

## KANDUNGAN NUTRIEN DAN FITOHORMON RUMPUT LAUT COKELAT DARI PERAIRAN PULAU LEMUKUTAN KALIMANTAN BARAT

**Mega Sari Juane Sofiana\***, **Delvia Devi Mardini**, **Ikha Safitri**,  
**Warsidah**, **Syarif Irwan Nurdiansyah**

Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Tanjungpura Pontianak  
Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Bansir Laut, Kecamatan Pontianak Tenggara, Kota Pontianak,  
Kalimantan Barat Indonesia 78124

Diterima: 29 April 2023/Disetujui: 25 Maret 2024

\*Korespondensi: [msofiana@marine.untan.ac.id](mailto:msofiana@marine.untan.ac.id)

**Cara sitasi (APA Style 7<sup>th</sup>):** Sofiana, M. S. J., Mardini, D. D., Safitri, I., Warsidah, & Nurdiansyah, S. I. (2024). Kandungan nutrisi dan fitohormon rumput laut cokelat dari Perairan Pulau Lemukutan Kalimantan Barat. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 27(4), 327-336. <http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v27i4.46965>

### Abstrak

Pulau Lemukutan merupakan salah satu pulau kecil di Kecamatan Sungai Raya Kepulauan, Bengkayang, Kalimantan Barat. Keanekaragaman hayati di perairan pulau ini cukup tinggi dan melimpah, salah satunya adalah rumput laut. Rumput laut cokelat jenis *Sargassum polycystum* dan *Padina australis* paling banyak ditemukan di perairan ini dengan pemanfaatannya yang kurang optimal. Rumput laut cokelat telah banyak dilaporkan memiliki zat pengatur tumbuh (ZPT), mineral, dan senyawa bioaktif yang berpotensi sebagai biostimulan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pH terbaik (asam, basa, dan netral) dalam mengekstrak kandungan nutrisi dan fitohormon pada rumput laut *S. polycystum* dan *P. australis* asal perairan Pulau Lemukutan, Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat. Nutrien tersebut diekstrak dari rumput laut dengan pH yang berbeda, yaitu 3, 7 dan 9. Ekstraksi dilakukan pada kondisi asam (SA dan PA), netral (SN dan PN) dan basa (SB dan PB). Kandungan nutrisi (N, P, K) dianalisis mengacu pada AOAC Association of Official Analytical Chemist (AOAC). Analisis fitohormon dilakukan dengan kromatografi cair kinerja tinggi (KCKT). Konsentrasi N, P dan K tertinggi yaitu 0,14% (SN dan PN); 0,03% (SA) dan 0,59% (SB). Hasil ini menunjukkan nutrisi tertinggi terkandung pada *S. polycystum* dibandingkan *P. australis*. Fitohormon tertinggi terkandung pada *S. polycystum*, yaitu auksin 8,40 mg/g dan zeatin 17,99 mg/g.

Kata kunci: auksin, *Padina australis*, pH, *Sargassum polycystum*, zeatin

## Nutrient and Phytohormone of *Sargassum polycystum* and *Padina australis* from Lemukutan Island Waters West Kalimantan

### Abstract

Lemukutan Island is a small island in the Sungai Raya Islands District, Bengkayang, West Kalimantan. The biodiversity of the waters surrounding this island is particularly rich and diverse, with an abundance of various types of marine life, including seaweeds. Seaweed varieties such as *Sargassum polycystum* and *Padina australis* are found in these waters, but their utilization remains limited. Brown seaweed is commonly recognized as a source of plant growth regulators, minerals, and bioactive compounds that exhibit potential biostimulant properties. The goal of this study was to identify the optimal pH (acidic, alkaline, or neutral) for extracting the nutritional and phytohormone contents of *S. polycystum* and *P. australis* seaweed obtained from the waters surrounding Lemukutan Island, Bengkayang Regency, West Kalimantan. Extraction of these nutrients from seaweed was performed at various pH levels, including 3, 7, and 9. Extraction was conducted under various pH conditions, including acidic (SA and PA), neutral (SN and PN), and alkaline (SB and PB) conditions. Nutritional content, including nitrogen, phosphorus, and potassium, is typically determined in accordance with standards established by the Association of Official Analytical Chemists

(AOAC). Phytohormone analysis was performed using high-performance liquid chromatography (HPLC). The highest N, P, and K levels were 0.14% (SN and PN), 0.03% (SA), and 0.59% (SB), respectively. These data indicate that *S. polycystum* possesses the highest concentration of nutrients when compared to *P. australis*. The amounts of the highest phytohormones present in *S. polycystum*, specifically auxin at 8.40 mg/g and zeatin at 17.99 mg/g, are the highest among the species studied.

Keyword: auxin, *Padina australis*, pH, *Sargassum polycystum*, zeatin

## PENDAHULUAN

Pulau Lemukutan berada di Kecamatan Sungai Raya Kepulauan, Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat dengan luas sekitar  $\pm 1.235$  ha (BPS Kabupaten Bengkayang, 2021). Data produksi perikanan Kabupaten Bengkayang pada tahun 2020 yaitu perikanan tangkap 7.949,83 ton dan perikanan budidaya 979,72 ton (DKP, 2021). Pulau Lemukutan merupakan salah satu sentra budidaya rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* dan *Eucheuma spinosum* terbesar di Kalimantan Barat (Warsidah *et al.*, 2021). Rumput laut lainnya yang ditemukan di Pulau Lemukutan antara lain *Caulerpa*, *Halimeda*, *Padina*, *Turbinaria*, *Sargassum*, dan *Gracilaria* (Sofiana *et al.*, 2022).

Rumput laut cokelat dominan di perairan Pulau Lemukutan dibandingkan rumput laut merah dan hijau. *Sargassum* dan *Padina* adalah dua genus rumput laut cokelat yang ditemukan di perairan dengan kelimpahan 29,84 dan 2,63 ind/m<sup>2</sup> (Sofiana *et al.*, 2022). Jenis rumput laut cokelat telah dilaporkan mengandung senyawa bioaktif yang potensial, yaitu protein, lemak dan asam lemak, alginat, fukoidan, laminarin, fukosantin, dan senyawa fenolik (Biris-Dorhoi *et al.*, 2020). *Sargassum* mengandung senyawa bioaktif antara lain alkaloid, steroid, flavonoid, saponin dan tannin (Dolorosa *et al.*, 2017). *Sargassum* mengandung florotanin yang dilaporkan sebagai antioksidan dan penghambat tyrosinase (Arifianti *et al.*, 2017).

*Padina* memiliki IC<sub>50</sub> 87,082 ppm dan senyawa fitokimia yang terkandung yaitu flavonoid, fenol hidrokuinon, triterpenoid, tanin dan saponin (Maharany *et al.*, 2017). Ekstrak etanol *S. polycystum* memiliki senyawa flavonoid, saponin, steroid, alkaloid. Ekstrak etanol *P. minor* memiliki senyawa flavonoid, saponin, triterpenoid, steroid, fanol, dan alkaloid. Nilai aktivitas antioksidan

IC<sub>50</sub> sebesar 68,38 mg/L dan 77,58 mg/L untuk *S. polycystum* (Manteu *et al.*, 2018). Hasil penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa senyawa bioaktif tersebut dapat dimanfaatkan sebagai antibakteri (Safitri *et al.*, 2021; Warsidah *et al.*, 2022), antitumor (Shannon & Nissren, 2016), antioksidan (Firdaus, 2013; Diachanty *et al.*, 2017; Gazali *et al.*, 2019; Corsetto *et al.*, 2020; Sofiana *et al.*, 2021), antibakteri masker wajah (Nurjanah *et al.*, 2018).

Rumput laut cokelat tidak hanya berpotensi sebagai sumber senyawa bioaktif tetapi juga berpotensi sebagai sumber fitohormon, mineral dan nutrisi. Rumput laut jenis ini telah dilaporkan mengandung makronutrien (N, P, K) yang lebih tinggi dibandingkan rumput laut jenis lainnya (Hernández-Herrera *et al.*, 2014). *Sargassum vulgare* dilaporkan mengandung fitohormon (auksin dan sitokinin) serta makro dan mikro nutrisi (N, P, Ca, Mg, Fe, S) (Mahmoud *et al.*, 2019). Ekstrak cair *Padina pavonica* menunjukkan adanya nutrisi (N, P, dan K) dan mineral (Ca, Mg, S, Na, Cl, dan Mn) yang berpotensi sebagai biostimulan (Chbani *et al.*, 2013).

Kandungan nutrisi dan hormon ini dapat dimanfaatkan di bidang pertanian sebagai biostimulan ataupun *biofertilizer* (Kularathne *et al.*, 2021; Ali *et al.*, 2021; Fitriyah *et al.*, 2022; Han *et al.*, 2022). Ekstrak rumput laut dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman (Muraleedharan *et al.*, 2020). Rumput Laut *Sargassum* dan *Padina* asal perairan Lemukutan belum optimal dimanfaatkan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pH terbaik (asam, basa, dan netral) dalam mengekstrak kandungan nutrisi dan fitohormon pada rumput laut *S. polycystum* dan *P. australis* asal perairan Pulau Lemukutan, Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat.

## BAHAN DAN METODE

### Preparasi Sampel

Rumput laut dari perairan Pulau Lemukutan, Kecamatan Sungai Raya Kepulauan, Bengkayang, Kalimantan Barat diambil dan dibersihkan dengan air laut, lalu sampel dikeringkan pada suhu 60°C selama 2 jam dengan oven. Sampel kering dihaluskan menjadi simplisia dan disimpan pada wadah plastik pada suhu ruang (Sari *et al.*, 2012).

### Ekstraksi Sampel

Rumput laut *S. polycystum* dan *P. australis* masing-masing 30 g ditambahkan 500 mL akuades lalu diekstraksi asam, netral dan basa. Nilai pH dari sampel diatur dengan menambahkan 2M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> hingga pH 3 dan 2 N KOH hingga pH 9. Ekstraksi dilakukan dengan bantuan panas menggunakan *waterbath* pada suhu 85°C selama 50 menit. Ekstrak yang diperoleh kemudian disentrifugasi 3.000 rpm selama 10 menit untuk diambil filtratnya. Filtrat disimpan pada suhu ruang untuk dianalisis fitohormon dan nutrisi (N, P, dan K).

### Analisis Nutrien (N, P, dan K) (AOAC, 2016)

Pengukuran konsentrasi nitrogen dilakukan dengan metode Kjeldahl. Tahapan pengujian adalah destruksi, destilasi, dan titrasi. Destruksi dilakukan menggunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat. Hasil destruksi kemudian didestilasi dengan larutan NaOH 45% dan butir Zn. Destilat ditampung pada larutan H<sub>3</sub>BO<sub>4</sub> 4% dan diberikan indikator metil merah dan bromokresol hijau. Destilat ini selanjutnya dititrasi dengan 0,1 N larutan HCl hingga terjadi perubahan warna menjadi merah muda. Total nitrogen dihitung dengan persamaan berikut (Atma, 2018):

$$\%N = \frac{(V_{\text{sampel}} - V_{\text{blanko}}) \times N_{\text{HCl}} \times 14,007}{\text{mg sampel}} \times 100$$

$$\text{Kadar protein (\%)} = \%N \times F$$

Keterangan:

V sampel = volume HCl yang digunakan untuk penitrasi blanko

VB = volume HCl yang digunakan untuk penitrasi sampel

N HCl = normalitas HCl

14,007 = air nitrogen

mg sampel = bobot sampel dengan satuan mg

F = faktor konversi untuk protein secara umum (6,25)

Pengujian P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pada ekstrak rumput laut dilakukan dengan oksidasi basah (HNO<sub>3</sub>+HClO<sub>4</sub>). Konsentrasi P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> diukur panjang gelombang 650 nm dengan spektrofotometer. Konsentrasi K<sub>2</sub>O diukur dengan metode flamefotometer. Ekstrak rumput laut sebelum dianalisis dioksidasi dengan metode digesti basah dengan menggunakan HNO<sub>3</sub> pekat dan HClO<sub>4</sub>.

### Analisis Fitohormon (Sedayu *et al.*, 2013)

Sampel rumput laut segar dianalisis fitohormon dengan HPLC Waters 2487 dan detektor UV-Vis. Kandungan fitohormon ditentukan berdasarkan luas area grafik senyawa dengan standarnya (Sedayu *et al.*, 2013).

### Analisis Data

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan faktor perlakuan metode ekstraksi (SA, SB, SN, PA, PB, dan PN) dan kandungan fitohormon (auksin dan zeatin). Ulangan yang dilakukan yaitu tiga ulangan untuk setiap perlakuan. Perlakuan yang dibandingkan adalah metode ekstraksi netral terhadap asam atau basa. Perlakuan yang diuji statistik adalah kandungan fitohormon terhadap 2 sampel yang berbeda. Data yang diperoleh selanjutnya diuji dengan uji-T berpasangan dengan selang kepercayaan 95%, jika menunjukkan hasil dengan pengaruh yang nyata (p<0,05) maka dilakukan uji lanjut Duncan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Preparasi dan Ekstraksi Sampel

Sampel rumput laut (*Figure 1*) diambil pada kedalaman 1 m dari Perairan Pulau Lemukutan pada bulan Oktober 2022. Sampel ditemukan tumbuh pada substrat berbatu, berpasir, dan karang mati. Sampel *S. polycystum* yang diambil memiliki talus berwarna cokelat berbentuk bulat dengan permukaan kasar. Bentuk daunnya melebar

dengan pinggiran bergerigi, terdapat gelembung udara (*bladder*), dan *holdfast*. Sampel *P. australis* yang diambil memiliki talus berwarna coklat berbentuk seperti kipas. *Sargassum* dan *Padina* ditemukan juga di perairan Pulau Kabung (Sofiana *et al.*, 2022; Safitri *et al.*, 2021; Warsidah *et al.*, 2021), Singkawang (Kamisyah *et al.*, 2020) dan perairan Temajuk (Aswandi *et al.*, 2023) di Kalimantan Barat.

Sampel dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60°C. Hal ini bertujuan untuk menjaga kandungan senyawa pada sampel agar tidak rusak dikarenakan suhu yang tinggi. Sampel kering (*Figure 2*) kemudian dihaluskan sehingga luas permukaan menjadi lebih besar. Hal ini akan menyebabkan senyawa-senyawa yang terkandung pada sampel akan lebih banyak terekstrak oleh pelarut yang digunakan.

Sampel kering rumput laut diekstraksi menggunakan *waterbath* pada suhu 60°C. Ekstraksi dilakukan dengan pH yang berbeda, yaitu 3, 7 dan 9. Hal ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ekstraksi asam, netral dan basa terhadap ekstraksi nutrisi N, P, dan K pada ekstrak (*Figure 3*).

### Kandungan Nutrien (NPK)

Kandungan nutrisi N tertinggi diperoleh dari ekstraksi rumput laut pada pH netral, yaitu 0,14% pada sampel *Sargassum polycystum* dan *Padina australis* (*Table 1*). Hasil uji-T berpasangan pada metode ekstraksi dengan pH yang berbeda terhadap kandungan N, P, dan K menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada semua perlakuan, kecuali kandungan P pada *S. polycystum* perlakuan pH netral dan basa. Rumput laut *S. polycystum*



Figure 1 Sample of seaweed *S. polycystum* (A) and *P. australis* (B)  
Gambar 1 Sampel rumput laut *S. polycystum* (A) dan *P. australis* (B)



Figure 2 Dry seaweed of *S. polycystum* (A) and *P. australis* (B)  
Gambar 2 Sampel kering rumput laut *S. polycystum* (A) dan *P. australis* (B)



Figure 3 Seaweed liquid extract of *S. polycystum* (A) and *P. australis* (B)  
 Gambar 3 Ekstrak cair rumput laut *S. polycystum* (A) dan *P. australis* (B)

dan *P. australis* memiliki kandungan N yang sama pada ekstraksi pH netral. Penambahan asam dan basa pada ekstraksi menurunkan kandungan N pada rumput laut.

Total nitrogen yang terukur di metode Kjeldahl adalah semua senyawa yang mengandung unsur N (Miarti & Legasari, 2022; Rosaini *et al.*, 2015). Senyawa ini dapat berupa protein maupun non protein, metabolit sekunder, yaitu alkaloid dan senyawa anorganik. Ekstraksi dengan pH yang berbeda akan memengaruhi senyawa yang terekstrak. Hal ini dikarenakan tingginya nilai pH pada pelarut air akan menurunkan polaritasnya (Rismawati & Ismiwati, 2017). Kepolaran pelarut yang berubah menyebabkan senyawa yang terekstrak juga akan berbeda. Selain itu, N-total yang mudah terlarut saja yang dapat tertarik dari sampel (Basmal *et al.*, 2019).

Kandungan nutrisi P tertinggi diperoleh dari ekstraksi pada pH netral *P. australis*, yaitu 0,1%. Basmal *et al.* (2014) menyatakan bahwa kandungan fosfat pada *Sargassum* sp. berada pada kisaran 0,05%. Kandungan P dari *Sargassum* sp. yang direndam dengan larutan KOH adalah 197,7

ppm (Basmal *et al.*, 2019). Kandungan P pada rumput laut bervariasi tergantung pada siklus hidup dan secara implisit berhubungan dengan musim. Penyerapan fosfat dari perairan cenderung lebih rendah selama maturasi dan tinggi pada fase pertumbuhan. Oleh karena itu, kandungan P pada jaringan rumput laut akan lebih tinggi di fase pertumbuhan (Ohtake *et al.*, 2020).

Nutrien K tertinggi ditunjukkan dari hasil ekstraksi basa pada *S. polycystum*, yaitu 0,59%. Hal ini sesuai dengan hasil ekstraksi *Gracilaria* sp. dengan kandungan unsur K lebih tinggi diekstraksi dengan larutan KOH dibandingkan dengan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Nurhayati *et al.*, 2018). Metode ekstraksi rumput laut yang berbeda dapat menghasilkan biostimulan dengan senyawa dan aktivitas bioaktif yang berbeda (Goni *et al.*, 2016). Kandungan K dari rumput laut asal perairan Lombok yaitu *S. crassifolium* 3,14%, *S. polycystum* 6%, dan *S. cristaefolium* 6,11% (Sunarpi *et al.*, 2021).

Kandungan nitrogen dan fosfor pada rumput laut tergantung pada ketersediaan nutrisi di perairan (Desrochers *et al.*, 2022).

Table 1 Nutrient content from liquid extract of *S. polycystum* and *P. australis*  
 Tabel 1 Kandungan nutrisi ekstrak cair *S. polycystum* dan *P. australis*

Parameter (%)	<i>S. polycystum</i>			<i>P. australis</i>		
	Neutral	Acidity	Alkaline	Neutral	Acidity	Alkaline
Nitrogen	0.14±0.002 <sup>a</sup>	0.10±0.012 <sup>b</sup>	0.06±0.006 <sup>c</sup>	0.14±0.002 <sup>a</sup>	0.13±0.002 <sup>b</sup>	0.10±0.009 <sup>c</sup>
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.02±0.001 <sup>a</sup>	0.03±0.001 <sup>b</sup>	0.02±0.002 <sup>a</sup>	0.10±0.006 <sup>a</sup>	0.02±0.003 <sup>b</sup>	0.02±0.00 <sup>c</sup>
K <sub>2</sub> O	0.46±0.013 <sup>a</sup>	0.40±0.011 <sup>b</sup>	0.59±0.015 <sup>c</sup>	0.41±0.015 <sup>a</sup>	0.35±0.007 <sup>b</sup>	0.32±0.007 <sup>c</sup>

The difference letters in the same sample row in each sample shows a significant difference  $p < 0.05$ .

Kandungan nitrat di Perairan Lemukutan telah dilaporkan pada bulan Februari 3,6; Maret 1,4; dan April 2023 sebesar 1,3 mg/L (Yunivah *et al.*, 2023). Kandungan fosfat di Perairan Lemukutan telah dilaporkan pada bulan Februari 5,05; Maret 0,89; dan April 2023 yaitu 2,8 mg/L (Yunivah *et al.*, 2023). Perbedaan kandungan nutrisi ini menyebabkan kandungan makro dan mikro nutrisi yang berbeda tergantung waktu pengambilan sampel, meskipun dari jenis rumput laut dan habitat yang sama.

Kandungan nutrisi N dari setiap sampel berkisar antara 0,06-0,14%. Penelitian yang dilakukan oleh Nurhayati *et al.* (2018) dengan perlakuan ekstraksi larutan KOH pada suhu 80°C pada *Gracilaria* sp. memperoleh kadar N sebesar 0,022% dan K 0,082%. Nitrogen adalah komponen utama biomolekul seluler, misal asam nukleat, protein, klorofil dan regulator pertumbuhan tanaman (Nguyen *et al.*, 2015). Fosfor dibutuhkan untuk sintesis asam nukleat, pembentukan membran, metabolisme energi dan proses biologis dan fisiologis selama pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Hasan *et al.*, 2016). Kalium berperan penting dalam fisiologi tanaman yang berhubungan aktivasi enzim, penyesuaian osmotik, pembentukan turgor, ekspansi sel, regulasi potensial listrik membran dan pH homeostatis (Ragel *et al.*, 2019).

### Kandungan Fitohormon

Fitohormon adalah senyawa yang disintesis oleh tanaman yang dapat digunakan secara spesifik dalam proses fisiologis, tidak termasuk senyawa xenobiotik. Tanaman menghasilkan fitohormon untuk mengatur pertumbuhan tunas, akar, pembungaan, gugurnya daun, pematangan buah dan proses metabolisme lainnya. Hormon yang penting digunakan dalam perbanyakan vegetatif tanaman adalah auksin, sitokinin, giberelin, asam absisat dan etilena yang membantu pertumbuhan akar, sel dan perpanjangan batang (Morales *et al.*, 2021).

Kandungan fitohormon auksin tertinggi ditemukan pada *S. polycystum*, yaitu 8,40 mg/g dibandingkan 6,50 mg/g. Fitohormon zeatin *S. polycystum*, yaitu 17,99

mg/g dibandingkan 17,30 mg/g Fitohormon yang dihasilkan oleh rumput laut akan berbeda-beda tergantung pada spesies, metode ekstraksi, lokasi geografis dan musim saat pengambilan sampel (Shukla *et al.*, 2019) serta umur tanam (Cokrowati *et al.*, 2023). Sunarpi *et al.* (2021) melaporkan kandungan fitohormon *Indole Acetic Acid* (IAA) rumput laut dari perairan pantai Batulayar, Lombok tertinggi ditemukan pada jenis *S. cristaefolium* (0,591 mg/mL) jika dibandingkan dengan jenis *Sargassum crassifolium* (0,232 mg/mL) dan *S. polycystum* (0,441 mg/mL). Jenis fitohormon auksin yang paling banyak ditemukan pada semua spesies *Sargassum* adalah IAA (Sunarpi *et al.*, 2021). Hasil uji-T menunjukkan perbedaan yang signifikan dari hormon (auksin dan zeatin) yang dihasilkan oleh kedua sampel rumput laut (*S. polycystum* and *P. australis*). Kandungan fitohormon pada *P. Australis* lebih rendah dibandingkan *S. polycystum*. Menurut Lumsden *et al.* (1994), interaksi auksin dan zeatin berperan dalam perkembangan dan pertumbuhan jaringan tanaman dan kultur organ. Fitohormon auksin dapat meningkatkan H<sup>+</sup> di dalam sel. Hal ini akan menyebabkan sitoplasma sel menjadi lebih asam sehingga ikatan polisakarida pada dinding sel merenggang. Kombinasi auksin dan zeatin memiliki efek stimulasi pada regenerasi dan pembentukan kalus (Reddy *et al.*, 2008).

### KESIMPULAN

Kandungan nutrisi tertinggi diperoleh dengan metode ekstraksi pada pH netral. Kandungan N tertinggi adalah 0,14% pada ekstrak *Sargassum polycystum* dan ekstrak *Padina australis*. Kandungan P tertinggi adalah ekstrak *P. australis* 0,1% dan K tertinggi pada ekstrak *S. polycystum* 0,59%. Kandungan fitohormon tertinggi terdapat pada *S. polycystum*, yaitu auksin 8,40 mg/g dan zeatin 17,99 mg/g.

### DAFTAR PUSTAKA

Arifianti, A. E., Anwar, E., & Nurjanah. (2017). Aktivitas penghambatan tirosinase dan antioksidan serbuk rumput laut dari *Sargassum plagyophyllum* segar dan kering. *Jurnal Pengolahan Hasil*

- Perikanan Indonesia*, 20(3): 488-493. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v20i3.19769>
- Atma, Y. (2018). Prinsip Analisis Komponen Pangan Makro & Mikro Nutrien. Deepublish. Yogyakarta.
- Sangadji, Z., Fajeriana, N., Ali, A. (2021). Pengaruh pemberian pupuk *bioboost* berbagai perlakuan terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman melon (*Cucumis melo*. L). *Agrologia*, 10(2), 88-95. <http://dx.doi.org/10.30598/ajibt.v10i2.1428>
- Aswandi, Warsidah, Sofiana, M.S.J., Gusmalawati, D., Rousdy, D.W., & Safitri, I. (2023). Struktur komunitas makroalga di perairan Temajuk Kecamatan Paloh Kalimantan Barat. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 7(1), 59-72. <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2023.007.01.7>
- Badan Pusat Statistik. (2021). Statistik Daerah Kabupaten Bengkayang 2021.
- Basmal, J., Widanarto, A., Kusumawati, R., & Utomo B.S.B, (2014). Pemanfaatan limbah ekstraksi alginat dan silase sebagai bahan baku pupuk organik. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 9(2), 109-120.
- Basmal, J., Saputra, R., Karnila, R., & Leksono, T. (2019). Ekstraksi unsur hara dari rumput laut *Sargassum* sp. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 14(1), 63-74. <https://doi.org/10.15578/jpbkp.v14i1.547>
- Biris-Dorhoi, E. S., Michiu, D., Pop, C. R., Rotar, A. M., Tofana, M., Pop, O. L., & Farcas, A.C. (2020). Macroalgae-a sustainable source of chemical compounds with biological activities. *Nutrients*, 12(10), 3085-3107. <https://doi.org/10.3390/nu12103085>
- Chbani, A., Mawlawi, H., & Zaouk, L. (2013). Evaluation of brown seaweed (*Padina pavonica*) as biostimulant of plant growth and development. *African Journal of Agricultural Research*, 8(13):1155-1165. <https://doi.org/10.5897/AJAR12.1346>
- Cokrowati, N., Risjani, Y., Andayani, S., & Firdaus, M. (2023). Short communication: phytohormone quantification of *Kappaphycus alvarezii* at different cultivated ages. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 28(1): 89-96.
- Corsetto, P. A., Montorfano, G., Zava, S., Colombo, I., Ingadottir, B., Jonsdottir, R., Sveinsdottir, K., & Rizzo, A. M. (2020). Characterization of antioxidant potential of seaweed extracts for enrichment of convenience food. *Antioxidants*, 9(249), 1-15.
- Desrochers, A., Cox, S-A., Oxenford, H.A. & van Tussenbroek, B. (2022). Pelagic sargassum – A guide to current and potential uses in the Caribbean. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*, 686. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc3147en>
- Diachanty, S., Nurjanah, Abdullah, A. (2017). Aktivitas antioksidan berbagai jenis rumput laut coklat dari Perairan Kepulauan Seribu. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(2): 305-318. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v20i2.18013>
- Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Kalimantan Barat. 2021. Laporan Kinerja Tahun 2020.
- Dolorosa, M. T., Nurjanah, Purwaningsih, S., Anwar, E., & Hidayat, T. (2017). Kandungan senyawa bioaktif bubuk rumput laut *Sargassum plagyophyllum* dan *Euचेuma cottonii* sebagai bahan baku krim pencerah kulit. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(3): 633-644. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v20i3.19820>
- Firdaus, M. (2013). Indeks aktivitas antioksidan ekstrak rumput laut coklat (*Sargassum aquifolium*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 16(1): 42-47. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v16i1.8114>
- Fitriyah, F., Azis, M. A., Wahyuni, S., Fadila, H., Luktyansyah, I. M., Sulastri., Priyono., & Siswanto. (2022). Biostimulant activity of *Sargassum* sp. extract on early growth of *Zea mays* L. and the phytohormones content analysis. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*, 7(2), 1-13. <https://doi.org/10.22146/jtbb.69178>
- Gazali, M., Nurjanah, N., & Zamani, N. P. (2018). Eksplorasi senyawa bioaktif alga

- cokelat *Sargassum* sp. Agardh sebagai antioksidan dari Pesisir Barat Aceh. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(1), 167-178. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v21i1.21543>
- Goni, O., Fort, A., Quille, P., McKeown, P. C., Spillane, C., & O'Connell, S. (2016). Comparative transcriptome analysis of two *Ascophyllum nodosum* extract biostimulants: same seaweed but different. *Journal of agricultural and food chemistry*, 64(14), 2980–2989. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b00621>
- Hasan, M. M., Hasan, M. M., Teixeira da Silva, J. A., & Li, X. (2016). Regulation of phosphorus uptake and utilization: transitioning from current knowledge to practical strategies. *Cellular Molecular Biology Letter*, 21, 7-25. <https://doi.org/10.1186/s11658-016-0008-y>
- Hernández-Herrera, R. M., Santacruz-Ruvalcaba, F., Ruiz-López, M. A., Norrie, J., Hernández-Carmona, G. (2014). Effect of Liquid Seaweed Extracts on Growth of Tomato Seedlings (*Solanum lycopersicum* L.). *Journal of Applied Phycology*, 26, 619-628. <https://doi.org/10.1007/s10811-013-0078-4>
- Lumsden, P. J., Nicholas, J. R., & Davies, W. J. (1994). *Physiology, growth and development of plants in culture*. Kluwer Academic Publisher.
- Han, S., Umazor, S., Song, H., Park, J., Critchley, A. T., & Yarish, C. (2022). Ascertain the interactions of brown seaweed-derived biostimulants and seawater temperature on spore release, germination, conchocelis, and newly formed blades of the commercially important red alga *Neopyropia yezoensis*. *Algal Research*, 64, 102692. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2022.102692>
- Kamisyah, S., Sapar, A., Briliantoro, R., & Sayekti, E. (2020). Isolasi dan karakterisasi alginat dari rumput laut (*Sargassum polycystum*) asal Perairan Singkawang Kalimantan Barat. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 8(3), 62-71.
- Kularathne, M. A. M., Srikrishnah, S., & Sutharsan, S. (2021). Effect of seaweed extraction ornamental plants. *Current Agriculture Research Journal*, 9(3), 149-160. <http://dx.doi.org/10.12944/CARJ.9.3.02>
- Maharany, F., Nurjanah, Suwandi, R., Anwar E., Hidayat, T. (2017). Kandungan senyawa bioaktif rumput laut *Padina australis* dan *Euchema cottonii* sebagai bahan baku krim tabir surya. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(1): 10-17. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v20i1.16553>
- Mahmoud, S. H., Salama, D. M., El-Tanahy, A. M. M., & El-Samad, E. H. A. (2019). Utilization of seaweed (*Sargassum vulgare*) extract to enhance growth, yield and nutritional quality of red radish plants. *Annals of Agricultural Sciences*, 64(2), 167-175. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2019.11.002>
- Manteu, S. H., Nurjanah, Nurhayati, T. (2018). Karakteristik rumput laut cokelat (*Sargassum polycystum* dan *Padina minor*) dari perairan Pohuwato Provinsi Gorontalo. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(3): 396-405. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v21i3.24709>
- Miarti, A. & Legasari, L. (2022). Ketidakpastian pengukuran analisa kadar biuret, kadar nitrogen, dan kadar oil pada pupuk urea di laboratorium kontrol produksi PT Pupuk Sriwidjaja Palembang. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 2(3), 862-874.
- Morales, C. E. A., Lerma, T. A., Martinez, J. M., Palencia, M., & Combatt, E. M. (2021). Phytohormones and plant growth regulators—a review. *Journal of Science with Technological Applications*, 10, 27-65. <https://doi.org/10.34294/j.jsta.21.10.66>
- Muraleedharan, A., Sha, K., Kumar, S., Sujin, G. S., Joshi, J. L., & Kumar, C. P. (2020). Influence of seaweed extract along with growth regulators on the growth, flowering, and yield of anthurium plants. *Plant Archives*, 20(2), 1196–1199.
- Nguyen, G. N., Rothstein, S. J., Spangenberg, G., & Kant, S. (2015). Role of microRNAs involved in plant response to nitrogen and phosphorous limiting conditions. *Front Plant Science*, 6, 629-643. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00629>



- doi.org/10.3389/fpls.2015.00629
- Nurhayati, Olivia, O., & Basmal, J. (2018). Pengaruh waktu ekstraksi terhadap mutu ekstrak cair rumput laut *Gracilaria* sp. sebagai bahan baku pupuk cair. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 13(1), 33-40. <https://doi.org/10.15578/jpbkp.v13i1.505>
- Nurjanah, Aprilia, B. E., Fransiskayana, A., Rahmawati, M., & Nurhayati, T. (2018). Senyawa bioaktif rumput laut dan ampas teh sebagai antibakteri dalam formula masker wajah. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(2): 304-316. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v21i2.23086>
- Ohtake, M., Nishihara, G.N., Inoue, Y., Tsuchiya, K., & Toda, T. (2020). Phosphorus demand and uptake during growth and maturation of the brown alga *Sargassum macroparum*. *Phycological Research*, 68(4), 277-289.
- Ragel, P., Raddatz, N., Leidi, E. O., Quintero, F. J., & Pardo, J. M. (2019). Regulation of K<sup>+</sup> nutrition in plants. *Frontiers in Plant Science*, 10, 281-301. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00281>
- Reddy, K. V., Rajeswara, Reddy Ch. Pulla, & Goud, P. V. (2008). Role of auxin synergists in the rooting of hardwood and semi hardwood cuttings of fig (*Ficus carica* L.). *Indian Journal of Agricultural Research*, 42 (1), 47-51.
- Rismawati, S. N. & Ismiyati. (2017). Pengaruh variasi pH terhadap kadar flavonoid pada ekstraksi propolis dan karakteristiknya sebagai antimikroba. *Konversi*, 6(2), 89-94.
- Rosaini, H., Rasyid, R. & Hagramida, V. (2015). Penetapan kadar protein secara Kjeldahl beberapa makanan olahan kerang remis (*Corbiculla moltkiana* Prime) dari Danau Singkarak. *Jurnal Farmasi Higea*, 7(2), 120-127.
- Safitri, I., Warsidah., Sofiana, M. S. J., Kushadiwijayanto, A. A., & Sumarni, N. T. (2021). Total phenolic content, antioxidant and antibacterial activities of *Sargassum polycystum* of ethanol extract from waters of Kabung Island. *Berkala Sainstek*, 9(3), 139-145.
- Sari, D.K., Wardhani, D.H., & Prasetyaningrum, A. (2012). Pengujian kandungan total fenol *Kappahycus alvarezzi* dengan metode ekstraksi Ultrasonic dengan varian suhu waktu. Prosiding SNST ke-3, Semarang, Indonesia.
- Sedayu, B. B., Basmal, J., & Utomo, B. S. B. (2013). Identifikasi hormon pemacu tumbuh ekstrak cairan (SAP) *Eucheuma cottonii*. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 8(1), 1-8.
- Shannon, E., & Nissreen A. G. (2016). Antibacterial derivatives of marine algae: an overview of pharmacological mechanisms. *Marine Drugs*, 14(4), 81-103. <https://doi.org/10.3390/md14040081>
- Shukla, P.S., Mantin, E.G., Adil, M., Bajpai, S., Critchley, A.T. & Prithiviraj, B. (2019). *Ascophyllum nodosum*-based biostimulants: sustainable applications in agriculture for the stimulation of plant growth, stress tolerance, and disease management. *Frontiers in Plant Science*, 10, 655. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00655>
- Sofiana, M. S. J., Safitri, I., Warsidah, Helena, S., & Nurdiansyah, S. I. (2021). Antioxidant and anti-inflammatory activities from ethanol extract of *Eucheuma cottonii* from Lemukutan Island Waters West Kalimantan. *Sainstek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 17(4), 247-253.
- Sofiana, M. S. J., Nurrahman, Y. A., Warsidah, Minsas, S., Yuliono, A., Safitri, I., Helena, S., & Risiko. (2022). Community structure of macroalgae in Lemukutan Island Waters, West Kalimantan. *Jurnal Ilmu Kelautan. Spermonde*, 8(1), 1-8.
- Sunarpi, H., Nikmatullah, A., Ambana, Y., Ilhami, B.T.K., Abidin, A.S., Ardiana, N., Kirana, I. A. P., Kurniawan, N. S. H., Rinaldi, R., & Jihadi, A. (2021, Oktober 12-14). Phytohormone content in brown macroalgae *Sargassum* from Lombok Coast, Indonesia [Conference]. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 3<sup>rd</sup> International Conference on Bioscience

- and Biotechnology. <https://doi.org/10.1008/1755-1315/712/1/012042>.
- Warsidah, Safitri, I., Sofiana, M. S. J., Minsas, S., & Yuliono, A. (2021). Peningkatan keterampilan dan perekonomian masyarakat pesisir Pulau Lemukutan melalui pelatihan pembuatan *snack* berbasis rumput laut, *Bakti Budaya*, 4(2), 134-142. <https://doi.org/10.22146/bakti.1872>
- Yunivah, A., Nurdiansyah, S.I., & Warsidah. (2023). Pengaruh Perbedaan Jarak Tanam Terhadap Laju Pertumbuhan *Eucheuma cottonii* dengan Metode KJA di Teluk Cina Pulau Lemukutan. *Oseanologia*, 2(2), 58-65.