

Klorofil Daun Suji: Potensi dan Tantangan Pengembangan Pewarna Hijau Alami

(Suji Leaf Chlorophyll: Potential and Challenges as Natural Colorant)

Dias Indrasti, Nuri Andarwulan*, Eko Hari Purnomo, Nur Wulandari

(Diterima Agustus 2018/Disetujui Februari 2019)

ABSTRAK

Klorofil telah lama digunakan sebagai pewarna hijau untuk pangan dan non-pangan. Salah satu tanaman sumber klorofil adalah daun suji (*Dracaena angustifolia* (Medik.) Roxb.). Klorofil daun suji memiliki kelebihan dan karakteristik khas dibandingkan sumber klorofil lain yang berpotensi dikembangkan sebagai pewarna alami. Namun, klorofil mudah sekali terdegradasi karena pengaruh enzim dan faktor lingkungan. Selama pengolahan dan penyimpanan terjadi perubahan struktur klorofil menjadi senyawa-senyawa turunannya yang tidak lagi berwarna hijau. Beberapa upaya telah dilakukan untuk mempertahankan kualitas warna hijau dan kuantitas klorofil yang terkandung dalam pewarna daun suji. Pembentukan metallo-klorofil dan pengembangan pewarna serbuk daun suji belum mampu menyamai kualitas dan kuantitas ekstrak cairnya. Kendala tersebut menjadi tantangan dalam mengembangkan daun suji sebagai bahan pewarna alami.

Kata kunci: degradasi, *Dracaena*, feofitin, pangan, pengolahan

ABSTRACT

Chlorophyll has long been used as a green colorant for food and non-food applications. One source of chlorophyll is suji (*Dracaena angustifolia* (Medik.) Roxb.) leaf. The suji leaf chlorophyll has advantages and unique characteristics compared to the other chlorophyll sources that potential to be developed as a natural colorant. However, chlorophyll is easily degraded due to enzymatic and environmental factors. During processing and storage, the chlorophyll structure changes to its derivative compounds which are no longer green. Several attempts have been done to maintain the quality of the green color and quantity of chlorophyll contained in suji leaves. The formation of metallo-chlorophyll and development of suji leaf powder colorant have not been able to match the quality and quantity of its extract. These constraints become a challenge in the development of suji leaves as a natural colorant.

Keywords: degradation, *Dracaena*, food, pheophytin, processing

PENDAHULUAN

Warna hijau yang dipunyai oleh klorofil telah lama dimanfaatkan sebagai pewarna alami pada berbagai produk pangan maupun non-pangan (Shahid *et al.* 2013). Permintaan atas klorofil terus mengalami kenaikan seiring dengan peningkatan kesadaran untuk menggunakan bahan pewarna alami (Hung *et al.* 2014). Apalagi banyak publikasi yang melaporkan adanya kaitan antara penggunaan pewarna artifisial dengan masalah kesehatan, terutama pada anak-anak (Ghidouche *et al.* 2013). Selain itu, klorofil dan senyawa-senyawa turunannya juga diyakini memberikan manfaat bagi kesehatan karena aktivitasnya sebagai antioksidan dan antiinflamasi, serta berperan dalam pencegahan penyakit-penyakit kronis, seperti kanker (Subramoniam *et al.* 2012; McQuistan *et al.* 2012; Jokopriyambodo *et al.* 2014).

Eksplorasi kandungan klorofil pada berbagai tanaman telah banyak dilakukan, baik di dalam maupun di luar negeri (Alsuhendra 2004; Nurdin *et al.* 2009; Setiari & Nurchayati 2009; Žnidarčič *et al.* 2011; Delgado-Pelayo *et al.* 2014; Limantara *et al.* 2015). Salah satu tanaman hijau yang banyak mengandung klorofil adalah suji (*Dracaena angustifolia* (Medik.) Roxb.) (Prangdimurti *et al.* 2006).

Suji (*Dracaena angustifolia* Roxb.) merupakan tanaman herba yang banyak tumbuh liar di tempat basah atau ditanam di sekitar halaman sebagai pagar (WHO 2009). Tanaman ini mempunyai nama yang berbeda di beberapa daerah di Indonesia, seperti *jingkang*, *hanjuwang merak* (Jawa Barat), *semar* (Jawa), *jejuang bukit*, *pendusta utan* (Ambon), dan *pondan jawa* (Minahasa) (Kinho *et al.* 2011). Daun suji telah dimanfaatkan sejak lama baik dalam bidang pangan, kosmetika, maupun pengobatan (Prangdimurti *et al.* 2006; Roosita *et al.* 2008).

Sejak zaman dahulu, masyarakat Indonesia memanfaatkan air perasan daun suji yang banyak mengandung klorofil sebagai pewarna hijau alami pada berbagai makanan tradisional. Seiring dengan tuntutan teknologi pangan yang semakin maju, pemanfaatan pewarna alami perlu memenuhi aspek efektivitas dan

Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian dan Southeast Asian Food and Agricultural Science and Technology (SEAFST) Center, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga Bogor 16680

* Penulis Korespondensi:

Email: andarwulan@apps.ipb.ac.id

efisiensi. Oleh karena itu, pengembangan pewarna alami dari daun suji dilakukan dengan mengubahnya menjadi bentuk ekstrak cair, serbuk atau serbuk enkapsulat yang lebih praktis. Namun, pemanfaatan pigmen klorofil sebagai pewarna terkendala oleh stabilitasnya. Klorofil mudah sekali mengalami degradasi karena reaksi enzimatik, kondisi asam, dan adanya oksigen (Yilmaz & Gokmen 2016). Banyak penelitian yang mengidentifikasi terjadinya perubahan struktur klorofil di dalam produk pangan saat diolah (Pumilia *et al.* 2014; Sánchez *et al.* 2014; Benlloch-Tinoco *et al.* 2015; Ramírez *et al.* 2015; Singh *et al.* 2015). Berbagai upaya mempertahankan stabilitas klorofil selama pengolahan juga telah banyak dilakukan (Kumar *et al.* 2013; Kaewsuksaeng *et al.* 2015; Singh *et al.* 2015; Shi *et al.* 2016).

Tujuan penulisan ulasan ini adalah untuk menjelaskan karakteristik klorofil daun suji, potensi klorofil daun suji sebagai pewarna alami, ketidakstabilan klorofil, dan tantangan dalam pemanfaatan klorofil daun suji sebagai pewarna alami.

PEMBAHASAN

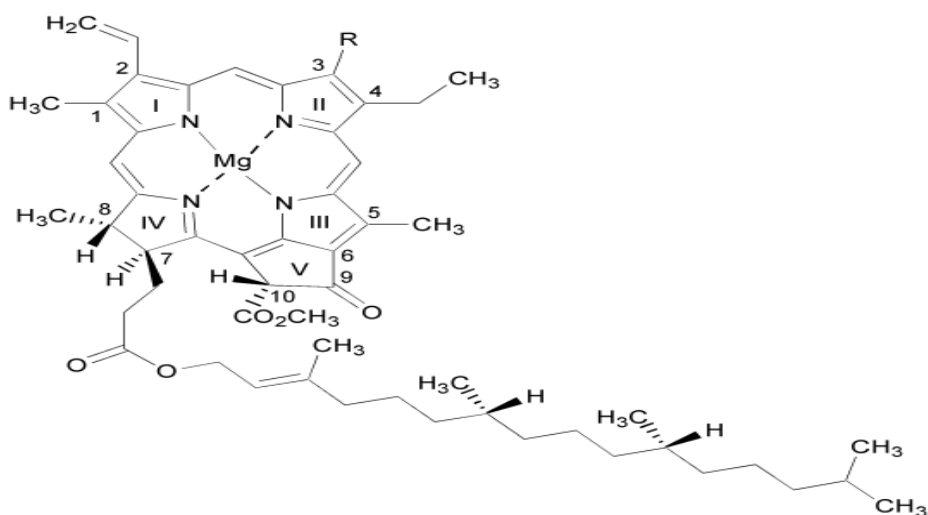
Karakteristik Klorofil Daun Suji

Warna hijau daun suji berasal dari senyawa klorofil yang terkandung di dalamnya. Pada jaringan tanaman, klorofil berada dalam lamella organel interseluler yang disebut kloroplas. Keberadaannya dilindungi oleh protein yang membentuk suatu kompleks klorofil-protein. Kompleks ini dikelilingi oleh protein-lipid *bilayer* sehingga membuat klorofil stabil di dalamnya (Miazek & Ledakowicz 2013). Berdasarkan strukturnya, klorofil merupakan porfirin yang mengandung cincin dasar tetrapirrol yang saling berikatan melalui jembatan metin ($-C=$) (Yilmaz & Gokmen 2016). Klorofil mengikat ion Mg di tengah dan memiliki cincin isosiklik kelima yang berada dekat dengan cincin pirol ketiga (Gambar 1). Pada cincin keempat, substituen asam propionat

diesterifikasi oleh gugus fitol yang bersifat hidrofobik. Klorofil pada tanaman terdiri atas dua jenis, yaitu klorofil a dan klorofil b. Klorofil a mempunyai gugus metil (CH_3), bersifat kurang polar dan berwarna biru hijau. Sementara itu, klorofil b mengikat gugus formil (CHO), bersifat polar, dan berwarna kuning hijau (Rahayuningsih *et al.* 2018).

Eksplorasi kandungan klorofil berbagai jenis tanaman telah banyak dilakukan (Tabel 1). Kadar klorofil pada tanaman umumnya berkisar antara 0,6–1,2% dari bobot daun kering (Schwartz *et al.* 2008) dengan rasio klorofil a/b sekitar 3:1 (Giuliani *et al.* 2011). Dari data pada Tabel 1 diketahui bahwa rasio klorofil a/b pada tanaman berkisar antara 1,5–4,7 dengan nilai rata-rata 3,1. Rasio klorofil a/b memengaruhi kelarutannya pada pelarut air. Perbandingan klorofil a/b yang besar mengindikasikan kemudahan klorofil untuk larut pada pelarut organik (lebih bersifat hidrofobik). Jumlah atau kadar klorofil yang tinggi, terutama klorofil a berimplikasi pada kenampakan warna hijau pada tanaman. Sebagai contoh, daun suji dan sawi hijau mempunyai rasio klorofil a/b yang hampir sama namun kadar klorofil total pada daun suji jauh lebih tinggi daripada sawi hijau. Perbedaan kadar klorofil ini terlihat secara visual dari warna daun suji yang lebih hijau daripada sawi hijau.

Daun suji memiliki kandungan klorofil yang tinggi serta rasio klorofil a/b yang tidak jauh berbeda (Tabel 1). Rasio klorofil a dan b yang tidak jauh berbeda ini berkaitan dengan kemudahan larutnya pada pelarut air. Klorofil a umumnya lebih bersifat hidrofobik sehingga semakin tinggi rasio klorofil a terhadap klorofil b akan mengakibatkan kelarutannya dalam air menjadi rendah. Hal ini ditandai dengan air perasan daun suji yang lebih berwarna hijau pekat dibandingkan air perasan daun bayam pada jumlah yang sama karena rasio klorofil a/b pada bayam lebih tinggi. Karakteristik kelarutan dalam air menjadi penting mengingat hampir sebagian besar produk pangan menggunakan air sebagai pelarut.



Gambar 1 Struktur klorofil (klorofil a ($R = CH_3$) dan klorofil b ($R = CHO$)).

Tabel 1 Kandungan klorofil beberapa jenis tanaman

| Jenis tanaman | Kadar klorofil (mg/kg bahan segar) | | | |
|---|------------------------------------|----------|-------------|-----------|
| | a | b | Total (a+b) | Rasio a/b |
| Daun bayam ¹ | 1.205,0 | 255,9 | 1.460,9 | 4,7 |
| Daging buah apel Green Doncella ¹¹ | 5,2 | 11 | 6,3* | 4,6* |
| Kulit buah apel Ariane ¹¹ | 9,0 | 2,2 | 11,2* | 4,0* |
| Daun <i>Black locust</i> ⁶ | 12.864,6* | 3385,4* | 16.250,0 | 3,8 |
| Daging buah apel Reina de Reineta ¹¹ | 1,2 | 0,3 | 1,5* | 3,8* |
| Daging buah apel Green Golden Delicious ¹¹ | 3,5 | 0,9 | 4,4* | 3,8* |
| Kulit buah apel Fuji (F) ¹¹ | 14,2 | 3,7 | 17,9* | 3,8* |
| Kulit buah apel Pink Lady ¹¹ | 31,8 | 8,5 | 40,3* | 3,7* |
| Daging buah apel Fuji (I) ¹¹ | 0,9 | 0,2 | 1,1* | 3,6* |
| Kulit buah apel Starking Red Chief ¹¹ | 28,7 | 8,0 | 36,7* | 3,6* |
| Daging buah apel Granny Smith ¹¹ | 6,3 | 1,8 | 8,1* | 3,5* |
| Kulit buah apel Golden Delicious ¹¹ | 18,3 | 5,3 | 23,6* | 3,5* |
| Daun murbei ³ | 651,7 | 192,5 | 844,2 | 3,4 |
| Kulit buah apel Fuji (I) ¹¹ | 51,5 | 15,1 | 66,6* | 3,4* |
| Daun katuk ¹ | 1.688,1 | 513,9 | 2.202,0 | 3,3 |
| <i>Scots pine</i> ⁶ | 2.908,6* | 881,4* | 3.790,0 | 3,3 |
| Daun cincau ³ | 1300,0 | 408,7 | 1.708,8 | 3,2 |
| Selada ¹ | 482,7 | 148,6 | 631,3 | 3,2 |
| Kulit buah apel Green Golden Delicious ¹¹ | 35,4 | 11,0 | 46,4* | 3,2* |
| Daging buah apel Pink Lady ¹¹ | 0,4 | 0,1 | 0,5* | 3,2* |
| Kacang panjang ¹ | 169,1 | 55,5 | 224,6 | 3,0 |
| Buncis ¹ | 57,0 | 18,5 | 75,4 | 3,1 |
| Daun kangkung ¹ | 1.493,5 | 519,9 | 2.013,5 | 2,9 |
| Kulit buah apel Golden Rosett ¹¹ | 4,9 | 1,7 | 6,6* | 2,9* |
| Kulit buah apel Royal Gala ¹¹ | 7,8 | 2,6 | 10,4* | 2,9* |
| Daun pegagan ³ | 612,5 | 219,0 | 831,5 | 2,8 |
| <i>Chicory</i> (cv. Anivip) ⁵ | 2.383,1 | 897,4 | 3.280,5 | 2,7 |
| Daun dandelion ⁵ | 1.805,4 | 677,1 | 2.482,5 | 2,7 |
| Daun bayam ⁹ | 790,7 | 292,7 | 1083,4* | 2,7* |
| <i>Garden rocket</i> ⁶ | 2.612,4 | 983,8 | 3.596,2 | 2,6 |
| Daun <i>Sow thistle</i> ⁶ | 10.652,8* | 4.097,2* | 14.750,0 | 2,6 |
| Daun pepaya ⁴ | 21.485,0 | 8.130,0 | 29.597,5 | 2,6* |
| <i>Wild rocket</i> ⁶ | 2.160,1 | 872,2 | 3.032,3 | 2,5 |
| Daun poh-pohan ¹ | 1.495,4 | 587,1 | 2.082,5 | 2,5 |
| <i>Chicory</i> (cv. Monivip) ⁵ | 1.422,6 | 581,8 | 2.004,4 | 2,4 |
| Brokoli ¹⁰ | 218,0 | 90,6 | 308,6 | 2,4* |
| Sawi hijau ¹ | 815,0 | 393,1 | 1.208,1 | 2,1 |
| Daun suji ² | 2.524,6 | 1.250,3 | 3.773,9* | 2,0 |
| Kacang Pistachio ⁸ | 3,6 | 1,8 | 5,4* | 2,0* |
| Paprika hijau ⁹ | 57,9 | 28,2 | 86,1* | 2,0* |
| Daun kemangi ¹ | 842,9 | 479,8 | 1.322,7 | 1,8 |
| Kacang polong ⁷ | 140,1 | 90,6 | 230,7 | 1,5* |

Keterangan: *Dihitung berdasarkan data kadar klorofil a, kadar klorofil b, kadar klorofil total, atau rasio klorofil a/b.

Sumber: ¹Alsuhendra (2004), ²Prangdimurti *et al.* (2006), ³Nurdin *et al.* (2009), ⁴Setiari & Nurchayati (2009), ⁵Žnidarčič *et al.* (2011), ⁶Miazek & Ledakowicz (2013), ⁷Kumar *et al.* (2013), ⁸Pumilia *et al.* (2014), ⁹Sánchez *et al.* (2014), ¹⁰dos Reis *et al.* (2015), ¹¹Delgado-Pelayo *et al.* (2014).

Potensi Tanaman Suji sebagai Pewarna Hijau Alami

Secara tradisional, ekstrak daun tanaman suji banyak digunakan sebagai bahan pewarna hijau pada pangan. Daun suji diremas-remas dengan air lalu disaring. Peremasan dilakukan untuk mengekstrak pigmen klorofil dari daun suji. Air perasan daun suji inilah yang selanjutnya ditambahkan pada proses pengolahan pangan untuk mewarnai produk. Kandungan klorofil yang tinggi dan perbandingan klorofil a/b yang tidak jauh berbeda membuat ekstraksi klorofil daun suji lebih mudah dilakukan.

Daun tanaman suji juga memiliki beberapa karakter yang lebih baik dibandingkan daun sumber klorofil lainnya. Daun suji tidak mempunyai komponen pem-

bentuk gel seperti halnya daun cincau (Novelina *et al.* 2015). Adanya hidrokoloid pembentuk gel akan menghalangi keluarnya klorofil dari daun pada saat proses ekstraksi. Selain itu, daun suji juga tidak memiliki komponen yang bersifat racun seperti sianida pada daun singkong sehingga ekstrak klorofil suji aman digunakan pada pengolahan pangan (Fasuyi 2005).

Data Badan Pusat Statistik menyebutkan bahwa jumlah produksi suji nasional tahun 2017 sebanyak 2,4 juta pohon (BPS 2018). Sentra produksi suji terdapat di Provinsi Jawa Barat. Jumlah ini turun dibandingkan produksi tahun 2016 sebesar 4,7 juta pohon dengan produktivitas 49,18 pohon/m² dan luas panen 95.398 m² di seluruh Indonesia (Kementan 2018). Angka ini masih sangat mungkin untuk ditingkatkan karena

tanaman suji belum dibudi daya secara terstruktur dalam skala besar atau perkebunan. Apalagi propagasi (cara perbanyak) tanaman ini sangat mudah, yaitu hanya dengan teknik stek batang dan okulasi. Pemanfaatan tanaman suji pun baru sebatas digunakan sebagai tanaman hias dan pewarna pangan dalam skala rumah tangga.

Kandungan klorofil sebagai pigmen hijau alami pada tanaman suji sangat berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan pewarna pangan sekaligus komponen pangan fungsional. Marquez dan Sinnecker (2008) menyatakan bahwa syarat yang diperlukan agar suatu bahan ekonomis dijadikan sumber klorofil adalah kandungan pigmennya yang tinggi, ketersediaannya, kemudahan cara panen/petik dan pengeringannya, mekanisme ekstraksi yang efisien, serta aktivitas enzim klorofilase yang rendah. Enzim klorofilase merupakan enzim yang secara alami terdapat dalam jaringan daun dan berperan dalam pelepasan gugus fitol (Kraj 2015).

Alasan-alasan tersebut di atas mendukung potensi daun suji untuk dikembangkan sebagai sumber klorofil yang dapat digunakan sebagai pewarna hijau alami untuk pangan maupun non-pangan serta bahan baku pangan fungsional.

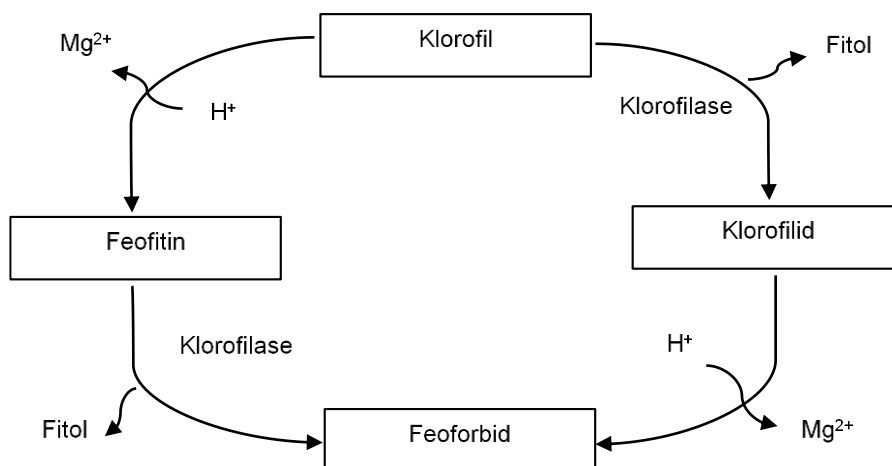
Ketidakstabilan Klorofil

Pemanfaatan klorofil suji sebagai pewarna alami menuntut stabilitas yang baik selama proses ekstraksi, penyimpanan, maupun penggunaannya dalam proses pengolahan pangan. Secara umum, klorofil mudah sekali mengalami degradasi karena reaksi enzimatik atau pengaruh lingkungan (Hörtensteiner & Kräutler 2011). Degradasi klorofil menjadi senyawa-senyawa turunannya membuat klorofil kehilangan karakter khususnya untuk memberikan kenampakan warna hijau. Berbagai kondisi penyimpanan pascapanen dan pengolahan belum mampu mempertahankan struktur klorofil dalam jaringan tanaman. Pengolahan dengan pemanasan membuat protein pada senyawa kompleks klorofil-protein terdenaturasi dan membentuk feofitin.

Feofitin adalah bentuk struktur klorofil yang tidak lagi berwarna hijau karena telah kehilangan logam Mg dan digantikan oleh ion hidrogen (Pumilia *et al.* 2014). Pengolahan buah kiwi dengan gelombang mikro dan pemanasan konvensional menghilangkan setengah sampai semua kandungan klorofilnya (Benlloch-Tinoco *et al.* 2015). Pada proses pendinginan dan pembekuan, yang secara umum dapat mempertahankan mutu pascapanen produk hortikultura, kerusakan klorofil pun masih tetap terjadi (Dermesonluoglu *et al.* 2015).

Seperti halnya dengan klorofil dari tanaman lain, kandungan klorofil dalam daun suji mudah sekali mengalami kerusakan. Ketika kloroplas (tempat penyimpanan klorofil dalam jaringan daun) rusak dan klorofil kehilangan logam fisiologisnya maka klorofil akan sangat labil dan strukturnya mudah mengalami modifikasi karena berbagai faktor lingkungan. Selain itu, enzim-enzim pendegradasi klorofil yang secara alami terdapat dalam jaringan daun juga dapat mempercepat kerusakan klorofil. Jalur degradasi klorofil secara sederhana dapat dilihat pada Gambar 2.

Eckardt (2009) menegaskan bahwa selama proses pelayuan daun atau tanaman hijau, lepasnya Mg dari struktur klorofil membentuk feofitin menjadi tahap pertama degradasi klorofil, baru diikuti oleh lepasnya gugus fitol. Pendapat ini mengoreksi dugaan jalur degradasi klorofil yang sebelumnya berlaku bahwa degradasi klorofil berawal dari lepasnya gugus fitol (defitilasi). Klorofil a yang semula berwarna hijau-biru berubah menjadi feofitin a yang berwarna abu-abu, sedangkan klorofil b yang awalnya berwarna hijau kuning berubah menjadi feofitin b yang warnanya cokelat. Pembentukan feofitin dari klorofil a terjadi 2,5–10 kali lebih cepat dibandingkan dari klorofil b (Schwartz *et al.* 2008). Perubahan klorofil menjadi feofitin pada saat pengolahan juga dipengaruhi oleh kondisi asam. Selama proses pengolahan, asam-asam organik dari produk pangan akan keluar dan



Gambar 2 Jalur degradasi klorofil suji menjadi senyawa-senyawa turunannya.

menyebabkan turunnya pH, sedangkan klorofil lebih stabil pada kondisi pH tinggi (Koca *et al.* 2007).

De-esterifikasi gugus fitol pada klorofil menghasilkan struktur klorofilid. Pembentukan klorofilid merupakan reaksi spesifik yang dikatalisis oleh enzim klorofilase yang memotong gugus fitol dari struktur klorofil dan feofitin (Schwartz *et al.* 2008). Klorofilid tidak akan terbentuk pada tanaman segar sampai tanaman menjadi layu karena pemanasan atau proses pemanenan. Pada reaksi de-esterifikasi, struktur dasar makrosiklik klorofil tidak mengalami perubahan, karakter kromofornya tetap, dan warna yang dihasilkan tidak mengalami perubahan (tetap berwarna hijau). Gugus fitol (yang membuat klorofil dapat larut lemak) akan lepas dari struktur klorofil sehingga meningkatkan polaritas klorofil.

Reaksi de-esterifikasi menyebabkan feofitin kehilangan gugus fitol dan strukturnya berubah menjadi feoforbid (Pumilia *et al.* 2014). De-esterifikasi gugus fitol secara kimiawi pada kondisi asam atau basa tidak dapat berlangsung spesifik, dan biasanya disertai dengan reaksi oksidatif (Minguez-Mosquera *et al.* 2008).

Sifat klorofil alami yang tidak stabil tersebut menuntut adanya upaya khusus untuk dapat memperbaiki stabilitasnya. Berbagai upaya untuk menghambat proses degradasi perlu terus dikaji dalam rangka mendukung pemanfaatannya sebagai pewarna alami.

Tantangan Pemanfaatan Daun Suji sebagai Pewarna Alami

Pemanfaatan ekstrak cair klorofil daun suji sebagai pewarna sudah dilakukan sejak lama oleh masyarakat Indonesia, namun penggunaannya masih kurang praktis dan stabilitasnya rendah. Pembuatan pewarna alami klorofil pada skala rumah tangga dilakukan dengan cara menumbuk daun yang berwarna hijau kemudian diekstrak menggunakan air. Ekstrak cair yang sudah disaring lalu ditambahkan pada proses pengolahan makanan dan minuman. Cara ini memiliki kelemahan, yaitu warna hijau yang dihasilkan memudar setelah proses pemasakan. Selain itu ekstrak cair yang dihasilkan harus langsung ditambahkan pada saat pengolahan dan tidak bisa disimpan. Jika ekstrak cair ini tidak segera digunakan maka warna hijaunya akan berubah menjadi kecokelatan.

Tantangan terbesar dalam pemanfaatan daun suji sebagai pewarna adalah warna hijau klorofilnya yang mudah sekali rusak selama proses pengolahan dan penyimpanan. Seperti dijelaskan sebelumnya, klorofil mudah sekali terdegradasi karena pengaruh lingkungan (panas, cahaya, oksigen, dan kondisi asam) menjadi senyawa-senyawa turunannya yang tidak lagi berwarna hijau (Heaton & Marangoni 1996).

Upaya untuk mempertahankan warna hijau pada klorofil daun suji telah dilakukan oleh beberapa peneliti melalui pengendalian kondisi proses ekstraksi dan pembentukan kompleks metallo-klorofil. Kontrol atas kondisi proses ekstraksi dilakukan dengan penambahan senyawa basa untuk mempertahankan struktur

klorofil selama proses pengolahan pangan. Adanya asam-asam organik yang secara alami terdapat dalam daun suji dapat menurunkan pH selama ekstraksi dan menyebabkan pembentukan feofitin yang tidak dikehendaki (Koca *et al.* 2007). Bahan alkali yang ditambahkan pada larutan saat blansir atau digunakan sebagai larutan perendam antara lain NaHCO_3 , NaOH , Na_2HPO_4 , dan MgCO_3 (Gandul-Rojas & Gallardo-Guerrero 2014; Novelina *et al.* 2015; Udiarta *et al.* 2015; Aryanti *et al.* 2016). Secara umum, penambahan senyawa alkali dapat mengurangi laju kerusakan klorofil dan warna hijau pada sayuran hijau yang dipanaskan.

Cara lain untuk mempertahankan warna hijau klorofil yang digunakan sebagai pewarna adalah melalui pembentukan senyawa metallo-klorofil seng (Zn) atau tembaga (Cu). Penggantian ion Mg^{2+} pada cincin porfirin dengan Cu^{2+} atau Zn^{2+} menghasilkan efek 'menghijaukan kembali' warna klorofil yang hilang. Kompleks metallo-klorofil ini lebih stabil serta lebih tahan terhadap asam dan panas. Selain itu, kompleks ini memiliki aktivitas antioksidan yang lebih efisien dibandingkan struktur asalnya (Tumolo & Lanfer-Marquez 2012). Meskipun kompleks Cu-klorofil lebih mudah terbentuk namun kompleks Zn-klorofil lebih banyak dipilih karena sifat ion Cu yang lebih toksik (Humphrey 2004).

Usaha mengatasi kelemahan pewarna cair klorofil daun suji juga telah dilakukan melalui pengembangan pewarna alami klorofil suji dalam bentuk serbuk. Proses pengeringan ekstrak cair dilakukan dengan atau tanpa penambahan bahan penyalut. Adanya bahan penyalut diharapkan dapat melindungi klorofil dari kerusakan selama proses pengolahan. Kombinasi pembentukan metallo-klorofil dengan berbagai metode dan bahan penyalut sudah dilakukan. Pengembangan pewarna daun suji dilakukan dengan teknik pengeringan vakum, busa, dan semprot sehingga terbentuk serbuk mikroenkapsulat (Wijaya *et al.* 1995; Anditasari *et al.* 2014; Tama *et al.* 2014). Dari beberapa bahan penyalut yang ditambahkan, pati modifikasi *n-octenyl succinic anhydride* (osa) mampu meningkatkan densitas kamba dan mempertahankan warna hijau klorofil dibandingkan penggunaan maltodekstrin dan gum arab (Porrarud & Pranee 2010).

Produk pewarna serbuk yang dihasilkan dari klorofil daun suji telah berhasil diaplikasikan pada proses pembuatan produk pangan. Panelis menyukai warna hijau pada roti dan kue putu yang diberi penambahan pewarna hijau dari daun suji (Wijaya *et al.* 1995; Jokopriyambodo *et al.* 2014).

Berbagai upaya yang telah dilakukan dalam mengembangkan pewarna alami dari daun suji belum mampu secara optimal memperbaiki stabilitasnya. Umur simpan pewarna serbuk daun suji masih rendah dan warnanya mudah pudar (Porrarud & Pranee 2010). Pewarna hijau yang dihasilkan belum mampu menyamai kualitas warna hijau pada ekstrak daun segar. Hal itu membuat pemakaian pewarna suji pada produk menjadi kurang efisien dan dapat memengaruhi

parameter sensori lainnya. Oleh karena itu, upaya untuk memperbaiki stabilitas pewarna alami hijau dari daun suji perlu terus dilakukan. Jika formulasi pewarna suji yang memiliki stabilitas dan intensitas warna yang baik telah berhasil diketahui maka tahapan berikutnya adalah penggandaan produksi dari skala laboratorium menjadi skala industri dan analisis kelayakannya secara ekonomi. Tantangan ini harus dapat terjawab agar pewarna daun suji dapat diproduksi secara massif dan bernilai ekonomi tinggi.

KESIMPULAN

Tanaman suji mempunyai beberapa karakteristik khas yang menjadikannya berpotensi untuk dikembangkan sebagai pewarna hijau alami, namun pemanfaatannya terkendala oleh sifat klorofil yang sangat tidak stabil. Struktur klorofil dapat berubah menjadi bentuk feofitin atau senyawa turunan lain karena reaksi enzimatik atau pengaruh lingkungan. Beberapa upaya pengembangan pewarna suji yang telah dilakukan belum secara optimal menghasilkan warna hijau yang baik dan stabil dalam waktu lama. Hal ini masih menjadi tantangan tersendiri sebelum memasuki tahapan penggandaan skala produksi dan analisis kelayakannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alsuhendra. 2004. Daya anti-aterosklerosis Zn-turunan klorofil dari daun singkong (*Manihot esculenta* Crantz) pada kelinci percobaan. [Disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Anditasari D, Kumalaningsih S, Mulyadi AF. 2014. Potensi daun suji (*Pleomele angustifolia*) sebagai serbuk pewarna alami (Kajian konsentrasi dekstrin dan putih telur terhadap karakteristik serbuk). Dalam *Prosiding Seminar Nasional BKS PTN Barat*. Bandar Lampung (ID). 19–21 Agustus 2014.
- Aryanti N, Nafiunisa A, Willis FM. 2016. Ekstraksi dan karakterisasi klorofil dari daun suji (*Pleomele angustifolia*) sebagai pewarna pangan alami. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 5(4): 129–135. <https://doi.org/10.17728/jatp.196>
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2018. Produksi tanaman hortikultura. BPS [Internet]. [diunduh 2018 Agu 5]. Tersedia pada: <https://www.bps.go.id/subject/55/hortikultura.html#subjekViewTab3>.
- Benlloch-Tinoco M, Kaulmann A, Corte-Real J, Rodrigo D, Martínez-Navarrete N, Bohn T. 2015. Chlorophylls and carotenoids of kiwifruit puree are affected similarly or less by microwave than by conventional heat processing and storage. *Food Chemistry*. 187: 254–262. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.04.052>
- Delgado-Pelayo R, Gallardo-Guerrero L, Hornero-Méndez D. 2014. Chlorophyll and carotenoid pigments in the peel and flesh of commercial apple fruit varieties. *Food Research International*. 65: 272–281. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.03.025>
- Dermesonluoglu E, Katsaros G, Tsevdou M, Giannakourou M, Taoukis P. 2015. Kinetic study of quality indices and shelf life modelling of frozen spinach under dynamic conditions of the cold chain. *Journal of Food Engineering*. 148: 13–23. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.07.007>
- dos Reis LCR, de Oliveira VR, Hagen MEK, Jablonski A, Flôres SH, de Oliveira Rios A. 2015. Carotenoids, flavonoids, chlorophylls, phenolic compounds and antioxidant activity in fresh and cooked broccoli (*Brassica oleracea* var. Avenger) and cauliflower (*Brassica oleracea* var. Alphina F1). *LWT-Food Science and Technology*. 63(1): 177–183. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.03.089>
- Eckardt NA. 2009. A new chlorophyll degradation pathway. *The Plant Cell*. 21(3): 700. <https://doi.org/10.1105/tpc.109.210313>
- Fasuyi AO. 2005. Nutrient composition and processing effects on cassava leaf (*Manihot esculenta* Crantz) antinutrients. *Pakistan Journal of Nutrition*. 4(1): 37–42. <https://doi.org/10.3923/pjn.2005.37.42>
- Gandul-Rojas B, Gallardo-Guerrero L. 2014. Pigment changes during processing of green table olive specialities treated with alkali and without fermentation. *Food Research International*. 65: 224–230. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.05.007>
- Ghidouche S, Rey B, Michel M, Galaffu N. 2013. A Rapid tool for the stability assessment of natural food colours. *Food Chemistry*. 139: 978–985. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.12.064>
- Giuliani A, Cerretani L, Cichelli A. 2011. Chlorophylls in olive and in olive oil: chemistry and occurrences. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 51(7): 678–690. <https://doi.org/10.1080/10408391.003768199>
- Heaton JW, Marangoni AG. 1996. Chlorophyll degradation in processed foods and senescent plant tissues. *Trends in Food Science and Technology*. 7(1): 8–15. [https://doi.org/10.1016/0924-2244\(96\)81352-5](https://doi.org/10.1016/0924-2244(96)81352-5)
- Hörtensteiner S, Kräutler B. 2011. Chlorophyll breakdown in higher plants. *Biochimica et Biophysica Acta-Bioenergetics*. 1807(8): 977–988.
- Humphrey AM. 2004. Chlorophyll as a color and functional ingredient. *Journal of Food Science*. 69(5): C422–C425. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.tb10710.x>
- Hung SM, Hsu BD, Lee S. 2014. Modelling of

- isothermal chlorophyll extraction from herbaceous plants. *Journal of Food Engineering*. 128: 17–23.
- Jokopriyambodo W, Sudarsono, Rohman A. 2014. The antiradical activity of insoluble water suji (*Pleomele angustifolia* N.E. Brown) leaf extract and its application as natural colorant in bread product. *Journal of Food and Pharmaceutical Sciences*. 2: 52–56.
- Kaewsuksaeng S, Tatmala N, Srilaong V, Pongprasert N. 2015. Postharvest heat treatment delays chlorophyll degradation and maintains quality in Thai lime (*Citrus aurantifolia* Swingle cv. Paan) fruit. *Postharvest Biology and Technology*. 100: 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.09.020>
- [Kementan] Kementerian Pertanian. 2018. Luas panen, produksi, produktivitas tanaman hias di Indonesia 2012–2016. Kementan [Internet]. [diunduh 2018 Agu 5]. Tersedia pada: http://www1.pertanian.go.id/ap_pages/mod/datahorti.
- Kinho J, Arini DID, Halawane J, Nurani L, Halidah, Kafiari Y, Karundeng MC. 2011. *Tumbuhan Obat Tradisional Di Sulawesi Utara*. Manado (ID): Balai Penelitian Kehutanan Manado.
- Koca N, Karadeniz F, Burdurlu HS. 2007. Effect of pH on chlorophyll degradation and colour loss in blanched green peas. *Food Chemistry*. 100: 609–615. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.09.079>
- Kraj W. 2015. Chlorophyll degradation and the activity of chlorophyllase and Mg-dechelatase during leaf senescence in *Fagus sylvatica*. *Dendrobiology*. 74: 43–57. <https://doi.org/10.12657/denbio.074.005>
- Kumar R, Rajamanickam R, Nadanasabapathi S. 2013. Effect of Maillard reaction products (MRP) on chlorophyll stability in green peas. *Food and Nutrition Sciences*. 4: 879–883. <https://doi.org/10.4236/fns.2013.49115>
- Limantara L, Dettling M, Indrawati R, Indriatmoko, Brotosudarmo THP. 2015. Analysis on the chlorophyll content of commercial green leafy vegetables. *Procedia Chemistry*. 14: 225–231. <https://doi.org/10.1016/j.proche.2015.03.032>
- Marquez UML, Sinnecker P. 2008. Chlorophylls in food: Sources and stability. In *Food Colorants*. Socaciu C. Boca Raton (US): CRC Press.
- McQuistan TJ, Simonich MT, Pratt MM, Pereira CB, Hendricks JD, Dashwood RH, Williams DE, Bailey GS. 2012. Cancer chemoprevention by dietary chlorophylls: A 12,000-animal dose–dose matrix biomarker and tumor study. *Food and Chemical Toxicology*. 50(2): 341–352. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2011.10.065>
- Miazek K, Ledakowicz S. 2013. Chlorophyll extraction from leaves, needles and microalgae: A kinetic approach. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*. 6(2): 107–115.
- Minguez-Mosquera M, Gandul-Rojas B, Gallardo-Guerrero L, Roca M, Jarén-Galán M. 2008. *Chlorophylls*. In *Methods of Analysis for Functional Foods and Nutraceuticals 2nd ed.* Hurst WJ. Boca Raton (US): CRC Press.
- Novelina, Anggraini T, Hermansyah R. 2015. Production of liquid chlorophyll from the leaves of green grass jelly (*Premna oblongifolia* Merr.). *International Journal on Advance Science Engineering Information Technology*. 5(5): 366–369. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.5.5.584>
- Nurdin, Kusharto CM, Tanzihah I, Januwati M. 2009. Kandungan klorofil berbagai jenis daun tanaman dan Cu-turunan klorofil serta karakteristiknya fisiko-kimianya. *Jurnal Gizi dan Pangan*. 4(1): 13–19. <https://doi.org/10.25182/jgp.2009.4.1.13-19>
- Porrarud S, Pranee A. 2010. Microencapsulation of Zn-chlorophyll pigment from pandan leaf by spray drying and its characteristic. *International Food Research Journal*. 17(4): 1.031–1.042.
- Prangdimurti E, Muchtadi D, Astawan M, Zakaria FR. 2006. Aktivitas antioksidan daun suji. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 17(2): 79–86.
- Pumilia G, Cichon MJ, Cooperstone JL, Giuffrida D, Dugo G, Schwartz SJ. 2014. Changes in chlorophylls, chlorophyll degradation products and lutein in pistachio kernels (*Pistacia vera* L.) during roasting. *Food Research International*. 65: 193–198. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.05.047>
- Rahayuningsih E, Pamungkas MS, Olvianas M, Putera ADP. 2018. Chlorophyll extraction from suji leaf (*Pleomele angustifolia* Roxb.) with ZnCl₂ stabilizer. *Journal of Food Science and Technology*. 55(3): 1.028–1.036. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-3016-7>
- Ramírez E, Gandul-Rojas B, Romero C, Brenes M, Gallardo-Guerrero L. 2015. Composition of pigments and colour changes in green table olives related to processing type. *Food Chemistry*. 166: 115–124. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.05.154>
- Roosita K, Kusharto CM, Sekiyama M, Fachrurrozi Y, Ohtsuka R. 2008. Medicinal plants used by the villagers of a Sundanese community in West Java, Indonesia. *Journal of Ethnopharmacology*. 115: 72–81. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2007.09.010>
- Sánchez C, Baranda AB, De Marañón IM. 2014. The effect of high pressure and high temperature processing on carotenoids and chlorophylls content in some vegetables. *Food Chemistry*. 163: 37–45. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.04.041>
- Schwartz SJ, von Elbe JH, Giusti MM. 2008. Colorants. In *Fennema's Food Chemistry 4th Ed.* Damodaran

- S, Parkin KL, Fennema OR. Boca Raton (US): CRC Press.
- Setiari N, Nurchayati Y. 2009. Eksplorasi kandungan klorofil pada beberapa sayuran hijau sebagai alternatif bahan dasar *food supplement*. *Bioma*. 11(1): 6–10.
- Shahid M, Shahid-UI-Islam, Mohammad F. 2013. Recent advancements in natural dye applications: A review. *Journal of Cleaner Production*. 53: 310–131. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.03.031>
- Shi J, Gao L, Zuo J, Wang QQ, Wang QQ, Fan L. 2016. Exogenous sodium nitroprusside treatment of broccoli florets extends shelf life, enhances antioxidant enzyme activity, and inhibits chlorophyll-degradation. *Postharvest Biology and Technology*. 116: 98–104. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2016.01.007>
- Singh A, Singh AP, Ramaswamy HS. 2015. Effect of processing conditions on quality of green beans subjected to reciprocating agitation thermal processing. *Food Research International*. 78: 424–432. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.08.040>
- Subramoniam A, Asha V V, Nair SA, Sasidharan SP, Sureshkumar PK, Rajendran KN, Karunagaran SP, Ramalingan K. 2012. Chlorophyll revisited: Anti-inflammatory activities of chlorophyll a and inhibition of expression of TNF- α gene by the same. *Inflammation*. 35(3): 959–966. <https://doi.org/10.1007/s10753-011-9399-0>
- Tama JB, Kumalaningsih S, Mulyadi AF. 2014. Studi pembuatan bubuk pewarna alami dari daun suji (*Pleomele angustifolia* N.E.Br.): Kajian konsentrasi maltodekstrin dan $MgCO_3$. *Jurnal Industria*. 3(1): 73–82.
- Tumolo T, Lanfer-Marquez UM. 2012. Copper chlorophyllin: A food colorant with bioactive properties?. *Food Research International*. 46(2): 451–459. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.10.031>
- Udiarta P, Dewi EN, Romadhon. 2015. Pengaruh penambahan $MgCO$ dan $ZnCl_2$ terhadap stabilitas kandungan pigmen klorofil pada mikroalga *Spirulina platensis*. *Jurnal Saintek Perikanan*. 10(2): 114–118.
- [WHO] World Health Organization. 2009. Medicinal plants in Papua New Guinea. Geneva. Switzerland (SZ): WHO Western Pacific Region.
- Wijaya CH, Bianca K, Puspitasari-Nienaber NL. 1995. Addition of $ZnCl_2$ in the production of coloring powder from suji and pandan leaves. *Buletin Teknologi dan Industri Pangan*. 6(1): 22–26.
- Yilmaz C, Gokmen V. 2016. Chlorophyll. In *Encyclopedia of Food and Health*. Caballero B, Finglas PM, Toldra F. Waltham (US): Academic Press.
- Žnidarčič D, Ban D, Šircelj H. 2011. Carotenoid and chlorophyll composition of commonly consumed leafy vegetables in Mediterranean countries. *Food Chemistry*. 129: 1.164–1.168. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.05.097>