

Sebaran dan Tutupan *Ulva lactuca* di Perairan Teluk Benoa, Bali

Aulia Annisa Anas, Ayu Putu Wiweka Krisna Dewi*, Pande Gde Sasmita Julyantoro,
Ni Made Ernawati

Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana
Jl. Raya Kampus Unud, Jimbaran, Kabupaten Badung, Bali 80361 Indonesia
Corresponding author, e-mail: ayuputu@unud.ac.id

ABSTRAK: *Ulva lactuca* merupakan sumberdaya hayati potensial untuk bahan baku pangan alternatif di Perairan Teluk Benoa, Bali. Kajian mengenai ketersediaan stok melalui perhitungan sebaran dan tutupan *Ulva lactuca* belum pernah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sebaran dan tutupan *Ulva lactuca* serta kualitas air di Perairan Teluk Benoa, Bali. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif menggunakan teknik *simple random sampling* pada lima stasiun. Hasil sebaran *Ulva lactuca* pada lima stasiun berdasarkan perhitungan Indeks Morisita (I_d) menunjukkan kategori seragam (*uniform*) dengan seluruh nilai < 1 . Tutupan *Ulva lactuca* pada stasiun 1, 2, dan 5 tergolong sedang dengan nilai berturut-turut sebesar 33,69%, 32,62%, dan 34,58%. Stasiun 4 termasuk dalam kategori sangat padat dengan tutupan sebesar 91,96%, sedangkan stasiun 3 berada pada kategori padat dengan tutupan sebesar 55,52%. Hasil pengukuran kualitas air menunjukkan nilai dengan rata-rata parameter suhu sebesar 30°C, pH 7, salinitas 31 ppt, kecepatan arus sebesar 0,085 m/s, kecerahan 1,1 meter, serta konsentrasi nitrat sebesar 0,369 mg/L dan fosfat 0,224 mg/L. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata sebaran dan tutupan *Ulva lactuca* berada pada kategori sebaran seragam dan tutupan pada kategori sedang. Kondisi perairan Teluk Benoa menunjukkan kualitas perairan yang cenderung optimal untuk persebaran *Ulva lactuca*. Pola sebaran *Ulva lactuca* yang relatif luas di seluruh stasiun pengamatan mengindikasikan potensi ketersediaan biomassa yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan pangan berbasis makroalga.

Kata kunci: *Ulva lactuca*; ekologi laut; distribusi spasial; tupan bentik; teluk benoa.

Distribution and Cover of Ulva lactuca in Benoa Bay, Bali

ABSTRACT: *Ulva lactuca* is a potential biological resource for alternative food raw materials in the waters of Benoa Bay, Bali. No studies have been conducted to date on stock availability through calculations of the distribution and coverage of *Ulva lactuca*. This study aims to determine the distribution and coverage of *Ulva lactuca* as well as water quality in the waters of Benoa Bay, Bali. The method used in this study was quantitative descriptive analysis employing simple random sampling at five stations. The distribution results of *Ulva lactuca* at the five stations, based on the Morisita Index (I_d) calculation, indicated a uniform category, with all values < 1 . The *Ulva lactuca* coverage at stations 1, 2, and 5 was classified as moderate, with values of 33.69%, 32.62%, and 34.58%, respectively. Station 4 falls into the very dense category with a coverage of 91.96%, while Station 3 is in the dense category with a coverage of 55.52%. Water quality measurements showed average values for temperature at 30°C, pH 7, salinity 31 ppt, current velocity 0.085 m/s, turbidity 1.1 meters, as well as nitrate concentration at 0.369 mg/L and phosphate at 0.224 mg/L. The research results indicate that the average distribution and coverage of *Ulva lactuca* fall into the uniform distribution category and the moderate coverage category, respectively. The water conditions in Benoa Bay indicate water quality that is generally optimal for the distribution of *Ulva lactuca*. The relatively widespread distribution of *Ulva lactuca* across all observation stations indicates the potential availability of biomass that can be utilized as a source of macroalgae-based food.

Keywords: *Ulva lactuca*; marine ecology; spatial distribution; benthic community; benoa bay.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan kekayaan sumberdaya perikanan melimpah yang menjadikan Indonesia memiliki hak dan wewenang penuh atas pemanfaatan sumberdaya tersebut. Tetapi, Produk Domestik Bruto (PDB) sektor perikanan belum menunjukkan peningkatan signifikan dimana pada kuartal IV/2022 sebesar 10.32% menjadi hanya 10.61% pada kuartal IV/2023 (Badan Pusat Statistik, 2024). Sektor perikanan hayati maupun non-hayati harus mampu melakukan upaya peningkatan nilai mutu maupun nilai jual pada produk perikanan salah satunya Makroalga. Pulau Bali memiliki kekayaan sumber daya melimpah terkhusus sumberdaya makroalga atau akrab dikenal rumput laut. Makroalga merupakan salah satu sumberdaya laut yang potensial di Indonesia (Andriani *et al.*, 2015). Kondisi geografis Indonesia dengan hamparan kepulauan yang luas menjadikan makroalga sebagai potensi baru yang dapat dimanfaatkan sekaligus menjadi alternatif bahan pangan dari kebutuhan manusia yang semakin terbatas. Keberadaannya yang tersebar hampir di seluruh pantai di Indonesia membuat makroalga menjadi komoditas penting yang perlu diperkenalkan kepada masyarakat luas dalam hal pemanfaatan dan pengolahannya menjadi produk yang dapat dikonsumsi, terlebih makroalga termasuk ke dalam produk ekspor unggulan di Indonesia. Tercatat dalam data statistik Kementerian Kelautan dan Perikanan pada tahun 2023 volume ekspor rumput laut mencapai 265.8433,76 ton dengan nilai sebesar 433.715,44 (satuan USD 1.000) (Kementerian Kelautan Perikanan, 2024). Nilai tersebut mencakup potensi rumput laut di alam dan di budidaya dengan beberapa genus, diantaranya *Gracilaria*, *Gelidium*, *Gelidiella*, *Gelidiopsis*, *Euचेuma*, *Hypnea*, *Sargassum* sp., *Laminaria* sp., dan *Turbinaria*. Akan tetapi, keberadaan makroalga di alam semakin terbatas akibat dari permintaan akan produk berbahan dasar rumput laut di berbagai sector, seperti makanan dan kosmetik (Chaudhary *et al.*, 2020). Hal ini mendorong perlu adanya alternatif lain dalam memanfaatkan makroalga, seperti memperkenalkan potensi jenis makroalga lain yang lebih mudah ditemukan dengan jumlah yang melimpah di alam. Jenis tersebut adalah jenis *Ulva lactuca*. Umumnya tersebar di Sulawesi, Bali, Nusa Tenggara Timur, dan Nusa Tenggara Barat.

Ulva lactuca atau selada laut termasuk ke dalam divisi Chlorophyta dengan kandungan klorofil-a dan ciri utama memiliki talus menyerupai lembaran tipis berwarna kehijauan. Sebagai jenis alga yang bisa dimakan, *Ulva lactuca* memiliki kandungan antioksidan, antibakteri, antijamur, dan antitumor (Arbi *et al.*, 2016). Keberadaan *Ulva lactuca* yang melimpah di Indonesia baru dimanfaatkan pada konsumsi salad dan juga nori yang dapat melancarkan pencernaan. Sebagai rumput laut yang dapat dikonsumsi, masyarakat Pameungpek, Garut memanfaatkan *Ulva lactuca* sebagai sayuran segar yang lezat (Rasyid, 2017). Seiring dengan pemanfaatan *Ulva lactuca*, terdapat tantangan bagi ketersediaan *Ulva lactuca* di alam tentang tidak diketahuinya jumlah persebaran dan tutupan *Ulva lactuca* secara jelas khususnya di perairan Teluk Benoa. Pemilihan lokasi penelitian di Teluk Benoa didasarkan pada karakteristik perairannya yang unik sebagai kawasan semi-tertutup dengan tekanan antropogenik yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sebaran dan tutupan *Ulva lactuca* serta kualitas air di Perairan Teluk Benoa, Bali.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di perairan Teluk Benoa, Kecamatan Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali (Gambar 1). Pengambilan data dilakukan pada bulan September hingga November 2024. Dilakukan pada rentang waktu 13.00 – 18.00 WITA meliputi pengukuran kualitas air disaat air menjelang pasang, dan perhitungan distribusi dan tutupan *Ulva lactuca* disaat air laut pada kondisi surut.

Metode yang digunakan adalah metode deskriptif dengan pendekatan analisis kuantitatif. Penelitian dilakukan pada 5 stasiun yang ditentukan menggunakan teknik *simple random sampling* dengan cara menyisir Perairan Teluk Benoa. Luas area penelitian adalah $\pm 6,35$ km² dengan jarak antar stasiun berkisar 1 – 1,5 km. Setiap stasiun dilakukan 10 kali pengambilan data menggunakan jarak antar titik sebesar ± 100 meter sehingga diperoleh titik keseluruhan berjumlah 50 titik. Data sebaran *Ulva lactuca* dihitung berdasarkan persamaan pola sebaran Indeks Morisita (Id) menurut

Brower *et al.* (1990), yaitu:

$$Id = n \frac{\sum x^2 - N}{N(N - 1)}$$

Keterangan: (Id) Indeks dispersi morisita; (n) Jumlah plot/kuadran (100 x 100 cm) pengambilan contoh; (N) Jumlah individu total dalam plot/kuadran; dan (X²) Jumlah individu pada setiap plot/kuadran. Nilai indeks morisita diinterpretasikan sebagai berikut; Id < 1 artinya pola sebaran seragam, Id = 1 artinya pola penyebaran acak; dan Id > 1 artinya pola penyebaran kelompok. Sedangkan perhitungan tutupan *Ulva lactuca* dihitung berdasarkan persamaan tutupan menurut English *et al.* (1994), yaitu:

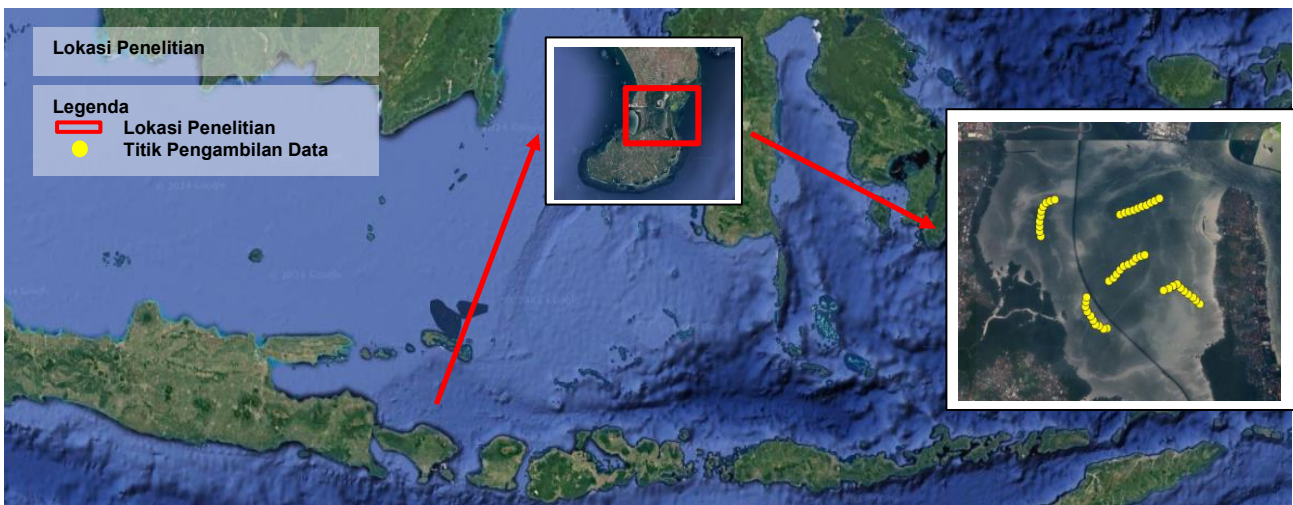
$$C = \frac{\sum Ci}{A} \times 100$$

Keterangan: (C) Tutupan (%); ($\sum Ci$) Jumlah unit tutupan (individu) setiap kuadran jenis makroalga; dan (A) Jumlah total kuadran yang digunakan. Sedangkan kategori tutupan makroalga ditentukan menggunakan kategori tutupan menurut Rahmawati *et al.* (2014) (Tabel 1).

Pengukuran parameter kualitas air dilakukan dengan dua kali pengulangan menggunakan metode *in-situ* dan *ex-situ* pada lima stasiun pengamatan. Parameter fisika-kimia yang diukur secara langsung di lapangan (*in-situ*) meliputi suhu, pH, salinitas, kecepatan, dan kecerahan. Untuk analisis nutrisi, sampel air diambil dan diuji di laboratorium (*ex-situ*) menggunakan metode spektrofotometri untuk menentukan konsentrasi nitrat dan fosfat.

Tabel 1. Kategori Tutupan Makroalga

Persentase Tutupan Makroalga (%)	Kategori Tutupan
0 – 25%	Jarang
26 – 50%	Sedang
51 – 75%	Padat
76 – 100%	Sangat Padat



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

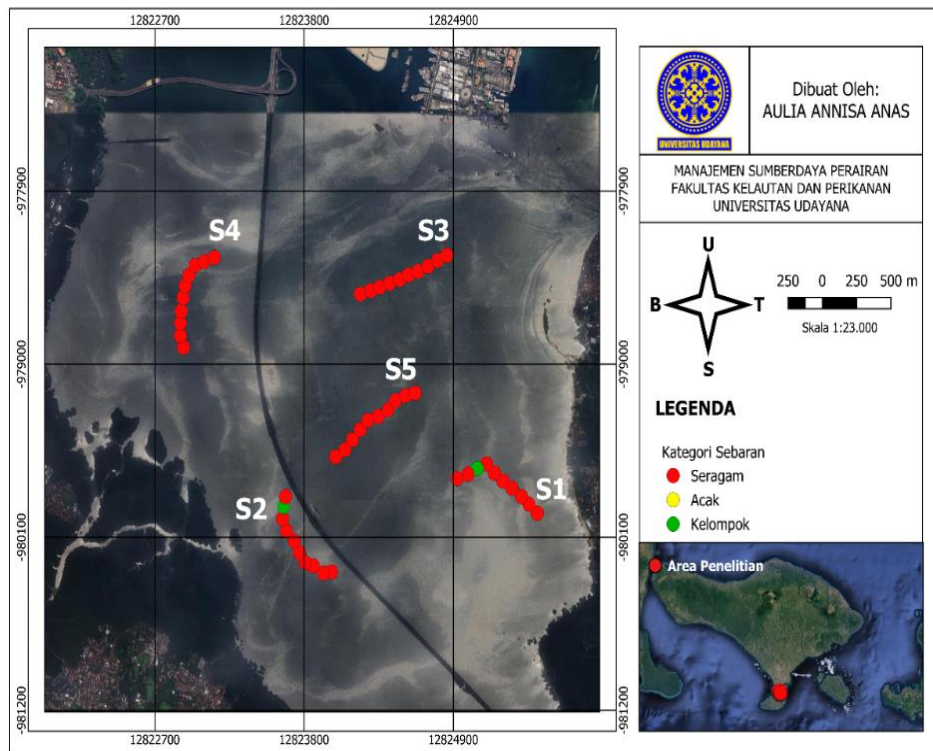
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian pada stasiun 1, 2, 3, 4 dan 5 berdasarkan perhitungan sebaran dan tutupan *Ulva lactuca* menunjukkan rata-rata sebaran seragam dan tutupan kategori sedang. Kualitas air pada perairan ini menunjukkan kondisi yang cenderung optimal untuk pertumbuhan *Ulva lactuca*. Hasil penelitian sebaran pada 5 stasiun di Perairan Teluk Benoa, Bali diperoleh hasil seperti pada Tabel 2. Seluruh stasiun berada dalam kategori sebaran seragam dengan nilai Indeks Morisita (I_d) < 1.

Pola sebaran *Ulva lactuca* di perairan Teluk Benoa masing-masing Indeks Morisita (I_d) bernilai < 1. Rata-rata sebaran memiliki pola seragam (*uniform*) dengan rata-rata (I_d) seluruh stasiun sebesar 0,234. Jika dikaitkan dengan tutupan, maka berbanding terbalik, di mana stasiun 1 dan 2 berada pada kategori tutupan sedang. Pada umumnya, tutupan tinggi menunjukkan pola sebaran mengelompok atau acak (tidak merata). Didukung oleh pernyataan Williams *et al.* (2006) bahwa organisme cenderung menunjukkan pola sebaran yang tidak merata, yang mencerminkan sifat heterogen lingkungan.

Tabel 2. Sebaran *Ulva lactuca* di Perairan Teluk Benoa, Bali

Stasiun	Indeks Morisita (I_d)	Kategori Sebaran
Stasiun 1	0,304	Seragam
Stasiun 2	0,222	Seragam
Stasiun 3	0,270	Seragam
Stasiun 4	0,229	Seragam
Stasiun 5	0,245	Seragam



Gambar 2. Peta Sebaran *Ulva lactuca*

Hasil sebaran stasiun 1 memiliki pola sebaran seragam (*uniform*) dengan nilai sebesar 0,304. Keanekaragaman flora dan fauna akuatik di stasiun ini memicu adanya persaingan kuat untuk mendapatkan ruang hidup khususnya bagi *Ulva lactuca* dalam melakukan fotosintesis (Mardhatillah, 2018). Disamping itu, stasiun 1 merupakan stasiun yang paling dekat kegiatan industri perhotelan. Daerah pesisir pada stasiun ini dipenuhi oleh hamparan hotel yang berjarak < 100 meter dari bibir teluk. Ditambah, stasiun ini yang dekat dengan muara Sungai Bualu sebagai salah satu sungai dari 6 sungai yang bermuara di Perairan Teluk Benoa yang diantaranya Sungai Bualu, Sungai Sama, Sungai Mati, Sungai Badung, Sungai Buaji, dan Sungai Loloan yang masing-masing tersebar mengelilingi perairan Benoa (Riswana *et al.*, 2017). Hal ini dapat menyebabkan tercemarnya ekosistem perairan akibat dari limbah yang berpotensi masuk ke perairan dengan kandungan nitrat dan fosfat. Pengukuran juga menunjukkan bahwa konsentrasi fosfat stasiun ini berada di bawah standar baku optimal menurut Wahyuningrum (2014) yakni < 0,001 mg/L. Hal tersebut menandakan kebutuhan fosfat sangat terbatas untuk mendukung pertumbuhan berbagai flora dan fauna akuatik di stasiun 1 khususnya *Ulva lactuca*, sehingga sebaran cenderung seragam.

Stasiun 2 memiliki pola sebaran seragam (*uniform*) dengan Id sebesar 0,222 dan merupakan stasiun dengan sebaran terendah. Stasiun ini merupakan muara bagi Sungai Sama sehingga dapat dikatakan bahwa pola sebaran seragam *Ulva lactuca* di stasiun ini merupakan salah satu dampak dari limpasan limbah domestik sungai tersebut. Pengukuran konsentrasi nitrat dan fosfat dari limpasan limbah pada stasiun 2 menunjukkan nilai yang optimal untuk pertumbuhan *Ulva lactuca* akan tetapi substrat pada stasiun ini adalah pasir berkarang cenderung berlumpur yang lebih optimal untuk pertumbuhan *Caulerpa sp* dibandingkan dengan *Ulva lactuca*. Ketidakesesuaian substrat dapat memengaruhi efisiensi penyerapan unsur hara yang berpengaruh terhadap produktivitas alga. Maka dari itu, pola sebaran *Ulva lactuca* pada stasiun 2 cenderung seragam dalam hal ini mengumpul jarang mengingat adanya selektivitas habitat.

Stasiun 3 juga mempunyai pola sebaran seragam (*uniform*) dengan Id 0,270. Stasiun ini berdekatan dengan pintu laut lepas sehingga sirkulasi nutrisi terjadi dengan baik. Posisi perairan yang berdekatan dengan laut lepas mengakibatkan adanya pertukaran air secara intensif dan pengaruh arus laut yang mendukung keberagaman hayati dan produktivitas ekosistem. Akan tetapi, pengukuran kecepatan arus pada stasiun ini melebihi batas optimal untuk pertumbuhan *Ulva lactuca* yaitu > 0,5 m/s dan berdampak pada penyerapan energi yang kurang optimal. Maka dari itu, stasiun 3 termasuk kategori sebaran seragam dalam hal ini mengumpul padat karena fluktuasi kecepatan arus membuat proses kolonisasi *Ulva lactuca* terhambat.

Berbeda dengan sebelumnya, stasiun 4 memiliki nilai Id 0,229 dengan lokasi pengamatan yang ini. Lokasi ini merupakan muara dari Sungai Sama, Sungai Mati, dan Sungai Badung yang membawa banyak limpasan limbah domestik yang kaya nutrisi. Akan tetapi, kandungan nitrat dan fosfat pada stasiun ini menunjukkan nilai melebihi batas optimal yang dapat meningkatkan pencemaran dan mengganggu keseimbangan flora dan fauna. Maka dari itu, stasiun 4 memiliki pola sebaran seragam dalam hal ini mengumpul jarang mengingat kondisi perairan yang rusak atau melebihi baku optimal perairan. Sedangkan stasiun 5 memiliki nilai Id 0,245 dengan sumber limpasan domestik berasal dari Sungai Bualu. Pengukuran menunjukkan konsentrasi fosfat pada stasiun ini melebihi batas optimal yakni 0.363 mg/L. Maka, pola sebaran seragam atau mengumpul sedang merupakan bentuk pertahanan diri dari *Ulva Lactuca* untuk membuat kolonisasi.

Hasil tutupan pada stasiun 1 menunjukkan nilai sebesar 33,69% dan berada pada kategori tutupan sedang. Diikuti tutupan pada stasiun 2 dan 5 yang juga termasuk pada kategori sedang dengan nilai berturut turut sebesar 32,62% dan 34,58%. Berbeda pada stasiun 3 memiliki tutupan sebesar 55,52% dan termasuk ke dalam kategori padat. Sedangkan tutupan pada stasiun 4 masuk ke dalam kategori sangat padat dengan tutupan sebesar 91,69%. Hasil tutupan disajikan pada Tabel 4 dengan tutupan stasiun 2 memiliki tutupan terendah dan stasiun 5 memiliki tutupan tertinggi sedangkan rata-rata tutupan seluruh stasiun adalah sedang.

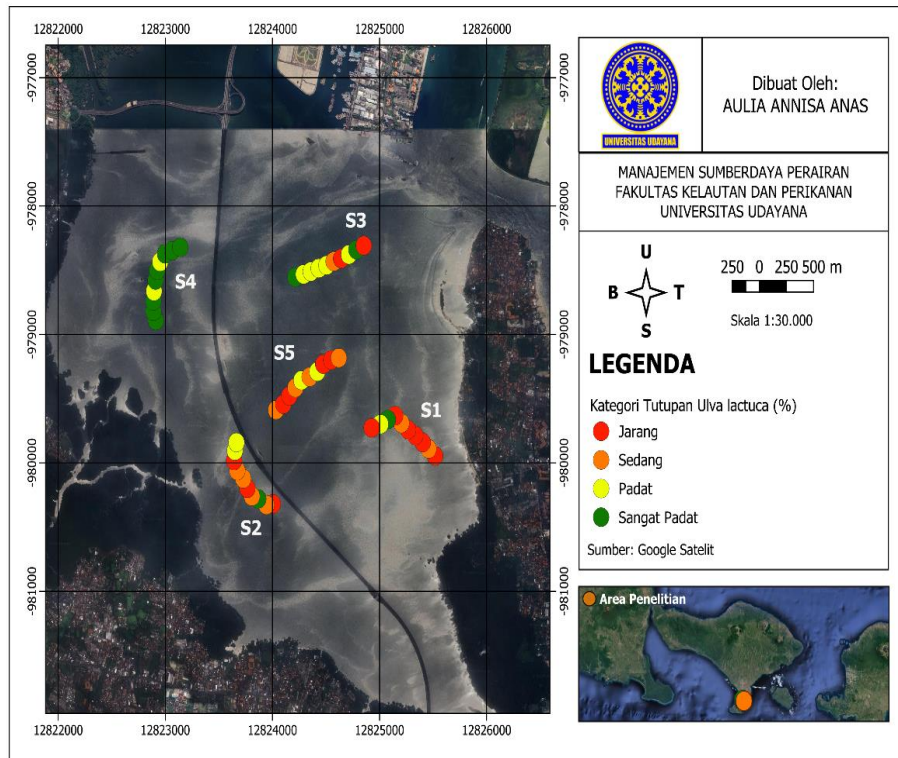
Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 3 menunjukkan terdapat perbedaan hasil antara satu stasiun dengan stasiun lain. Dimana stasiun 2 memiliki tutupan terendah dan stasiun 4 memiliki tutupan tertinggi. Berdasarkan rata-rata tutupan seluruh stasiun teramati, Perairan Teluk Benoa memiliki nilai tutupan yakni 49,62% dengan kategori tutupan sedang. Hal tersebut dapat

terjadi akibat dari beberapa faktor meliputi suhu, pH, kecerahan air, kecepatan arus, salinitas, serta konsentrasi nitrat dan fosfat. Sumber menyebutkan bahwa faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan makroalga di perairan diantaranya konsentrasi fosfat, kecepatan arus, sirkulasi perairan, dan tingkat sedimentasi (Radiarta *et al.*, 2018). Ditambah, menurut Ratnawati *et al.* (2017) tutupan makroalga dipengaruhi oleh keberadaan nutrisi, suhu perairan, aktivitas antropogenik, dan komposisi substrat tempat makroalga tumbuh. Kondisi tersebut juga diperkuat dengan geografis Indonesia yang menyebabkan faktor dominan berbeda di setiap wilayah.

Hasil tutupan stasiun 1 memiliki nilai sebesar 33,69% dan termasuk dalam kategori tutupan sedang. Stasiun ini memiliki substrat pasir berkarang sedikit berlumpur dengan keanekaragaman flora dan fauna. Besaran *Ulva lactuca* pada stasiun ini disebabkan karena adanya persaingan dalam memenuhi kebutuhan nutrisi dari flora dan fauna lain. Ditambah kondisi perairan pada stasiun 1 yang berdekatan dengan muara sungai berpengaruh terhadap konsentrasi fosfat sebagai sumber nutrisi utama *Ulva lactuca*. Konsentrasi fosfat stasiun 1 berada pada kategori kurang optimal yakni dibawah 0,05 mg/L yang membuat terbatasnya kebutuhan nutrisi untuk pertumbuhan *Ulva lactuca* (Wahyuningrum, 2014).

Tabel 3. Tutupan *Ulva lactuca* di Perairan Teluk Benoa, Bali

Stasiun	Persentase Tutupan	Kategori Tutupan
Stasiun 1	33,69	Sedang
Stasiun 2	32,62	Sedang
Stasiun 3	55,52	Padat
Stasiun 4	91,69	Sangat Padat
Stasiun 5	34,58	Sedang



Gambar 3. Peta Tutupan *Ulva lactuca*

Berbeda dengan stasiun 1, stasiun 2 memiliki nilai tutupan terendah diantara stasiun lain yakni sebesar 32,62% dengan kategori sedang. Pengukuran kecepatan arus pada stasiun ini kurang optimal dengan nilai kurang dari 0.1 m/s. Kecepatan arus akan mempengaruhi penyerapan nutrisi, penurunan kualitas habitat, dan sedimentasi tinggi (Radiarta & Kusriani, 2017). Hal ini karena lokasi stasiun 2 yang menjadi *outlet* bagi Sungai Baluan yang merupakan sungai kecil dengan aliran lamban sehingga sirkulasi arus relatif lambat. Hal ini dapat menyebabkan sirkulasi nutrisi dan kolonisasi *Ulva lactuca* dapat terhambat. Kondisi sebaliknya ditunjukkan dari stasiun 3 dengan nilai tutupan sebesar 55,52%. Pengukuran kecepatan arus menunjukkan nilai melebihi batas optimal karena lokasinya yang berdekatan dengan pintu laut lepas. Hal ini membuat pergerakan arus terjadi secara intensif dan memberi dampak terhadap kurang maksimalnya penyerapan nutrisi *Ulva lactuca*.

Stasiun 4 memiliki tutupan tertinggi yakni sebesar 91,69% dengan kategori sangat padat. Stasiun 4 memiliki substrat cenderung pasir berlumpur karena terkena dampak dari endapan lumpur dari sungai yang meluap dan bermuara ke Perairan Benoa meliputi Sungai Mati dan Sungai Badung. Limpasan lumpur tersebut memiliki kandungan nutrisi khususnya nitrogen dan fosfor yang mampu mendukung pertumbuhan *Ulva lactuca*. Menurut Mujiyanto & Suhaeti, (2016), pertumbuhan subur *Ulva lactuca* dapat terjadi akibat dari banyaknya *input* nutrisi dari kegiatan antropogenik. Sumber menyebutkan bahwa buka tidak mungkin, *Ulva lactuca* tidak dapat tumbuh pada substrat berlumpur (Radiarta & Kusriani, 2017). Hal inilah yang mendasari stasiun 4 memiliki tutupan *Ulva lactuca* melimpah karena kekayaan nutrisi yang mendukung pertumbuhan *Ulva lactuca* secara optimal. Terakhir, stasiun 5 memiliki nilai tutupan sebesar 34,58% yang menunjukkan kategori tutupan sedang. Stasiun ini, yang merupakan muara Sungai Buala, memiliki kandungan nutrisi berupa fosfat dan nitrat yang melimpah. Akan tetapi, pengukuran konsentrasi fosfat pada stasiun ini menunjukkan kategori melebihi baku optimal yang dapat mengganggu produktivitas primer *Ulva lactuca* (Flynn, 2001).

Hasil pengukuran kualitas air di Perairan Teluk Benoa dari stasiun 1, 2, 3, 4, dan 5 meliputi parameter fisika (suhu, kecepatan arus, dan kecerahan) dan parameter kimia (pH, salinitas, nitrat dan fosfat). Berdasarkan data dapat dinyatakan bahwa Perairan Teluk Benoa memiliki kisaran suhu 28 – 31°C, pH 8,30 – 8,75, salinitas 31 – 32ppt, kecepatan arus 0,050 – 0,127 m/s, kecerahan 90 – 146,5 cm, serta konsentrasi nitrat 0,340 – 0,505 mg/L, fosfat < 0,001 – 0,370 mg/L, dan kedalaman 1,5 – 6,0 meter pada pasang tertinggi.

Suhu memiliki peranan penting dalam menentukan kepadatan dan tutupan makroalga. Hasil pengukuran menunjukkan rata-rata suhu seluruh stasiun berkisar 28,5 – 31,15°C dan optimal dengan nilai tertinggi ditemukan pada stasiun 3 dan nilai terendah pada stasiun 4. Bukan tanpa alasan, suhu di stasiun 3 melebihi batas optimal pertumbuhan *Ulva lactuca* karena lokasinya yang berdekatan dengan pintu laut lepas membuat mudah terjadinya fluktuasi suhu akibat dari pertukaran nutrisi dan arus secara terus menerus. Berbeda dengan kondisi di stasiun 4 yang mengalami fluktuasi suhu akibat dari adanya limpasan limbah dan aliran secara terus-menerus dari tiga muara sungai yang ada di sekeliling lokasi ini. Suhu optimal untuk pertumbuhan makroalga di perairan yaitu 20 - 30°C (Palallo, 2013).

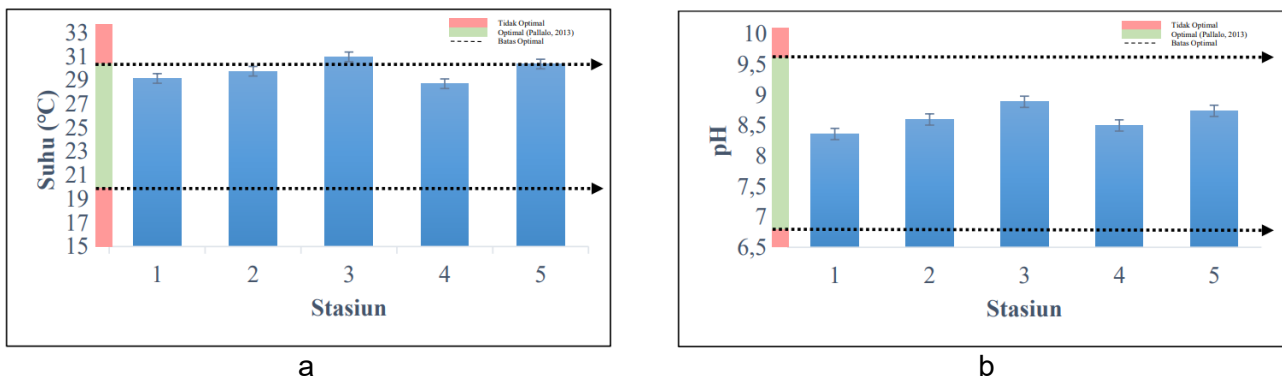
Tabel 4. Kualitas Air Perairan Teluk Benoa, Bali

Parameter	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Stasiun 4	Stasiun 5	Rata-Rata
Suhu (°C)	29	30	31	29	30	29.8
Salinitas (ppt)	31	32	32	31	32	31.6
pH	8	7	9	9	9	8.4
Kecerahan (cm)	135	94	67	97	73	93.2
Kedalaman (m)	142.5	94	108.5	97	111.5	110.7
Nitrat (mg/L)	0.5095	0.3995	0.379	0.3445	0.369	0.4003
Fosfat (mg/L)	0.001	0.2275	0.172	0.361	0.3635	0.225

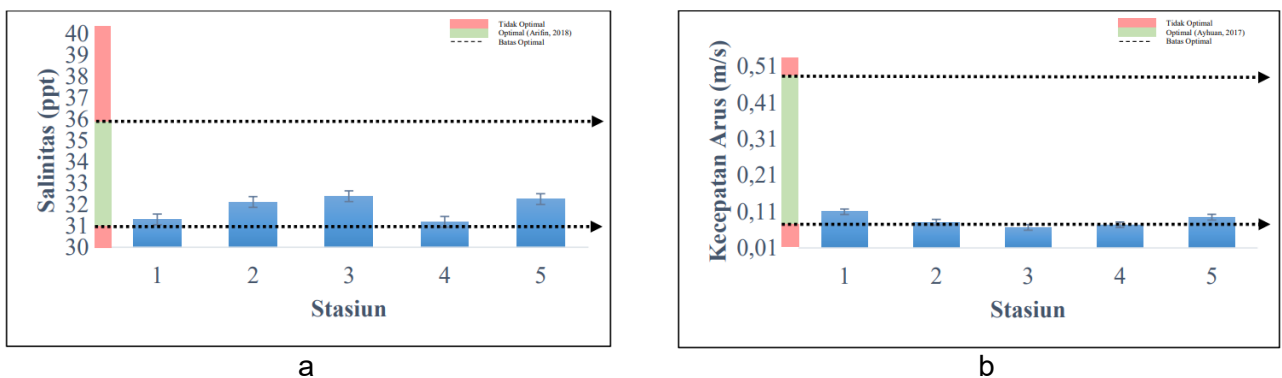
Hasil pengukuran pH pada 5 stasiun menunjukkan kondisi kurang optimal dengan nilai tertinggi pada stasiun 3 sebesar 8,89 dan nilai terendah pada stasiun 1 sebesar 8,36. Sedangkan stasiun 2, 4, dan 5 memiliki nilai pH berturut-turut sebesar 8,60, 8,50, dan 8,75. Seluruh stasiun di Perairan Benoa menerima limpasan aliran air sungai yang membawa berbagai macam nutrisi dari bahan organik pada limbah yang turut terbawa arus sungai. Menurut Hamuna *et al.* (2018) konsentrasi kalsium, nilai suhu, salinitas, dan keberadaan bahan organik dapat berpengaruh terhadap perubahan nilai pH di perairan. *Ulva lactuca* dapat tumbuh optimal pada pH berkisar 6,80 – 9,60 (Palallo, 2013).

Pengukuran salinitas pada seluruh stasiun menunjukkan rata-rata optimal untuk mendukung sebaran dan tutupan *Ulva lactuca*. Menurut Luning (1990), perairan dengan salinitas 30 – 32 ppt merupakan kondisi optimal bagi pertumbuhan terumbu karang dan mendukung persebaran spasial makroalga. Sedangkan kecepatan arus di Perairan Benoa menunjukkan kondisi kurang optimal khususnya pada stasiun 2, 3, 4, dan 5 yang terhubung dengan pintu laut lepas dan menjadi muara bagi 6 sungai di Perairan Teluk Benoa. Sumber menyebutkan bahwa kecepatan arus memengaruhi suplai oksigen terhadap pertumbuhan makroalga. Tinggi rendahnya kecepatan arus dapat mempengaruhi pertumbuhan yang stabil untuk *Ulva lactuca*, tetapi kecepatan arus cenderung cepat juga menjadi ancaman bagi pertahanan diri *Ulva lactuca* di suatu habitat. Semakin baik kecepatan arus suatu perairan, maka semakin mendukung proses pembentukan kolonisasi, pertumbuhan biomassa, dan sirkulasi nutrisi untuk *Ulva lactuca* (Radiarta *et al.*, 2014). Pada pertumbuhan *Ulva lactuca*, kecepatan arus optimal berada pada kisaran 0,1 – 0,5 m/s (Sulistyo *et al.*, 2016).

Parameter kecerahan memiliki hubungan erat dengan intensitas cahaya dan kedalaman perairan. Berdasarkan hasil pengukuran, didapatkan nilai kecerahan pada kondisi optimal dengan rata-rata kurang dari 1,1 meter. Nelayan setempat menyatakan bahwa kedalaman Perairan Benoa



Gambar 4. Grafik Rata-rata a. Suhu dan b. pH Perairan Teluk Benoa

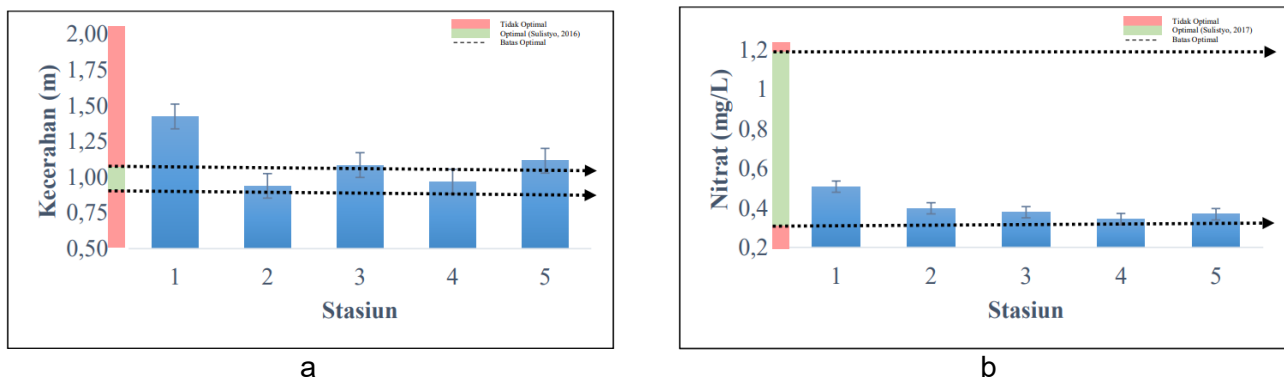


Gambar 5. Grafik Rata-rata a. Salinitas dan b. Kecepatan Arus Perairan Teluk Benoa

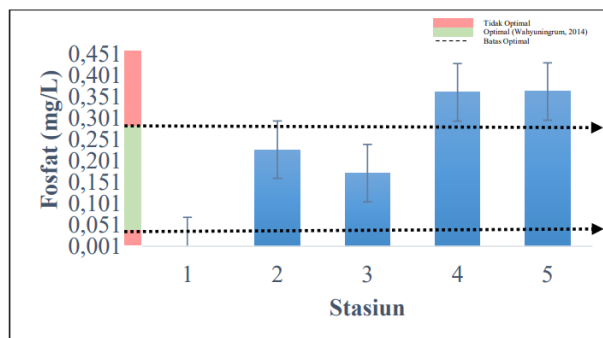
pada Stasiun 1 mampu mencapai ketinggian maksimal 3 meter pada kondisi pasang tertinggi, sedangkan Stasiun 2, 3, 4, dan 5 mampu mencapai ketinggian 5 – 6 meter pada kondisi pasang tertinggi. Ini sesuai dengan pengukuran kecerahan yang menunjukkan bahwa stasiun 1 memiliki nilai kecerahan tertinggi sebesar 1,42 meter dibandingkan dengan stasiun lain. Menurut Ayhuan *et al.* (2017), intensitas cahaya yang baik untuk pertumbuhan makroalga di perairan Bali adalah sedalam 0,94 – 1,08 meter di bawah permukaan air laut.

Konsentrasi nitrat memiliki peran penting yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan persebaran *Ulva lactuca* di perairan. Nitrat merupakan sumber nutrisi yang mendukung proses asimilasi nitrogen (Lobban & Harrison, 1997). Hasil pengukuran konsentrasi nitrat menunjukkan kondisi optimal dengan nilai tertinggi yang ditemukan pada stasiun 1 dan nilai terendah pada stasiun 4. Hal ini terjadi sebagai dampak dari limpasan limbah domestik yang banyak bermuara di Perairan Benoa. Berdasarkan informasi dari nelayan setempat, limpasan limbah yang banyak bermuara di perairan ini adalah limbah ayam potong broiler dan sisa kotoran babi yang kemudian terdekomposisi. Menurut Sulistyو *et al.* (2016), konsentrasi nitrat yang dapat mendukung pertumbuhan *Ulva lactuca* berada pada kisaran 0,3 – 1,2 mg/L.

Terakhir, konsentrasi fosfat memiliki peran yang tidak kalah penting dengan nitrat. Hasil pengukuran konsentrasi fosfat menunjukkan kondisi optimal dengan nilai tertinggi yang ditemukan pada stasiun 5 dan nilai terendah pada stasiun 1. Stasiun 1 berada dekat industri perhotelan dengan limbah yang terkelola sehingga memicu potensi adanya dekomposisi bahan organik atau limbah masuk ke stasiun ini. Berbeda dengan stasiun 4 dan 5 yang memiliki kandungan fosfat melebihi batas optimal karena lokasinya yang menjadi tempat pertemuan dan dekomposisi bahan organik dari 3 sungai berbeda di sekitarnya. Hal ini memicu pencampuran bahan organik dan akumulasi nitrat yang lebih banyak di dalam perairan. Fosfat berfungsi sebagai penyedia ion yang akan membantu. Menurut Wahyuningrum (2014), konsentrasi fosfat yang optimal untuk pertumbuhan makroalga pesisir yakni 0,05 – 0,30 mg/L.



Gambar 6. Grafik Rata-rata a. Kecerahan dan b. Konsentrasi Nitrat Perairan Teluk Benoa



Gambar 7. Grafik Rata-rata Konsentrasi Fosfat Perairan Teluk Benoa

KESIMPULAN

Sebaran dan persentase tutupan *Ulva lactuca* di Perairan Teluk Benoa masing-masing memiliki nilai yakni sebaran pada stasiun 1, 2, 3, 4, 5 pada kategori seragam (*uniform*) dengan nilai Indeks Morisita (I_d) < 1 dan rata-rata sebesar 0.234. Persentase tutupan *Ulva lactuca* pada stasiun 1, 2, 3, 4, 5 menunjukkan rata-rata persentase tutupan seluruh stasiun sebesar 49,62% dengan kategori sedang. Stasiun 4 memiliki tutupan tertinggi sebesar 91,96% dan stasiun 2 memiliki tutupan terendah sebesar 32,68%. Berdasarkan pengukuran kualitas air, Perairan Teluk Benoa menunjukkan kondisi cenderung optimal untuk pertumbuhan *Ulva lactuca*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Fakultas Kelautan dan Perikanan dan LPPM Universitas Udayana atas dana yang telah diberikan berdasarkan nomor keputusan B/1.367/UN14.4.A/PT.01.03/2023 untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, Z., Fasya, A.G., & Hanapi, A. 2015. Antibacterial activity of the red algae *Euclima cottonii* extract from Tanjung Coast, Sumenep Madura. *Alchemy: Journal of Chemistry*, 42: 93–100.
- Arbi, B., Ma'ruf, W.F., & Romadhon, R. 2016. The activity of bioactive compounds from sea lettuce *Ulva lactuca* as antioxidant in fish oil. *Saintek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 12(1): 12–18. DOI: 10.14710/ijfst.12.1.12-18
- Ayhuan, H.C., Zamani, N.P., & Soedharma, D. 2017. Analisis struktur komunitas makroalga ekonomis penting di perairan intertidal Manokwari, Papua Barat. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 8(1): 19–38. DOI: 10.24319/jtpk.8.19-38
- Badan Pusat Statistik. 2024. Produk domestik bruto (PDB) Indonesia menurut lapangan usaha [Triwulan I-IV 2024]. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Basyuni, M., Puspita, M., Rahmania, R., Albasri, H., Pratama, I., Purbani, D., Aznawi, A., Mubaraq, A., Mustaniroh, S., Menne, F., Rahmila, Y., Salmo, S., Susilowati, A., Larekeng, S., Ardli, E., & Kajita, T. 2024. Current biodiversity status, distribution, and prospects of seaweed in Indonesia: A systematic review. *Heliyon*, 10(9): e31073. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e31073
- Brower, J.E., Zar, J.H., & von Ende, C.N. 1990. Field and laboratory methods for general ecology. 3rd edn. Wm. C. Brown Publishers. Dubuque.
- Chaudhary, R., Nawaz, K., Khan, A.K., Hano, C., Abbasi, B.H., & Anjum, S. 2020. An overview of the algae-mediated biosynthesis of nanoparticles and their biomedical applications. *Biomolecules*, 10(11): 1498. DOI: 10.3390/biom10111498
- English, S., Wilkinson, C., & Baker, V. 1994. Survey manual for tropical marine resources. Australian Institute of Marine Science (AIMS). Townsville.
- Flynn, K.J. 2001. A mechanistic model for understanding algal competition for phosphorus. *Marine Ecology Progress Series*, 221: 49–57. DOI: 10.3354/meps221049
- Hamuna, B., Tanjung, R.H., Suwito, S., Maury, H.K., & Alianto, A. 2018. Kajian kualitas air laut dan indeks pencemaran berdasarkan parameter fisika-kimia di perairan Distrik Depapre, Jayapura. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(1): 35–43. DOI: 10.14710/jil.16.1.35-43
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2024. Laporan kinerja pusat data, statistik dan informasi tahun 2023. Kementerian Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Lobban, C.S., & Harrison, P.J. 1997. Seaweed ecology and physiology. Cambridge University Press. Cambridge.
- Luning, K. 1990. Seaweeds: Their environment, biogeography, and ecophysiology. John Wiley and Sons. New York.
- Mardhatillah, S.T. 2018. Identifikasi dan pola sebaran makroalga di perairan Pantai Punaga Kabupaten Takalar. Skripsi. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.

- Mujiyanto, & Suhaeti, R. 2016. Karakteristik makroalga di perairan Kepulauan Seribu. *Jurnal Oseanologi dan Limnologi Indonesia*, 2(3): 22–35. DOI: 10.14203/joli.v2i3.210
- Palallo, A. 2013. Distribusi makroalga pada ekosistem lamun dan terumbu karang di Pulau Bonebatang, Kecamatan Ujung Tanah, Kelurahan Barrang Lompo, Makassar. Skripsi. Universitas Hasanuddin Makassar.
- Radiarta, I.N., & Kusriani, E. 2017. Karakteristik hidrodinamika dan pertumbuhan makroalga. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 23(1): 45–59.
- Radiarta, I.N., Saputra, A., Pratikto, I., & Wijayanti, D.P. 2014. Kajian hidrodinamika dan distribusi makroalga di perairan Bali. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 20(3): 145–160.
- Radiarta, I.N., Sugimura, Y., Harata, T., & Kitamura, A. 2018. Spatial distribution of seaweed aquaculture zones in the Nusa Penida coastal waters, Bali, Indonesia: An application of GIS and remote sensing. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 24(3): 185–196.
- Rahmawati, S., Supriyadi, I.H., Azkab, M.H., & Kiswara, W. 2014. Panduan monitoring padang lamun. Pusat Penelitian Oseanografi LIPI. Jakarta.
- Rasyid, A. 2017. Evaluation of nutritional composition of the dried seaweed *Ulva lactuca* from Pameungpeuk waters, Indonesia. *Tropical Life Sciences Research*, 28(2): 119–125. DOI: 10.21315/tlsr2017.28.2.9
- Ratnawati, E., Suryono, C.A., & Hartati, R. 2017. Struktur komunitas dan komposisi makroalga di perairan pesisir Sulawesi. *Jurnal Kelautan Nasional*, 12(2): 67–76. DOI: 10.15578/jkn.v12i2.6171
- Risuana, I.G.S., Hendrawan, I.G., & Suteja, Y. 2017. Distribusi spasial total padatan tersuspensi puncak musim hujan di permukaan perairan Teluk Benoa, Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 3(2): 223–232. DOI: 10.24843/jmas.2017.v3.i02.223-232
- Sulistyo, H., Purnomo, P.W., & Afiati, N. 2016. Dinamika pertumbuhan *Ulva lactuca* di perairan pesisir Jawa Timur. *Jurnal Kelautan Indonesia*, 11(2): 105–118.
- Wahyuningrum, P.I. 2014. Kajian kualitas perairan untuk budidaya rumput laut di perairan Pantai Kabupaten Serang. Tesis. Institut Pertanian Bogor.
- Williams, N.S.G., Morgan, J.W., McCarthy, M.A., & McDonnell, M.J. 2006. Local extinction of grassland plants: The landscape matrix is more important than patch attributes. *Ecology*, 87(12): 3000–3006. DOI: 10.1890/0012-9658(2006)87[3000:LEOGPT]2.0.CO;2