

Profil Morfologi, Lingkungan Perairan, dan Potensi Ekonomi *Ulva* sp. di Bali

Desy Febrianti^{1*}, Fenny Crista Anastasia Panjaitan², Amiqatul Fikriyah¹,
Resti Nurmala Dewi², Achmad Suhermanto³, Iman Muhaimin⁴, Dimas Rizky Hariyadi⁵,
Indra Kristiana⁶, Sumartini⁷, Nur Hidayah⁸

¹Program Studi Budi Daya Ikan, Politeknik Kelautan dan Perikanan Jembrana

²Program Studi Pengolahan Hasil Laut, Politeknik Kelautan dan Perikanan Jembrana
Jl. Pelabuhan Perikanan Nusantara, Desa Pengambangan, Kec. Negara, Jembrana, Bali, Indonesia

³Program Studi Budi Daya Ikan, Politeknik Kelautan dan Perikanan Karawang

⁴Program Studi Teknik Pengolahan Produk Perikanan, Politeknik Kelautan dan Perikanan Karawang
Jln. Lingkar Tanjungpura, Karangpawitan, Kec. Karawang Barat, Karawang, Banten, Indonesia

⁵Program Studi Teknik Budidaya Ikan, Politeknik Kelautan dan Perikanan Kupang
Jln. Kampung Baru Desa Bolok, Kecamatan Kupang Barat, Kupang, Nusa Tenggara Timur, Indonesia

⁶Program Studi Budi Daya Ikan, Politeknik Kelautan dan Perikanan Pangandaran
Jln. Raya Babakan KM 2, Kec. Pangandaran, Pangandaran, Jawa Barat, Indonesia

⁷Program Studi Pengolahan Hasil Laut, Politeknik Kelautan dan Perikanan Dumai
Jln. Wan Amir No.1 Kel. Pangkalan Sesai, Kec. Dumai Barat, Kota Dumai, Riau, Indonesia

⁸Program Studi Teknologi Pengolahan Produk Perikanan, Politeknik Kelautan dan Perikanan Jakarta
Jln. Raya Pasar Minggu, Komplek AUP, Pasar Minggu, Jakarta Selatan, DKI Jakarta, Indonesia

Corresponding author, e-mail: desyfebrianti82@gmail.com

ABSTRAK: Beberapa lokasi di Pulau Bali dilaporkan memiliki potensi alga hijau atau chlorophyta dari jenis *Ulva* Sp. Namun, pemanfaatan ekonominya masih belum optimal. Penelitian ini bertujuan melakukan identifikasi morfologi, karakteristik perairan, dan potensi pengembangan ekonomi *Ulva* Sp. di Pulau Bali. Pengambilan sampel dilakukan pada delapan lokasi yang terdapat di Kabupaten Jembrana, Buleleng, dan Kota Denpasar. Setiap lokasi memiliki 3 stasiun pengambilan sampel dengan luasan 30x30 cm per stasiun. Pengamatan morfologi pada sampel *Ulva* sp. dilakukan secara visual/manual terkait bentuk, ukuran, dan warna talus. Parameter karakteristik perairan yang dianalisis yaitu suhu, pH, salinitas, DO, jenis substrat, dan kondisi lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 4 morfologi talus berbeda yang ditemukan yaitu talus pipih, bermembran, dan transparan ditemukan di satu lokasi; talus pipih, kaku, dan hijau keperakan ditemukan di lima lokasi, talus tabung, kusut dan bergerigi ditemukan di tiga lokasi; serta talus tabung, lurus, dan bercabang ditemukan di dua lokasi. Parameter kualitas air di lokasi tumbuhnya *Ulva* seperti suhu berkisar antara 26,5-30,7 °C, DO 6,3-10,2 mg/l, salinitas 29,5-31,5 ppt, pH 7,94-8,25. *Ulva* sp. ditemukan di wilayah pantai yang masih terpengaruh pasang surut dengan substrat berupa pasir, pasir berbatu, atau hamparan batu karang. Pemanfaatan *Ulva* secara ekonomis oleh masyarakat masih terbatas pada jenis *Ulva* dengan talus pipih, bermembran, dan transparan serta talus pipih, kaku, dan hijau keperakan, yang digunakan untuk pakan abalon (*ulva* segar) dan dijual ke industri (*ulva* kering), Harga *Ulva* segar berkisar Rp 2.000,- s.d Rp 5.000,-, harga *Ulva* kering berkisar antara Rp 3.000 s.d Rp 15.000,-.

Kata kunci: Alga hijau; Kualitas Air; Potensi Ekonomi; Substrat; Talus.

Profiling Morphology, Waters Characteristic, and Potential Economy Ulva Sp. in Bali

ABSTRACT: Several locations in Bali are reported to have the potential for green algae or chlorophyta from *Ulva* Sp. However, it's economic utilization is still not optimal. This study aims to identify the morphology, water characteristics, and economic development potential of *Ulva* Sp. in Bali. Sampling was carried out at eight locations in Jembrana Regency, Buleleng, and Denpasar City. Each location has 3 sampling stations with an area of 30x30 cm per station. Morphological observations on *Ulva* spesimen were carried out visually/manually related Thallus texture, shape, size, abd colour. The parameters of the water characteristics described were temperature, pH, salinity, DO, type of substrate, and environmental conditions. The results showed that there were 4

different thallus morphologies; Flat thallus, thin, membranous, and transparent thallus found in one location; Flat thallus, stiff, and mid to dark green with strong metallic gloss found in five locations, tubular, crumpled texture with denticulation macro and microscopic thallus found in three locations; and tubular, straight, and branched thallus found in two locations. Water quality parameters at the location where *Ulva* grows such as temperature ranges from 26.5-30.7 OC, DO 6.3-10.2 mg/l, salinity 29.5-31.5 ppt, pH 7.94-8.25. *Ulva* sp. is found in coastal areas that are still affected by tides with substrates in the form of sand, rocky sand, or coral reefs. The economic utilization of *Ulva* by the community is still limited to the type of *Ulva* with Flat thallus, thin, membranous, and transparent thallus and flat, stiff, and mid to dark green with strong metallic gloss thallus, which are used for abalone feed (fresh *ulva*) and to industry (dried *ulva*). The price of fresh *Ulva* ranges from IDR 2,000 to IDR 5,000, the price of dried *Ulva* ranges from IDR 3,000 to IDR 15,000.

Keywords: Green algae; Substrate; Thallus; Water quality

PENDAHULUAN

Rumput laut merupakan salah satu komoditas unggulan dengan jumlah produksi lebih dari 10.000 ton di Provinsi Bali (BPS Bali, 2022). Jenis rumput laut yang banyak dikembangkan oleh pembudidaya di Bali yaitu jenis rumput laut *Euchema cottonii*. Akan tetapi, pada beberapa lokasi terdapat rumput laut dari jenis makroalga hijau dengan keberadaan yang melimpah dan tidak dimanfaatkan. Jenis makroalga hijau tersebut yaitu selada laut (*Ulva* sp.) yang dapat ditemukan di daerah tropis hingga kutub dengan strain yang bervariasi antar wilayah (Areco *et al.*, 2021). Diketahui terdapat 130 jenis *Ulva* yang tersebar di seluruh dunia (Mantri *et al.*, 2020). Sementara di Indonesia, selada laut tidak hanya ditemukan pada perairan laut tetapi juga air tawar (Ktari, 2017).

Beberapa lokasi perairan di Pulau Bali yang menunjukkan keberadaan *Ulva* sp. dalam jumlah yang melimpah antara lain di Kabupaten Jembrana: perairan Taman Nasional Bali Barat (TNBB), pesisir Desa Pengambengan dan pesisir Desa Perancak, Kabupaten Klungkung: Nusa Lembongan, Kota Denpasar: pantai Serangan, Kabupaten Badung: pantai Nusa Dua, dan Kabupaten Buleleng : pantai Gondol. *Ulva* sp. yang secara alami tumbuh di perairan lebih banyak dibuang atau dibiarkan begitu saja di pantai sehingga menimbulkan masalah sampah (Bruhn *et al.*, 2011). Hal tersebut juga terjadi di Pulau Bali, dimana *Ulva* sp. masih menjadi komoditas yang belum dimanfaatkan secara ekonomis.

Kandungan *Ulva* sp. diketahui terdiri atas 12,80% sulfat, 12,73-45% ramnosa, 2-12% xilosa, dan 6,5-25,96% asam uronat (Kidgell *et al.*, 2019). Menurut Ortiz *et al.* (2006), *Ulva* sp. mengandung serat makanan total sebanyak $60,5 \pm 1,5\%$, asam amino $0,7 \pm 0,1$ hingga $1.508,4 \pm 9,5$ mg asam amino per 100 g protein, asam lemak $27,42 \pm 2,60\%$, dan kadar tokoferol $963,5 \pm 3,8$ mg/kg. Pengecekan karakteristik *Ulva* sp. juga dilakukan oleh Yunita *et al.* (2018) yang memperoleh hasil vitamin C 35,64 mg/100gr, total felonik 694,57 mg GAE/100 g, dan α -tokoferol 308,54 mg/100 g. Selain itu, *Ulva* sp. juga diketahui memiliki senyawa felonik dan polisakarida (Andayani dan Yuniarti, 2022). Polisakarida diketahui sebagai salah satu bahan yang dapat meningkatkan imunostimulan (Sakai, 1999). Selain itu, *Ulva* sp. juga mengandung 15,60 hingga 30,90% klorofil a, 12,20 hingga 14,89% klorofil b, 13,12 hingga 14,47% 9-cis b-karoten, 11,44 hingga 11,47% b-karoten, dan 6,16 hingga 29,70% b-karoten all-trans (Abd El Baky *et al.*, 2008).

Karakteristik yang dimiliki oleh *Ulva* sp., membuat ganggang hijau tersebut berpotensi dimanfaatkan dalam berbagai kegiatan seperti: agrikultur, farmaseutikal, biomedikal, dan *nutraceutical food* (Widyaswari *et al.*, 2019 dan Wang *et al.*, 2014); sebagai biomonitor kondisi perairan, bio-filtering nutrisi terutama dalam bentuk nitrogen anorganik (nitrat, ammonium, dan fosfor), bioremediasi logam berat seperti tembaga, seng, kadmium dan lainnya (Areco *et al.*, 2021); sebagai pengawet makanan, antioksidan dan antibakteri dengan konsentrasi hambat minimal (MIC) berkisar 400 hingga 350 $\mu\text{g/ml}$ (Abd El Baky *et al.*, 2008); sebagai biofuel atau bahan bakar (Soliman *et al.*, 2018 dan Dominguez & Loret, 2019); sebagai campuran pakan, baik pakan ikan dan abalone (Mccauley *et al.*, 2018), udang (Zhang *et al.*, 2019), dan ruminansia (Bikker *et al.*, 2016); sebagai

bahan pangan karena menjadi sumber asam amino esensial yang setara dengan kandungan asam amino pada kacang-kacangan (Lordan *et al.*, 2011 dan Roleda *et al.*, 2021).

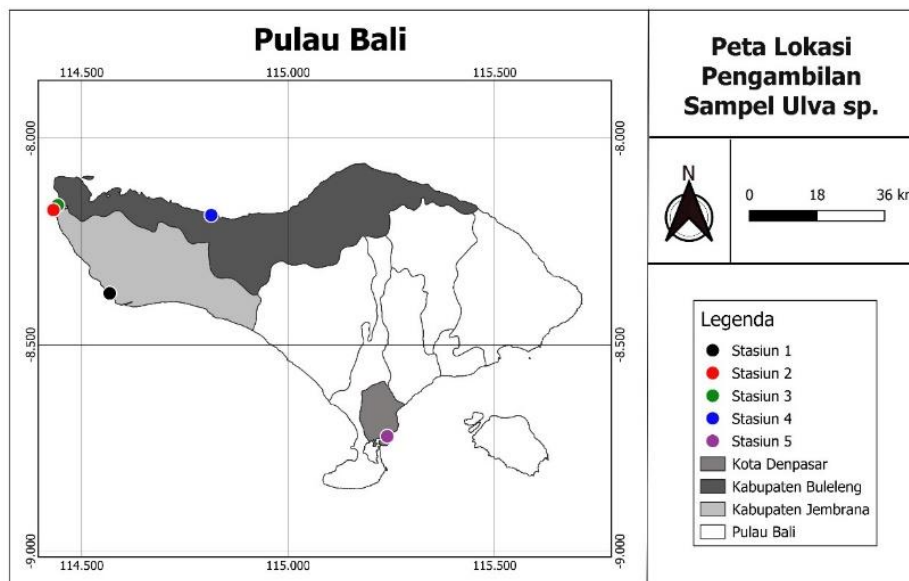
Dengan potensi yang sedemikian besar, masyarakat di Bali belum memanfaatkan potensi tersebut secara maksimal. Tidak seperti rumput laut dari jenis ganggang coklat seperti *Euchema cottoni* yang sudah banyak dibudidayakan, *Ulva sp.* masih belum banyak dilirik oleh masyarakat. Hal ini ditunjukkan dengan sulitnya menemukan masyarakat baik secara individu atau kelompok yang melakukan budidaya *ulva* atau pun yang memanfaatkan *Ulva* untuk diolah menjadi produk bernilai ekonomis.

Mengingat perairan Bali berada pada Samudera Hindia yang dipengaruhi oleh tiga massa air laut, variabilitas musim yang berbeda, dinamika lingkungan yang unik serta fenomena upwelling pada angin muson timur, hal tersebut diduga akan menyebabkan jenis *Ulva* yang terdapat di perairan Bali memiliki jenis yang berbeda dari daerah lain. Akan tetapi, sampai saat ini belum dilakukan kajian komprehensif terkait morfologi *Ulva sp.*, karakteristik perairan, serta potensi pemanfaatan ekonomi di Bali. Penelitian ini penting dilakukan sebagai penelitian pendahuluan untuk mengetahui jenis *Ulva sp.* yang ada di Bali dan karakteristik perairan yang cocok sebagai tempat tumbuhnya makroalga hijau tersebut.

MATERI DAN METODE

Penelitian akan dilaksanakan di Pulau Bali dengan titik pengambilan sampel di tiga Kabupaten/Kota, yaitu: Kabupaten Jembrana, Kabupaten Buleleng, dan Kota Denpasar (Gambar 1). Dari hasil survey lapangan, diketahui terdapat beberapa lokasi berpotensi *Ulva sp.* yang terdapat di ketiga lokasi tersebut, yaitu: Kabupaten Jembrana yang meliputi Selat Bali, Gilimanuk, Takad Burung, Teluk Gilimanuk, Taman Nasional Bali Barat (TNBB) Wilayah I, Pulau Kalong, Teluk Gilimanuk, Taman Nasional Bali Barat (TNBB) Wilayah I, Teluk Terima, Taman Nasional Bali Barat (TNBB) Wilayah III, dan Pantai Desa Pengambangan, Kecamatan Negara; Kabupaten Buleleng yang meliputi Pantai Goris, Desa Pejarakan, Kecamatan Gerokgak, dan Pantai Desa Patas, Kecamatan Gerokgak; serta Pulau Serangan, Kecamatan Denpasar Selatan, Kota Denpasar.

Pengambilan sampel dilakukan pada bulan Juli s.d Agustus 2024. Penentuan waktu pengambilan sampel didasarkan pada keberadaan *Ulva sp.* di lokasi penelitian. Pengambilan sampel dilakukan pada sore hari, sesuai waktu surut di lokasi penelitian. Sampel diperoleh dari tiga stasiun pengambilan sampel di masing-masing lokasi dengan jarak antar stasiun minimal 2 meter.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel

Spesimen rumput laut dikoleksi dari zona intertidal dan estuari. Pengambilan sampel dilakukan pada saat air surut. Penentuan stasiun *Ulva* sp. dilakukan secara vertikal berdasarkan tipe substrat perairan. Sampel yang diambil terdiri dari sampel yang menempel pada substrat dan sampel yang mengapung dekat perairan. Informasi lokasi pengambilan sampel dicatat berdasarkan data Google Maps terdiri dari latitude, longitude, dan kota terdekat. Selain itu juga akan dilakukan pengambilan dokumentasi berupa gambar *on site* di titik pengambilan sampel.

Sampel rumput laut segar diambil secara manual kemudian dicuci dengan air mengalir untuk membersihkan kotoran yang menempel. Sampel yang sudah bersih akan dimasukkan ke dalam botol sampel dengan volume 1 liter yang sudah diisi air laut. Botol sampel disimpan dalam kotak penyimpanan dengan suhu 4°C untuk dibawa ke laboratorium. Sampel *Ulva* sp. yang diperoleh akan dilakukan pengecekan morfologi secara visual (fenotipe) dengan melakukan pengukuran pada talus serta mengamati bentuk dan warna talus. Hasil pengamatan morfologi akan dideskripsi dan disesuaikan dengan taksonomy yang ada. Setelah dilakukan pengamatan morfologi secara visual/manual, sampel *Ulva* dikeringanginkan di tempat terbuka tanpa terkena sinar matahari langsung untuk pembuatan herbarium.

Karakteristik perairan yang akan dicermati antara lain: suhu, kandungan oksigen, pH, jenis substrat, dan kondisi sekitar perairan. Pengamatan kualitas air dilakukan secara langsung (*on site*) dengan menggunakan termometer, DO meter, pH meter. Sedangkan untuk jenis substrat dan kondisi sekitar perairan akan diamati secara visual dan dideskripsikan untuk memberikan gambaran yang lengkap.

Data pemanfaatan *Ulva* sp. oleh masyarakat dilakukan dengan metode wawancara terstruktur menggunakan kuesioner dengan jumlah 40 responden. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif analitik untuk memberikan profil morfologi, kondisi perairan, dan potensi ekonomi *Ulva* sp. di Bali.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ulva sp. memiliki ciri morfologi yang sederhana (Guiry & Guiry, 2012). Secara visual, morfologi *Ulva* yang ditemukan di lokasi penelitian dapat dikelompokkan menjadi empat jenis, yaitu *Ulva* dengan talus menyerupai lembaran tipis, lebar dan mudah robek (Gambar. 2), *Ulva* dengan talus berbuku-buku/berumpun dengan lembaran lebih tebal. (Gambar.4), *Ulva* dengan ukuran talus berbentuk keriting. (Gambar. 6), dan *Ulva* dengan talus berbentuk rambut atau jarum. (Gambar. 8). Selengkapnya morfologi *Ulva* sp. yang ditemukan di lokasi pengambilan sampel akan disajikan pada Tabel 1.

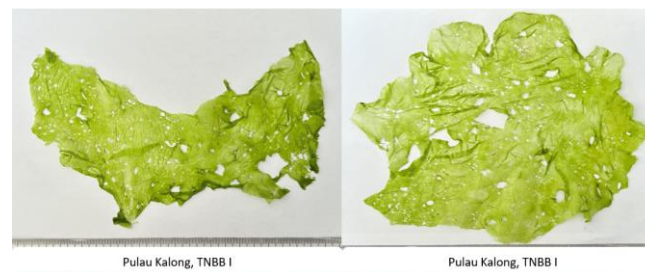
Tabel 1. Morfologi *Ulva* Sp. di Pulau Bali

Bentuk dan tekstur talus	Ukuran	Warna
Talus berbentuk pipih, bermembran, seperti selaput tipis, mudah robek/rapuh, transparan, tidak memiliki gerigi pada tepiannya	Panjang dan lebar talus 100-300 cm	Hijau pucat hingga terang.
Talus berbentuk pipih, kaku, berbuku-buku atau berumpun, tepian talus sedikit bergerigi atau bergelombang.	Panjang dan lebar talus 10-25 cm	Hijau sedang hingga gelap dengan kilap metalik yang kuat
Talus berbentuk tabung, kusut, bergelombang/keriting, panjang, dan tipis.	Lebar 2-5 cm, panjang 10-50 cm.	Hijau cerah, tampak kekuningan
Talus berbentuk tabung, bercabang, menyerupai rambut atau jarum.	Panjang 15-25 cm	Hijau cerah

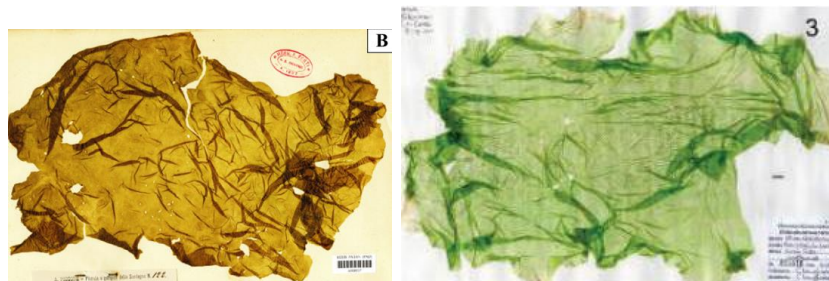
Ulva dengan bentuk talus seperti pada Gambar 2 hanya ditemukan di satu lokasi penelitian yaitu Pulau Kalong, TNBB Wilayah 1. Warga lokal sering menyebutnya dengan *Ulva* seprei atau *Ulva* gorden. *Ulva* ini hidup menempel pada pasir padat atau batu karang dengan talus yang melayang-layang. Talus pipih, bermembran dan berwarna hijau terang transparan juga dimiliki oleh *Ulva lactuca* f. *genuina* (Wolf *et al.*, 2012) dan *Ulva Scandinavica* (Loughnane *et al.*, 2008) yaitu talus berbentuk pipih, membranous, dengan warna hijau terang (Gambar 3).

Pulau Kalong merupakan daratan berupa hutan mangrove dan cukup jauh dari area pemukiman ataupun aktivitas warga. Hasil pengecekan kualitas air, mendapatkan hasil kandungan oksigen terlarut cukup tinggi yaitu 10,2-11,4 mg/l (Tabel 2) Meski merupakan wilayah konservasi, aktivitas nelayan ataupun budidaya ikan masih diperbolehkan.

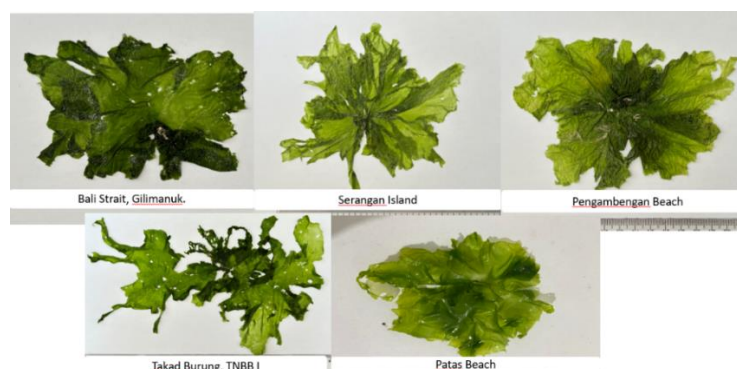
Ulva dengan talus pipih, kaku, dan berwarna hijau keperakan (*glossy*) seperti pada gambar 4, ditemukan di lima lokasi pengambilan sampel yaitu Takad Burung TNBB Wilayah 1, Selat Bali, Pantai Pengambangan, Pantai Patas, dan Pantai Serangan. *Ulva* ini ditemukan hidup menempel pada batu karang, bebatuan, atau benda padat lain yang ada di pantai. Morfologi *Ulva* dengan talus pipih, kaku, berwarna hijau dengan perak metalik juga dimiliki oleh *Ulva rigida* (Wolf *et al.*, 2012) dan *Ulva rotundata* (Loughnane *et al.*, 2008) (Gambar 5).



Gambar 2. *Ulva* Dengan Talus Pipih, Bermembran, dan Transparan



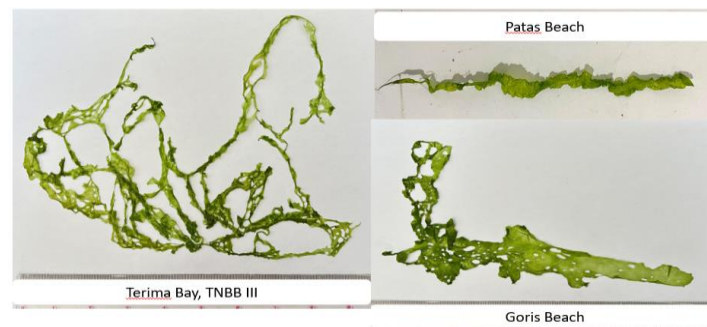
Gambar 3. *Ulva lactuca*, Cagliari 1857 (B) dan *Ulva lactuca* f. *genuina* (3)
Sumber : Wolf *et al.*, (2012) dan Loughnane *et al.*, (2008)



Gambar 4. *Ulva* Dengan Talus Kaku dan Hijau Keperakan



Gambar 5. *Ulva rigida* (C) dan *Ulva rotundata* (5)
Sumber : Wolf *et al.*, (2012) dan Loughnane *et al.*, (2008)



Gambar 6. *Ulva* Dengan Talus Tabung dan Kusut



Gambar 7. *Ulva flexuosa* Wulfen (B) dan *Ulva compressa* Linnaeus (F)
Sumber : Wolf *et al.*, (2012)

Ulva dengan talus tabung, kusut/keriting, dengan tepian bergerigi ditemukan di Teluk Trima, TNBB Wilayah III, Pantai Patas, dan Pantai Goris. *Ulva* ini hidup menempel pada substrat batu/cangkang kerang, pasir, atau rumput laut lain. Jika dicermati dengan seksama, *Ulva* yang ditemukan di Pantai Goris memiliki talus yang lebih tebal dan berwarna lebih hijau jika dibanding *Ulva* dari dua lokasi yang lain. Morfologi talus tabung, kusut, dan tepian bergerigi juga dimiliki oleh *Ulva flexuosa* Wulfen dan *Ulva compressa* Linnaeus (Wolf *et al.*, 2012). *Ulva* dengan talus berbentuk tabung sering disebut dengan nama Enteromorpha.

Ulva dengan talus berbentuk tabung, bercabang, menyerupai jarum atau rambut (Gambar 8) ditemukan di TNBB Wilayah 1 yaitu Pulau Kalong, dan Pantai Desa Patas. Bentuk talus yang terlihat pada Gambar 8, juga dimiliki oleh *Ulva* sp. spesimen #L12 (Wolf *et al.*, 2012) dan *Ulva tepida* (Masakiyo dan Shimada, 2014). Dalam pohon filogenetik, sampel #L12 dikelompokkan dengan *Ulva* sp. dari Laut Kuning (Cina) tetapi divergensi nukleotida antara urutannya berada di luar rentang divergensi intra spesifik dan interspesifik yang dilaporkan untuk genus *Ulva* (Saunders & Kucera,

2010). Pada talus yang dimiliki oleh *Ulva* tidak terlihat adanya pembagian organ, sehingga tidak tampak perbedaan antara bagian-bagian berdasar fungsinya. Talus hanya berupa lembaran tanpa pembeda yang jelas antara bagian akar, batang, dan daun. Tidak adanya diferensiasi jaringan pada lembaran talus menjadikan makroalga berbeda dengan tumbuhan tingkat tinggi.

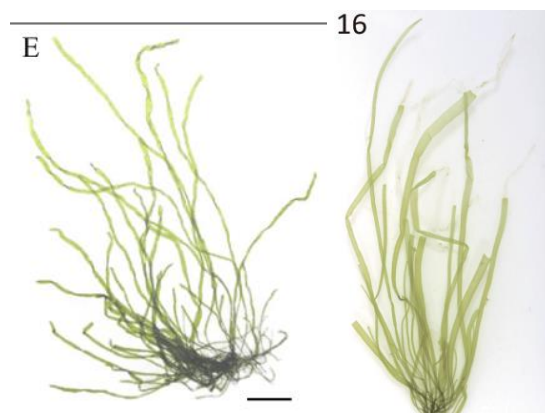
Sampai saat ini, ditemukan 142 jenis dari genus *Ulva* (Guiry & Guiry, 2012) yang memiliki penampakan morfologi sederhana dengan tingkat plastisitas fenotipe tertentu yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, usia talus, dan tempat hidup, sehingga sangat sulit membedakan spesies hanya berdasarkan ciri morfologi (Loughnane *et al.*, 2008; Hofmann *et al.*, 2010). Beberapa spesies dengan morfologi yang sama diidentifikasi memiliki genetik berbeda (Bourdouresque and Verlaque, 2002; dan Bickford *et al.*, 2007). Oleh karena itu, untuk memperjelas spesies *Ulva* yang ada di Bali perlu dilakukan identifikasi secara genetik.

Karakteristik perairan merupakan hal penting yang harus diperhatikan. Parameter yang diamati selama penelitian meliputi parameter fisik dan kimia yang meliputi suhu, kandungan oksigen, salinitas, dan pH (Tabel 2). Pada Tabel 3. menunjukkan bahwa kualitas air di lokasi pengambilan sampel masih sesuai dengan kebutuhan hidup *Ulva Sp.*

Berdasarkan pengamatan di lapangan, pantai yang menjadi tempat tumbuh *Ulva* memiliki substrat pasir dan bebatuan. *Ulva* tumbuh dengan cara menempel atau melekat pada substrat padat yang ada di pantai, seperti batu karang, cangkang kerang, tembok atau kayu dermaga, badan perahu kayu, tali tambang, daun lamun, hingga sampah yang tersebar di pantai.



Gambar 8. *Ulva* Dengan Talus Tabung, Menyerupai Rambut dan Bercabang



Gambar 9. *Ulva sp.* spesimen #L12 (E) dan *Ulva* tepida
Sumber : Wolf *et al.*, (2012) dan Masakiyo & Shimada (2014)

Ulva dengan talus lebar dan tipis yang ditemukan di Pulau Kalong hidup sebagai fitobenthos di atas pasir yang solid dan ditumbuhi lamun. *Ulva* yang ditemukan di Selat Bali, banyak menempel pada sampah-sampah yang tersebar di sekitar pantai seperti kain, sepatu, karpet, popok, plastik kemasan, dan sampah lainnya. Akan tetapi umumnya, *Ulva* yang ditemukan di lokasi lain hidup melekatkan dirinya pada batu karang, cangkang kerang, atau kayu. *Ulva* tumbuh dengan cara *holdfast* atau menancap pada substrat, menempel, ataupun mengikat partikel-partikel pasir (Litaay, 2014).

Ulva dapat ditemukan di wilayah pantai, pada zona intertidal yang masih dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Dalam pengamatan, kedalaman tempat *Ulva* hidup berkisar antara 0-5 meter dengan kecepatan arus antara 44,14 s.d 68,01 meter/detik.

Tabel 2. Karakteristik Perairan Lokasi Tumbuh *Ulva*

Lokasi Sampel	Suhu (°C)	DO (mg/L)	Salinitas (Ppt)	Ph
Selat Bali	29,9-30,7	6,3-7,3	29,9-30,7	8,13-8,62
Takad Burung	26,5-26,9	7,7-7,8	30,4-30,9	8,04-8,07
Pulau Kalong	27,2	10,2-11,4	30,7-30,9	8,23-8,25
Pantai Pengambangan	27,5-30	5,5-7,6	29,5	8,13-8,25
Teluk Terima	27,3-27	7,8-8,3	31,2-31,5	7,94
Pantai Goris	28,6-28,9	7,8-7,9	31,2-31,5	7,94
Pantai Desa Patas	27,8-28,2	7,7-8	29,6-29,8	7,99-8
Pulau Serangan	28,6-29,7	7,2-8,4	29,5-30,4	7,87-8,04

Tabel 3. Kualitas Air Optimal Untuk Makroalga

Parameter	Kondisi Ideal	Referensi
Suhu (°C)	27-30	Indrawati <i>et al</i> , 2007
	29-30	Maharani <i>et al</i> , 2021
	28	Dewi, 2018
	20-31	Firda <i>et al</i> , 2022
Salinitas (ppt)	30-37	Sapitri <i>et al</i> , 2018
	> 28-33	Zunnuraini <i>et al</i> , 2023
	6,1- 8,0	Arisandi <i>et al</i> , 2013
DO (mg/l)	6-9	Risnawati <i>et al</i> , 2018
pH		



Gambar 10. Beberapa Jenis Substrat Tempat *Ulva* Menempel dan Tumbuh

Selain pengecekan kualitas air dan pengamatan jenis substrat, kondisi lingkungan perairan juga menjadi fokus pengamatan. Hal ini dilakukan karena kondisi lingkungan, faktor musim, letak geografis dapat menentukan jenis spesies *Ulva* dan mempengaruhi kandungan kimianya (Khan *et al*, 2024). kondisi lingkungan pada masing-masing lokasi pengambilan sampel dapat di lihat pada Tabel 4.

Pemanfaatan *Ulva* secara ekonomi dilakukan di empat lokasi pengambilan sampel, yaitu: Pulau Kalong, Pantai Goris, Pantai Desa Patas, dan Pulau Serangan. Berikut adalah pemanfaatan *Ulva* yang sudah dilakukan oleh masyarakat Bali (Tabel 5).

Pada Tabel 5 diketahui bahwa pemanfaatan *Ulva* sp. di Bali masih sangat minim. Ketersediaan *Ulva* sp. yang sangat bergantung musim dan rendahnya pengetahuan serta keterampilan masyarakat dalam melakukan pemanfaatan *Ulva* sp. menjadi penyebab masih belum optimalnya pemanfaatan *Ulva* secara ekonomis. Selain itu, masyarakat tidak memiliki akses pasar dan penentuan harga jual *Ulva* sepenuhnya ditentukan oleh tengkulak (Gambar 11). Penelitian terkait potensi pemanfaatan *Ulva* Sp. akan disajikan pada Tabel 6, yang mencakup kandungan dan poyensi pengembangan menjadi produk ekonomis.

Selain potensi pemanfaatan yang dijabarkan pada Tabel 6, *Ulva* Sp. memiliki potensi lain sebagai bioremediasi (Ozygit *et al*, 2017, dan Kumari *et al*, 2014), bioindikator logam berat (Bonanno *et al*, 2020, dan Aeroco *et al*, 2021), Bioindikator Polutan Organik Persisten (POPs) (Qiu *et al*, 2017; Sundhar *et al*, 2020), bioindikator nitrat dan fosfor (Whitehouse & Lapointe, 2015; Kumari *et al*, 2014).

Berdasarkan data pada Tabel 5 dan 6, pemanfaatan aktual *Ulva* sp. di Bali masih belum optimal apabila dibandingkan dengan potensi pemanfaatannya. Besarnya jurang pemanfaatan tersebut, membuat potensi pengembangan *Ulva* sp. di Bali masih sangat besar dan memerlukan penanganan serius dari pihak terkait.

Tabel 4. Kondisi Lingkungan di Lokasi Pengambilan Sampel

Lokasi	Jenis substrat	Kondisi lingkungan
Selat Bali	Pasir, batu karang	Dekat dengan lalu lintas kapal dan aktivitas pemukiman warga. Banyak sampah rumah tangga tersebar di pantai seperti bekas pakaian, sepatu, karpet, popok, dan plastik kemasan.
Takad Burung	Pasir, berbatu.	Dekat dengan aktivitas pemukiman warga dan lalu lintas perahu nelayan. Di sekitar lokasi banyak ditemukan kerang, cangkang kerang, bulu babi, dan rumput laut jenis lain.
Pulau Kalong	Pasir	Merupakan area konservasi, dekat dengan mangrove, banyak ditumbuhi lamun, dan banyak ditemukan bintang laut.
Pantai Pengembangan	Batu karang	Dekat dengan area pabrik pengolahan dan penepungan ikan, dekat dengan aktivitas pemukiman.
Teluk Terima	Pasir	Merupakan jalur aktivitas perahu wisata, karamba jaring apung, dan area konservasi.
Pantai Goris	Pasir	Terdapat saluran pembuangan aktivitas budidaya udang (tambak) dan dekat dengan aktivitas pemukiman
Pantai Desa Patas	Pasir	Terdapat saluran pembuangan aktivitas budidaya udang (tambak) dan dekat dengan aktivitas pemukiman
Pulau Serangan	Pasir, batu karang.	Merupakan area wisata dan pelabuhan perahu wisata, dekat dengan aktivitas pemukiman warga

Tabel 5. Potensi Aktual *Ulva* sp. di Bali

Lokasi	Ulva	Pemanfaatan
Selat Bali	Ulva dengan bentuk talus pipih, kaku, dan berwarna hijau keperakan	Tidak dimanfaatkan
Takad Burung	Ulva dengan bentuk talus pipih, kaku, dan berwarna hijau keperakan	Untuk dibuat olahan makanan tradisional seperti sayur tumis, keripik, dan urap-urap. (Belum dikomersialkan)
Pulau Kalong	Ulva dengan bentuk talus pipih, bermembran, transparan, dan berwarna hijau terang	Dipanen segar, kemudian dikeringanginkan untuk dijual kepada tengkulak atau perusahaan (untuk diekspor). Harga berkisar antara Rp 3.000,- s.d Rp 15.000,- per Kg.
Pantai Pengambengan	Ulva dengan bentuk talus tabung, kusut dengan tepian bergerigi Ulva dengan bentuk talus pipih, kaku, dan berwarna hijau keperakan	Tidak dimanfaatkan Untuk dibuat olahan makanan tradisional seperti keripik, es rumput laut dan salad. (Belum dikomersialkan)
Teluk Terima	Ulva dengan bentuk talus tabung, kusut dengan tepian bergerigi	Tidak dimanfaatkan
Pantai Goris	Ulva dengan bentuk talus tabung, kusut dengan tepian bergerigi	Tidak dimanfaatkan
Pantai Desa Patas	Ulva dengan bentuk talus pipih, kaku, dan berwarna hijau keperakan	Dipanen segar, kemudian dikeringanginkan untuk dijual kepada tengkulak (untuk diekspor). Harga berkisar antara Rp 2.000,- s.d Rp 5.000,- per Kg.
Pulau Serangan	Ulva dengan bentuk talus tabung, kusut dengan tepian bergerigi Ulva dengan bentuk talus pipih, kaku, dan berwarna hijau keperakan	Tidak dimanfaatkan Dipanen segar untuk dijual kepada tengkulak (sebagai pakan abalon). Harga berkisar antara Rp 5.000,- s.d Rp 10.000,- per Kg.

**Gambar 11.** Potensi Pemanfaatan *Ulva* Sp.

Tabel 6. Kandungan dan Potensi *Ulva Sp.*

Kandungan	Potensi pemanfaatan	Referensi
Protein dan peptida	Antihipertensi	Sun <i>et al</i> , 2019
Asam amino	Pembentuk antibodi	Aguilera-Morales <i>et al</i> , 2018
Kandungan lemak dan asam lemak	Sumber energi	Aguilera-Morales <i>et al</i> , 2018
Serat pangan	Pencegah penyakit kardiovaskular, antihipertensi, anti obesitas, anti diabetes, dan hiperlipidemia	Soliman, 2019; Putra <i>et al</i> , 2024; dan Belhadj <i>et al</i> , 2013.
<i>Polyunsaturated fatty acid</i> (PUFA)	Kekebalan tubuh, antioksidan, antimikroba, antirematik, dan antivirus	Nurcahya Dwi, 2018; Ortiz <i>et al</i> , 2006; dan Liu <i>et al</i> , 2019
Mineral (fosfor, kalsium, magnesium, natrium, kalium, tembaga, dan seng.) dan Vitamin (A, B1, B2, B3, C, dan E)	Suplemen	Bocanegra <i>et al</i> , 2009; Fleurence <i>et al</i> , 2012; Yildiz <i>et al</i> , 2012; dan Reka <i>et al</i> , 2014.
Fenolik dan karotenoid	Antioksidan	Yuvaraj, 2013
Kaempferol	Anti inflamasi (<i>Inflammatory</i>)	Margret <i>et al</i> , 2009
Metabolite primer dan sekunder	Industri kosmetik	Putra <i>et al</i> , 2024
Polisakarida dan phlorotannin	Antikanker	Acharya <i>et al</i> , 2022
Fenol, alkaloid, dan flavonoid	Anti aging dan moisturizing	Septiyani <i>et al</i> , 2019 dan Fourni <i>et al</i> , 2021.
Mikro dan makro-nutrisi, hormon tanaman (auksin, sitokinin, dan giberelin), asam amino, dan polisakarida	Pupuk organik	Adderley <i>et al</i> , 2023; Latique <i>et al</i> , 2021, Hamouda <i>et al</i> , 2022, Yusuf <i>et al</i> , 2020, Sekhouana <i>et al</i> , 2021; Breure, 2014; dan Patel <i>et al</i> , 2017.
Flavonoid, asam salisilat dan IAA (<i>Indole acetic acid</i>), karbohidrat, vitamin, polisakarida, alginat, asam amino, dan elemen mineral	Biostimulan tanaman	Ammaturo <i>et al</i> , 2023; Pandya & Mehta, 2021; Pauler <i>et al</i> , 2021; Merliana, 2022; dan Dominguez & Loret, 2019a)
	Peningkatan kualitas tanah dan penyerapan makronutrien dan mikronutrien.	Margal <i>et al</i> , 2023; dan Dean <i>et al</i> , 2013,
Bioaktif (polisakarida sulfat, terpenoid, fenolik)	Agen pengendali hama dan penyakit tanaman	Breure, 2014
Metabolite primer dan sekunder	Pakan segar hewan akuatik	Brito <i>et al</i> , 2014; Alizondo <i>et al</i> , 2016; Laramore <i>et al</i> , 2016; Najamuddin <i>et al</i> , 2020; dan Y. Qiu <i>et al</i> , 2019.
	Pakan serbuk hewan akuatik	Legarda <i>et al</i> , 2021; Marinho <i>et al</i> , 2013, Corral-Rosales <i>et al</i> , 2016
Karbohidrat tinggi	Bioenergi atau biofuel	Xie <i>et al</i> , 2024; Dominguez & Loret, 2019a; Amrullah <i>et al</i> , 2022; Farobie <i>et al</i> , 2022; dan Kolo <i>et al</i> , 2021.

KESIMPULAN

Terdapat empat morfologi *Ulva* yang ditemukan yaitu talus pipih, bermembran, dan transparan ditemukan di satu lokasi; talus pipih, kaku, dan berwarna hijau keperakan (*glossy*) ditemukan di lima lokasi; talus tabung, kusut dan bergerigi ditemukan di tiga lokasi; serta talus tabung, lurus, dan bercabang ditemukan di dua lokasi. Dari keempat morfologi tersebut, hanya dua jenis yang sudah dimanfaatkan secara ekonomi yaitu *Ulva* dengan talus pipih, bermembran, dan transparan, dan *Ulva* dengan talus pipih, kaku dan berwarna hijau keperakan. Pemanfaatan ekonomi *Ulva* dilakukan di tiga lokasi yaitu Pulau Serangan, Desa Patas, dan Pulau Kalong. Pemanfaatan *Ulva* di Bali terbatas pada pakan abalon, penjualan *Ulva* kering ke industri, dan untuk olahan makanan tradisional. Profil perairan tempat tumbuhnya *Ulva* yaitu suhu berkisar antara 26,5-30,7 °C, DO 6,3-10,2 mg/l, salinitas 29,5-31,5 ppt, pH 7,94-8,25. *Ulva* sp. ditemukan di wilayah pantai yang masih terpengaruh pasang surut dengan substrat berupa pasir, pasir berbatu, atau hamparan batu karang. *Ulva* memiliki morfologi yang sederhana, sehingga penentuan jenis *Ulva* secara fenotipe kurang tepat. *Ulva* dengan tampilan morfologi yang sama seringkali diidentifikasi memiliki genotipe berbeda. Perlu dilakukan identifikasi genotipe serta kandungan nutrisi dan fitokimia *Ulva* untuk mengetahui *Ulva* sp. yang berpotensi untuk dikembangkan di Bali. Kondisi perairan yang potensial untuk mengembangkan *Ulva* dari jenis yang paling ekonomis juga perlu diteliti lebih lanjut. Selain itu, perlu adanya kebijakan yang tepat untuk mendorong pengembangan *Ulva* sp. secara ekonomis oleh pihak terkait. Peningkatan pengetahuan dan keterampilan masyarakat dalam budidaya *Ulva* dan pengolahan *Ulva* juga perlu dilakukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh DIPA Pusat Pendidikan Kelautan Perikanan melalui kegiatan Dana Hibah Penelitian Terpusat BIMA KKP. Kami mengucapkan terima kasih kepada Pusat Pendidikan KP, BPPSDM KP, Politeknik Kelautan dan Perikanan Jembrana, Politeknik Kelautan dan Perikanan Karawang, Politeknik Kelautan dan Perikanan Kupang, Politeknik Kelautan dan Perikanan Pangandaran, Politeknik Kelautan dan Perikanan Dumai, dan Politeknik Ahli Usaha Perikanan Jakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd El-Baky, H.H., El Baz, F.K. & El-Baroty, G.S. 2008. Evaluation of marine alga *Ulva lactuca* L. as a source of natural preservative ingredient. *American-Eurasian Journal of Agriculture & Environmental Science*, 3(3): 434–444.
- Acharya, D., Satapathy, S., Yadav, K.K., Somu, P. & Mishra, G. 2022. Systemic evaluation of mechanism of cytotoxicity in human colon cancer HCT-116 cells of silver nanoparticles synthesized using marine algae *Ulva lactuca* extract. *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*, 1–10.
- Adderley, A., Wallace, S., Stubbs, D., Bowen-O'Connor, C., Ferguson, J., Watson, C. & Gustave, W. 2023. *Sargassum* sp. as a biofertilizer: is it really a key towards sustainable agriculture for The Bahamas. *Bulletin of the National Research Centre*, 47(1): 112. DOI: 10.1186/s42269-023-01087-w
- Aguilera-Morales, M.E., Canales-Martínez, M.M., Ávila-González, E. & Flores-Ortiz, C.M. 2018. Nutrients and bioactive compounds of the *Lemna gibba* and *Ulva lactuca* as possible ingredients to functional foods. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 46(4): 709–716. DOI: 10.3856/vol46-issue4-fulltext-8
- Ammaturo, C., Pacheco, D., Cotas, J., Formisano, L., Ciriello, M., Pereira, L. & Bahcevandziev, K. 2023. Use of *Chlorella vulgaris* and *Ulva lactuca* as biostimulant on lettuce. *Applied Sciences*, 13(16): 9046. DOI: 10.3390/app13169046
- Amrullah, A., Farobie, O., Bayu, A., Syaftika, N., Hartulistiyoso, E., Moheimani, N.R., Karnjanakom, S. & Matsumura, Y. 2022. Slow pyrolysis of *Ulva lactuca* (Chlorophyta) for sustainable

- production of bio-oil and biochar. *Sustainability*, 14(6): 3233. DOI: 10.3390/su14063233
- Andayani, S. & Yuniarti, A. 2022. Identifikasi senyawa ekstrak kasar pada rumput laut *Ulva lactuca* dari pantai Serangan Bali. *Jurnal Bahari Papadak*, 3(1): 203–209.
- Areco, M.M., Salomone, V.N. & dos Santos Afonso, M. 2021. *Ulva lactuca*: a bioindicator for anthropogenic contamination and its environmental remediation capacity. *Marine Environmental Research*, 171: 105468.
- Arisandi, A., Farid, A. & Rokhmaniaty, S. 2013. Pertumbuhan *Kappaphycus alvarezii* yang terkontaminasi epifit di perairan Sumenep. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 6(2): 111–119.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Bali. 2022. *Provinsi Bali Dalam Angka*. BPS, Bali.
- BelHadj, S., Hentati, O., Elfeki, A. & Hamden, K. 2013. Inhibitory activities of *Ulva lactuca* polysaccharides on digestive enzymes related to diabetes and obesity. *Archives of Physiology and Biochemistry*, 119(2): 81–87.
- Bickford, D., Lohman, D.J., Sodhi, N.S., Ng, P.K.L., Meier, R., Winker, K., Ingram, K.K. & Das, I. 2007. Cryptic species as a window on diversity and conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, 22: 148–155.
- Bikker, P., van Krimpen, M.M., van Wikselaar, P., Houweling-Tan, B., Scaccia, N., van Hal, J.W. ... & López-Contreras, A.M. 2016. Biorefinery of the green seaweed *Ulva lactuca* to produce animal feed, chemicals and biofuels. *Journal of Applied Phycology*, 28: 3511–3525.
- Bocanegra, S., Bastida, J., Benedí, S., Rodenas, F.J. & Sanchez-Muniz. 2009. Characteristics and nutritional and cardiovascular-health properties of seaweeds. *Journal of Medicinal Food*, 12: 236–258. DOI: 10.1089/JMF.2008.0151
- Boudouresque, C.F. & Verlaque, M. 2002. Assessing scale and impact of ship-transported alien macrophytes in the Mediterranean Sea. In Briand, F. [Ed.] *Alien Marine Organisms Introduced by Ships in the Mediterranean and Black Seas*. CIESM Workshop Monographs 20, Monaco: 53–61.
- Breure, M.S. 2014. Exploring the potential for using seaweed (*Ulva lactuca*) as organic fertiliser. Wageningen UR PPS-80436, 1–69.
- Brito, L.O., Arantes, R., Magnotti, C., Derner, R., Pchara, F., Olivera, A. & Vinatea, L. 2014. Water quality and growth of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) in co-culture with green seaweed *Ulva lactuca* (Linnaeus) in intensive system. *Aquaculture International*, 22(2): 497–508. DOI: 10.1007/s10499-013-9659-0
- Bruhn, A., Dahl, J., Nielsen, H.B., Nikolaisen, L., Rasmussen, M.B., Markager, S. ... & Jensen, P.D. 2011. Bioenergy potential of *Ulva lactuca*: biomass yield, methane production and combustion. *Bioresource Technology*, 102(3): 2595–2604.
- Corral-Rosales, D.C., Cruz-Suárez, L.E., Ricque-Marie, D., Rodríguez-Jaramillo, C. & Palacios, E. 2018. Modulation of reproductive exhaustion using *Ulva clathrata* in Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) broodstock during commercial maturation. *Aquaculture Research*, 49(12): 3711–3722. DOI: 10.1111/are.13839
- Dean, F., Miller, S. & Holmes, A. 2013. An investigation into the potential use of sea lettuce (*Ulva lactuca*) as a soil amendment in vegetable gardens and orchards.
- Dewi, E.N. 2018. *Ulva lactuca*. Universitas Diponegoro, 18 hal.
- Dominguez, H. & Loret, E.P. 2019. *Ulva lactuca*, a source of troubles and potential riches. *Marine Drugs*, 17(6): 357. DOI: 10.3390/md17060357
- Elizondo-Reyna, E., Medina-González, R., Nieto-López, M.G., Ortiz-López, R., Elizondo-González, R., Powell, M.S., Ricque-Marie, D. & Cruz-Suárez, L.E. 2016. Consumption of *Ulva clathrata* as a dietary supplement stimulates immune and lipid metabolism genes in Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Journal of Applied Phycology*, 28(6): 3667–3677. DOI: 10.1007/s10811-016-0889-1
- Farobie, O., Syaftika, N., Masfuri, I., Rini, T.P., Lanank Es, D.P.A., Bayu, A., Amrullah, A., Hartulistiyoso, E., Moheimani, N.R., Karnjanakom, S. & Matsumura, Y. 2022. Green algae to green fuels: syngas and hydrochar production from *Ulva lactuca* via sub-critical water gasification. *Algal Research*, 67: 102834. DOI: 10.1016/j.algal.2022.102834

- Firda, H., Junaidi, M. & Setyono, B.D.H. 2022. Pengaruh umur panen terhadap produksi dan aktivitas antioksidan anggur laut (*Caulerpa racemosa*) dengan metode tanam rigid quadrant nets. *Indonesian Journal of Aquaculture Medium*, 2(1): 54–64.
- Fourni, M., Bedoux, G., Lebonvallet, N., Leschiera, R., Le Goff-Pain, C., Bourgougnon, N. & Latire, T. 2021. Enzyme-assisted extraction modulate the metabolism of extracellular matrix in human skin fibroblasts: potential in. *Marine Drugs*, 19(156): 1–? DOI: 10.3390/md19030156
- Guiry, M.D. 2007. *AlgaeBase* version 4.2. World-wide electronic publication. National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>
- Yildiz, G., Celikler, S., Vatan, O. & Dere, S. 2012. Determination of the anti-oxidative capacity and bioactive compounds in green seaweed *Ulva rigida*. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 15: 1182–1189. DOI: 10.1080/10942912.2010.517341
- Hamouda, R.A., Hussein, M.H., El-Naggar, N.E.-A., Karim-Eldeen, M.A., Alamer, K.H., Saleh, M.A., Al Masoudi, L.M., Sharaf, E.M. & El-Azeem, R.M.A. 2022. Promoting effect of soluble polysaccharides extracted from *Ulva* spp. on *Zea mays* L. growth. *Molecules*, 27(4): 1394. DOI: 10.3390/molecules27041394
- Hofmann, L.C., Nettleton, J.C., Neefus, C.D. & Mathieson, A.C. 2010. Cryptic diversity of *Ulva* (Ulvales, Chlorophyta) in the Great Bay Estuarine System (Atlantic USA): introduced and indigenous distromatic species. *European Journal of Phycology*, 45(3): 230–239.
- Indrawati, G., Arthana, I.W. & Merit, I.N. 2007. Pantai Sawangan Nusa Dua Bali. 4(2): 73–79.
- Fleurence, J., Morancais, M., Dumay, J., Decottignies, P., Turpin, V., Munier, M., Garcia-Bueno, N. & Jaouen, P. 2012. What are the prospects for using seaweed in human nutrition and for marine animals raised through aquaculture? *Trends in Food Science & Technology*, 27: 57–61. DOI: 10.1016/J.TIFS.2012.03.004
- Khan, N., Sudhakar, K. & Mamat, R. 2024. Eco-friendly nutrient from ocean: exploring *Ulva* seaweed potential as a sustainable food source. *Journal of Agriculture and Food Research*, 17(June): 1–?. DOI: 10.1016/j.jafr.2024.101239
- Kidgell, J.T., Magnusson, M., de Nys, R. & Glasson, C.R. 2019. Ulvan: a systematic review of extraction, composition and function. *Algal Research*, 39: 101422.
- Kolo, S.M.D., Presson, J. & Amfotis, P. 2021. Produksi bioetanol sebagai energi terbarukan dari rumput laut *Ulva reticulata* asal Pulau Timor. *Alchemy Jurnal Penelitian Kimia*, 17(2): 159–167.
- Ktari, L. 2017. Pharmacological potential of *Ulva* species: a valuable resource. *Journal of Analytical & Pharmaceutical Research*, 6: 00165.
- Kumari, P., Kumar, M., Reddy, C.R.K. & Jha, B. 2014. Nitrate and phosphate regimes induced lipidomic and biochemical changes in the intertidal macroalga *Ulva lactuca* (Ulvophyceae, Chlorophyta). *Plant and Cell Physiology*, 55(1): 52–63. DOI: 10.1093/pcp/pct156
- Laramore, S., Baptiste, R., Wills, P.S. & Hanisak, M.D. 2018. Utilization of IMTA-produced *Ulva lactuca* to supplement or partially replace pelleted diets in shrimp (*Litopenaeus vannamei*) reared in a clear water production system. *Journal of Applied Phycology*, 30(6): 3603–3610. DOI: 10.1007/s10811-018-1485-3
- Latique, S., Ben Mrid, R., Kabach, I., Yasri, A., Kchikich, A., Nhiri, M., El Kaoua, M., Douira, A. & Selmaoui, K. 2021. The effect of foliar application of *Ulva rigida* extract on the growth and biochemical parameters of wheat plants. *E3S Web of Conferences*, 234: 00103. DOI: 10.1051/e3sconf/202123400103
- Legarda, E.C., Viana, M.T., Zaragoza, O.B.D.R., Skrzynska, A.K., Braga, A., de Lorenzo, M.A. & do Nascimento Vieira, F. 2021. Effects on fatty acids profile of *Seriola dorsalis* muscle tissue fed diets supplemented with different levels of *Ulva fasciata* from an integration multi-trophic aquaculture system. *Aquaculture*, 535: 736414. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2021.736414
- Litaay, C. 2014. Distribution and diversity of macroalgae communities in the Ambon Bay. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 6(1): 131–142. DOI: 10.29244/jitkt.v6i1.8636
- Liu, X.Y., Liu, D., Lin, G.P., Wu, Y.J., Gao, L.Y., Ai, C. & Chen, X.H. 2019. Anti-ageing and antioxidant effects of sulfate oligosaccharides from green algae *Ulva lactuca* and *Enteromorpha prolifera* in SAMP8 mice. *International Journal of Biological Macromolecules*, 139: 342–351.
- Lordan, S., Ross, R.P. & Stanton, C. 2011. Marine bioactives as functional food ingredients: potential

- to reduce the incidence of chronic diseases. *Marine Drugs*, 9(6): 1056–1100.
- Loughnane, C.J., McIvor, L.M., Rindi, F., Stengel, D.B. & Guiry, M.D. 2008. Morphology, rbcL phylogeny and distribution of distromatic *Ulva* (Ulvophyceae, Chlorophyta) in Ireland and southern Britain. *Phycologia*, 47: 416–422.
- Maharani, N.P.S., Watiniasih, N.L. & Dewi, A.P.W.K. 2021. Struktur komunitas makroalga di Pantai Geger dan Pantai Mengening Kabupaten Badung. *Simbiosis*, 9(1): 51. DOI: 10.24843/jsimbiosis.2021.v09.i01.p06
- Mantri, V.A., Kazi, M.A., Balar, N.B., Gupta, V. & Gajaria, T. 2020. Concise review of green algal genus *Ulva* Linnaeus. *Journal of Applied Phycology*, 32: 2725–2741.
- Margal, P.B., Thakare, R.S., Kamble, B.M., Patil, V.S., Patil, K.B. & Titirmare, N.S. 2023. Effect of seaweed extracts on crop growth and soil: a review. *Journal of Experimental Agriculture International*, 45(9): 9–19. DOI: 10.9734/jeai/2023/v45i92170
- Margret, R.J., Kumaresan, S. & Ravikumar, S. 2009. A preliminary study on the anti-inflammatory activity of methanol extract of *Ulva lactuca* in rat. *Journal of Environmental Biology*, 30(September): 899–902.
- Marinho, G., Nunes, C., Sousa-Pinto, I., Pereira, R., Rema, P. & Valente, L.M.P. 2013. The IMTA-cultivated Chlorophyta *Ulva* spp. as a sustainable ingredient in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) diets. *Journal of Applied Phycology*, 25(5): 1359–1367. DOI: 10.1007/s10811-012-9965-3
- Masakiyo, Y. & Shimada, S. 2014. Species diversity of the genus *Ulva* (Ulvophyceae, Chlorophyta) in Japanese waters, with special reference to *Ulva tepida* Masakiyo et S. Shimada sp. nov. *Bulletin of the National Museum of Nature and Science, Series B, Botany*, 40(1): 1–13.
- McCauley, J.I., Winberg, P.C., Meyer, B.J. & Skropeta, D. 2018. Effects of nutrients and processing on the nutritionally important metabolites of *Ulva* sp. (Chlorophyta). *Algal Research*, 35: 586–594. DOI: 10.1016/j.algal.2018.09.016
- Merliana, W. 2022. Formulasi ekstrak *Ulva* sp dengan bahan aktif Dark Septate Endophytes (DSE) dan bakteri endofit sebagai biostimulan pertumbuhan tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). Universitas Pakuan.
- Najamuddin, Hajar, M.A.I., Rustam, Palo, M. & Asni, A. 2020. Development of integrated seaweed culture and capture fisheries in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 564(1): 012027. DOI: 10.1088/1755-1315/564/1/012027
- Nurchaya Dewi, E. 2018. *Ulva lactuca*. Universitas Diponegoro.
- Ortiz, J., Romero, N., Robert, P., Araya, J., Lopez-Hernández, J., Bozzo, C., Navarrete, E., Osorio, A. & Rios, A. 2006. Dietary fiber, amino acid, fatty acid and tocopherol contents of the edible seaweeds *Ulva lactuca* and *Durvillaea antarctica*. *Food Chemistry*, 99(1): 98–104.
- Ozyigit, I., Uyanik, O., Sahin, N., Yalcin, I. & Demir, G. 2017. Monitoring the pollution level in Istanbul coast of the Sea of Marmara using algal species *Ulva lactuca* L. *Polish Journal of Environmental Studies*, 26(2): 773–778. DOI: 10.15244/pjoes/66177
- Pandya, M. & Mehta, S. 2021. Effect of *Ulva lactuca* L. seaweed biostimulant on seed germination, growth, and some biochemical properties of *Vigna radiata* L. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 6(5): 42–53. DOI: 10.22161/ijeab.65.7
- Patel, R., Pandya, K., Jasrai, R. & Brahmbhatt, N. 2017. A review: scope of utilizing seaweed as a biofertilizer in agriculture. *International Journal of Advanced Research*, 5(7): 2046–2054. DOI: 10.21474/IJAR01/4941
- Paulert, R., Ascrizzi, R., Malatesta, S., Berni, P., Nosedà, M.D., Mazetto de Carvalho, M., Marchioni, I., Pistelli, L., Rabello Duarte, M.E. & Mariotti, L. 2021. *Ulva intestinalis* extract acts as biostimulant and modulates metabolites and hormone balance in basil (*Ocimum basilicum* L.) and parsley (*Petroselinum crispum* L.). *Plants*, 10(7): 1391. DOI: 10.3390/plants10071391
- Putra, N.R., Fajriah, S., Qomariyah, L., Dewi, A.S., Rizkiyah, D.N., Irianto, I., Rusmin, D., Melati, M., Trisnawati, N.W., Darwati, I. & Arya, N.N. 2024. Exploring the potential of *Ulva lactuca*: emerging extraction methods, bioactive compounds, and health applications – a perspective review. *South African Journal of Chemical Engineering*, 47(September 2023): 233–245. DOI: 10.1016/j.sajce.2023.11.017

- Qiu, Y., Zu, Y., Song, C., Xie, M., Qi, Y., Kansha, Y. & Kitamura, Y. 2019. Soybean processing wastewater purification via *Chlorella* L166 and L38 with potential value-added ingredients production. *Bioresource Technology Reports*, 7: 100195. DOI: 10.1016/j.biteb.2019.100195
- Reka, P., Banu, A.T. & Seethalakshmi, M. 2017. Nutrient content, phytonutrient composition and functional properties of selected seaweeds collected from Gulf of Mannar, Tamil Nadu, India. *International Journal Nutrient Diet*, 4: 145–159. DOI: 10.17654/nd004020145
- Risnawati, R., Kasim, M. & Haslianti, H. 2018. Studi kualitas air dengan pertumbuhan rumput laut (*Kappaphycus alvarezii*) pada rakit jaring apung di perairan Pantai Lakeba Kota BauBau, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Manajemen Sumber Daya Perairan*, 4(2): 155–164.
- Roleda, M.Y., Lage, S., Aluwini, D.F., Rebours, C., Brurberg, M.B., Nitschke, U. & Gentili, F.G. 2021. Chemical profiling of the Arctic sea lettuce *Ulva lactuca* (Chlorophyta) mass-cultivated on land under controlled conditions for food applications. *Food Chemistry*, 341: 127999.
- Sakai, M. 1999. Current research status of fish immunostimulants. *Aquaculture*, 172(1–2): 63–92.
- Sapitri, A.R. & Cokrowati, N. 2016. Pertumbuhan rumput laut *Kappaphycus alvarezii* hasil kultur jaringan pada jarak tanam yang berbeda. *Depik*, 5(1): 1–?
- Sekhouna, D., Kies, F., Elegbede, I., Matemilola, S., Zorriehzahra, J. & Hussein, E.K. 2021. Use of two green algae *Ulva lactuca* and *Ulva intestinalis* as bio-fertilizers. *Sustainability, Agri, Food and Environmental Research*, 9(4): 1–? DOI: 10.7770/safer-V0N0-art2259
- Septiyanti, M., Liana, L. & Kumayanjati, B. 2019. Formulation and evaluation of serum from red, brown and green algae extract for anti-aging base material. *Proceedings of the 5th International Symposium on Applied Chemistry*, 2: 020078.
- Soliman, R.M., Younis, S.A., El-Gendy, N.S., Mostafa, S.S.M., El-Temtamy, S.A. & Hashim, A.I. 2018. Batch bioethanol production via the biological and chemical saccharification of some Egyptian marine macroalgae. *Journal of Applied Microbiology*, 125(2): 422–440.
- Sun, J., Bao, M., Xu, T., Li, F., Wu, H., Li, X. & Xu, J. 2021. Elevated CO₂ influences competition for growth, photosynthetic performance and biochemical composition in *Neopyropia yezoensis* and *Ulva prolifera*. *Algal Research*, 56: 102313. DOI: 10.1016/j.algal.2021.102313
- Sundhar, S., Shakilaa, R.J., Jeyasekarana, G., Shalinia, R. & Aanandb, S. 2020. Evaluation of organochlorine pesticides in edible seaweed *Ulva lactuca* Linnaeus, 1753 in the Gulf of Mannar, southern India. *National Institute of Science Communication and Information Resources*, 49(11): 1721–1728.
- Wang, L., Wang, X., Wu, H. & Liu, R. 2014. Overview on biological activities and molecular characteristics of sulfated polysaccharides from marine green algae in recent years. *Marine Drugs*, 12(9): 4984–5020.
- Whitehouse, L.N.A. & Lapointe, B.E. 2015. Comparative ecophysiology of bloom-forming macroalgae in the Indian River Lagoon, Florida: *Ulva lactuca*, *Hypnea musciformis*, and *Gracilaria tikvahiae*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 471: 208–216. DOI: 10.1016/j.jembe.2015.06.012
- Windyaswari, A.S., Elfahmi, E., Faramayuda, F., Riyanti, S., Luthfi, O.M., Ayu, I.P., Pratiwi, N.T.M., Husna, K.H.N. & Magfirah, R. 2019. Profil fitokimia selada laut (*Ulva lactuca*) dan mikroalga filamen (*Spirogyra* sp) sebagai bahan alam bahari potensial dari perairan Indonesia. *Kartika: Jurnal Ilmiah Farmasi*, 7(2): 88–101.
- Wolf, M.A., Sciuto, K., Andreoli, C. & Moro, I. 2012. *Ulva* (Chlorophyta, Ulvales) biodiversity in the North Adriatic Sea (Mediterranean, Italy): cryptic species and new introductions. *Journal of Phycology*, 48(6): 1510–1521.
- Xie, C., Lee, Z.J., Ye, S., Barrow, C.J., Dunshea, F.R. & Suleria, H.A.R. 2024. A review on seaweeds and seaweed-derived polysaccharides: nutrition, chemistry, bioactivities, and applications. *Food Reviews International*, 40(5): 1312–1347. DOI: 10.1080/87559129.2023.2212055
- Yunita, N.L.G.D., Wrasiaty, L.P. & Suhendra, L. 2018. Karakteristik senyawa bioaktif ekstrak selada laut (*Ulva lactuca* L.) pada konsentrasi pelarut etanol dan lama ekstraksi. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 2503: 488X.
- Yusuf, R., Syakur, A., Kalaba, Y. & Fatmawati, F. 2020. Application of some types of local seaweed extract for the growth and yield of shallot (*Allium wakegi*). *AACL Bioflux*, 13(4): 2203–2210.

- Yuvaraj, N. 2013. Characterization of structural properties and biological activities of sulfated polysaccharides extracted from brown seaweed *Sargassum wightii* Greville and seagrass *Halophila ovalis* R. Br. Hook.
- Zhang, C., Lu, J., Wu, J. & Luo, Y. 2019. Phycoremediation of coastal waters contaminated with bisphenol A by green tidal algae *Ulva prolifera*. *Science of the Total Environment*, 661: 55–62.
- Zunnuraini, Cokrowati, N. & Diniarti, N. 2023. Profil klorofil selada laut *Ulva* sp. dengan umur panen yang berbeda pada budidaya terkontrol. *E-Journal Budidaya Perairan*, 11(1): 68–78. DOI: 10.14341/diaconfiii25-26.05.23-62