawar wortel dalam pelarut heksana identik dengan pola spektra β -karoten dalam pelarut yang sama (Gambar 2). Gambar 2 menunjukkan bahwa β -karoten menyerap kuat pada daerah panjang gelombang antara 430-470 nm. Daerah ini merupakan daerah panjang gelombang warna biru, dengan warna kuning sebagai komplementernya.



Gambar 1: Spektra serapan ekstrak roti tawar wortel dalam pelarut heksana.

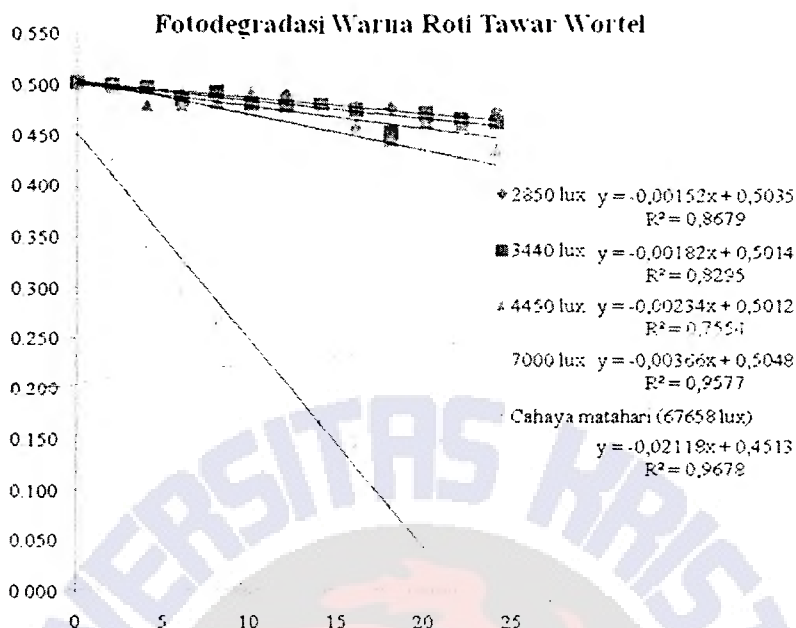


Gambar 2: Spektra serapan *trans*- (—) dan *cis*- β -karoten (---) dalam pelarut heksana [2].

3.2 Fotodegradasi Warna Roti Tawar Wortel

Proses penyinaran yang dikenakan pada roti tawar wortel menyebabkan terjadi pemudaran warna kuning pada roti menjadi kuning pucat dan cenderung putih. Hal ini diindikasikan oleh penurunan absorbansi ekstrak roti dalam pelarut heksana pada panjang gelombang maksimumnya. Penurunan absorbansi terus terjadi selama proses penyinaran.

Degradasi warna roti akibat penyinaran, baik penyinaran cahaya matahari maupun cahaya lampu pada suhu ruang, mengikuti orde reaksi ke-0 (Gambar 3). Laju degradasi warna roti, yang dalam hal ini sama dengan konstanta laju degradasi, meningkat seiring meningkatnya intensitas cahaya (Gambar 4).



Gambar 3: Hubungan linieritas antara nilai absorbansi ekstrak roti tawar wortel dalam pelarut heksana pada λ_{445} terhadap lama penyinaran.

Tabel 1: Konstanta laju degradasi warna roti tawar wortel (A.U.jam⁻¹).

	Perlakuan				
	2.850 lux	3.440 lux	4.450 lux	7.000 lux	Matahari
$1/\bar{X}$	658,33	549,71	427,54	273,35	47,24
$w = 23,86$	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
\bar{X}	0,00152	0,00182	0,00234	0,00366	0,02118
\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm
SE	0,000056	0,000056	0,000068	0,000111	0,000737

Degradasi warna kuning roti tawar wortel merupakan degradasi karotenoid, yakni pigmen yang menyebabkan warna kuning tersebut akibat penambahan sari daging umbi wortel. Konstanta laju degradasi karotenoid dalam roti tersebut lebih kecil bila dibandingkan dengan konstanta laju degradasi karotenoid dari daun alfalfa dalam pelarut aseton yang disinari cahaya lampu berintensitas $3,26 \times 10^4$ lux, yakni $0,00046 \pm 0,00001$ A.U.menit⁻¹ atau $0,0276 \pm 0,0006$ A.U.jam⁻¹ [3]. Hal ini disebabkan oleh fotodegradasi karotenoid dalam pelarut aseton dibantu dengan proses oksidasi, sebab kelarutan O₂ dalam pelarut aseton cukup besar (Fiedor dkk. (2002) dalam Kurniawati [3]).

Degradasi karotenoid menghasilkan senyawa yang tidak berwarna pada daerah tampak. Hal ini dindikasikan oleh perubahan warna roti tawar dari kuning menjadi

kuning pucat dan cenderung putih. Hal tersebut diduga terjadi sebagai akibat dari putusnya ikatan rangkap dalam struktur molekulnya. Energi yang digunakan untuk berikatan berkurang sehingga energi molekul semakin besar dan diduga spektra akan bergeser ke panjang gelombang yang lebih rendah (Fiedor dkk. (2002) dalam Kurniawati [3]). Hal ini merupakan faktor yang dapat menjadi indikasi menurunnya absorbansi ekstrak roti pada panjang gelombang maksimumnya.



Gambar 4: Histogram hubungan intensitas cahaya terhadap konstanta laju degradasi warna roti tawar wortel.

Proses penyinaran diduga memicu isomerisasi karotenoid dominan ke arah konfigurasi *cis*. Selain menyebabkan terjadinya isomerisasi, degradasi karotenoid menghasilkan senyawa bermassa molekul lebih rendah, yaitu golongan apokarotenoid [5, 6].

4. Kesimpulan

Warna alami dari sari daging umbi wortel pada roti tawar tidak stabil terhadap cahaya dengan intensitas yang mengenai roti sebesar 2850 lux dan lebih. Warna alami tersebut mengalami degradasi sesuai orde ke-0. Konstanta laju degradasi warna alami dari sari daging umbi wortel pada roti tawar semakin besar dengan meningkatnya intensitas cahaya.

Daftar Pustaka

- [1] Bauernfeind, 1981, *Natural Food Colours, in Carotenoids as Colorants and Vitamin Precursors*, Academic Press, New York.
- [2] Gross, J., 1991, *Pigments in Vegetables, Chlorophylls and Carotenoids*, Von Nostrand Reinhold, New York.

- [3] Kurniawati, R., 2007, *Fotodegradasi dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kasar dan Karotenoid Dominan Daun Alfalfa Tropis (Medicago sativa L.)*, FSM/ Kimia, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga.
- [4] MacDougall, D. B., 2002, *Colour in Food: Improving Quality*, CRC Press, Boca Raton, USA.
- [5] Rodriguez-Amaya, D. B., 2001, *A Guide to Carotenoid Analysis in Foods Through Agriculture and Food Technology*, Internet Forum of Food Africa.
- [6] Rodriguez-Amaya, D. B. & M. Kimura, 2004, *Harvest Plus Handbook for Carotenoid Analysis*, International Food Policy Research Institute (IFPRI) and International Centre for Tropical Agriculture (CIAT), Washington D. C. and California.
- [7] Steel, R. G. D. & J. H. Torie, 1960, *Principles and Procedures of Statistics with Special Reference to the Biological Sciences*, McGraw-Hill Book Company, Inc.

