

PENURUNAN KONSENTRASI KLOROFIL KRIM SUP *Caulerpa racemosa* YANG DIKERINGKAN DENGAN VACUUM DRYING OVEN

(Decreased Chlorophyll Concentration in Caulerpa racemosa Soup Cream Dried by Vacuum Drying Oven)

Dhanang Puspita^{a*}, Windu Merdekawati^b, Arisia Putri Sandy Mahendra^c

^aTeknologi Pangan, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga, Indonesia

^bMIPA-Biologi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

^cIlmu Gizi, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga, Indonesia

* Penulis korespondensi:

Email: dhanang.puspita@uksw.edu

ABSTRACT

Caulerpa racemosa is a species of the green algae that can be used as raw material for cream soup. The added value to the cream soup is the presence of chlorophyll as bioactive compound and as natural pigment. The problem that occurs is that chlorophyll is not resistant to heat during processing. Vacuum drying oven is the solution to reduce chlorophyll denaturation due to heating. The purpose of this study was to determine the effect of temperature on chlorophyll content in the drying process of cream made from *Caulerpa racemosa* using a vacuum drying oven. The stages of this study; cream soup production, drying, chlorophyll extraction, and chlorophyll analysis. The results of this study obtained four temperature variations; 60, 70, 80, and 90°C. The highest chlorophyll content is at drying temperature of 60°C, with the composition of chlorophyll a (2,0786 µg / mL), chlorophyll b (1,8742 µg / mL), and total chlorophyll (3,9528 µg / mL). Heat exposure causes chlorophyll to be unstable. Based on the result, it can be concluded that the optimal temperature for drying cream soup with a vacuum drying oven is 60°C.

Keywords: *Caulerpa racemosa*, chlorophyll, pigment, vacuum drying oven

ABSTRAK

Caulerpa racemosa adalah salah satu spesies alga hijau yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku krim sup. Nilai tambah krim sup tersebut adalah adanya kandungan klorofil sebagai senyawa bioaktif dan sebagai pewarna alami. Permasalahannya yang terjadi adalah klorofil tidak tahan terhadap panas pada saat pengolahan. *Vacuum drying oven* menjadi solusi untuk mengurangi kerusakan klorofil akibat pemanasan. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh suhu terhadap kandungan klorofil pada proses pengeringan krim sup yang terbuat dari *Caulerpa racemosa* dengan menggunakan *vacuum drying oven*. Tahapan penelitian ini meliputi, pembuatan krim sup, pengeringan, ekstraksi klorofil, dan analisis klorofil. Hasil penelitian ini diperoleh empat variasi suhu yakni 60, 70, 80, dan 90°C. Kandungan klorofil paling tinggi pada pengeringan dengan suhu 60°C, dengan komposisi klorofil a (2,0786 µg/mL), klorofil b (1,8742 µg/mL), dan total klorofil (3,9528 µg/mL). Paparan panas menyebabkan klorofil menjadi tidak stabil. Berdasarkan data yang diperoleh dapat disimpulkan suhu optimal dalam mengeringkan krim sup dengan *vacuum drying oven* adalah 60°C.

Kata kunci: *Caulerpa racemosa*, klorofil, pigmen, *vacuum drying oven*

PENDAHULUAN

Krim sup adalah produk makanan kering yang dibuat dari tepung yang diberi bahan tambahan untuk meningkatkan nutrisi, rasa, aroma, warna, dan tekstur, yang penyajiannya di terlebih dahulu harus diseduh atau dipanaskan dengan air. Masyarakat pada umumnya mengonsumsi krim sup sebagai sarapan (Setiawati, 2017). Selama ini, krim sup yang ada di pasaran tidak banyak yang memiliki variasi pada tampilannya. Tampilan krim sup identik dengan warna putih atau keabu-abuan. Kenampakan warna pada makanan menjadi salah satu faktor penentu dalam memilih sebuah produk pangan. Perlu adanya inovasi, untuk menciptakan tampilan warna yang menarik agar meningkatkan penerimaan masyarakat.

Klorofil adalah salah satu jenis pigmen pada tumbuhan yang menampilkan citra warna hijau. Klorofil sebagai pigmen alami sudah lama dijadikan pewarna alami pada makanan. Klorofil tidak hanya sebatas memberi warna, tetapi juga memiliki nilai tambah karena potensinya sebagai antioksidan, anti kanker, dan lain sebagainya. Klorofil memiliki sifat kelarutan yang baik dalam minyak ataupun air, sehingga bisa dijadikan pewarna pada krim sup.

Sumber klorofil banyak ditemukan di dalam semua jenis tumbuhan, beberapa jenis alga, dan bakteri. Salah satu sumber klorofil adalah pada rumput laut yakni *Caulerpa racemosa*. Jenis rumput laut ini terdistribusi di sepanjang perairan tropis. *Caulerpa racemosa* oleh masyarakat pesisir disebut sebagai anggur laut/latoh sebatas dimanfaatkan sebagai kudapan, lalapan, campuran pecel, dan makanan pendamping (Anwar, Bubun, & Rosmawati, 2016), (Farid Ma 'ruf *et al.*, 2013) (Dimara, Tuririday, Tien, & Yenusi, 2012). Belum banyak yang memanfaatkan *Caulerpa racemosa* sebagai varian makanan yang lain, karena rasa dan aroma yang amis khas rumput laut.

Caulerpa racemosa adalah salah satu spesies rumput laut dari kelompok alga hijau

(Chlorophyta) yang tersebar di perairan tropis. Alga ini tumbuh melimpah dan seringkali menjadi ancaman ekologi karena laju pertumbuhannya dapat mengganggu pertumbuhan alga lain yang juga memiliki nilai ekonomis tinggi (Ornano *et al.*, 2014). Pembuatan krim sup berbahan *Caulerpa racemosa* menjadi solusi guna meningkatkan nilai tambahnya.

Nilai gizi *Caulerpa racemosa* termasuk tinggi dibanding dengan jenis alga merah maupun cokelat. *Caulerpa racemosa* memiliki kandungan karbohidrat 48,68 mg/g, lemak 8,68 mg/g, dan protein 21,73 mg (Farid Ma 'ruf *et al.*, 2013). Meskipun nilai nutrisinya tinggi, namun kadar serat/selulosanya rendah dibandingkan yang lain. Rendahnya kadar serat pada *Caulerpa racemosa* membuat jenis alga ini tidak dapat menjadi bahan baku dalam produksi karagenan.

Caulerpa racemosa memiliki kandungan klorofil a (10,08 – 17,4 µg/mL) dan klorofil b (15,2 – 31,2 µg/mL) (Sarjini, Neelima, & Sujata, 2015). Penelitian Sanchez *et al.* (2018) tentang klorofil pada *Caulerpa racemosa* melaporkan kandungan klorofil a (3.0151±0.4273 µg/mL), klorofil b (3.4289±1.1454 µg/mL) (Sanchez *et al.*, 2018). Adanya kandungan klorofil menjadi alasan *Caulerpa racemosa* dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan krim sup. Klorofil berperan sebagai pigmen alami sekaligus menjadi bahan tambahan pangan untuk pangan fungsional karena kandungan senyawa bioaktifnya.

Klorofil di dalam makanan dapat membantu dalam penyerapan zat gizi, membersihkan saluran pembuluh darah, menjaga pH darah (asam basa), mengurangi bau mulut, dan menjaga kesehatan sistem pencernaan. Manfaat lain dari klorofil adalah untuk meningkatkan imunitas tubuh, sumber energi, anti depresan pada susunan saraf pusat, mencegah konstipasi, perbaikan jaringan, dan membantu pembentukan hemoglobin (Merdekawati & Susanto, 2009).

Krim sup berbasis rumput laut merupakan bentuk inovasi pangan dengan tujuan memanfaatkan potensi rumput laut

dan nilai tambahnya, membuat produk pangan siap saji, memperpanjang umur simpan (6 – 12 bulan), menyederhanakan penyimpanan (tidak memerlukan lemari es), serta memiliki komposisi nutrisi yang bisa diatur (sebagai pangan fungsional) (Abdel-Haleem & Omran, 2014).

Pemanfaatan *Caulerpa racemosa* sebagai salah satu bahan baku dalam pembuatan krim sup merupakan inovasi untuk menciptakan pangan baru berbasis rumput laut dan hasilnya berupa krim sup yang memiliki tampilan warna hijau sebagai nilai tambahnya. Kendala yang muncul adalah pada saat proses produksi krim sup dengan paparan panas untuk pengeringan. Suhu yang panas berpotensi mendegradasi kandungan klorofil. Klorofil sebagai pigmen yang bertanggung jawab terhadap pembentukan pigmen hijau tidak stabil terhadap paparan panas, asam, cahaya, pH, dan oksigen (Wanda, Wibowo, & Destiarti, 2017).

Pemanfaatan *vacuum drying oven* (VDO) adalah salah satu solusi untuk mengurangi kerusakan klorofil pada saat pengeringan krim sup. Prinsip kerja VDO yakni dengan mengeringkan dengan menggunakan tekanan hampa udara dan suhu yang rendah. Titik didih air dapat dimanipulasi dengan memberikan tekanan udara sehingga suhu didihnya bisa diturunkan. Dengan adanya rekayasa ini diharapkan bisa melindungi kandungan klorofil pada krim sup yang terbuat dari *Caulerpa racemosa*. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui efek suhu pengeringan dengan *vacuum drying oven* untuk konservasi kandungan klorofil pada krim sup instan yang berbahan dasar *Caulerpa racemosa*.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pengolahan Pangan UKSW. Tahapan penelitian meliputi proses produksi krim sup instan, ekstraksi klorofil, dan analisis klorofil. Bahan yang digunakan; *Caulerpa racemosa*, tepung terigu, tepung maizena, garam, bawang merah, bawang putih, aseton

(Merck), dan aquades. Alat yang digunakan; vacuum drying, blender, kain saring, mixer, loyang aluminium, penepung, ayakan 70 mesh, sentrifuge (Hetich), spektrofotometer UV-Vis (Genesys).

Produksi Krim Sup

Sebanyak 100gr *Caulerpa racemosa* dihaluskan menggunakan blender kemudian disaring menggunakan kain saring untuk didapatkan ekstrak pigmennya. Ekstrak pigmen kemudian ditambahkan aquades hingga dicapai volume 100 ml kemudian ditambahkan tepung terigu 20gr, tepung maizena 10gr, bawang bombai 10gr, bawang putih 5 gr, dan garam 1gr lalu diaduk menggunakan *mixer* dengan kecepatan tinggi (Setiawati, 2017). Formulasi tersebut kemudian dipindahkan dalam loyang aluminium dan diratakan dengan ketebalan 2 – 4 mm lalu dimasukkan dalam VDO dengan tekanan -60 ± 5 cmHg. Variabel suhu yang digunakan adalah 60, 70, 80, dan 90°C selama 1,5 – 2 jam. Setelah kering kemudian dihaluskan dengan mesin penepung dan selanjutnya diayak dengan ayakan 70 mesh. Hasil krim sup kemudian disimpan dalam botol kaca tertutup untuk analisis lebih lanjut.

Ekstraksi dan Analisis Klorofil

Sebanyak 1 gr ekstrak pigmen, produk krim sup (pengeringan suhu 60, 70, 80, dan 90°C) masing-masing dilarutkan dalam 10 ml aseton 80%. Masing-masing larutan kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 4.000 rpm selama 10 menit. Fraksi hasil sentrifugasi kemudian dipisahkan antara supernatan dan pellet. Supernatan kemudian dimasukkan dalam botol kedap cahaya. Sebanyak 4 ml supernatan dipindahkan dalam tabung kuvet lalu di analisis dengan menggunakan spektrofotometer pada λ 662nm dan 645 nm (Ritchie, 2008). Penghitungan klorofil dilakukan dengan dengan rumus:

$$\text{Klorofil a } (\mu\text{g/mL}): (11,75 \times A_{662}) - (2,350 \times A_{645})$$

$$\text{Klorofil b } (\mu\text{g/mL}): (18,61 \times A_{645}) - (3,960 \times A_{662})$$

$$\text{Total Klorofil } (\mu\text{g/mL}): \text{Klorofil a} + \text{Klorofil b}$$

Penghitungan dilakukan dengan 3 kali pengulangan (Sanchez, Villafranca, & Lazaro, 2018) (Pratama & Laily, 2015). Untuk mengetahui pola degradasi klorofil, dilakukan pemindaian menggunakan spektrofotometer UV-vis pada λ 400 – 700nm (Johan, Jafri, Lim, & Wan Maznah, 2014).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengolahan *Caulerpa racemosa* menjadi krim sup ditunjukkan pada **Gambar 1**. Pada gambar tersebut ada 2 bentuk produk yakni di bagian bawah adalah serbuk dari krim sup, sedangkan yang bagian atas adalah hasil ekstraksi klorofilnya, sebagai pembanding digunakan ekstrak klorofil *Caulerpa racemosa* segar. Pengerinan pada suhu 60°C memiliki warna yang lebih kuat dibandingkan dengan suhu pengerinan yang lain. Pada pengerinan dengan suhu 70 – 90°C terjadi perubahan warna yakni dengan warna hijau yang semakin pudar. Hasil ekstraksi klorofil pada *Caulerpa racemosa* segar menunjukkan warna hijau tua/pekat.

Pada *Caulerpa racemosa* diketahui terdapat 4 jenis pigmen yakni; yaitu xantofil, klorofil b, klorofil a, dan feofitin. Xantofil merupakan senyawa pigmen turunan karotenoid yang terkandung dalam pigmen klorofil. Klorofil merupakan pigmen warna hijau dan terdapat 5 jenis fraksinya, dengan sifat polaritas yang berbeda-beda. Feofitin merupakan pigmen cokelat kehitaman yang merupakan senyawa turunan klorofil. Feofitin terbentuk karena adanya perubahan enzimatis, paparan panas dan asam, serta proses fermentasi (Dimara *et al.*, 2012).

Degradasi Klorofil

Klorofil merupakan pigmen warna hijau yang tersimpan dalam kloroplas. Organisme yang memiliki kloroplas, sebagian besar di dalamnya terdapat 2 jenis klorofil yakni klorofil *a* dan klorofil *b*. Klorofil *a* berwarna biru hijau, sedangkan klorofil *b* berwarna hijau kekuningan. Klorofil sangat rentan

terdegradasi terhadap berbagai faktor eksternal diantaranya panas.

Proses produksi krim sup melibatkan panas untuk tahap pengeringannya. Paparan panas menyebabkan degradasi klorofil sehingga terjadi reaksi feofitnasi yang akan menghasilkan feofitin. Feofitin adalah salah satu produk degradasi klorofil karena hilangnya ion Mg^{2+} . Reaksi feofitnasi dimulai saat paparan panas mendenaturasi protein yang berikatan dengan klorofil. Protein yang seharusnya melindungi klorofil akan terlepas karena paparan panas, sehingga klorofil menjadi tidak stabil. Mg^{2+} yang seharusnya berada di dalam molekul protein akan terlepas dan digantikan oleh hidrogen. Secara visual dapat dilihat dengan adanya perubahan warna menjadi hijau kecoklatan.

Paparan panas juga menyebabkan ketidakstabilan klorofil karena adanya reaksi pembentukan klorofilid. Reaksi klorofilid terjadi akibat adanya aktivitas enzim *klorofilase*. Pada kondisi normal, enzim klorofilase mengikat kuat pada lipoprotein lamela. Adanya ikatan ini maka tidak terjadi hidrolisis klorofil. Enzim *klorofilase* akan aktif pada suhu 65 – 75°C saat dilarutkan dalam air. Pada penelitian ini, larutan krim sup mendapat paparan suhu 60 – 90°C, sehingga terjadi degradasi protein yang disebabkan oleh reaksi pembentukan feofitin dan klorofilid.

Lipova *et al* (2010), mengatakan jika pemanasan hingga suhu 50°C belum menyebabkan degradasi yang signifikan terhadap klorofil. Pada pemanasan 60 – 90°C mulai terjadi degradasi yang signifikan. Pada suhu 60 – 70°C terjadi degradasi klorofil karena lepasnya molekul klorofil. Pelepasan molekul ini bertahan hingga pada suhu 80°C, sedangkan pada suhu 90°C akan menyebabkan kehancuran. Paparan panas sebaiknya pada suhu tidak lebih dari 60°C, karena jika melebihi suhu tersebut kan merusak membran tilakoid dan mengarah pada pembentukan radikal bebas (Lípová, Krchňák, Komenda, & Ilík, 2010).



Gambar 1. Warna produk krim sup *Caulerpa sp* dan ekstrak klorofilnya.

Tabel 1. Kandungan Klorofil krim sup dari *Caulerpa racemosa* ($\mu\text{g/mL}$)

Parameter	Suhu Pengeringan ($^{\circ}\text{C}$)				<i>Caulerpa sp</i>
	60	70	80	90	
A ₆₄₅	1,442	0,553	0,533	0,444	2,578
	1,446	0,553	0,532	0,446	2,585
	1,447	0,551	0,531	0,445	2,574
A ₆₆₂	2,055	0,822	0,968	0,787	3,080
	2,060	0,823	0,965	0,788	3,113
	2,059	0,823	0,963	0,788	3,053
Klorofil a	2,0758	0,8358	1,0121	0,8204	3,0132
	2,0807	0,8371	1,0089	0,8210	3,0503
	2,0793	0,8375	1,0067	0,8213	2,9824
Rerata Klorofil a	2,0786	0,8368	1,0092	0,8209	3,0153
Standar Deviasi	0,0025	0,0008	0,0027	0,0005	0,0340
Klorofil b	1,8698	0,7036	0,6086	0,5146	3,5779
	1,8752	0,7032	0,6079	0,5179	3,5779
	1,8770	0,6995	0,6068	0,5161	3,5812
Rerata Klorofil b	1,8742	0,7021	0,6078	0,5162	3,5790
Standar Deviasi	0,0039	0,0023	0,0009	0,0017	0,0019
Total Klorofil	3,9528	1,5389	1,6170	1,3372	6,5943

Pada pemaparan panas pada suhu 60°C , kandungan klorofil tersisa sebesar $39,53 \mu\text{g/mL}$, artinya sudah terjadi degradasi sekitar $26,42 \mu\text{g/mL}$. Pada pemaansan 70°C dan 80°C terjadi degradasi klorofil sebesar $50,56 \mu\text{g/mL}$ dan $49,77 \mu\text{g/mL}$. Pada rentang

tersebut kemungkinan degradasi klorofil disebabkan oleh enzim klorofilase, karena pada suhu 75°C enzim tersebut bekerja secara maksimal. Pada pengeringan dengan suhu 90°C , kandungan klorofil tersisa sebesar $13,37 \mu\text{g/mL}$ atau mengalami

kerusakan sebesar 52,57 µg/mL. Kerusakan pada pemanasan ini kemungkinan disebabkan oleh pembentukan peofitin yang ditandai dengan kenampakan warna hijau kecoklatan, demikian juga pada suhu 80°C.

Kandungan klorofil secara kuantitatif ditunjukkan pada tabel 1. Pada tabel tersebut disajikan kandungan klorofil dari proses pengeringan krim sup pada suhu 60 – 90°C. Terjadi penurunan kandungan klorofil dari ekstrak segar *Caulerpa racemosa* dan yang sudah diproses dengan pengeringan 60°C yakni tinggal 59,96%. Dengan proses pemanasan pada suhu 70°C tersisa klorofil sebesar 23,33%, 80°C (24,53%), dan 90°C (20,28%).

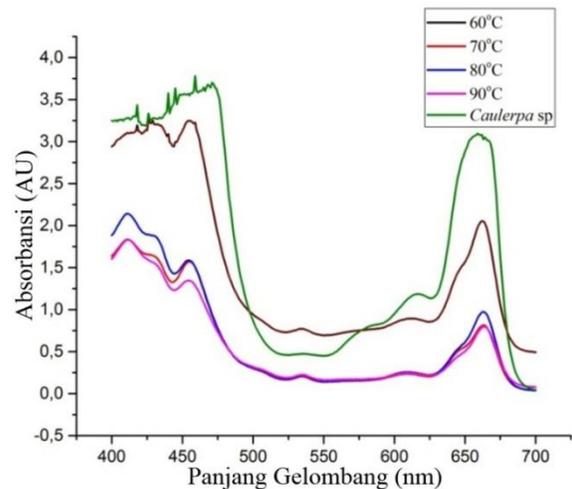
Hasil perhitungan kandungan klorofil ditunjukkan pada Tabel 1. Selanjutnya dilakukan perhitungan persentase penurunan kandungan klorofil masing-masing krim sup dengan variasi suhu pengeringan terhadap klorofil pada ekstrak segar *Caulerpa racemosa*. Berdasarkan data yang diperoleh menunjukkan kadar kandungan klorofil yang tersisa pada tiap variasi suhu yaitu sebesar 59,96% (60°C), 23,33% (70°C), 24,53% (80°C) dan 20,28% (90 °C).

Pola degradasi klorofil dapat dilihat pada Gambar 2. Pada gambar tersebut terlihat 2 puncak serapan di sekitar panjang gelombang 645 dan 662 nm dengan perubahan absorbansi yang jelas antara *Caulerpa racemosa* segar dengan produk yang sudah dikeringkan pada suhu 60, 70, 80, dan 90°C. Absorbansi pada puncak serapan berbanding terbalik dengan kenaikan suhu, semakin tinggi suhu pengeringan, puncak serapan semakin menurun absorbansinya.

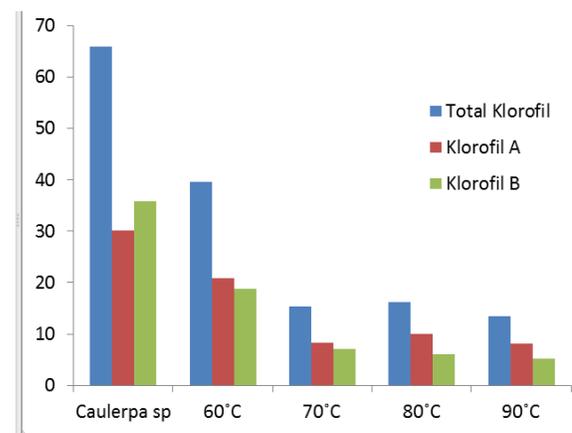
Suhu Pengeringan Optimal

Optimalisasi adalah cara yang bertujuan untuk mendapatkan hasil yang maksimal dengan upaya yang efektif dan efisien. Pemaparan panas dilakukan dengan melepas pasokan energi kalor untuk menguapkan air. Proses penguapan air berkontribusi pada kerusakan material (senyawa bioaktif) yang tidak stabil terhadap

panas. Semakin tinggi suhu diberikan, maka energi yang diberikan akan semakin banyak. Begitu juga dengan kualitas produk yang rentan terhadap panas akan rusak pada paparan panas yang semakin meningkat.



Gambar 2. Pola degradasi klorofil krim sup akibat paparan panas.



Gambar 3. Kandungan klorofil pada krim sup instan dengan pengeringan dengan berbagai variasi suhu.

Untuk mendapatkan optimalisasi pengeringan maka harus dicari besaran panas dan tingkat kerusakan material. Besaran panas merupakan banyaknya energi kalor yang harus dipenetrasikan. Semakin besar energi yang dikeluarkan, maka seiring dengan biaya yang harus dikeluarkan. Tingkat kerusakan berkaitan dengan seberapa banyak bahan aktif yang

hilang atau terdegradasi selama pemanasan. Semakin tinggi kerusakan, maka kualitas produk akan semakin menurun. Proses yang ideal adalah dengan mengeluarkan energi sekecil mungkin dan meminimalisir kerusakan senyawa bioaktif.

Dalam skala produksi industri, akan dicari titik pengeringan yang optimal dengan mempertimbangkan seminimal mungkin energi yang dikeluarkan, serta kerusakan yang paling sedikit. Pada Gambar 3 dapat dijelaskan secara deskriptif, pada pengeringan dengan suhu 60°C kandungan total klorofil, klorofil a dan b adalah yang tertinggi dibandingkan suhu 70, 80, dan 90°C. Energi yang dibutuhkan untuk mengeluarkan panas pada seting suhu 60°C juga lebih sedikit dibandingkan dengan suhu di atasnya. Pada penelitian ini belum diteliti tentang aspek waktu pengeringan, karena hanya dengan estimasi 1 – 1,5 jam pemanasan dengan target krim sup dapat ditepungkan.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan, *Caulerpa racemosa* dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku krim sup dengan klorofil sebagai nilai tambahnya. Semakin tinggi suhu pengeringan menyebabkan degradasi kandungan klorofil pada krim sup. Pengeringan yang optimal adalah suhu 60°C ditandai dengan warna hijau yang masih kuat dan tingkat degradasi klorofil yang paling sedikit dibandingkan dengan suhu > 60°C.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Bonifacius Arbanto, yang telah menyediakan sampel rumput laut. Diucapkan juga terimakasih kepada laboratorium *Carotenoid and Antioxidant Research Center* untuk analisis pigmennya.

DAFTAR PUSTAKA

Abdel-Haleem, A. M. H., & Omran, A. A. 2014. Preparation of Dried Vegetarian Soup Supplemented with Some Legumes. *Food and Nutrition Sciences*,

- 05(22), 2274–2285.
<https://doi.org/10.4236/fns.2014.522241>
- Anwar, L. O., Bubun, R. L., & Rosmawati. 2016. Manfaat Anggur Laut (*Caulerpa Racemosa*) dan Penanganannya dengan Melibatkan Masyarakat Pantai di Desa Rumba-rumab. In *Senaspro 2016* (pp. 110–116).
- Dimara, L., Tuririday, H., Tien, D., & Yenusi, N. B. 2012. Identifikasi dan Fotodegradasi Pigmen Klorofil Rumput Laut *Caulerpa racemosa* (Forsskal) J. Agardh. *Jurnal Biologi Papua*, 4(2), 47–53.
- Farid Ma'ruf, W., Ibrahim, R., Dewi, E. N., Susanto, E., Amalia, U., Teknologi, L., ... Semarang, T. 2013. Profil Rumput Laut *Caulerpa racemosa* dan *Gracilaria verrucosa* Sebagai Edible Food. *Jurnal Saintek Perikanan*, 9(1), 68–74.
- Johan, F., Jafri, M. Z., Lim, H. S., & Wan Maznah, W. O. 2014. Laboratory measurement: Chlorophyll-a concentration measurement with acetone method using spectrophotometer. In *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management* (pp. 744–748).
<https://doi.org/10.1109/IEEM.2014.7058737>
- Lípová, L., Krchňák, P., Komenda, J., & Ilík, P. 2010. Heat-induced disassembly and degradation of chlorophyll-containing protein complexes in vivo. *Biochimica et Biophysica Acta - Bioenergetics*, 1797(1), 63–70.
<https://doi.org/10.1016/j.bbabi.2009.08.001>
- Merdekawati, W., & Susanto, A. B. 2009. Kandungan dan komposisi pigmen rumput laut serta potensinya untuk kesehatan. *Squalen*, 4(2), 41–47.

- <https://doi.org/10.15578/squalen.v4i2.147>
- Ornano, L., Donno, Y., Sanna, C., Ballero, M., Serafini, M., & Bianco, A. 2014. Phytochemical study of *Caulerpa racemosa* (Forsk.) J. Agarth, an invading alga in the habitat of la Maddalena archipelago. *Natural Product Research*, 28(20), 1795–1799. <https://doi.org/10.1080/14786419.2014.945928>
- Pratama, A. J., & Laily, A. N. 2015. Analisis Kandungan Klorofil Gandasuli (*Hedychium gardnerianum* Shephard ex Ker-Gawl) pada Tiga Daerah Perkembangan Daun yang Berbeda. In *Seminar Nasional Konservasi dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam* (pp. 216–219). <https://doi.org/10.1016/B978-044452072-2/50025-2>
- Ritchie, R. J. 2008. Universal chlorophyll equations for estimating chlorophylls a, b, c, and d and total chlorophylls in natural assemblages of photosynthetic organisms using acetone, methanol, or ethanol solvents. *Photosynthetica*, 46(1), 115–126.
- <https://doi.org/10.1007/s11099-008-0019-7>
- Sanchez, I. A. V, Villafranca, M. C. R., & Lazaro, N. 2018. Estimation of chlorophyll content in local *Caulerpa* seaweeds using acetone, DMSO and Methanol, 8(10), 1–5.
- Sarojini, Y., Neelima, P., & Sujata, B. 2015. The seasonal variations in distribution of photosynthetic pigments in four edible species of Chlorophyceae and the effect of light, dissolved oxygen and nutrients on their distribution. *Annals of Biological Research*, 6(3), 36–40. Retrieved from <http://scholarsresearchlibrary.com/archive.html>
- Setiawati, T. 2017. Sweet potato cream soup sebagai alternatif bisnis makanan sehat, 9(1), 1–6.
- Wanda, P., Wibowo, M. A., & Destiarti, L. 2017. Enkapsulasi dan Uji Stabilitas Ekstrak Metanol Daun Pepaya (*Carica papaya*. Linn). *JKK*, 6(1), 25–29. [https://doi.org/10.1016/S0040-4039\(00\)61549-6](https://doi.org/10.1016/S0040-4039(00)61549-6)