

Stabilitas Antosianin Serbuk Terung Belanda (*Solanum Betaceum Cav.*) Terkopigmentasi dan Terenkapsulasi Dengan Perubahan pH

Anthocyanin Stability of Tamarillo (*Solanum Betaceum Cav.*) Powder Copigmented and Encapsulated with Changes in pH

Ni Luh Ketut Ayu Gayatri Pradnya Andini¹, Gusti Ayu Kadek Diah Puspawati¹, Komang Ayu Nocianitri¹

Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana
Kampus Bukit Jimbaran, Badung-Bali

* Penulis korepondensi: Gusti Ayu Kadek Diah Puspawati. Email: diahpuspawati@unud.ac.id

Abstract

Tamarillo (*Solanum betaceum Cav.*) contain bioactive components such as anthocyanin. Anthocyanin in tamarillo act as a source of red pigment. This research aimed to determine the effect of pH on the anthocyanin stability of copigmented and encapsulated tamarillo powder and to determine the right pH to produce the best anthocyanin stability of copigmented and encapsulated tamarillo powder. This research used a Complete Randomized Design with pH treatment consisted of five levels; pH 3, pH 4, pH 5, pH 6, pH7. Each treatment was repeated three times so obtain 18 experimental units. The data obtained were analyzed using analysis of variance and if the treatment had an significant effect on the test parameters, then continued with the Duncan Multiple Range Test (DMRT). The results showed that pH had a significant effect on anthocyanin color degradation, anthocyanin content, absorbance retention, L* values, a*, b*, hue and chroma. The best best treatment to maintain anthocyanin stability of copigmented and encapsulated tamarillo powder is pH 3 with the anthocyanin color with result degradation of 8.48%, anthocyanin content of 0.63 mg/g, absorbance retention of 96.51%, L* value of 40.03, value of a* 51.07, value of b* 56.30, hue of 47.79° and chroma of 76.01. Tamarillo powder copigmented and encapsulated can be used as a functional food ingredient in food products with an acidic pH.

Keywords: *anthocyanin stability, tamarillo powder, pH, ingredient fungsional food*

PENDAHULUAN

Terung belanda (*Solanum betaceum Cav.*) disebut juga *tamarillo* atau *tomato tree* merupakan buah yang memiliki kombinasi rasa asam dan manis. Terung belanda mengandung provitamin A dan vitamin C serta mineral penting seperti potasium, fosfor dan magnesium serta komponen bioaktif seperti antosianin dan karotenoid yang dapat menjaga sekaligus memelihara kesehatan tubuh (Sari *et al.*, 2018). Komponen bioaktif seperti antosianin pada

terung belanda berperan sebagai sumber pigmen merah.

Nugaheni (2012) melaporkan penggunaan pigmen antosianin memiliki kelemahan seperti pemakaiannya yang kurang praktis dan warna yang kurang stabil terhadap perubahan pH, oksidasi, cahaya dan suhu selama pengolahan pangan. Kelemahan tersebut menjadi faktor penyebab pigmen antosianin kurang dapat bersaing dengan pewarna sintetik, meskipun pigmen antosianin memiliki keunggulan

sebagai pangan fungsional dan berpengaruh positif bagi kesehatan. Puspawati *et al.*, (2019) melaporkan bubuk pewarna antosianin dari terung belanda pada penerimaan keseluruhan, lebih disukai dari pewarna merah yang beredar dipasaran tetapi, stabilitasnya masih belum bisa menyamai pewarna sintetik.

Salah satu cara untuk meningkatkan stabilitas dan kepraktisan pigmen antosianin dari terung belanda adalah kombinasi teknik kopigmentasi dan enkapsulasi pada pembuatan serbuk pewarna alami terung belanda. Kopigmentasi adalah teknik meningkatkan stabilitas warna dengan mereaksikan antosianin dengan senyawa lain sebagai kopigmen (Talcott *et al.*, 2003). Sementara, enkapsulasi adalah teknik penjerat bahan inti dalam bahan penyalut tertentu untuk melindungi komponen bahan inti atau bahan aktif sehingga mampu mempertahankan stabilitas warna (Palupi *et al.*, 2014).

Pembuatan serbuk pewarna alami dengan kombinasi metode kopigmentasi dan enkapsulasi telah dilakukan oleh Puspawati *et al.*, (2021) dengan perlakuan terbaik yaitu serbuk yang diekstrak dengan metode sonikasi dan dikopigmentasikan dengan asam galat serta dienkapsulasi dengan maltodektrin 5%. Asam galat menjadi kopigmen terbaik karena mampu membentuk senyawa kompleks dengan antosianin. Pembentukan senyawa kompleks ini menyebabkan terjadinya keseimbangan

elektron sehingga terjadi kestabilan. Selain itu, asam galat juga berperan dalam menurunkan pH sehingga pelarut dalam suasana asam sehingga antosianin yang dikopigmentasikan menjadi lebih stabil. Maltodektrin sebagai enkapsulan memiliki kemampuan membentuk lapisan disekitar pigmen warna sehingga dapat melindungi warna dari kerusakan. Ekstrak yang dikopigmentasi dengan asam galat dan dienkapsulasi dengan maltodektrin 5% menghasilkan total antosianin dan intensitas warna terbaik dibandingkan dengan asam ferulat, ekstrak kayu secang dan ekstrak kulit buah naga merah (Puspawati *et al.*, 2021). Raharjo *et al.*, (2019) melaporkan peningkatan stabilitas antosianin pada beras hitam pada proses pembuatannya juga menggunakan teknik kopigmentasi yaitu dengan asam fenolik dan dienkapsulasi dengan maltodektrin. Pada penelitian tersebut juga diamati stabilitas antosianinnya dengan perubahan pH.

Derajat keasaman (pH) sangat mempengaruhi stabilitas antosianin dimana, pada suasana asam antosianin berbentuk garam flavilium yang lebih stabil dan semakin tinggi nilai pH maka warna akan memudar dan berubah menjadi biru. Fathinatullabibah *et al.*, (2014) melaporkan stabilitas antosianin ekstrak daun jati paling baik pada pH 3, dimana semakin tinggi pH maka stabilitas semakin menurun. Fedri *et al.*, (2019) melaporkan ekstrak cair kulit buah terong belanda merah stabil pada pengaruh

pH yaitu pH 1 dan 3 dengan menghasilkan warna merah yang stabil dan degradasi warna paling rendah. Loypimai *et al.*, (2015) melaporkan degradasi warna visual dan kandungan antosianin bubuk pewarna bekatul hitam (BCP) sangat dipengaruhi oleh pH dan stabilitas terbaik pada pH 2,0. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh pH terhadap stabilitas antosianin serbuk terung belanda terkopigmentasi dan terenkapsulasi dan menentukan pH yang tepat untuk stabilitas antosianin serbuk terung belanda terkopigmentasi dan terenkapsulasi terbaik.

METODE

Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah terung belanda varietas merah (*Solanum Betaceum* Cav.) dengan karakteristik matang optimal (kulit berwarna merah merata) dari petani di Bedugul, Kabupaten Tabanan, Provinsi Bali, aquades, asam sitrat (Gajah), asam galat diperoleh dari Sigma Aldrich St. Louis, MO, USA, *tween* 80, *Carboxyl Methyl Cellulose* (CMC), maltodekstrin, larutan buffer sitrat (pH 3, pH 4, pH 5, pH 6), buffer phosphate (pH 7) (*Merck*). Bahan kimia untuk analisis meliputi; larutan buffer kalium klorida (pH 1), larutan buffer natrium asetat (pH 4,5) (*Merck*), HCL, metanol dan etanol dibeli di Toko Chemical Pratama, Yogyakarta.

Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pisau, timbangan

digital, timbangan analitik (Shimadzu ATY224), blender (*Philips*), *magnetic stirrer* (*DLAB MS-S*), *mixer* (*Philips*), kertas baking, aluminium foil, gelas ukur, kain saring, kertas saring whatman No. 42, kertas label, loyang, oven (*ESCO Isotherm*), baskom, pH meter (*TOA HM 605*), *Color reader* CR-10 (*Konica Minolta Sensing*), corong kaca, pipet mikro (*Socorex*), tip mikropipet, gelas beaker (*Pyrex*), labu ukur 5ml (*Pyrex*), pipet tetes, buret, vortex (*Maxi Mix II Type 367000*), tissue (*Nice*), tabung reaksi (*Pyrex*), rak tabung reaksi (*Pyrex*), spektrofotometer UV-Vis (*Genesys 10S UV – Vis*), *centrifuge* (*Oregon*) dan *digital ultrasonic cleaner* (*Digital Pro+*).

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan pH terhadap stabilitas serbuk terung belanda terkopigmentasi dan terenkapsulasi yang terdiri dari lima taraf, meliputi: P1 = pH 3; P2 = pH 4; P3 = pH 5; P4 = pH 6; P5 = pH 7. Masing-masing perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali, sehingga diperoleh total 15 unit percobaan.

Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan beberapa langkah, meliputi pembuatan ekstrak terung belanda, kopigmentasi ekstrak terung belanda, enkapsulasi dan stabilisasi pigmen antosianin dengan pengaruh pH.

Pembuatan Ekstrak Terung Belanda

Ekstraksi buah terung belanda mengacu pada Puspawati *et al.*, (2018). Pembuatan ekstrak buah terung belanda diawali dengan sortasi kemudian dicuci dengan air mengalir. Selanjutnya dibelah dua, dihilangkan kulitnya dan dihaluskan dengan blender (tanpa penambahan air) sehingga didapatkan bubur terung belanda. Bubur terung belanda ditambahkan pelarut aquades yang mengandung asam sitrat tiga persen dengan perbandingan bahan dan pelarut 1:4. Selanjutnya diekstraksi sonikasi pada suhu 27-30°C selama 20 menit pada panjang gelombang 37kHz. Kemudian disaring dengan kain saring dan disentrifuge dalam 1500 rpm selama 15 menit dan diambil ekstrak jernih.

Kopigmentasi Ekstrak Terung Belanda

Metode kopigmentasi mengacu pada Jamei dan Babaloo, (2017) dan Puspawati *et al.*, (2021). Bahan kopigmen yaitu asam galat dipersiapkan dengan konsentrasi 960 mg/L, selanjutnya dicampur dengan ekstrak terung belanda dengan perbandingan 1:2 kemudian dihomogenisasi dengan *magnetic stirrer* selama 15 menit.

Enkapsulasi

Metode enkapsulasi mengacu pada Puspawati *et al.*, (2021) yang dimodifikasi. Ekstrak terung belanda yang telah terkopigmentasi sebanyak 75 ml dimasukkan ke dalam gelas ukur kemudian ditambahkan *tween* 80 sebanyak satu persen kemudian

dihomogenisasi dengan *mixer*, selanjutnya ditambahkan maltodekstrin sebanyak lima persen kemudian dihomogenisasi dan ditambahkan CMC sebanyak 0,3 persen kemudian ditambahkan ekstrak terung belanda sampai volume total 100ml dihomogenisasi dengan *mixer* selama ± 15 menit sampai terbentuk busa yang kompak. Langkah selanjutnya dimasukkan dalam loyang yang sudah dialasi dengan *baking paper* dengan ketebalan 5 mm kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C selama 4 jam. Setelah kering dihaluskan dengan *blender* (kecepatan: 3) dan diayak dengan ayakan 40 mesh untuk mendapatkan serbuk terung belanda.

Stabilisasi Pigmen Antosianin dengan Pengaruh pH

Stabilisasi pigmen antosianin dengan pengaruh pH mengacu pada Loypimai *et al.*, (2015) yang dimodifikasi. Sebanyak 3 g serbuk pewarna alami terung belanda dilarutkan dalam 15 ml buffer pH sesuai perlakuan (3, 4, 5, 6, 7) di homogenisasi dengan *vortex mixer* selama 10 detik kemudian disentrifugasi (3000 rpm selama 30 menit) dan disaring.

Parameter Uji

Parameter uji pada penelitian yaitu degradasi warna antosianin (Sari, 2011 dalam Fendri *et al.*, 2020), total antosianin (Giusti dan Wrolstad, 2001), retensi

absorbansi (Raharjo *et al.*, 2019), pengukuran nilai L* a* b* (Francis, 2002), hue dan chroma (Hutching, 1999).

($p < 0,05$) (Gomez *et al.*, 1995) menggunakan program *Statistical Package for the Social Sciens 25* (SPSS 25)

Analisis Data

Data dianalisis secara statistik menggunakan uji sidik ragam dan apabila perlakuan berpengaruh terhadap parameter yang diamati, maka dilanjutkan dengan uji beda nyata *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan tingkat signifikan 5%

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rata-rata degradasi warna antosianin, total antosianin dan retensi absorbansi dapat dilihat pada Tabel 1, sedangkan nilai L*, a*, b*, hue dan chroma dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Rata-Rata Degradasi Warna Antosinin, Total Antosianin, Retensi Absorbansi Serbuk Terung Belanda Terkopigmentasi dan Terenkapsulasi terhadap Perlakuan pH

Perlakuan	Degradasi Warna Antosianin (%)	Total Antosianin (mg/g)	Retensi Absorbansi (%)
P1 (pH 3)	8,48±0,18e	0,63±0,01a	96,51±0,13a
P2 (pH 4)	18,36±0,15d	0,51±0,01b	94,02±0,04b
P3 (pH 5)	22,10±0,18c	0,46±0,01c	93,56±0,13c
P4 (pH 6)	30,16±0,21b	0,43±0,01d	91,58±0,40d
P5 (pH 7)	43,45±0,10a	0,40±0,01e	89,27±0,24e

Keterangan: Nilai rata-rata pada yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan berpengaruh nyata pada taraf signifikansi 5%.

Tabel 2. Rata-rata Nilai L*, a*, b*, Hue dan Chroma Serbuk Terung Belanda Terkopigmentasi dan Terenkapsulasi terhadap Perlakuan pH

Perlakuan	Nilai L*	Nilai a*	Nilai b*	Nilai hue (°)	Nilai C*
P1 (pH 3)	40,03±0,15e	51,07±0,15a	56,30±0,10e	47,79±0,08e	76,01±0,14a
P2 (pH 4)	42,10±0,10d	48,10±0,10b	57,43±0,15d	50,05±0,02d	74,89±0,08b
P3 (pH 5)	43,97±0,15c	44,00±0,10c	59,33±0,25c	53,44±0,15c	73,87±0,19c
P4 (pH 6)	45,87±0,15b	39,03±0,15d	60,17±0,15b	57,03±0,13b	71,72±0,14d
P5 (pH 7)	48,07±0,15a	36,97±0,15e	61,10±0,10a	58,83±0,10a	71,41±0,13e

Keterangan: Nilai rata-rata pada yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan berpengaruh nyata pada taraf signifikansi 5%.

Degradasi Warna Antosianin

Degradasi warna antosianin adalah laju kerusakan warna antosianin yang ditunjukkan dalam persen dari hasil pengurangan absorbansi sampel tanpa perlakuan dengan absorbansi sampel dengan perlakuan kemudian dibandingkan dengan absorbansi sampel tanpa perlakuan (Sari,

2011). Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pH berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap degradasi warna antosianin serbuk terung belanda terkopigmentasi dan terenkapsulasi. Tabel 1 menunjukkan, degradasi warna antosianin terendah diperoleh pada perlakuan pH 3 yaitu sebesar 8,48% sedangkan degradasi warna tertinggi

diperoleh pada perakuan pH 7 yaitu sebesar 43,45%. Semakin tinggi nilai pH semakin tinggi juga degradasi warna antosianin dan warna antosianin semakin pudar. Hal ini karena terjadinya perbedaan struktur antosianin dimana pada peningkatan pH akan membuat antosianin dalam bentuk yang tidak stabil atau semakin tinggi kerusakan pigmennya.

Pada pH 3 antosianin berwarna merah (kation flavilium) dan semakin tinggi nilai pH degradasi warna antosianin semakin besar yang ditandai dengan warna merah yang semakin pudar dan cenderung berwarna kekuningan. Hal ini karena antosianin mengalami perubahan struktur dari kation flavilium yang menghasilkan warna merah menjadi bentuk pseudobasa hemiketal karbinol yang berwarna kuning (Marco *et al.*, 2011, Burton-Freeman *et al.*, 2016). Fedri *et al.*, (2019) yang menyatakan degradasi warna antosianin ekstrak cair kulit buah terong belanda merah pada pH 3 (51,73%) dan meningkat seiring dengan peningkatan nilai pH. Pernyataan tersebut juga sesuai dengan penelitian (Farida, 2015) melaporkan bahwa pada kisaran pH 1-3 antosianin berada pada bentuk flavilium berwarna merah yang paling stabil, ketika nilai pH naik maka akan menyebabkan hilangnya proton dengan lebih cepat sehingga terjadi deprotonisasi dan hidrasi kation flavilium sehingga terjadi perubahan struktur antosianin dan mengalami

transformasi stabilitas pigmen (Bridgers *et al.*, 2010).

Total Antosianin

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pH berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap total antosianin serbuk terung belanda terkopigmentasi dan terenkapsulasi. Tabel 1 menunjukkan rata-rata tertinggi diperoleh pada perlakuan pH 3 yaitu sebesar 0,63mg/g, sedangkan total antosianin terendah diperoleh pada perakuan pH 7 yaitu sebesar 0,40mg/g. Semakin tinggi nilai pH, semakin rendah total antosianin. Hal ini karena peningkatan nilai pH menyebabkan kerusakan pada antosianin dimana kation flavylium akan kehilangan proton basa kuinodal yang merupakan bentuk tidak stabil sehingga dengan cepat dapat menjadi bentuk antosianin yang tidak berwarna.

Pada pH asam antosianin berbentuk kation flavilium yang menghasilkan warna merah yang lebih stabil sedangkan pada pH yang semakin meningkat antosianin akan menjadi bentuk pseudobasa hemiketal karbinol yang berwarna kuning kemudian menjadi bentuk kuinodal dan kalkon yang tidak berwarna (Marco *et al.*, 2011) (Burton-Freeman *et al.*, 2016) (Parisa *et al.*, 2007). Pada pH yang semakin meningkat antosianin akan mengalami hidrolisis menjadi kalkon dan terhidrolisis sempurna, inilah yang menyebabkan antosianin akan menghasilkan warna merah yang semakin pudar seiring dengan peningkatan pH (Hanum *et al.*, 2000). Hal ini sejalan dengan penelitian

Fathinatullabibah *et al* (2014) yang melaporkan bahwa antosianin daun jati pada berbagai perlakuan pH mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya pH yaitu 284,72mg/l pada pH 2, 273,03mg/l pada pH 3 dan terus menurun hingga 230,45mg/l pada pH 7. Permatasari *et al* (2010) melaporkan total antosianin bubuk pewarna alami bayam merah pada pH 3 adalah 0,581 mg/g. Laleh *et al* (2006) juga melaporkan meningkatnya pH menyebabkan kerusakan pada antosianin dari buah berries. Cevallos-Casals (2004) melaporkan bahwa antosianin dari ekstrak ubu jalar merah, jagung ungu dan wortel ungu komersial lebih stabil pada pH 3 dan stabilitasnya menurun seiring dengan peningkatan pH.

Retensi Absorbansi

Retensi absorbansi adalah jumlah zat atau bahan yang dapat tertahan setelah mengalami suatu proses tertentu yang dinyatakan dalam persen yang dihitung berdasarkan perbandingan absorbansi dari sampel (Meutia *et al.*, 2019) dalam penelitian ini perbandingan hari ke-0 dengan hari ke-30. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pH berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap retensi absorbansi serbuk terung belanda terkopigmentasi dan terenkapsulasi. Tabel 1 menunjukkan rata-rata retensi absorbansi dengan penyimpanan selama 30 hari tertinggi diperoleh pada perlakuan pH 3 yaitu sebesar 96,51%, sedangkan retensi absorbansi terendah diperoleh pada

perlakuan pH 7 yaitu sebesar 89,27%. Semakin tinggi nilai pH semakin rendah retensi absorbansi. Hal ini karena adanya perubahan struktur antosianin seiring dengan peningkatan nilai pH dari kation flavilium hingga kalkon yang sudah akan menurunkan nilai absorbansi pada hari ke-0 dan akan semakin menurun absorbansinya selama penyimpanan sehingga terjadinya penurunan retensi absorbansi.

Antosianin dalam bentuk kation flavilium (berwarna merah) yang sangat reaktif ini mudah terhidrolisis pada nilai pH yang semakin tinggi sehingga membentuk basa karbinol, hemiasetal, pseudobosa dan kalkon yang tidak berwarna, sehingga retensi absorbansi dapat mengalami penurunan selama penyimpanan (Castaneda-Ovando *et al.*, 2009) (Brouillard *et al.*, 1982). Penurunan stabilitas antosianin ditunjukkan dengan semakin kecilnya persen retensi absorbansi (Raharjo *et al.*, 2019). Hal ini sejalan dengan penelitian Wahyuni *et al* (2017) yang melaporkan bahwa retensi absorbansi ekstrak kulit terung belanda yang disimpan selama 40 hari pada kondisi pH 3,5 adalah 63,56% dan menurun seiring dengan peningkatan nilai pH. Raharjo *et al* (2019) melaporkan bahwa serbuk beras hitam yang telah terkopigmentasi pada pH 1 dan 3 kemudian dienkapsulasi dan diuji retensi absorbansinya selama 4 minggu tanpa terpapar cahaya dan pada suhu 5°C memiliki rentang retensi absorbansi 90,1- 93,8%.

Nilai L* (Kecerahan)

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pH berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap nilai L* serbuk terung belanda terkopigmentasi dan terenkapsulasi. Tabel 5 menunjukkan, nilai L* terendah diperoleh pada perlakuan pH 3 yaitu sebesar 40,03, sedangkan nilai L* tertinggi diperoleh pada perlakuan pH 7 yaitu sebesar 48,07. Semakin tinggi nilai pH semakin tinggi juga nilai L*. Hal ini menandakan warna yang dihasilkan semakin terang (pudar) seiring dengan peningkatan nilai pH sedangkan akan semakin gelap (pekat) pada nilai pH yang lebih rendah.

Peningkatan nilai L* berkaitan dengan total antosianin pada bahan, dimana nilai L* yang tinggi menunjukkan total antosianin yang rendah begitu pula sebaliknya (Montes *et al.*, 2005). Pada penelitian Montes *et al.* (2005) ekstrak buah Jaboticaba menggunakan etanol dengan HCL dan pH 2-4 memiliki nilai L* yang rendah dengan total antosianin tertinggi. Hal ini juga sejalan dengan penelitian Vieira *et al.*, (2018) kubis ungu yang diekstrak dengan pelarut asam memiliki nilai L* terendah yang menunjukkan warna ekstrak lebih gelap (lebih pekat) dengan total antosianin tertinggi. Menurut Sari *et al.*, (2005) semakin meningkatnya nilai pH maka antosianin akan terdegradasi menjadi senyawa kuinonoidal dan kalkon yang menyebabkan tidak berwarna sehingga nilai L* (kecerahannya) juga akan semakin

tinggi. Hal ini sejalan dengan penelitian Fathinatullabibah *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa nilai L* ekstrak pigmen antosianin daun jati pada perlakuan pH 2, pH 3, pH 5 dan pH 7 mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan nilai pH dengan nilai L* terendah pada pH 2 yaitu 2,58.

Nilai a* (Kemerahan)

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pH berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap nilai a* serbuk terung belanda terkopigmentasi dan terenkapsulasi. Tabel 5 menunjukkan, nilai a* tertinggi diperoleh pada perlakuan pH 3 yaitu sebesar 51,07, sedangkan nilai a* terendah diperoleh pada perlakuan pH 7 yaitu sebesar 36,97. Nilai a* pada penelitian ini bernilai positif yang berkisar antara 36,97-51,07 yang artinya memiliki derajat warna merah. Semakin tinggi nilai pH semakin rendah juga nilai a*, yang menandakan warna merah yang dihasilkan semakin sedikit.

Penurunan nilai a* karena terjadinya perubahan bentuk antosianin pada pH asam (1-3) yang masih stabil yaitu dalam bentuk kation flavilium (warna merah) akan terdegradasi seiring dengan peningkatan nilai pH menjadi bentuk pseudobasa hemiketal karbinol yang berwarna kuning (Marco *et al.*, 2011) (Burton-Freeman *et al.*, 2016). Hal ini sejalan dengan penelitian

Fathinatullabibah *et al* (2014) yang menyatakan bahwa Nilai a^* ekstrak pigmen antosianin daun jati pada perlakuan pH 2, pH 3, pH 5 dan pH 7 mengalami penurunan seiring dengan peningkatan nilai pH dengan nilai a^* tertinggi pada pH 3 yaitu 7,29 dimana semakin meningkatnya nilai pH maka nilai a^* semakin rendah dan nilai b^* semakin tinggi. Nilai a^* juga dapat berhubungan dengan total antosianin pada bahan, dimana bahan dengan total antosianin lebih tinggi juga memiliki nilai a^* yang lebih tinggi. Hal ini dibuktikan dengan penelitian Vieira (2018) dimana ekstrak buah dengan nilai a^* yang lebih tinggi juga memiliki total antosianin yang lebih tinggi.

Nilai b^* (Kekuningan)

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pH berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap nilai b^* serbuk terung belanda terkopigmentasi dan terenkapsul. Tabel 5 menunjukkan, nilai b^* tertinggi diperoleh pada perlakuan pH 7 yaitu sebesar 61,10, sedangkan nilai b^* terendah diperoleh pada perlakuan pH 3 yaitu sebesar 56,30. Nilai b^* pada penelitian ini berkisar antara 56,30-61,10 yang artinya memiliki derajat warna kuning. Semakin tinggi nilai pH semakin tinggi juga nilai b^* . Hal ini menandakan kecenderungan lebih besarnya dihasilkan warna kuning seiring dengan peningkatan nilai pH akibat adanya degradasi warna

antosianin yang mengubah bentuk strukturnya.

Hal ini karena terjadinya degradasi warna antosianin dari antosianin dimana bentuk kation flavilium yang menghasilkan warna merah akan berubah menjadi bentuk pseudobasa hemiketal karbinol yang berwarna kuning seiring dengan peningkatan nilai pH (Marco *et al.*, 2011) (Burton-Freeman *et al.*, 2016). Hal ini sejalan dengan penelitian Fathinatullabibah *et al* (2014) yang menyatakan bahwa Nilai b^* ekstrak pigmen antosianin daun jati pada perlakuan pH 2, pH 3, pH 5 dan pH 7 mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan nilai pH dengan nilai b^* tertinggi pada pH 7 yaitu -6,66 dimana semakin meningkatnya nilai pH maka nilai b^* semakin tinggi dan nilai a^* semakin rendah.

Hue

Hue adalah kisaran derajat yang menunjukkan karakteristik atau jenis warna sampel pada diagram warna (Agusandi *et al.*, 2013). Hue digunakan untuk mengetahui karakteristik warna yang dihasilkan yang ditunjukkan dari kisaran derajat atau sudut pada diagram warna (Winarno, 2004). Tabel 2 menunjukkan, hue serbuk terung belanda terkopigmentasi dan terenkapsulasi yang mendapat perlakuan pH berkisar antara $47,79^\circ$ - $58,83^\circ$. Nilai hue berkaitan dengan nilai a dan b , pada penelitian ini semua perlakuan menghasilkan nilai a^* dan nilai b^* positif

sehingga warna pada setiap perlakuan terletak pada kuadran I. Peningkatan nilai b^* dan penurunan nilai a^* akibat peningkatan nilai pH menghasilkan kisaran hue yang semakin tinggi.

Kisaran hue pada perlakuan pH 3-5 adalah $47,79^\circ$ - $53,44^\circ$ yang tergolong dalam warna merah (R) sementara perlakuan pH 6 dan pH 7 dengan kisaran hue $57,03^\circ$ - $58,83^\circ$ tergolong dalam warna kuning-merah (YR) (Hutching, 1999). Hue berhubungan dengan besarnya nilai a^* dan b^* dan kisaran warnanya dapat diketahui dengan tabel deskripsi warna (Purnomo *et al.*, 2014). Hal ini sejalan dengan penelitian Permatasari *et al* (2020) pada bubuk pewarna alami buah buni nilai a^* 11,64, b^* 7,13 dan derajat hue $29,43^\circ$ (merah) dan penelitian Purnomo *et al* (2014) derajat hue mikroenkapsul pewarna alami daun jati $32,855^\circ$ (merah) (b^* 14,610 dan a^* 22,640), $41,287^\circ$ (merah) (b^* 17,405 dan a^* 19,803) dan $43,965^\circ$ (merah) (b^* 17,655 dan a^* 18,275).

Kisaran hue yang tergolong dalam warna merah (R) dan kuning-merah (YR) pada penelitian ini karena pada nilai pH yang rendah (asam) antosianin stabil dalam bentuk kation flavilium yang menghasilkan warna merah dan pada nilai pH yang lebih tinggi maka antosianin akan terdegradasi menjadi bentuk pseudobasa hemiketal karbinol yang berwarna kuning (Marco *et al.*, 2011) (Burton-Freeman *et al.*, 2016). Hal ini sejalan dengan penelitian Hurtado *et al* (2009) yang menyatakan antosianin murni

dari buah terung belanda pada pH asam akan menunjukkan warna merah pada kisaran derajat hue 10° - 30° dan secara bertahap akan berubah menjadi warna kekuningan-kuning seiring dengan meningkatnya nilai pH. Sejalan juga dengan penelitian yang dilakukan Fathinatullabibah *et al* (2014) yang mendapatkan hasil bahwa Nilai hue ekstrak pigmen antosianin daun jati mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan nilai pH.

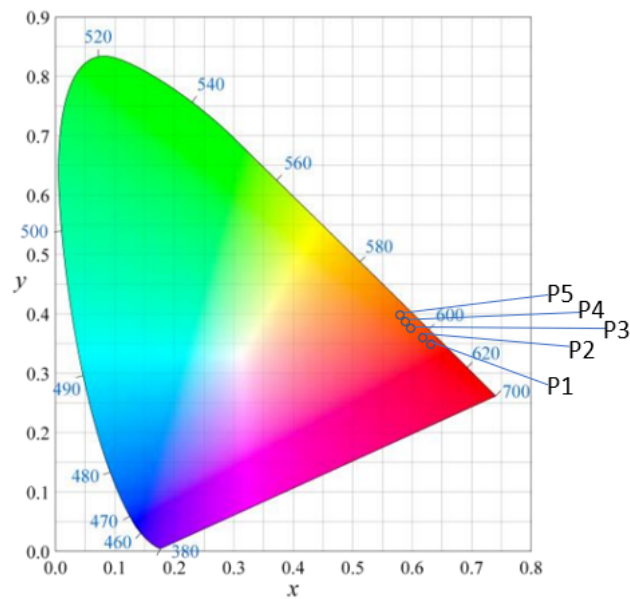
Selain itu, kisaran hue berkolerasi negatif dengan kandungan antosianin pada bahan. Hue pada bahan semakin kecil ketika total antosianin pada bahan tersebut semakin tinggi (Vieira *et al.*, 2018). Hal ini sejalan dengan penelitian Widyasanti *et al* (2018) yang melaporkan bahwa ekstrak kulit buah naga merah dengan hue terendah yaitu $27,22^\circ$ memiliki rata-rata total antosianin tertinggi yaitu 29,64 mg/l.

Nilai C* (Chroma)

Nilai chroma (C^*) menunjukkan intensitas warna yang dihasilkan (Winarno, 1997) dalam hal ini berkaitan dengan kejernihan atau pudarnya warna tersebut dimana semakin rendah nilai C^* maka warna tersebut akan semakin pudar atau pucat sebaliknya nilai C^* yang tinggi menandakan bahwa warna yang dihasilkan sangat kuat sehingga terlihat sangat pekat dan mencolok (Agusandi *et al.*, 2013). Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pH

berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap nilai C^* (chroma) serbuk terung belanda terkopigmentasi dan terenkapsulasi terhadap perlakuan pH. Tabel 2 menunjukkan, nilai C^* berkisar antara 76,01-71,41. Semakin

tinggi nilai pH semakin rendah nilai C^* . Hal ini karena pada nilai pH yang semakin tinggi warna yang dihasilkan pada sampel semakin pudar akibat terjadinya perubahan struktur antosianin.



Gambar 1. Warna Serbuk Terung Belanda Terkopigmentasi dan Terenkapsulasi terhadap Perlakuan pH pada Diagram Kromatisasi CIE xy

Warna serbuk terung belanda terkopigmentasi dan terenkapsulasi yang mendapatkan perlakuan pH dapat dilihat pada Gambar 1. Meningkatnya nilai C^* menunjukkan bahwa pewarna tersebut semakin menuju warna asli yang diukur (pekat) (Ann *et al.*, 2012). Semakin rendah nilai C^* maka warna tersebut akan semakin pudar atau pucat sebaliknya nilai C^* yang tinggi menandakan bahwa warna yang dihasilkan sangat kuat sehingga terlihat sangat pekat dan mencolok (Agusandi *et al.*, 2013).

Pudarnya warna merah seiring dengan peningkatan nilai pH dapat terjadi akibat adanya perubahan struktur antosianin sehingga mempengaruhi kelarutan setiap molekul dimana pada kondisi yang semakin basa kelarutan akan berkurang sehingga menurunnya stabilitas terhadap perubahan pH. Ahmadiani *et al* (2014) menyatakan nilai Chroma pada pH yang lebih rendah (asam) cenderung lebih tinggi. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Lukitasari *et al* (2017) dimana nilai C^* enkapsulan pigmen kubis merah pada pH 3-11 cenderung mengalami penurunan.

Nilai C juga menunjukkan kemungkinan korelasi positif dengan kandungan antosianin, dimana semakin tinggi nilai C* maka total antosianin pada bahan semakin tinggi (Vieira *et al.*, 2018). Hal ini sejalan dengan penelitian Heredia *et al* (1998) peningkatan nilai pH 1,5 - pH5 bahan pengekstrak untuk kulit buah anggur menyebabkan menurunkan nilai C* yang juga sejalan dengan menurunnya total antosianin. Sejalan juga dengan penelitian Bao *et al* (2005) peningkatan nilai pH bahan pengekstrak buah barberry cina menyebabkan terjadinya penurunan nilai C* dan antosianin.

KESIMPULAN

Derajat keasaman (pH) mempengaruhi stabilitas antosianin serbuk terung belanda terkopigmentasi dan terenkapsulasi dengan hasil berpengaruh nyata terhadap degradasi warna antosianin, total antosianin, retensi absorbansi, nilai L*, a*, b*, hue dan chroma. Stabilitas antosianin serbuk terung belanda terkopigmentasi dan terenkapsulasi paling baik diperoleh pada pH 3 dengan degradasi warna antosianin 8,48%, total antosianin 0,63 mg/g, retensi absorbansi 96,51, nilai L* 40,03, nilai a* 51,07, b* 56,30, hue 47,79° (merah) dan chroma 76,01. Serbuk terung belanda terkopigmentasi dan terenkapsulasi dapat diaplikasikan pada produk pangan dengan pH asam.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusandi, A., Agus, S, dan D. L. Shanti. 2013. Pengaruh Penambahan Tinta Cumi-Cumi Terhadap Kualitas Nutrisi dan Penerimaan Sensori Mi Basah. *Journal Of Fishtech*, 2(1), 22–37.
- Ahmadiani, N., R.J. Robbins, T.M. Collins and M.M. Giusti. 2014. Anthocyanins Contents, profile and color characteristic of Red Cabbage Extracts from Different Cultivars and Maturity Stage. *Food Chem* 62: 7524-7531.
- Ann E. Haggerman. 2002. *The Tannin Book*. USA: Miami University.
- Bao, J., Y. Cai, M. Sun, G. Wang, and H. Corke. 2005. Anthocyanins, Flavonols, and Free Radical Scavenging Activity Of Chinese Bayberry (*Myrica Rubra*) Extracts and Their Color Properties and Stability. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53(6). 2327-2332.
- Brouillard, R. 1982. Chemical Structure of Anthocyanins. In P. Markakis (Ed). *Anthocyanins as Food Colors*. Academic Press. New York. 1-40.
- Bridgers, N. E., S. M. Chin and V Den Truong,. 2010. Extraction of Anthocyanins from Industrial Purple-Fleshed Sweetpotatoes and Enzymatic Hydrolysis of Residues for Fermentable Sugars. *Industrial Crops and Products* 32 (2010) 613-620.
- Burton-Freeman, B. M., Sandhu, A. K, and Edirisinghe, I. 2016. Red Raspberries and Their Bioactive Polyphenols: Cardiometabolic and Neuronal Health Links. *Advances in Nutrition*, 7(1), 44-65.
- Castaneda-Ovando, A., Pacheco-Hernandez, M. L., Páez-Hernández, M. E., Rodríguez, J. A and Galan-Vidal, C. A. 2009. Chemical Studies of Anthocyanins: A review. *Food Chemistry*, 113, 859–871.
- Cevallos-Casals, B. A., and L. Cisneros-Zevallos. 2004. Stability of Anthocyanin Based Aqueous Extracts of Alean Purple Corn and Red-fleshed Sweet Potato Compared to Synthetic and Natural Colorants. *Food chemistry*, 86(1), 69-77.
- Farida, R., dan F. C. Nisa. 2015. Ekstraksi Antosianin Limbah Kulit Manggis Metode Microwave Assisted Extraction (Lama Ekstraksi dan Rasio Bahan : Pelarut). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*

- 3 (2): 362 – 373.
- Fathinatullabibah, Kawiji dan L.U. Khasanah. 2014. Stabilitas Antosianin Ekstrak Daun Jati (*Tectona gdanis*) terhadap Perlakuan pH dan Suhu. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 3 (2) 3(2):60–63.
- Fendri, S.T.J. Verawati dan P.S. Nuras. 2020. Stabilitas Antosianin dari Kulit Terung Belanda Merah (*Solanum betaceum* Cav.) terhadap pH dan Suhu. *Jurnal Katalisator*. 5(1):64–73.
- Francis FJ. 1996. Color Analysis. Chapter 12 In *Food Analysis* 2nd. Gaithersburg. (DE) : Aspen Publishers, Inc.
- Giusti, M. M., and Wrolstad, R. E. 2001. Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV– Visible Spectroscopy. *Current Protocols in Food Anal Chem*. F1.2.1-F2.2.13
- Gomez, K. A dan Anturo. (1995). *Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian*. Jakarata. UI Press.
- Hanum T. 2000. Ekstraksi dan Stabilitas Zat Pewarna dari Bekatul Beras Ketan Hitam (*Oryza sativa* Glutinosa). *Buletin Teknologi dan Industri Pangan* Vol XI. No. 1, 2000.
- Heredia, F. J., E. M. Francia-Aricha, J. C. Rivas-Gonzalo, I. M. Vicario, and C. Santos-Buelga. 1998. Chromatic Characterization of Anthocyanins From Red Grapes - I. pH effect. *Food Chemistry*, 63(4), 491-498. [http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00051-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00051-X).
- Hutching, J. B. 1999. *Food Color and Appearance* Second Edition. Maryland (US): Aspen Publishers, Inc.
- Jamei, R., and F. Babaloo. 2017. Satbility of Bluberry (*Cornus- mas- Yulyush*) Antocyanin Pigment Under pH anda Copigment Treatment. *Intern J Food Properties*. 20 (9). 2128-2133.
- Laleh, G. H., H. Frydoonfar, R. Heidary, R. Jamei and S. Zare. 2006. The Effect of Light, Temperatur, pH and Species on Stability of Anthocyanin Pigment in Four Berberies Species. *Pakistan Journal of Nutrition* 5(1):90-92.
- Loypimai, Patiwit, A. Moongngarm, and P. Chottanom. 2016. Thermal and PH Degadation Kinetics of Anthocyanins in Natural Food Colorant Prepared from Black Rice Bran. *Journal of Food Science and Technology* . 53(1):461–70.
- Lukitasari, D. M., R. Indrawati, R. D. Chandra, dan L. Limantara. 2017. Mikroenkapsulasi Pigmen dari Kubis Merah: Studi Intensitas Warna dan Aktivitas Antioksidan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 28(1), 1-9.
- Marco, P.H., Poppi, R.J, Scarminio, I.S, Tauler R. 2011. Investigation of The pH Effect and UV Radiation on Kinetic Degradation of Anthocyanin Mixtures Extracted from Hibiscus acetosella.. *Food Chem* 125: 1020–1027.
- Meutia, Y. R., Susanti, I., & Siregar, N. C. (2019). Uji Stabilitas Warna Hasil Kopigmentasi Asam Tanat dan Asam Sinapat pada Pigmen Brazilin Asal Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L.). *Warta Industri Hasil Pertanian*, 36(1), 30-39.
- Montes, C., Vicario, I. M., Raymundo, M., Fett, R. and Heredia, F. J. (2005). Application of Tristimulus Colorimetry To Optimize The Extraction of Anthocyanins from Jaboticaba (*Myrcia Jaboticaba* Berg.). *Food Research International*, 38(8–9), 983-988. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2005.01.016>
- Nugaheni, M. 2012. *Pewarna Alami Makanan dan Potensi Fungsionalnya*. Skripsi. Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
- Palupi, N. Widya, P. Khrisna, J. Setiadi, dan S. Yuwanti. 2014. Enkapsulasi Cabai Merah Dengan Teknik Coacervation Menggunakan Alginat Yang disubstitusi Dengan Tapioka Terfotooksidasi. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 3(3):87–93.
- Parisa, Setareh, H. Reza, G. Elham and J. Rashid, (2007). Effect Of Heating, UV Irradiation And Ph On Stability Of The Anthocyanin Copigment Complex. *J. Biol. Sci.*, 10: 267-272.
- Permatasari, N. A dan Y.K. Deofsila. 2021. Perubahan Kualitas Bubuk Pewarna Alami Buah Buni (*Antidesma Bunius* (L) Spreng) Selama Penyimpanan dFengan Menggunakan Metode Akselerasi. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 31(2), 176-189.
- Purnomo, W., L. U. Khasanah dan R. B. K. Anindito. 2014. Pengaruh Ratio Kombinasi Maltodekstrin, Karagenan dan Whey terhadap Karakteristik Mikroenkapsulan Pewarna Alami Daun Jati (*Tectona grandis* L. f.). *Jurnal*

- Aplikasi Teknologi Pangan 2 (3) : 121-129.
- Puspawati, G. A. K. D., Y. Marsono, R. Armunanto, and Supriyadi. 2018. Inhibitory Potency of Indonesian Tamarillo (*Solanum Betaceum Cav*) Crude Extract against α -Glucosidase Enzyme Activity. *Current Research in Nutrition and Food Science*. 6(2):392–403.
- Puspawati, G. A. K. D, P.T. Ina, dan G.A. Ekawati. 2019. Proses Pembuatan Ekstrak Pewarna Merah Alami Bubuk dari Tamarillo (*Solanum betacum Cav.*). Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia. Indonesia.
- Puspawati, G. A. K. D, I. N. K. Putra, P.T. Ina, dan G.A. Ekawati. 2021. Inovasi Stabilitas Antosianin dari Ekstrak Tamarillo (*Solanum betacum Cav.*): Teknik Kopigmentasi dan Enkapsulasi. Laporan Penelitian. Unpublish. Universitas Udayana. Bukit Jimbaran.
- Raharjo, S., F.A. Purwdanari, P.Hastuti, dan K.Olsen. 2019. “Stabilization of Black Rice (*Oryza Sativa*, L. Indica) Anthocyanins Using Plant Extracts for Copigmentation dan Maltodextrin for Encapsulation.” *Journal of Food Science* 84(7):1712–20.
- Sari,P., F. Agustina, M. Komar, Unus, M. Fauzil dan T. Lindriati. 2005. Ekstraksi dan Stabilitas Antosianin dari Kulit Buah Duwet (*Syzigium cumini*). *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 16(2).
- Talcott, S.T., C.H. Brenes, D.M. Pires, dan D.D. Pozo-Insfran. 2003. “Phytochemical Stability dan Color Retention of Copigmented dan Processed Muscadine Grape Juice.” *Journal of Agricultural dan Food Chemistry* 51(4):957–63.
- Vieira, L. M., Marinho, L. M. G, Rocha, J. D. C. G, Barros, F. A. R dan Stringheta, P. C. 2010. Chromatic analysis for predicting anthocyanin content in fruits and vegetables. *Food Science and Technology*, 39, 415-422.
- Wahyuni, H., T. Hanum dan M. Murhadi. 2017. Pengaruh Kopigmentasi terhadap Stabilitas Warna Antosianin Ekstrak Kulit Terung Belanda (*Cyphomandra betacea Sendtn*). *Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pertanian*, 22(1), 40-51.
- Widyasanti, A., N. Nurlaily dan E. Wulandari. 2018. Karakteristik Fisikokimia Antosianin Ekstrak Kulit Buah Naga Merah Menggunakan Metode UAE (Physicochemical Characteristics of Red Dragon Fruit Skin Anthocyanin Extracts using UAE Method): Physicochemical Characteristics of Dragon Fruit Peels (*Hylocereus polyrhizus*) Anthocyanin Extracts using UAE (Ultrasound Assisted Extraction) Method. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 6(1), 27-38.
- Winarno, F.G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.