



Kinetika Perubahan Warna Minuman Teh Hijau sebagai Pengaruh Intensitas Cahaya dan Penambahan Natrium Askorbat

Kinetics of Color Change in Green Tea Drinks as Influenced by Light Intensity and the Addition of Ascorbic Acid

Handika Permadi, Feri Kusnandar*, Dias Indrasti

Program Studi Magister Teknologi Pangan, Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB University, Bogor, Indonesia

*Corresponding author (fkusnandar@apps.ipb.ac.id)

Received: 17th January 2024; Revised: 10th March 2024; Accepted: 21st March 2024

ABSTRAK

Penjajaaan minuman teh hijau di pasar modern di ruangan yang terang mempercepat perubahan warna produk yang disebabkan oleh reaksi oksidasi. Penambahan antioksidan (natrium askorbat) dan pengendalian cahaya ruang penyimpanan, berpotensi untuk memperlambat perubahan warna. Penelitian bertujuan mengevaluasi kinetika perubahan warna akibat variasi intensitas cahaya (500, 1000, dan 1500 lux) selama 56 hari penyimpanan pada suhu 25°C, baik dengan maupun tanpa penambahan natrium askorbat (200 ppm) selama proses ekstraksi. Minuman teh hijau yang disimpan dianalisis kadar pH, tingkat kecerahan (L*), °Hue, dan sensori warna. Laju reaksi penurunan pH, L*, °Hue dan sensori uji ranking minuman teh hijau tanpa penambahan natrium askorbat pada intensitas cahaya 500, 1000 dan 1500 lux lebih tinggi dibandingkan dengan penambahan natrium askorbat. Perubahan warna minuman teh hijau yang disimpan dalam ruangan dengan intensitas cahaya yang berbeda berkorelasi antara nilai L*, °Hue, nilai pH, dan sensori warna. Semakin lama produk disimpan dalam ruang yang terang, semakin berkurang kecerahan, dan semakin menunjukkan nuansa warna merah kekuningan. Penambahan natrium askorbat membantu menghambat perubahan warna hingga 7 hari penyimpanan. Efektivitas natrium askorbat cenderung menurun dari 197,3 ppm menjadi tidak terdeteksi pada akhir penyimpanan. Natrium askorbat menghasilkan warna akhir minuman teh hijau yang lebih cerah dan penurunan pH lebih lambat dibandingkan dengan perlakuan tanpa natrium askorbat.

Kata Kunci : *intensitas cahaya, natrium askorbat, teh siap minum, teh hijau, warna*

ABSTRACT

Displaying ready-to-drink tea beverages in well-lit modern markets accelerates color changes in the product due to oxidation reactions. The addition of antioxidants (sodium ascorbate), combined with light control, potentially inhibits color changes during storage. This study aims to evaluate the kinetics of color changes varying light intensities (500, 1000, and 1500 lux) during a 56-day storage period at 25°C, both with and without the addition of sodium ascorbate (200 ppm) during the extraction process. The stored green tea beverages were analyzed for pH levels, brightness levels (L*), °Hue, and sensory. Storing the beverages in well-lit conditions decreases the pH and reduction in brightness level (L*) and °Hue. The reaction rate of pH, L*, °Hue, and ranking test reduction in green tea beverages without the addition of sodium ascorbate at light intensities of 500, 1000, and 1500 lux is higher compared to treatments with sodium ascorbate addition. Color changes in tea beverages stored different light intensities significant correlation between the L*, °Hue, pH, and perceived color. The longer the product remained in well-lit conditions, the more its brightness diminished, displaying an increasingly yellowish-red hue. The addition of sodium ascorbate effectively inhibited color changes for 7 days of storage. Effectiveness diminished over time, dropping from 197.3 ppm at the start to being undetectable by the end of the storage period. Treatment with sodium ascorbate led to a brighter final color and a less pronounced decrease in pH compared to treatments without sodium ascorbate.

Keywords: color, green tea, light intensity, *ready-to-drink tea*, sodium ascorbate

Copyright © 2024 by Author, Published by JITK. This is an open-access article under CC BY-SA License (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>).

How to cite: Permadi, H., Feri Kusnandar, & Dias Indrasti. Kinetika Perubahan Warna Minuman Teh Hijau Sebagai Pengaruh Intensitas Cahaya dan Penambahan Natrium Askorbat. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*, 8(1), 60–71.

Permalink/DOI: 10.32493/jitk.v8i1.37963



PENDAHULUAN

Teh (*Camellia sinensis*) merupakan minuman penyegar yang populer di masyarakat sehingga banyak produsen teh memproduksi pilihan varian baik rasa, aroma maupun kemasan. Minuman teh siap minum (*ready to drink*) sangat diminati di Indonesia, dengan penjualan volume mencapai 44% lebih tinggi daripada minuman ringan berkarbonasi (14%) dan terus meningkat dari tahun ke tahun (Euromonitor, 2014).

Daun teh mengandung berbagai senyawa kimia seperti golongan fenol, *non-fenol*, aromatis dan enzim (Anjarsari, 2016). Senyawa fenolik atau polifenol dibagi menjadi sub-kelompok asam fenolat, flavonoid, tanin dan stilben berdasarkan jumlah gugus fenolik hidroksil yang melekat dan elemen struktural yang menghubungkan cincin benzene (Singh *et al.*, 2016). Katekin, epikatekin dan galokatekin adalah senyawa penyusun dari polifenol yang dapat dibagi lagi menjadi turunan yang lebih kompleks (Brodowska, 2017).

Teh dibedakan berdasarkan cara pengolahan, variasi dari jenis tanaman, lokasi penanaman, cara menyeduh dan komposisinya, yaitu teh tanpa fermentasi (teh putih dan teh hijau), teh semi fermentasi (teh oolong), dan teh fermentasi (teh hitam) (Saiputra, 2022). Teh hijau memiliki kandungan senyawa katekin dan *epigallocatechin-3-gallate* (EGCG) yang cukup tinggi dibandingkan jenis teh lainnya seperti teh hitam dan teh oolong (Fu *et al.*, 2017). Stabilitas katekin dapat dipengaruhi oleh pH, suhu, dan kandungan mineral (Zeng *et al.*, 2016).

Kualitas teh dan stabilitas katekin selama penyimpanan dipengaruhi oleh cahaya, oksigen dan suhu (Kosinska dan Andlauer, 2014). Selain katekin, kandungan klorofil berperan dalam pembentukan warna teh hijau (Anggraini, 2017). Proses pengolahan teh hijau RTD melibatkan penyeduhan daun teh,

pelarutan gula, pencampuran, pemanasan teh manis (sterilisasi komersial), dan pengisian ke dalam botol dalam ruangan aseptik (Susilowati, 2001). Minuman teh hijau dalam kemasan memiliki pH > 4,6 dan aktivitas air (a_w) > 0,85 sehingga dikelompokkan sebagai pangan olahan berasam rendah (*canned low acid food*) (Kusnandar *et al.*, 2023). Warna kuning kehijauan tanpa adanya warna kemerahan atau kecoklatan merupakan indikator kualitas teh hijau RTD yang diinginkan oleh konsumen (Hidayati *et al.*, 2021). Penyimpanan di ruangan yang terang dan suhu tinggi dapat mempercepat perubahan warna pada minuman teh hijau. Laju perubahan warna ini dapat diperlambat dengan mengurangi terjadinya reaksi oksidasi dan degradasi katekin (Zeng *et al.*, 2016).

Tingkat pencahayaan dan suhu penyimpanan bervariasi, misalnya Ranch Market dengan 1200 lux dan suhu 25°C (siang hari) (Halim dan Kattu, 2020). Tingkat pencahayaan di pertokoan (*display room*) yang direkomendasikan adalah 500 lux (BSN, 2011). Semakin lama disimpan di ruang bercahaya, warna produk akan semakin gelap karena terjadinya reaksi oksidasi. Penurunan kualitas warna semakin jelas terlihat saat produk teh RTD disimpan dalam suhu tinggi dan terpapar cahaya. Produk minuman teh hijau yang disimpan di minimarket/supermarket sering terpapar cahaya dari lampu ruangan, yang dapat menyebabkan perubahan warna. Natrium askorbat merupakan antioksidan yang diizinkan untuk digunakan dalam minuman teh dalam kemasan (BPOM, 2019a). Ye *et al.* (2009) melaporkan bahwa penambahan natrium askorbat sebanyak 150 ppm dapat mencegah oksidasi katekin dan meningkatkan stabilitas warna pada minuman teh yang disimpan pada suhu 50°C atau lebih tinggi. Oleh karena itu penelitian dilakukan untuk mengevaluasi kinetika perubahan warna sebagai pengaruh dari intensitas cahaya dan penambahan



natrium askorbat sehingga produsen minuman teh hijau dalam kemasan dapat mengantisipasi perubahan warna produk yang disimpan di supermarket atau minimarket.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah daun teh hijau kering, gula pasir, air, dan natrium askorbat. Peralatan utama yang digunakan untuk proses produksi minuman teh hijau adalah peralatan produksi teh pada skala *pilot plant* dengan kapasitas 1000 liter/jam, yaitu tangki ekstraksi, tangki pencampuran, mesin sterilisasi UHT dan *aseptic packaging* (model UHT/HTST Lab-25 EHVH, Amerika Serikat), panjang *holding tube* (L) 11 m, diameter bagian dalam *holding tube* (D) 0,0762 m, luas penampang (A) 0,0046 m², dan debit aliran (Q) 27,039 m³/jam. Peralatan analisis yang digunakan adalah UltraScan Vis Spectrophotometer Hunterlab, pH meter, thermometer digital, *hot plate*, timbangan analitik, *light meter*, lemari penyimpanan bercahaya, serta peralatan gelas untuk analisis.

Proses Produksi Minuman Teh Hijau RTD

Proses produksi teh hijau siap minum (*ready to drink*) terdiri dari tahapan ekstraksi, formulasi dan sterilisasi dengan sistem UHT. Proses ekstraksi dilakukan dengan memasukkan daun teh kering (20 kg) tanpa atau dengan penambahan natrium askorbat (200 mg/L) ke dalam 560 liter air panas (90°C) dan disirkulasi selama 25 menit di dalam tangki ekstraksi dan difiltrasi sehingga diperoleh cairan ekstrak hijau. Cairan ekstrak ditambah gula dan air hingga volume 1000 L. Setelah itu, dilakukan proses sterilisasi komersial dengan sistem UHT pada suhu 138°C selama 5 detik dan dilakukan pengemasan (pengukuran suhu UHT

dilakukan pada bagian *outlet holding tube*). Minuman teh hijau memiliki viskositas kinematik (μ) 0,34 cp yang dikelompokkan sebagai fluida Newtonian dan nilai aktivitas air (a_w) 0,933.

Penyimpanan Minuman Teh Hijau pada Ruangan Bercahaya

Sampel produk disimpan pada lemari kayu bercahaya (71,0×40,5×57,0 cm³) yang di sekelilingnya diberi cermin. Lemari penyimpanan dilengkapi dengan lampu *light emitting diode* (LED) dengan jarak antara produk dengan lampu sejauh 30 cm. Cahaya di dalam lemari penyimpanan di atur intensitasnya pada perlakuan 500, 1000 dan 1500 lux pada suhu 25±2°C. Posisi produk diputar setiap 24 jam untuk memastikan paparan cahaya merata. Rancangan ruang penyimpanan bercahaya dapat dilihat pada Gambar 1. Sampel diamati setiap 7 hari selama 8 minggu.

Gambar 1. Rancangan ruang penyimpanan bercahaya

Evaluasi Kecukupan Sterilisasi

Evaluasi kecukupan sterilisasi mengacu pada mikroba standar untuk sterilisasi komersial, yaitu *Clostridium botulinum* (nilai $z=10^\circ\text{C}$). Ukuran kecukupan panas untuk proses sterilisasi komersial dinyatakan sebagai ekivalen waktu pemanasan (dalam satuan menit) pada suhu konstan 121,1°C disebut sebagai nilai F_0 . Nilai F_0 (menit) dihitung sebagai berikut (BPOM,2019b):

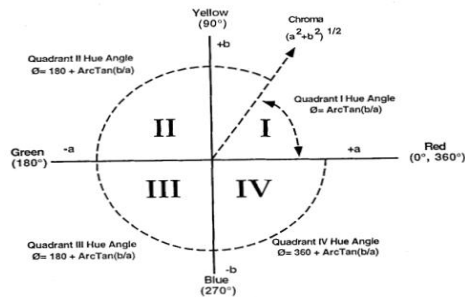
$$F_0 = L_R \cdot t / 60$$
, dimana $t = L / v_{\max}$
 dimana L_R adalah nilai *lethal rate* dari suhu proses di bagian *outlet holding tube*, dan t adalah *holding time* (sec)



berdasarkan kecepatan maksimum (v_{max} , cm/detik).

Analisis Warna

Warna sampel teh dianalisis dengan menggunakan Ultrascan Vis Spectrofotometer, yaitu nilai L^* (Tingkat kecerahan), nilai a^* , nilai b^* , $^{\circ}$ Hue, dengan merujuk metode Hidayati *et al* (2021). Nilai L^* menunjukkan kecerahan (0 = hitam/gelap, 100 = putih/terang). Nilai $^{\circ}$ Hue dihitung dari invers tangen perbandingan nilai b dan a . Nilai $^{\circ}$ Hue merupakan gambaran dari sumbu 360° dimana daerah kuadran 1 menunjukkan warna kemerahan, daerah kuadran 2 menunjukkan warna kuning hijau. Diagram $L^*a^*b^*$ dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram sistem pewarnaan $L^*a^*b^*$

Analisis pH dan Analisis Natrium Askorbat

Nilai pH dari sampel teh diukur dengan menggunakan alat pH meter Mettler Toledo yang digunakan untuk mengukur nilai pH sampel pada suhu 25-28° C. Natrium askorbat dianalisis pada saat awal dan akhir penyimpanan. Analisis dilakukan dengan mengacu pada metode AOAC (2012). Perhitungan kadar vitamin C dalam sampel dengan menggunakan kurva kalibrasi standar dengan persamaan garis : $Y=bx+a$, dengan rumus sebagai berikut :
Kadar vitamin C (mg/100 g atau mg/100 mL) =

$$\frac{(A_{spl}-a) \times FP \times V_a}{W_{spl} \text{ atau } V_{spl} \times 10}$$

Analisis Organoleptik

Analisis organoleptik menggunakan uji skoring untuk atribut warna. Uji organoleptik melibatkan 30 orang panelis terlatih pada produk yang mengalami perbedaan perlakuan (BSN, 2006). Sampel disajikan dalam gelas plastik bening berukuran ± 50 mL dan diberi label dengan kode angka acak per perlakuan. Pada uji skoring, panelis diminta memberikan skor dengan 5 skala numerik, yaitu amat sangat merah kekuningan (1), sangat merah kekuningan (2), merah kekuningan (3), agak merah kekuningan (4), dan tidak merah kekuningan (5).

Kinetika Perubahan Mutu Selama Penyimpanan

Kinetika laju perubahan mutu teh hijau selama penyimpanan dijelaskan dengan model orde reaksi nol (0) dan orde satu (1). Model laju orde reaksi 0 menunjukkan penurunan mutu yang konstan (laju reaksi tidak tergantung pada konsentrasi pereaksi), sedangkan laju orde reaksi 1 menunjukkan penurunan mutu berjalan secara eksponensial terhadap lama penyimpanan (tidak membentuk garis linier) (Khamidah, 2014). Dengan membandingkan nilai R^2 , maka dapat dipilih orde reaksi yang paling cocok dengan data yang diperoleh (dipilih tren kurva yang memberikan nilai R^2 yang tinggi).

Rancangan Percobaan dan Analisa Data

Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap faktorial. Penelitian ini dilakukan dengan tiga kali ulangan. Analisis data dilakukan pada sampel teh hijau RTD sebelum dan setelah inkubasi. Untuk melihat signifikansi dari perlakuan yang diamati, data di analisis dengan *two-way analysis of variance* (ANOVA) (Minitab 17). Jika terdapat perbedaan yang nyata pada taraf 95%, maka dilakukan uji lanjut Tukey untuk membandingkan



signifikansi setiap perlakuan penyimpanan dan konsentrasi natrium askorbat. Data hasil analisis selama periode penyimpanan dilakukan uji korelasi Pearson untuk seluruh parameter mutu yang dianalisis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kecukupan Proses Sterilisasi

Minuman teh hijau pada penelitian ini termasuk jenis fluida *Newtonian* karena memiliki viskositas yang relatif rendah (0,34 cP) dan konstan (tidak dipengaruhi oleh perubahan *shear rate*). Kondisi proses UHT teh dilakukan pada debit aliran (Q) sebesar 26,921 m³/jam, dengan kecepatan rata-rata (v) 1,64 m/s. Proses sterilisasi menggunakan *holding tube* yang memiliki *inner diameter* sebesar 0,00762 m, dan panjang sebesar 11 m. Suhu dari teh setelah keluar dari *holding tube* (*outlet temperature*) adalah 138°C. Dengan performa tersebut, maka laju aliran teh di dalam *holding tube* adalah aliran turbulen ($Re = 321911,6$). Dengan demikian, nilai v_{max} sebesar 0,01968 cm/detik. Berdasarkan performa tersebut, maka nilai F_0 dari proses UHT yang diterapkan adalah 3,05 menit, yang menunjukkan minuman teh hijau RTD telah memenuhi persyaratan minimum kecukupan sterilisasi komersial (BPOM, 2021).

Nilai pH

Penurunan pH tanpa penambahan natrium askorbat menghasilkan penurunan pH yang lebih rendah dibandingkan penambahan natrium askorbat (Gambar 3). Hasil ANOVA menunjukkan intensitas pencahayaan berpengaruh signifikan terhadap pH ($p < 0,05$), yaitu semakin tinggi intensitas pencahayaan, maka pH menurun semakin cepat. Hasil uji Tukey ($p < 0,05$) menunjukkan penambahan natrium askorbat berbeda signifikan dengan yang tidak dilakukan penambahan natrium askorbat. Nilai pH semakin menurun

disebabkan oleh proses ekstraksi dalam kondisi alkali sehingga membuat katekin menjadi tidak stabil. Penelitian Zeng *et al* (2016) menunjukkan bahwa kondisi alkali menyebabkan polifenol tidak stabil.

Kandungan natrium askorbat di awal penyimpanan adalah 197,25 ppm, sedangkan di akhir masa penyimpanan selama 56 hari sudah tidak terdeteksi (Tabel 1), karena natrium askorbat yang semula bertindak sebagai antioksidan berubah menjadi prooksidan yang dapat memicu degradasi katekin. Hal ini sejalan dengan yang dilaporkan Chen *et al* (2020) yang menyatakan penggunaan asam askorbat dapat melindungi stabilitas katekin, namun setelah itu asam askorbat dapat mengalami oksidasi pada medium cair membentuk asam dehidroaskorbat (DHAA) sehingga memicu degradasi katekin.

Tabel 1. Konsentrasi natrium askorbat minuman teh hijau

Hari ke	Konsentrasi natrium askorbat (mg/L)			
	0 lux	500 lux	1000 lux	1500 lux
0	197,25	197,25	197,25	197,25
56	0,00	0,00	0,00	0,00

Perubahan pH dengan dan tanpa penambahan natrium askorbat mengikuti reaksi orde 1. Intensitas cahaya semakin tinggi, meningkatkan laju penurunan pH. Laju reaksi penurunan pH tanpa penambahan natrium askorbat lebih tinggi dibandingkan dengan penambahan natrium askorbat. Perubahan pH disebabkan selama penyimpanan katekin pada minuman teh hijau mengalami oksidasi dan membuat pH mengalami penurunan. Katekin yang bersifat asam lemah akan cepat rusak bila terdapat dalam suasana pH netral sampai alkalis. Penambahan natrium askorbat membantu menghambat perubahan pH. Hal ini sejalan dengan yang dilaporkan oleh Ye *et al* (2009) yang menyatakan oksidasi katekin dapat ditekan dengan adanya natrium askorbat.



Terdapat korelasi negatif secara signifikan antara penurunan pH tanpa dan dengan penambahan natrium askorbat dengan intensitas cahaya ($r = -0,89$ dan $r = -0,81$). Semakin tinggi intensitas cahaya maka pH semakin menurun. Kemudian, terjadi korelasi signifikan positif antara penurunan nilai pH dengan nilai L^* (tingkat kecerahan) ($r = 0,94$ dan $r = 0,87$). Artinya selama penyimpanan diruangan bercahaya terjadi penurunan nilai pH yang disertai dengan penurunan kecerahan warna minuman teh hijau. Hal ini sesuai dengan pernyataan Xu *et al* (2016) yang menunjukkan bahwa warna ekstrak teh semakin gelap saat konduktivitas dan pH tinggi (basa).

Perubahan Warna

Analisis perubahan warna minuman teh hijau mencakup parameter warna L^* (tingkat kecerahan) dan $^{\circ}$ Hue.

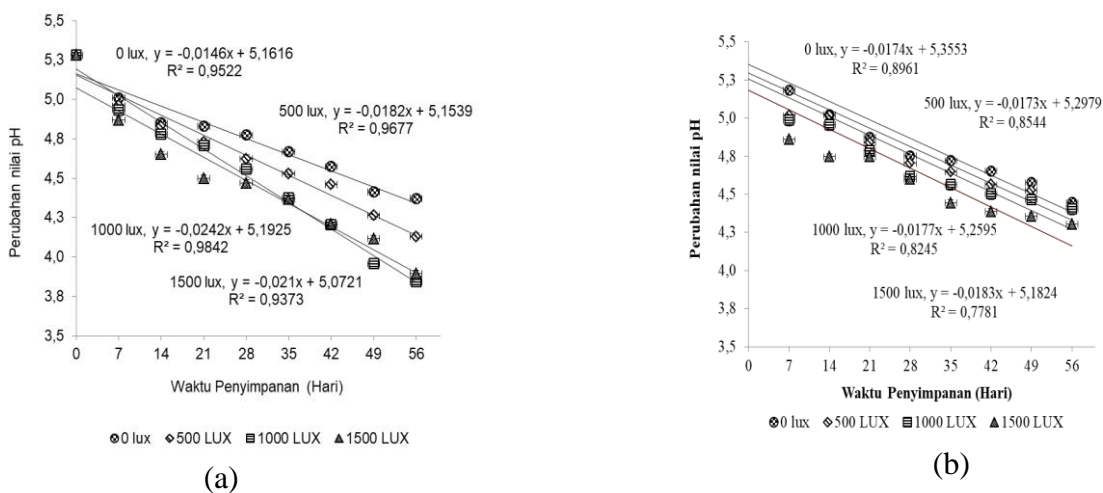
Nilai L^*

Nilai L^* dari minuman teh hijau mengalami penurunan selama penyimpanan untuk kedua kelompok sampel (Gambar 4). Semakin tinggi intensitas cahaya, maka nilai L^* semakin turun. Nilai L^* penyimpanan 56 hari tanpa penambahan natrium askorbat pada kondisi pencahayaan yang bersesuaian

memberikan nilai L^* yang lebih rendah jika dibandingkan penambahan natrium askorbat. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Orona dan Medina (2019) yang menunjukkan semakin lamanya waktu penyimpanan minuman teh hijau, nilai L^* mengalami penurunan.

Minuman teh hijau dengan penambahan natrium askorbat memiliki warna lebih cerah dibandingkan dengan minuman teh hijau tanpa penambahan natrium askorbat setelah disimpan 56 hari dengan instensitas cahaya 500, 1000 dan 1500 lux. Menurut Kim *et al* (2011), penurunan senyawa katekin yang mempengaruhi pembentukan warna akan semakin signifikan saat produk teh RTD disimpan dalam suhu tinggi dan terpapar cahaya sehingga produk semakin gelap. Degradasi warna dari teh hijau RTD selama penyimpanan di ruangan bercahaya dapat dipengaruhi oleh terjadinya degradasi klorofil. Hal ini karena klorofil sensitif terhadap cahaya, suhu tinggi dan kondisi pH (Ostadalova *et al.*, 2014).

Laju reaksi penurunan nilai L^* minuman teh hijau tanpa penambahan natrium askorbat pada intensitas cahaya 500, 1000 dan 1500 lux lebih tinggi dibandingkan dengan penambahan natrium askorbat. Perubahan nilai L^*



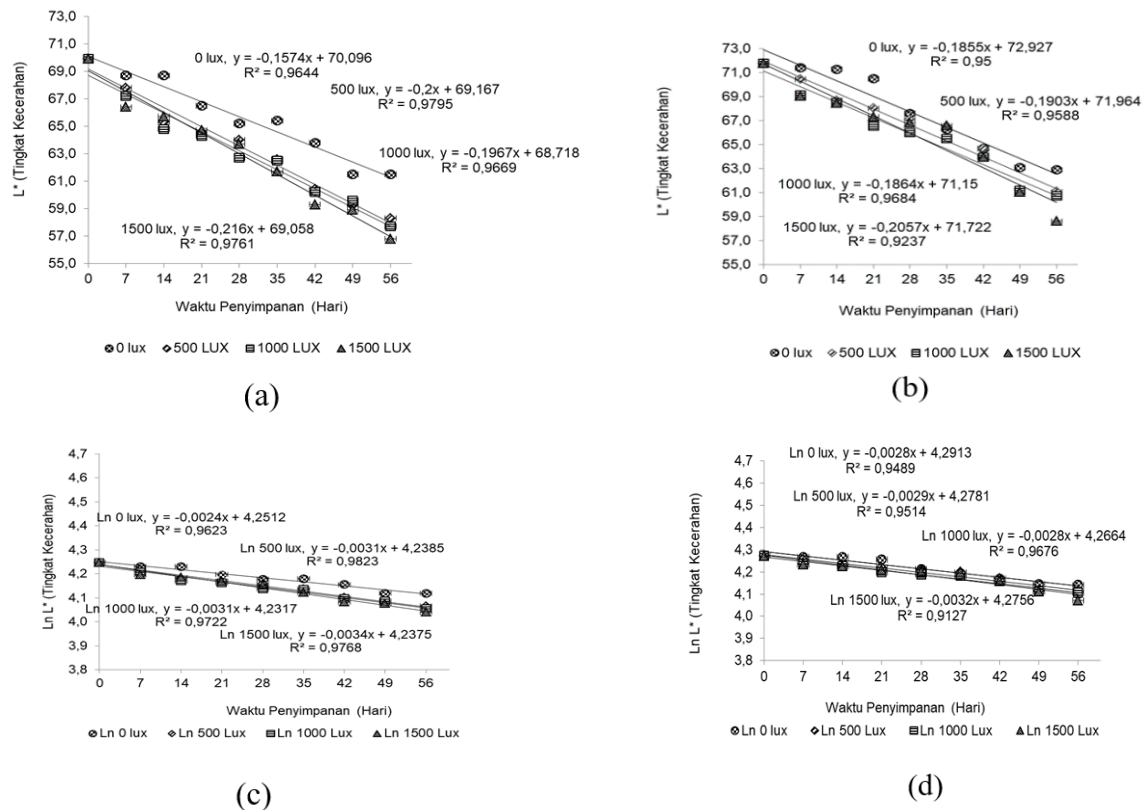
Gambar 3. Pengaruh intensitas cahaya terhadap perubahan pH (a) tanpa penambahan natrium askorbat dan (b) dengan penambahan natrium askorbat 200 ppm. Nol lux adalah sampel yang disimpan pada kondisi gelap. Error bars menunjukkan standar of the mean (n=3)



minuman teh hijau tanpa penambahan natrium askorbat mengikuti reaksi orde 1. Intensitas cahaya yang semakin tinggi meningkatkan laju penurunan nilai kecerahan warna minuman teh hijau. Perlakuan dengan penambahan natrium askorbat mengikuti reaksi orde 0. Penambahan natrium askorbat menahan laju penurunan kecerahan minuman teh hijau selama penyimpanan. Natrium askorbat dapat membantu menghambat penurunan kecerahan minuman teh hijau karena natrium askorbat mencegah degradasi katekin. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Yan *et al* (2019), natrium askorbat membantu menghambat degradasi katekin. Terdapat korelasi signifikan negatif antara penurunan nilai L^* tanpa dan dengan penambahan natrium askorbat dengan intensitas cahaya ($r=-0,89$ dan $r=-0,91$).

Hal tersebut menunjukkan semakin tinggi intensitas cahaya maka nilai L^* semakin menurun.

Terjadinya korelasi signifikan positif antara penurunan nilai L^* dengan °hue ($r=0,95$ dan $r=0,93$). Minuman teh hijau mengalami penurunan nilai kecerahan yang disertai dengan perubahan warna dari kuning menjadi merah kuning. Adanya perubahan warna merah dikarenakan selama terkena paparan cahaya katekin mengalami degradasi. Pernyataan tersebut sesuai dengan hasil penelitian Baik *et al* (2019) yang menyatakan bahwa teh hijau RTD yang disimpan dalam kemasan botol PLA selama 20 hari penyimpanan menghasilkan warna lebih kemerahan dibandingkan disimpan dalam kemasan botol terlindungi dari paparan cahaya.



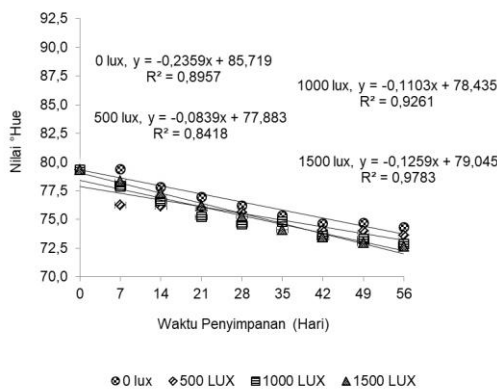
Gambar 4. Pengaruh intensitas cahaya terhadap perubahan nilai L^* (tingkat kecerahan) (a) tanpa penambahan natrium askorbat, (b) dengan penambahan natrium askorbat 200 ppm, (c) $\ln L^*$ tanpa penambahan natrium askorbat dan (d) $\ln L^*$ dengan penambahan natrium askorbat 200 ppm. Nol lux adalah sampel yang disimpan pada kondisi gelap. Error bars menunjukkan standar of the mean ($n=3$)



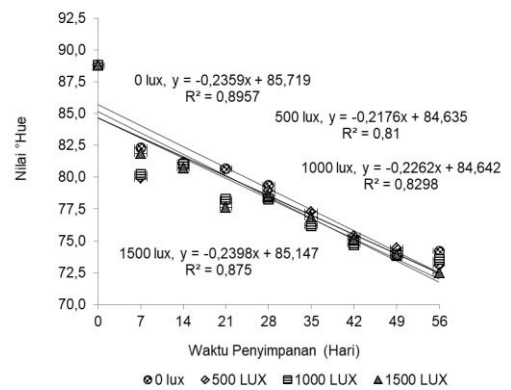
Nilai °Hue

Nilai °Hue merupakan atribut yang menunjukkan derajat warna visual yang terlihat. Hubungan lama penyimpanan terhadap nilai °hue dapat dilihat pada Gambar 5. Kisaran nilai °Hue sampel berada pada angka 72° hingga 89° dengan nilai a dan b positif sehingga terdapat pada kuadran 1 yaitu pada warna merah kekuningan.

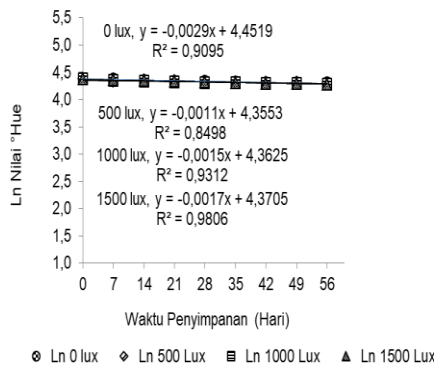
Penambahan natrium askorbat pada minuman teh hijau sebelum disimpan menghasilkan warna kuning dengan nilai °Hue 89°, sedangkan minuman teh hijau tanpa penambahan natrium askorbat awal penyimpanan menghasilkan warna merah kekuningan dengan nilai °Hue 79°, sehingga penambahan natrium askorbat di awal proses penyimpanan mempengaruhi pembentukan warna minuman teh hijau.



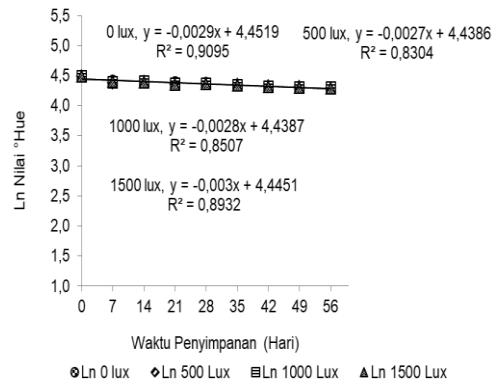
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 5. Pengaruh intensitas cahaya terhadap perubahan nilai °Hue (tingkat kecerahan) (a) tanpa penambahan natrium askorbat, (b) dengan penambahan natrium askorbat 200 ppm, (c) Ln L* tanpa penambahan natrium askorbat dan (d) Ln L* dengan penambahan natrium askorbat 200 ppm. Nol lux adalah sampel yang disimpan pada kondisi gelap. Error bars menunjukkan standar of the mean (n=3)



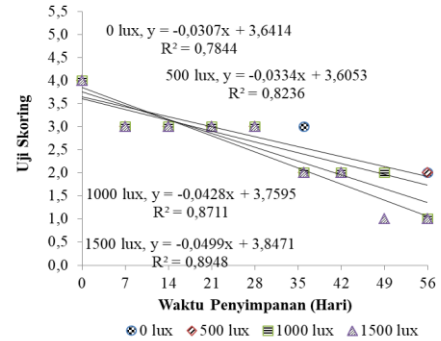
Pembentukan warna kuning disebabkan oleh perubahan warna katekin yang mengalami reaksi oksidasi atau kondensasi yang terjadi selama proses pemanasan (Fan *et al.* 2015). Peningkatan intensitas cahaya, lama penyimpanan serta perlakuan penambahan natrium askorbat menunjukkan semakin lama penyimpanan pada ruangan bercahaya dapat menurunkan nilai °Hue dan memiliki interpretasi warna yang sama yaitu warna merah kuning (dengan nilai °Hue 53-84°, kuadran I). Perubahan nilai °Hue minuman teh hijau tanpa dan dengan penambahan natrium askorbat mengikuti reaksi orde 1.

Intensitas cahaya yang semakin tinggi meningkatkan perubahan warna dari kuning menjadi merah kekuningan karena katekin mengalami oksidasi. Perubahan warna katekin dari tidak berwarna menjadi kuning disebabkan oleh reaksi oksidasi (Fan *et al.*, 2015). Terdapat korelasi signifikan negatif antara penurunan nilai °Hue perlakuan tanpa dan dengan penambahan natrium askorbat dengan intensitas cahaya ($r=-0,98$ dan $r=-0,83$). Semakin tinggi intensitas cahaya maka nilai °Hue semakin menurun. Artinya, semakin tinggi intensitas cahaya maka warna menjadi merah kekuningan.

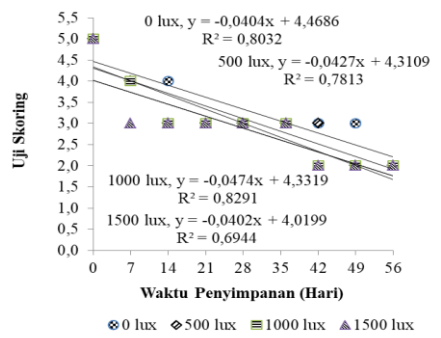
Perubahan Warna Secara Organoleptik

Semakin lama waktu penyimpanan dan semakin tinggi intensitas cahaya dengan dan tanpa penambahan natrium askorbat maka intensitas warna semakin menurun. Semakin lama waktu penyimpanan, warna berubah dari tidak merah kekuningan menjadi amat sangat merah kekuningan (Gambar 6). Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Baek *et al.* (2021), dimana warna minuman teh hijau RTD berubah menjadi lebih kemerahan setelah 20 hari disimpan pada paparan cahaya. Penambahan natrium askorbat memberikan warna teh yang lebih baik dibandingkan dengan yang

tidak ditambah natrium askorbat, yaitu produk yang tidak ditambah natrium askorbat memberikan hasil penilaian dari sangat merah kekuningan sampai amat sangat merah kekuningan.



(a)



(b)

Gambar 6. Rata-rata nilai uji ranking tanpa penambahan natrium askorbat (a) dan dengan penambahan natrium askorbat (b). Nol lux adalah sampel yang disimpan pada kondisi gelap.

Perubahan nilai uji ranking minuman teh hijau dengan dan tanpa penambahan natrium askorbat mengikuti reaksi orde 1 dan terjadi secara eksponensial. Intensitas cahaya mempengaruhi perubahan nilai konstanta laju reaksi uji ranking minuman teh hijau selama penyimpanan. Intensitas cahaya yang semakin tinggi membuat warna produk menjadi semakin sangat merah kekuningan. Terdapat korelasi signifikan negatif antara penurunan nilai uji ranking perlakuan tanpa dan dengan penambahan



natrium askorbat dengan nilai intensitas cahaya ($r=-0,98$, $r=-0,99$, $r=-0,97$, $r=-0,89$). Hal tersebut menunjukkan intensitas cahaya yang semakin tinggi membuat warna menjadi merah kekuningan, selain itu terdapat juga korelasi signifikan positif atribut uji ranking dengan nilai pH, L, dan °Hue. Artinya penurunan warna produk menjadi perubahan warna merah kekuningan disertai adanya penurunan pH dan kecerahan. Perubahan warna kuning berkorelasi dengan oksidasi polifenol teh (Zeng *et al.*, 2016).

KESIMPULAN

Teh hijau RTD yang disimpan selama 56 hari pada kondisi pencahayaan dengan intensitas mengalami penurunan nilai pH, kecerahan, nilai °hue dan nilai sensori warna. Penurunan nilai pH teh hijau RTD di akhir penyimpanan tanpa penambahan natrium askorbat lebih cepat dibandingkan dengan penambahan natrium askorbat. Minuman teh hijau penambahan natrium askorbat memiliki nilai L (kecerahan) yang lebih tinggi atau warna lebih cerah dibandingkan dengan minuman teh hijau tanpa penambahan natrium askorbat dengan intensitas cahaya 500 lux, 1000 lux dan 1500 lux. Nilai °Hue didapat interpretasi warna yaitu warna merah kuning (dengan nilai °Hue 53-84°, kuadran I. Penambahan natrium askorbat membuat warna akhir lebih baik dibandingkan dengan yang tidak ditambah natrium askorbat dengan memberikan hasil penilaian dari sangat merah kekuningan sampai amat sangat merah kekuningan. Penambahan natrium askorbat pada produk dapat membantu mengurangi perubahan warna dari produk minuman teh hijau selama periode penyimpanan. Dalam penelitian ini tidak dilakukan analisis Na-askorbat selama periode pengamatan (hanya di awal dan di akhir penyimpanan) sehingga tidak diketahui tren penurunannya. Dalam penelitian berikutnya perlu dilakukan

analisis Na-askorbat selama penyimpanan sehingga dapat diketahui pada waktu kapan Na askorbat tidak memiliki aktivitas antioksidan yang efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini T. (2017). Proses dan manfaat teh. Erka, Padang. ISBN: 978-602-6506-37-5.
- Anjarsari IRD. (2016). Katekin teh Indonesia : prospek dan manfaatnya. J. Kultivasi, 15(2). Padjajaran University. Bandung.
- [AOAC] (2012). Official Methods of Analysis of AOAC International, 19th ed, USA
- Baek N, Kim Y, Duncan S, Leitch K, O'Keefe S. (2021). Epigallocatechin gallate stability in ready to drink (RTD) green tea infusion in TiO₂ and oleic acid modified TiO₂ polylactic acid film packaging stored under fluorescent light during refrigerated storage at 4°C. Foods. 10:723.MDPI. <http://doi.org/10.3390/foods10040723>
- Barnhart B. (2023). Colortone terminology handbook:tint, tone, shade, and more. <http://www.linearity.io/blog/color-tone-terminology/>, diakses 12 Desember 2023.
- Brodowska KM. (2017). Natural flavonoids: classification, potential role, and application of flavonoid analogues. Eur. J. Biol. Res. <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.545778>.
- [BPOM RI] Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. (2019a). Perka BPOM No 11 Tahun 2019 tentang Batas Maksimum Penggunaan Bahan Tambahan Pangan. Jakarta (ID): BPOM RI.
- [BPOM RI] Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. (2019b). Protokol validasi kecukupan proses panas pangan



- steril komersial yang diolah dan dikemas secara aseptik. Direktorat Pengawasan Pangan Risiko Tinggi dan Teknologi Baru, Deputi Bidang Pengawasan Pangan Olahan. Jakarta (ID): BPOM RI.
- [BPOM RI] Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. (2021). Perka BPOM No 27 Tahun 2021 tentang Persyaratan Pangan Olahan Berasam Rendah Dikemas Hermetis. Jakarta (ID): BPOM RI.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2006. SNI 01:2346:2006. Petunjuk pengujian organoleptik dan atau sensori. Jakarta (ID) : BSN
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. (2011). SNI 03:6197:2011. Konvesi energi pada sistem pencahayaan. Jakarta (ID) : BSN.
- Chen L, Wang W, Zhang J, Wang W, Ni D, Jiang H. (2020). Dehydroascorbic acid affects the stability of catechins by forming conjugations. *Molecules* 25:1-12. <http://doi.org/10.3390/molecules25184076>
- Dube, S. (2015). Effect of accelerated storage temperatures on the shelf life limiting factors of apple juice concentrate. Thesis, Faculty of Natural and Agricultural Science. University of Pretoria. Pretoria.
- Euromonitor International. (2014). Packed Food: Euromonitor From Trade Sources/National Statistics. <http://www.euromonitor.com/>, diakses 12 September 2023.
- Fan FY, Shi M, Nie Y, Zhao Y, Ye JH, Liang YR. (2015). Differential behaviors of tea catechins under thermal processing: formation of non-enzymatic oligomers. *Food Chem.* 106: 347-354. <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.09.056>
- Fu QY, Li QS, Lin XM, Qiao RY, Yang R, Li XM, Dong ZB, Xiang LP, Zheng XQ, Lu JL, Yuan CB, Ye JH, Liang YR. (2017). Antidiabetic effect of tea. *Molecules* 20;22(5):849. <http://doi.org/10.3390/molecules22050849>
- Halim N, Kattu G. (2020). Analisis kenyamanan desain interior di Supermarket. Studi kasus : Ranch Market dan The Gourmet. *Jurnal Pengetahuan dan Perancangan Desain Interior.* 8 (2):27-37.
- Hidayati R, Andarwulan N, Herawati D. (2021). Aplikasi fosfat pada proses ekstraksi teh hijau untuk minuman teh hijau siap minum. *J. Tek. Industri Pangan.* Vol.32(1):36-51. <http://doi.org/10.6066/jtip.2021.32.1.36>
- Khamidah A. (2014). Aplikasi metode ASLT dalam produk pangan.. <http://www.saintek.uin-malang.ac.id/wp-content/uploads/2014/02/j38.pdf>, diakses 25 September 2023
- Kim Y, Welt B, Talcott S. (2011). The impact of packaging materials on the antioxidant phytochemical stability of aqueous infusions of green tea (*Camellia sinensis*) and Yaupon Holly (*Ilex vomitoria*) during cold storage. *J. Agric. Food Chem.* 594676–4683. <http://doi.org/10.1021/jf104799y>
- Kosinska A, Andlauer W. (2014). Antioxidant capacity of tea : Effect of processing and storage. Elsevier. <http://doi.org/10.1016/B978-0-12-404738-9.00012-X>
- Kusnandar F, Dafiq HH, Rahayu WP, Irmawan. (2023). Evaluasi kecukupan panas dan pengembangan proses alternatif dalam sterilisasi komersial jamur kancing dalam kaleng. *J. Mutu Pangan,* 10(2): 100-107: <http://doi.org/10.29244/jmpi.2023.10.2.100>
- Orona V, Medina G. (2019). Changes in phenolics and antioxidant capacity during short storage of ready to drink green tea (*Camellia sinensis*) beverage at commercial conditions. *Post Harvest Technol.* 78: 141-145.



- <http://doi.org/10.1590/1678-4499.2018027>
- Ostadalova M, Tremlova B, Pokorna J, Kral Martin. (2014). Chlorophyll as indicator of green tea quality. *Acta Vet. Brno.* 83:S103-S109. <http://doi.org/10.2754/avb201483S10S103>
- Saiputra RP. (2022). Mengenal perbedaan 4 macam jenis teh di Indonesia. <https://www.goodnewsfromindonesia.id/2022/09/30/mengenal-perbedaan-4-macam-jenis-teh-di-indonesia>.
- Singh JP, Kaur A, Singh N, Nim L, Shevkani K, Kaur H, Arora DS. (2016). In vitro antioxidant and antimicrobial properties of jambolan (*Syzygium cumini*) fruit polyphenols. *LWT* , 65 (January): 1025-1030.
- Sukarman, Astuti DA, Utomo NBP. (2017). Evaluasi kualitas warna iklan klonn *Amphiprion percula* Lacepede 1802 tangkapan alam dan hasil budidaya. *J. Riset Akuakultur.* 12(3):231-239.
- Susilowati, U. (2001). Analisis Perilaku Konsumen di Kota Bogor terhadap Teh Botol Sosro. Skripsi, Jurusan Ilmu-ilmu Sosial Ekonomi Pertanian. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Xu Y, Zou C, Gao Y, Chen J, Wang F, Chen G, Yin J. (2016). Effect of the type of brewing water on the chemical composition, sensory quality and antioxidant capacity of Chinese teas. *Food Chem.* 236: 142-151. <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.11.110>
- Yan HZ, Gen SC, Jian XC, Zheng QL, Liao YY, Jun FY, Yong QX. (2019). Effects of β -cyclodextrin and sodium ascorbate on the chemical compositions and sensory quality of instant green tea powder during storage. *J. Chem.* Article ID 5618723. <http://doi.org/10.1155/2019/5618723>
- Ye Qian, Chen Hao, Zhang Lin Bin, Ye Jian Hui, Lu Jian Liang, Liang Yue Rong. (2009). Effect of temperature, illumination, and natrium ascorbate on browning of green tea infusion. *Food Sci Biotechnol* 18 (4): 932-938.
- Zeng L, Maa M, Li C, Luo L. (2016). Stability of tea polyphenols solution with different pH at different temperatures. *Int. J. Food Prop.* 20(1): 1–18. <http://doi.org/10.1080/10942912.2014.983605>.