

Pengaruh Pemilihan Pelarut dalam Ekstraksi Klorofil pada Rumput Laut *Gracilaria* sp. dan *Caulerpa* sp. Segar dan Kering

Effect of solvent on chlorophyll extraction of fresh and dried *Gracilaria* sp. and *Caulerpa* sp. seaweed

Maria Malida Vernandes Sasadara^{1*}, Ni Made Dwi Mara Widayani Nayaka¹, Putu Era Sandhi Kusuma Yuda¹, Erna Cahyaningsih¹, Ni Luh Kade Arman Anita Dewi¹

¹Departemen Farmasi Bahan Alam, Fakultas Farmasi, Universitas Mahasaraswati Denpasar, Kota Denpasar, Indonesia

Diajukan: 08-11-2022

Direview: 06-02-2023

Disetujui: 27-02-2023

Kata Kunci: klorofil, pelarut ekstraksi, pengeringan, rumput laut.

Keywords: chlorophyll, drying, seaweed, solvent extraction.

Korespondensi:

Maria Malida Vernandes Sasadara
daravernandes@gmail.com



Lisensi: **CC BY-NC-ND 4.0**

Copyright ©2023 Penulis

Abstrak

Rumput laut merupakan organisme fotosintetik sehingga dapat menjadi sumber penghasil pigmen yang baik. Klorofil merupakan pigmen yang banyak digunakan dalam industri farmasi, pangan, maupun kosmetik. Bulung Sangu (*Gracilaria* sp.) dan Bulung Boni (*Caulerpa* sp.) merupakan rumput laut yang secara luas tumbuh di perairan Bali. Ekstraksi pigmen pada suatu sumber dapat dipengaruhi oleh tahap pra-ekstraksi seperti pengeringan dan pemilihan pelarut. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh pemilihan pelarut dalam ekstraksi klorofil pada Bulung Sangu (*Gracilaria* sp.) dan Bulung Boni (*Caulerpa* sp.) segar dan kering. Pelarut yang digunakan adalah etanol, metanol, dan aseton. Estimasi konsentrasi klorofil dilakukan menggunakan spektrofotometri UV-VIS. Data dianalisis secara statistik menggunakan one-way ANOVA dengan taraf kepercayaan 95%. Hasil menunjukkan bahwa ekstraksi Bulung Sangu (*Gracilaria* sp.) pada sampel kering menggunakan aseton menghasilkan klorofil total sebesar $574.1 \pm 33.2 \mu\text{g/g}$. Ekstraksi Bulung Boni (*Caulerpa* sp.) pada sampel segar menggunakan pelarut metanol menghasilkan klorofil total tertinggi sebesar $10235.3 \pm 50.3 \mu\text{g/g}$. Dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh pengeringan dan pemilihan pelarut pada ekstraksi klorofil dari Bulung Sangu (*Gracilaria* sp.) dan Bulung Boni (*Caulerpa* sp.).

Abstract

Seaweed is a photosynthetic organism, thus a good source of pigment-producing. Pharmaceutical, food, and cosmetic industries widely use chlorophyll pigments for their products. Bulung Sangu (*Gracilaria* sp.) and Bulung Boni (*Caulerpa* sp.) are widely grown seaweeds in the waters of Bali. Pre-extraction steps such as drying and solvent selection can affect pigment extraction. This study aimed to evaluate the effect of solvent selection in the extraction of chlorophyll in fresh and dried Bulung Sangu (*Gracilaria* sp.) and Bulung Boni (*Caulerpa* sp.). The solvents used were ethanol, methanol, and acetone. Estimation of chlorophyll content was carried out using UV-VIS spectrophotometry. Data were analyzed statistically using one-way ANOVA with a 95% confidence level. The results showed that the extraction of Bulung Sangu (*Gracilaria* sp.) on dry samples using acetone produced a total chlorophyll of $574.1 \pm 33.2 \text{ g/g}$. Bulung Boni (*Caulerpa* sp.) extraction of fresh samples using methanol resulted in the highest total chlorophyll ($10235.3 \pm 50.3 \text{ g/g}$). In conclusion, drying and solvent selection affect the extraction of chlorophyll from Bulung Sangu (*Gracilaria* sp.) and Bulung Boni (*Caulerpa* sp.).

Cara mensitasi artikel:

Sasadara, M. M. V., Nayaka, N. M. D. M. W., Yuda, P. E. S. K., Cahyaningsih, E., Dewi, N, L. K., A., A. (2023). Pengaruh Pemilihan Pelarut dalam Ekstraksi Klorofil pada Rumput Laut *Gracilaria* sp. dan *Caulerpa* sp. Segar dan Kering. *Jurnal Ilmiah Medicamento*, 9(1), 22-28. <https://doi.org/10.36733/medicamento.v9i1.5344>

PENDAHULUAN

Rumput laut atau makroalga merupakan organisme fotosintetik mirip tanaman, berupa organisme uniseluler maupun multiseluler¹. Saat ini, alga baik makro maupun mikroalga telah banyak digunakan dalam industri farmasi dan kosmetik, makanan, maupun bioteknologi². Makroalga merupakan sumber berbagai metabolit aktif yang secara luas dieksplorasi untuk perkembangan obat. Makroalga kaya akan vitamin, mineral, protein,

polisakarida, steroid dan serat. Makroalga juga mengandung berbagai jenis pigmen klorofil³. Beberapa bagian teluk perairan Bali memiliki kualitas air yang memenuhi syarat tumbuh untuk berbagai jenis rumput laut sehingga menghasilkan kelimpahan rumput laut. Rumput laut yang dapat tumbuh di perairan Bali antara lain adalah Bulung Sangu (*Gracilaria* sp.) dan Bulung Boni (*Caulerpa* sp.) tumbuh baik⁴.

Rumput laut sebagai organisme fotosintetik merupakan sumber pigmen yang baik, termasuk klorofil. Klorofil merupakan salah satu senyawa bioaktif penting yang diproduksi oleh alga dalam jumlah yang besar. Pigmen ini digunakan sebagai pewarna makanan, antioksidan, dan terbukti pula memberikan aktivitas antiinflamasi dan antimutagenik. Dalam industri pangan, farmasi dan kosmetik, upaya-upaya menghasilkan klorofil telah menjadi fokus penting dan masih terus dikembangkan. Saat ini, penghasil utama klorofil adalah bayam, jagung, alfalfa, dan jelatang⁵.

Beberapa teknik dapat digunakan untuk mengisolasi pigmen pada organisme fotosintetik, seperti ekstraksi maserasi dengan pelarut organik, ekstraksi cairan superkritis, ekstraksi air subkritis, dan ekstraksi berbantuan *ultrasound*⁶. Keberhasilan proses ekstraksi tergantung pada metode ekstraksi dan pelarut yang digunakan. Dalam kondisi waktu dan suhu ekstraksi yang sama, komposisi pelarut dan sampel merupakan parameter penting yang mempengaruhi hasil ekstraksi^{7,8}. Pelarut sangat penting untuk mendapatkan hasil ekstraksi yang maksimal dengan perubahan sifat fungsional yang minimal⁹. Keberhasilan proses ekstraksi juga dipengaruhi oleh perlakuan pra-ekstraksi. Tahap pra-ekstraksi merupakan tahapan preparasi material ekstraksi seperti pengeringan dan fermentasi, yang mampu mencegah degradasi senyawa bioaktif, sekaligus mampu menghambat pertumbuhan fungi dan bakteri¹⁰.

Klorofil dapat diekstraksi menggunakan pelarut organik dengan tingkat kepolaran yang berbeda. Etanol, metanol, dan aseton merupakan pelarut yang umum digunakan untuk mengekstraksi pigmen klorofil¹¹. Ekstraksi klorofil pada sampel segar Bulung Sangu dengan menggunakan pelarut etanol, metanol, dan aseton telah dilakukan sebelumnya, dimana menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan terhadap kadar klorofil a, d, dan total klorofil pada penggunaan ketiga pelarut¹². Meskidemikian, dibutuhkan penelitian lebih lanjut untuk membandingkan hasil ekstraksi klorofil terhadap sampel segar dan sampel kering, sehingga proses ekstraksi klorofil dari Bulung Sangu dapat dioptimasi dengan lebih maksimal. Terlebih, beberapa penelitian menunjukkan adanya perbedaan klorofil yang diekstraksi dari sampel tumbuhan segar dan kering.

Dengan mengacu pada penelitian terdahulu dan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh pemilihan pelarut terhadap ekstraksi klorofil pada Bulung Sangu (*Gracilaria* sp.) dan Bulung Boni (*Caulerpa* sp.) segar dan kering yang diperoleh dari perairan Bali.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan Penelitian.

Sampel rumput laut Bulung Sangu (*Gracilaria* sp.) dan Bulung Boni (*Caulerpa* sp.) diperoleh dari daerah perairan Bali (-8.738614, 115.214970 dan -8.742452, 115.199022). Pelarut yang digunakan adalah etanol 100% p.a (Merck®), methanol 100% p.a (Merck®), aseton 90% p.a (Merck®). Ekstraksi klorofil dilakukan melalui serangkaian proses penghancuran dengan lumping dan alu serta sentrifugasi. Estimasi konsentrasi klorofil pada sampel dilakukan menggunakan spektrofotometri UV-VIS (UV-1800 Shimadzu double beam).

Penyiapan sampel.

Penelitian ini menggunakan sampel segar dan kering Bulung Boni serta sampel kering Bulung Sangu. Sampel segar dibuat dengan membersihkan sampel rumput laut dari pengotor dan mencuci dengan air mengalir. Sampel segar menggunakan rumput laut bersih yang dipotong melintang dengan ukuran sekitar 2 cm.

Sampel kering dibuat dengan membersihkan sampel rumput laut dari pengotor dan mencuci dengan air mengalir. Sampel segar menggunakan rumput laut bersih yang dipotong melintang dengan ukuran sekitar 2 cm. Rumput laut kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu maksimal 50°C selama 3-5 hari hingga diperoleh sampel kering.

Ekstraksi dan estimasi total klorofil.

Terdapat sembilan kelompok perlakuan pada penelitian ini yaitu Bulung Sangu kering yang diekstraksi dengan etanol, metanol, dan aseton, serta Bulung Boni kering dan segar yang masing-masing diekstraksi dengan etanol, metanol, dan aseton. Masing-masing kelompok direplikasi sebanyak tiga kali. Ekstraksi pigmen mengacu pada penelitian lainnya dengan sedikit modifikasi^{13,14}. Sebanyak 15 gram masing-masing sampel basah dan kering dihancurkan dengan lumping dan alu, lalu ditambahkan dengan 10 ml pelarut sambil terus

digerus hingga larutan berubah warna. Ekstrak kemudian disaring, dan filtrat disentrifugasi dengan kecepatan 2500 rpm selama 10 menit. Supernatan disentrifugasi kembali dengan kecepatan 5000 rpm selama 10 menit. Absorbansi supernatan untuk sampel metanol diukur pada panjang gelombang 480, 632, 652, 665, 696, dan 750 nm, sampel etanol diukur pada panjang gelombang 632, 649, 665, 696, dan 750 nm, sedangkan sampel aseton diukur pada panjang gelombang 630, 647, 664, 691 dan 750. Nilai absorbansi yang diperoleh digunakan dalam perhitungan estimasi klorofil sesuai dengan rumus 1-13, dengan mengacu pada Osório dkk.¹³. Hasil dinyatakan dalam µg/mL.

Analisis Data.

Data dianalisis secara statistik menggunakan one-way ANOVA dan post-hoc Tamhane dan Bonferroni dengan taraf kepercayaan 95%. Nilai signifikansi <0.05 dinyatakan terdapat perbedaan yang signifikan. Analisis statistik menggunakan IBM SPSS version 25 (IBM Corp., USA).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konten klorofil pada Bulung Sangu (*Gracilaria* sp.) dan Bulung Boni (*Caulerpa* sp.) segar dan kering yang diperoleh melalui ekstraksi dengan ketiga pelarut yang berbeda ditampilkan pada **Tabel 1**.

Hasil menunjukkan bahwa terdapat pengaruh pemilihan pelarut ekstraksi terhadap kandungan klorofil rumput laut Bulung Sangu (*Gracilaria* sp.) dan Bulung Boni (*Caulerpa* sp.) segar dan kering.

Hasil pengujian dan analisis statistik pada bulung sangu menunjukkan bahwa penggunaan pelarut metanol dan etanol tidak menunjukkan perbedaan ($p > 0.05$) dalam mengekstraksi klorofil a (Chl a) atau d (Chl d) baik pada sampel segar maupun kering. Sedangkan penggunaan pelarut aseton secara signifikan ($p < 0.05$) mampu mengekstraksi klorofil a dan d lebih baik pada sampel segar dan kering, dibandingkan dengan metanol dan etanol. Aseton juga mampu mengekstraksi klorofil b (Chl b), dimana penggunaan pelarut metanol dan etanol tidak menghasilkan ekstrak dengan kandungan klorofil b. Dibandingkan dengan sampel kering, penggunaan aseton pada sampel segar menghasilkan ekstrak dengan kandungan klorofil a, d, dan klorofil total (Chl total) lebih tinggi, namun penggunaan aseton pada sampel kering mengekstraksi klorofil b secara lebih baik dibandingkan pada sampel segar ($p < 0.05$). Penggunaan ketiga jenis pelarut pada bulung sangu tidak mampu mengekstraksi klorofil c dari sampel. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan pelarut aseton pada Bulung Sangu (*Gracilaria* sp.) menghasilkan ekstrak dengan kandungan klorofil yang lebih tinggi.

Tabel 1. Pigmen klorofil yang diekstraksi dari Bulung Sangu (*Gracilaria* sp.) dan Bulung Boni (*Caulerpa* sp.) segar dan kering menggunakan beberapa pelarut

Parameter (µg/mL)	Bulung Sangu (<i>Gracilaria</i> sp.) segar*			Bulung Sangu (<i>Gracilaria</i> sp.) kering		
	Metanol	Etanol	Aseton	Metanol	Etanol	Aseton
Chl a	578.77 ± 9.73 ^a	520.98 ± 2.52 ^a	717.52 ± 9.71 ^b	349 ± 7.6 ^c	331.4 ± 28.8 ^c	542.5 ± 32.7 ^a
Chl b	n.d	n.d	7.23 ± 0.24 ^a	n.d	n.d	15.98 ± 1.60 ^b
Chl c	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
Chl d	5.50 ± 0.12 ^a	3.56 ± 0.25 ^a	21.93 ± 1.07 ^b	3.27 ± 0.45 ^a	3.35 ± 0.37 ^a	15.64 ± 0.83 ^c
Chl Total	584.27 ± 9.62 ^a	524.53 ± 2.31 ^a	746.67 ± 8.99 ^b	352.2 ± 8.0 ^c	334.7 ± 29.1 ^c	574.1 ± 33.2 ^a
Parameter (µg/mL)	Bulung Boni (<i>Caulerpa</i> sp.) segar			Bulung Boni (<i>Caulerpa</i> sp.) kering		
	Metanol	Etanol	Aseton	Metanol	Etanol	Aseton
Chl a	9872 ± 499 ^a	996.0 ± 15.0 ^b	3766 ± 96 ^c	9388 ± 191 ^a	907 ± 235 ^b	3140 ± 4.5 ^c
Chl b	105.0 ± 5.6 ^a	n.d	123.5 ± 4.2 ^b	168 ± 14.9 ^c	n.d	111.5 ± 5.8 ^c
Chl c	121.9 ± 12.7 ^a	15.34 ± 0.84 ^b	n.d	275.3 ± 33.12 ^a	13.67 ± 0.66 ^b	n.d
Chl d	155.4 ± 11.1 ^a	27.2 ± 1.8 ^b	84.6 ± 4.5 ^c	159.9 ± 8.7 ^a	22.7 ± 1.1 ^b	74.6 ± 5.5 ^c
Chl Total	10235.3 ± 50.3 ^a	1038.5 ± 15.9 ^b	3974.3 ± 97.4 ^c	9991.4 ± 186.6 ^a	943.37 ± 34.6 ^b	3326.5 ± 3.67 ^c

Ket.: Chl (klorofil); n.d. (not detected/ tidak terdeteksi); (*) hasil penelitian telah dipublikasi ((Sasadara *et al.*, 2021), ditampilkan sebagai perbandingan. Data disajikan sebagai rata-rata ± standar deviasi (n=3). Huruf yang berbeda dalam baris yang sama merepresentasikan perbedaan yang signifikan dengan nilai $p < 0.05$.

Pada ekstraksi bulung boni, klorofil a (Chl a) terekstraksi dengan baik pada penggunaan pelarut metanol dibandingkan dengan etanol maupun aseton ($p < 0.05$). Ekstraksi pada sampel segar dan kering tidak menunjukkan perbedaan klorofil a pada penggunaan pelarut metanol ($p > 0.05$). Berbeda dengan klorofil a yang dapat diekstraksi oleh ketiga pelarut, klorofil b (Chl b) hanya terekstraksi pada penggunaan metanol dan aseton, sedangkan klorofil c (Chl c) hanya terekstraksi pada penggunaan metanol dan etanol. Ekstraksi bulung boni segar dengan aseton menghasilkan ekstrak dengan klorofil a yang lebih tinggi dibandingkan penggunaan metanol ($p < 0.05$). Sedangkan pada bulung boni kering, penggunaan metanol dan aseton tidak menunjukkan perbedaan dalam mengekstraksi klorofil a ($p > 0.05$). Pada ekstraksi klorofil c, penggunaan metanol secara signifikan menghasilkan klorofil c yang lebih tinggi dibandingkan etanol ($p < 0.05$), namun tidak ada perbedaan jumlah klorofil c yang terekstraksi dari sampel kering dan segar ($p > 0.05$). Penggunaan metanol secara signifikan menghasilkan ekstrak dengan klorofil d dan klorofil total (Chl total) yang lebih tinggi dibandingkan penggunaan kedua pelarut lainnya ($p < 0.05$), namun tidak ada perbedaan yang signifikan terhadap klorofil d dan klorofil total yang terekstraksi dari sampel segar dan kering ($p > 0.05$). Hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan pelarut metanol dalam ekstraksi Bulung Boni (*Caulerpa* sp.) menghasilkan ekstrak dengan kandungan klorofil yang lebih tinggi.

Jenis pelarut yang digunakan dalam ekstraksi sangat berpengaruh terhadap ekstrak yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena terdapatnya perbedaan polaritas sampel dengan jenis pelarut yang digunakan¹⁵. Beberapa penelitian menunjukkan pengaruh pelarut terhadap ekstrak yang dihasilkan^{7,8,16,17}. Penelitian oleh Sasadara & Wirawan⁸ menunjukkan terdapat perbedaan rendemen ekstrak, total flavonoid, dan total fenol serta nilai IC_{50} pada *Gracilaria* sp. yang diekstraksi menggunakan pelarut dengan berbagai tingkat kepolaran. Penelitian lain oleh Onyebuchi & Kavaz¹⁶ menunjukkan terdapat pengaruh komposisi kimia pada ekstrak *Ocimum gratissimum* yang diekstraksi dengan pelarut etanol, metanol, dan air.

Pada ekstraksi Bulung Sangu, aseton merupakan pelarut yang paling efisien untuk menghasilkan konten klorofil yang lebih tinggi

dibandingkan penggunaan pelarut lainnya. Aseton dapat mengekstraksi klorofil a, b, dan d, namun tidak klorofil c. Klorofil c tidak terdeteksi dengan penggunaan semua pelarut, menunjukkan kemungkinan ketiadaan pigmen ini pada Bulung Sangu. Sementara itu, klorofil b yang terdeteksi pada ekstrak aseton, tidak terdeteksi pada ekstrak etanol dan metanol. Berbeda dengan hasil pada Bulung Boni, metanol menjadi pelarut yang paling optimal untuk mengekstraksi klorofil. Metanol mampu mengekstraksi semua jenis klorofil dari Bulung Boni, dimana tidak semua jenis klorofil terekstraksi pada penggunaan etanol dan aseton.

Pelarut polar seperti aseton, etanol dan etil asetat merupakan pelarut yang tepat untuk ekstraksi klorofil^{13,18-21}. Meskipun pada penelitian ini terdapat pengaruh jenis pelarut yang nyata secara statistik, namun berbeda dengan penelitian oleh Osório dkk.¹³ yang menunjukkan bahwa ekstraksi klorofil pada alga merah *Porphyra* spp. tidak dipengaruhi oleh penggunaan pelarut, baik aseton, metanol, etanol, maupun N,N-Dimethylformamide (DMF).

Pada penelitian ini, ekstraksi klorofil dengan ketiga jenis pelarut dilakukan pada sampel kering dan segar untuk melihat apakah ada perbedaan konten klorofil yang dapat terekstraksi pada sampel segar dan kering. Dalam pemanfaatan tanaman obat, proses pengeringan bertujuan untuk menghindari terjadinya kerusakan metabolit sekunder serta enzim yang terkandung dalam sampel. Kandungan air yang sedikit dapat menghambat fungsi enzim sehingga menghambat proses metabolisme dan perubahan kandungan kimia¹⁰. Beberapa penelitian menunjukkan terdapat pengaruh pengeringan terhadap kandungan fitokimia pada sampel tumbuhan^{9,22}. Penelitian oleh Sari²³ menunjukkan bahwa sampel segar mengandung kadar flavonoid total yang secara nyata lebih tinggi dibandingkan sampel kering.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan jumlah klorofil pada sampel rumput laut segar dan kering. Proses pengeringan yang diterapkan pada sampel kering secara signifikan menurunkan kandungan klorofil total pada sampel. Hasil penelitian ini serupa dengan beberapa penelitian sebelumnya yang dilakukan pada beet (*Beta vulgaris* var *bengalensis*), fenugreek (*Trigonella foenum-graceum*), dan bayam (*Amaranthus tricolor*) dimana hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa proses pengeringan menyebabkan degradasi

dan hilangnya β -karoten dan klorofil²⁴. Pengeringan secara langsung dengan sinar matahari menunjukkan hilangnya β -karoten dan klorofil paling tinggi dibandingkan dengan teknik pengeringan yang lainnya (solar, kering angin, kabinet, temperatur rendah). Pengeringan dengan temperatur yang rendah masih menunjukkan degradasi β -karoten dan klorofil, meski demikian metode tersebut menghilangkan β -karoten dan klorofil lebih rendah dibandingkan teknik yang lain. Sedangkan klorofil merupakan senyawa yang sensitif terhadap panas sehingga retensi pada klorofil disebabkan oleh suhu dan durasi pemanasan²⁴.

Pada penelitian ini, dilakukan optimasi pelarut dalam mengekstraksi klorofil dari sampel rumput laut segar dan kering. Klorofil merupakan pigmen fotosintetik yang memiliki berbagai aktivitas biologis sehingga banyak digunakan baik untuk kepentingan pangan dan farmasi. Klorofil merupakan pigmen utama yang digunakan oleh organisme fotosintetik untuk menangkap energi cahaya. Molekul klorofil terdiri atas kepala porfirin dan ekor hidrokarbon panjang. Kepala porphyrin pada klorofil tersusun atas empat cincin pirol mengandung nitrogen yang membentuk cincin dan dikelilingi oleh ion magnesium. Terdapat empat jenis klorofil, yaitu klorofil a, b, c, dan d. Klorofil a ditemukan pada tanaman tingkat tinggi, alga, dan cyanobacteria. Klorofil b ditemukan pada tanaman tingkat tinggi dan alga hijau. Klorofil c ditemukan pada diatoms, dinoflagellate and algae coklat, sedangkan klorofil d banyak ditemukan pada alga merah²⁵. Beberapa sumber menyebutkan keberadaan jenis klorofil yang lain yaitu klorofil f yang ditemukan pada stromatolite yaitu sebuah struktur batuan keras yang dibuat oleh cyanobacteria²⁶. Beberapa sumber juga menyebutkan jenis klorofil yang lain yaitu klorofil e yang sangat jarang dan hanya ditemukan pada alga emas²⁷. Semua jenis klorofil, selain klorofil a, dipertimbangkan sebagai molekul klorofil asesoris²⁶.

Pada penelitian ini, klorofil a menunjukkan konsentrasi tertinggi dibandingkan dengan klorofil lainnya. Alga merah mengandung klorofil a dan d, namun tidak klorofil b dan c²⁸. Klorofil a adalah pigmen hijau yang ditemukan di semua jenis organisme pada tanaman darat dan alga untuk melakukan fotosintesis. Klorofil a bertanggung jawab untuk menyerap cahaya dalam spektrum cahaya merah-oranye dan biru-ungu. Sedangkan klorofil b

hanya menyerap cahaya dengan panjang gelombang biru-ungu. Klorofil b merupakan pigmen penolong dalam proses fotosintesis dan ditemukan pada tanaman dan beberapa jenis alga terutama alga hijau²⁷.

Pada penelitian ini, tidak semua pelarut mampu mengekstraksi keempat jenis klorofil. Hal ini diperkirakan karena adanya pengaruh pelarut terhadap klorofil pada rumput laut. Pelarut aseton dan alkohol kemungkinan berpengaruh dalam menimbulkan degradasi klorofil karena sifat asam yang tinggi pada pelarut tersebut. Ketika degradasi terjadi yaitu pada kondisi pH yang rendah, klorofil dapat kehilangan ion magnesium yang kemudian akan menghasilkan pheophytin atau mengambil oksigen, yang kemudian akan menghasilkan produk alomerisasi^{13,29}. Produk degradasi tersebut memiliki spektrum yang berbeda dengan klorofil sehingga dapat mengganggu proses determinasi klorofil, yang mengakibatkan terbentuknya puncak klorofil a yang membesar, sehingga puncak klorofil lainnya seperti klorofil b,c, dan d menjadi pendek dan membesar^{18,19}.

Klorofil merupakan salah satu senyawa bioaktif potensial yang dapat diekstraksi dari alga. Klorofil juga secara luas digunakan dalam produk produk farmasi. Klorofil memiliki beberapa aktivitas farmakologis yang dibuktikan dengan beberapa penelitian seperti antimutagenik, kemopreventif, antioksidan, dan antiinflamasi. Klorofil memiliki struktur yang mirip dengan hemoglobin, sehingga diprediksi mampu menstimulasi perkembangan jaringan melalui percepatan pertukaran karbon dioksida dan oksigen. Aktivitas ini, disertai dengan aktivitas antioksidan terutama yang berasal dari klorofil a membuat klorofil banyak digunakan dalam berbagai produk farmasi¹¹. Saat ini klorofil secara luas banyak digunakan dalam industri farmasi, kosmetik, pangan, dan bioteknologi.

SIMPULAN

Terdapat pengaruh pemilihan pelarut dalam ekstraksi klorofil pada rumput laut Bulung Sangu (*Gracilaria* sp.) dan Bulung Boni (*Caulerpa* sp.) segar dan kering. Aseton dipertimbangkan sebagai pelarut terbaik dalam mengekstraksi klorofil dari Bulung Sangu dibandingkan metanol dan etanol. Namun metanol dipertimbangkan sebagai pelarut terbaik dalam mengekstraksi klorofil dari Bulung Boni.

Penelitian ini menunjukkan bahwa ekstraksi klorofil dipengaruhi oleh pemilihan pelarut.

Hasil penelitian juga menunjukkan terdapat perbedaan konten klorofil yang terekstraksi dari sampel kering dan segar. Sampel kering relatif menghasilkan klorofil total yang lebih rendah dibandingkan sampel segar. Diperkirakan bahwa proses pengeringan yang diterapkan pada sampel kering menyebabkan degradasi pada molekul pigmen. Penelitian ini tidak mengevaluasi pengaruh berbagai metode pengeringan terhadap kadar klorofil sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengevaluasi pengaruh berbagai metode pengeringan terhadap klorofil pada Bulung Sangu (*Gracilaria* sp.) dan Bulung Boni (*Caulerpa* sp.).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Fakultas Farmasi Universitas Mahasaraswati Denpasar (Research Grant 123.7/E.4/FF-UNMAS/IX/2021).

KONFLIK KEPENTINGAN

Para penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan antar penulis dalam naskah ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Guiry MD. What are algae? The Seaweed Site: information on marine algae. Published 2022. <https://www.seaweed.ie/algae/algae.php>
2. Khan MI, Shin JH, Kim JD. The promising future of microalgae: Current status, challenges, and optimization of a sustainable and renewable industry for biofuels, feed, and other products. *Microb Cell Fact.* 2018;17(1):1-21. doi:10.1186/s12934-018-0879-x
3. de Almeida CLF, Falcão H de S, Lima GR d. M, et al. Bioactivities from marine algae of the genus *Gracilaria*. *Int J Mol Sci.* 2011;12(7):4550-4573. doi:10.3390/ijms12074550
4. Sasadara MMV, Wirawan IGP, Jawi IM, Sritamin M, Dewi NNA, Adi AAAM. Anti-inflammatory Effect of Red Macroalgae Bulung Sangu (*Gracilaria* sp.) Extract in UVB-Irradiated Mice. *Pakistan J Biol Sci.* Published online 2020. doi:10.3923/pjbs.2021.80.89
5. Mukherjee PK, Maity N, Nema NK, Sarkar BK. Bioactive compounds from natural resources against skin aging. *Phytomedicine.* 2011;19(1):64-73. doi:10.1016/j.phymed.2011.10.003
6. Turkmen N, Sari F, Velioglu YS. Effects of extraction solvents on concentration and antioxidant activity of black and black mate tea polyphenols determined by ferrous tartrate and Folin-Ciocalteu methods. *Food Chem.* 2006;99(4):835-841. doi:10.1016/j.foodchem.2005.08.034
7. Do QD, Angkawijaya AE, Tran-Nguyen PL, et al. Effect of extraction solvent on total phenol content, total flavonoid content, and antioxidant activity of *Limnophila aromatica*. *J Food Drug Anal.* 2014;22(3):296-302. doi:10.1016/j.jfda.2013.11.001
8. Sasadara MMV, Wirawan IGP. Effect of extraction solvent on total phenolic content, total flavonoid content, and antioxidant activity of Bulung Sangu (*Gracilaria* sp.) Seaweed. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci.* 2021;712(1). doi:10.1088/1755-1315/712/1/012005
9. Monteiro M, Santos RA, Iglesias P, et al. Effect of extraction method and solvent system on the phenolic content and antioxidant activity of selected macro- and microalgae extracts. *J Appl Phycol.* 2020;32(1):349-362. doi:10.1007/s10811-019-01927-1
10. Krakowska-Sieprawska A, Kielbasa A, Rafińska K, Ligor M, Buszewski B. Modern Methods of Pre-Treatment of Plant Material for the Extraction of Bioactive Compounds. *Molecules.* 2022;27(3). doi:10.3390/molecules27030730
11. Hosikian A, Lim S, Halim R, Danquah MK. Chlorophyll extraction from microalgae: A review on the process engineering aspects. *Int J Chem Eng.* 2010;2010. doi:10.1155/2010/391632
12. Sasadara M, Nayaka N, Yuda P, et al. Optimization of chlorophyll extraction solvent of bulung sangu (*Gracilaria* sp.) seaweed. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci.* 2021;913(1). doi:10.1088/1755-1315/913/1/012073
13. Osório C, Machado S, Peixoto J, et al. Pigments Content (Chlorophylls, Fucoxanthin and Phycobiliproteins) of Different Commercial Dried Algae. *Separations.* 2020;7(2):33. doi:10.3390/separations7020033
14. Doli R, Mantiri DM, Paransa D, Kremer K, Lintang R, Tumembow S. Analisis pigmen pada alga *Kappaphycus alvarezii* yang dibudidayakan di teluk Totok Kabupaten Minahasa Tenggara. *J Pesisir Dan Laut Trop.* 2020;8(1):31. doi:10.35800/jplt.8.1.2020.27399
15. Verdiana M, Widarta IWR, Permana IDGM. Pengaruh Jenis Pelarut Pada Ekstraksi Menggunakan Gelombang Ultrasonik Terhadap

- Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kulit Buah Lemon. *J Ilmu dan Teknol Pangan*. 2018;7(4):213. doi:10.24843/itepa.2018.v07.i04.p08
16. Onyebuchi C, Kavaz D. Effect of extraction temperature and solvent type on the bioactive potential of *Ocimum gratissimum* L. extracts. *Sci Rep*. 2020;10(1):1-11. doi:10.1038/s41598-020-78847-5
 17. Brás T, Neves LA, Crespo JG, Duarte MF. Effect of extraction methodologies and solvent selection upon cynaropicrin extraction from *Cynara cardunculus* leaves. *Sep Purif Technol*. 2020;236:116283. doi:10.1016/j.seppur.2019.116283
 18. Connan S. Spectrophotometric Assays of Major Compounds Extracted from Algae. In: Stengel DB, Connan S, eds. *Natural Products From Marine Algae: Methods and Protocols, Methods in Molecular Biology*. Vol 1308. Springer Science+Business Media New; 2015:1-439. doi:10.1007/978-1-4939-2684-8
 19. Ritchie RJ. 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*. 2008;46(1):115-126. doi:10.1007/s11099-008-0019-7
 20. Syad AN, Shunmugiah KP, Kasi PD. Seaweeds as nutritional supplements: Analysis of nutritional profile, physicochemical properties and proximate composition of *G.Acerosa* and *S.Wightii*. *Biomed Prev Nutr*. 2013;3(2):139-144. doi:10.1016/j.bionut.2012.12.002
 21. Saini RK, Keum YS. Carotenoid extraction methods: A review of recent developments. *Food Chem*. 2018;240(June 2017):90-103. doi:10.1016/j.foodchem.2017.07.099
 22. Kha TC, Nguyen MH, Roach PD, Stathopoulos CE. Effect of drying pre-treatments on the yield and bioactive content of oil extracted from Gac Aril. *Int J Food Eng*. 2013;10(1):103-112. doi:10.1515/ijfe-2013-0028
 23. Sari IN. Perbandingan Kadar Flavonoid Total Seduhan Daun Segar dan Daun Kering Benalu Cengkeh (*Dendrophthoe petandra* L.) dengan Metode Spektrofotometri Uv-Vis. Published online 2020. <http://librepo.stikesnas.ac.id/393/>
 24. Negi PS, Roy SK. Effect of Blanching and Drying Methods on β -Carotene, Ascorbic acid and Chlorophyll Retention of Leafy Vegetables. *Lwt*. 2000;33(4):295-298. doi:10.1006/fstl.2000.0659
 25. Patel BH. *Natural Dyes*. Vol 1. Woodhead Publishing Limited; 2011. doi:10.1533/9780857093974.2.395
 26. Pareek S, Sagar NA, Sharma S, et al. Chlorophylls: Chemistry and biological functions. *Fruit Veg Phytochem Chem Hum Heal Second Ed*. 2017;1(May):269-284. doi:10.1002/9781119158042.ch14
 27. Walsh E. Types of Chlorophyll Present in Algae. Sciencing. Published 2019. <https://sciencing.com/types-chlorophyll-present-algae-8433014.html>
 28. Dasgupta CN. Algae as a source of phycocyanin and other industrially important pigments. In: Das D, ed. *Algae Biorefinery: An Integrated Approach, 1st Ed*. Springer International Publishing; 2015.
 29. Brereton RG, Rahmani A, Liang Y -z, Kvalheim OM. Investigation of the allomerization reaction of chlorophyll a: use of diode array HPLC, mass spectrometry and chemometric factor analysis for the detection of early products. *Photochem Photobiol*. 1994;59(1):99-110. doi:10.1111/j.1751-1097.1994.tb05007.x