



ISOLASI DAN IDENTIFIKASI SENYAWA KIMIA EKSTRAK DIETIL ETER BIOTA LAUT ANGGUR LAUT (*Caulerpa sp.*) DENGAN KROMATOGRAFI RAPID SI-GEL ASAL KABUPATEN GOWA

*Isolation and Identification of Chemical Compounds from Diethyl Ether Extract of Sea Grape (*Caulerpa sp.*) Using Rapid Si-Gel Chromatography from Gowa Regency*

Annisa Wahidah Putri^{1*}, Rustam T^{2*}, Raudhatul Jannah N^{3*}

¹ Program Studi Sarjana Farmasi, Fakultas Farmasi, ITKeS Muhammadiyah Sidrap

^{2,3} Fakultas Farmasi, ITKeS Muhammadiyah Sidrap

Email Correspondention: annisawahidahputri@gmail.com/082237025827

ABSTRAK

Caulerpa Sp. Merupakan jenis alga hijau (*Cholophyta*) yang banyak ditemukan diperairan tropis, termasuk wilayah pesisir kabupaten gowa, sulawesi selatan. Jenis makroalga ini tidak hanya dikonsumsi secara tradisional sebagai sayuran laut, tetapi juga terdapat senyawa metabolit sekunder yang aktif secara biologis. Penelitian ini dilakukan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi senyawa kimia ekstrak dietil eter biota laut anggur laut (*Caulerpa Sp.*) dengan kromatografi rapid sigel. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh informasi mengenai senyawa kimia yang terkandung dalam anggur laut local dengan potensial yang tinggi untuk dikembangkan lebih lanjut dalam bidang industri farmasi, pangan, maupun dibidang kosmetika. Hasil dari isolasi dan identifikasi ekstrak dietil eter biota laut anggur laut (*Caulerpa Sp.*) menggunakan kromatografi rapid si-gel berdasarkan noda yang nampak dan nilai Rf yang telah dihitung pada plat KLT menunjukkan pada fraksi B terdapat 3 noda menampakkan senyawa yang terisolasi, kemudian dilakukan kromatografi lapis tipis 2 dimensi untuk membuktikan bahwa fraksi tersebut merupakan senyawa murni dengan adanya noda tunggal.

Kata kunci: Ekstrak Dietil Eter, Kromatografi Rapid Si-Gel, Kromatografi Lapis Tipis

ABSTRACT

Caulerpa sp. is a type of green algae (*Cholophyta*) commonly found in tropical waters, including the coastal areas of Gowa Regency, South Sulawesi. This macroalgae is not only traditionally consumed as a sea vegetable, but also contains biologically active secondary metabolites. This research was conducted to isolate and identify chemical compounds from the diethyl ether extract of sea grape (*Caulerpa sp.*) using rapid Si-gel chromatography. Through this study, it is expected that valuable information can be obtained regarding the chemical compounds contained in local sea grapes, which have high potential to be further developed in the pharmaceutical, food, and cosmetic industries. The results of the isolation and identification of the diethyl ether extract from *Caulerpa sp.* using rapid Si-gel chromatography, based on the visible spots and Rf values observed on the TLC plate, showed that Fraction B contained three distinct spots, indicating the presence of isolated compounds. Further two-dimensional thin-layer chromatography (2D-TLC) was then conducted to confirm the purity of the compound, as evidenced by the presence of a single spot.

Key words: Diethyl Ether Extract, Rapid Si-Gel Chromatography, Thin Layer Chromatography (TLC)

PENDAHULUAN

Keragaman hayati laut di Indonesia telah banyak menjadi objek berbagai penelitian, terutama dalam hal eksplorasi kandungan bahan alam yang terdapat di dalamnya. Namun, sebagian besar penelitian masih cenderung fokus kepada organisme yang hidup di wilayah daratan. Oleh karena itu, penelitian di bidang kimia bahan alam laut masih memiliki peluang yang sangat luas untuk dikembangkan sebagai sumber senyawa bioaktif baru yang potensial baik untuk kepentingan ilmiah maupun dibidang kesehatan.

Caulerpa Sp. Merupakan jenis alga hijau (*Cholophyta*) yang banyak ditemukan diperairan tropis, termasuk wilayah pesisir kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan. Jenis makroalga ini tidak hanya dikonsumsi secara tradisional sebagai sayuran laut, tetapi juga terdapat senyawa metabolit sekunder yang aktif secara biologis.

Meskipun memiliki potensi yang besar, pemanfaatan *Caulerpa Sp* di Indonesia masih sangat rendah, khususnya dalam bentuk produk olahan di bidang farmasi. Urgensi penelitian terhadap karakteristik kimia *Caulerpa Sp.* didasarkan pada pemanfaatannya sebagai sumber pangan oleh Masyarakat serta keterbatasan studi dan referensi ilmiah terkait kandungan senyawa bioaktif dan karakteristik kimianya (Jumsurizal *et al.*, 2021).

Guna mengoptimalkan potensi yang dimiliki oleh anggur laut, diperlukan penelitian lanjutan, salah satunya melalui metode pemisahan komponen atau senyawa dari suatu campuran berdasarkan kemampuan larut suatu senyawa pada dua fase yang tidak saling melarutkan. Kualitas ekstraksi umumnya dipengaruhi oleh luas permukaan serbuk bahan uji yang berinteraksi dengan pelarut. Semakin halus ukuran partikel simplisia, semakin luas area kontak dengan pelarut, sehingga proses ekstraksi menjadi lebih optimal (Hujjatusnaini, 2021).

Setelah dilakukan ekstraksi, senyawa yang diperoleh dapat dianalisis menggunakan metode kromatografi. Kromatografi merupakan metode pemisahan kimia yang didasarkan pada perbedaan distribusi zat antara dua fase, yaitu fase diam (padat) dan fase Gerak (cair atau gas). Metode ini bertujuan untuk memisahkan senyawa-senyawa berdasarkan perbedaan sifat fisik atau kimia dalam suatu campuran, sehingga masing-masing komponen dapat diidentifikasi dan dianalisis lebih lanjut. Pemisahan secara kromatografi umumnya menggunakan peralatan relatif sederhana dan waktu yang singkat (Fasya, 2018).

METODE

Jenis penelitian ini adalah eksperimental laboratorium yang dilaksanakan di Laboratorium Fitokimia ITKeS Muhammadiyah Sidrap pada bulan Mei–Juni 2025. Bahan yang digunakan meliputi sampel *Caulerpa sp.* dari Kabupaten Gowa, pelarut (etanol 96%, dietil eter, n-heksan, etil asetat, metanol, kloroform), dan pereaksi H₂SO₄ 10%. Prosedur penelitian mencakup: (1) Ekstraksi dengan maserasi menggunakan etanol 96%; (2) Fraksinasi dengan corong pisah menggunakan dietil eter; (3) Pemisahan dengan kromatografi rapid Si-gel; (4) Analisis kemurnian dengan KLT dua dimensi; dan (5) Kristalisasi hasil isolasi.

HASIL

Tabel 1 Hasil Pengamatan Kromatografi Lapis Tipis Ekstrak Etanol

NO	A		B		C	
	Rf	Warna	Rf	Warna	Rf	Warna
1.	0,26	nerah muda keunguan	0,69	nerah muda keunguan	0,93	hijau tua
2.	0,053	hijau	0,61	orange	0,85	hijau muda
3.			0,51	hijau tua	0,8	hijau kekuningan
4.			0,37	hijau muda		
5.			0,32	hijau kekuningan		

NO	D		E		F	
	Rf	Warna	Rf	Warna	Rf	Warna
Tidak ada noda						

Sumber: Hasil Pengamatan KLT Ekstrak Etanol

Keterangan :

A = Cairan pengelusi N-Heksan : Etil Asetat (9 : 1)

B = Cairan pengelusi N-Heksan : Etil Asetat (8 : 2)

C = Cairan pengelusi N-Heksan : Etil Asetat (7 : 3)

D = Cairan pengelusi Kloroform : Metanol : Air (20 : 6 : 1)

E = Cairan pengelusi Kloroform : Metanol : Air (15 : 6 : 1)

F = Cairan pengelusi Kloroform : Metanol : Air (10 : 6 : 1)

Tabel 2 Hasil Pengamatan Kromatografi Lapis Tipis Ekstrak Dietil Eter

NO	A		B		C	
	Rf	Warna	Rf	Warna	Rf	Warna
1.	0,26	Hijau	0,85	Hijau tua	0,94	Hijau
2.	0,12	Hijau	0,78	Hijau muda	0,90	Merah muda
3.			0,42	Hijau kekuningan	0,86	Hijau muda
4.					0,84	Hijau tua
5.					0,76	Hijau tua
6.					0,68	Hijau kekuningan

Sumber: Hasil Pengamatan KLT Ekstrak Dietil Eter

Keterangan :

A = Cairan pengelusi N-Heksan : Etil Asetat (9 : 1)

B = Cairan pengelusi N-Heksan : Etil Asetat (8 : 2)

C = Cairan pengelusi N-Heksan : Etil Asetat (7 : 3)

Tabel 3 Hasil Pengamatan Kromatografi Lapis Tipis Ekstrak N-Butanol

NO	A		B		C	
	Rf	Warna	Rf	Warna	Rf	Warna

Tidak ada noda

Sumber : Hasil Pengamatan Kromatografi Lapis Tipis Ekstrak N-**Butanol**

Keterangan :

A = Cairan pengelusi Kloroform : Metanol : Air (20 : 6 : 1)

B = Cairan pengelusi Kloroform : Metanol : Air (15 : 6 : 1)

C = Cairan pengelusi Kloroform : Metanol : Air (10 : 6 : 1)

Penampakan noda Asam Sulfat 10%

PEMBAHASAN

Sampel yang digunakan diambil dari Panciro, Desa Mattirobaji, Kec. Bajeng, Kab. Gowa, Sulawesi Selatan. Kemudian disortasi basah menggunakan air tawar dengan tujuan menghilangkan kadar garam yang terkandung dalam sampel, setelah di sortasi basah akan disortasi kering. Selanjutnya sampel diekstraksi dengan metode maserasi selama 5 hari

menggunakan pelarut etanol 96% untuk mengekstrak senyawa kimia dari sampel. Setelah di maserasi dilakukan penyaringan hasil ekstraksi. Hasil dari ekstraksi diuapkan menggunakan rotary evaporator vacuum untuk menguapkan pelarut dari suatu larutan, sehingga menghasilkan konsentrasi zat terlarut yang lebih tinggi atau memisahkan zat terlarut dari pelarutnya.

Dalam ekstrak etanol 96% in terdapat senyawa non pola dan polar. Ekstrak etanol 96% diekstrak dengan pelarut dietil eter untuk menarik senyawa-senyawa nonpolar dengan cara fraksinasi cair-cair yang dilakukan dengan tahap pertama melarutkan ekstrak etanol dengan air sebanyak 30 ml, kemudian dimasukkan kedalam corong pisah dan ditambahkan dengan dietil eter sebanyak 50 ml lalu di kocok dan dibuka sesekali keran corong pisah untuk mengeluarkan gas, setelah dikocok lalu diamkan hingga lapisan air dan lapisan dietil eter terpisah. Setelah terpisah, lapisan eter ditampung kedalam vial yang diberi label, perlakuan ini dilakukan sebanyak 3 kali. Kemudian lapisan air di fraksinasi dengan pelarut n-butanol jenuh air dengan perlakuan sebanyak 3 kali dengan tujuan lapisan n-butanol digunakan untuk memisahkan senyawa polar dengan senyawa-senyawa lainnya.

Setelah didapatkan ekstrak etanol, dietil eter, dan n-butanol dilakukan identifikasi dengan kromatografi lapis tipis menggunakan eluen polar dan nonpolar (N-Heksan dan Etil Asetat) dengan perbandingan (9 : 1), (8 : 2), (7 : 3).

Hasil dari kromatografi lapis tipis ekstrak etanol dengan eluen nonpolar (9 : 1) memiliki 2 noda yang nampak diantaranya noda pertama penampakan warna merah muda keunguan dengan nilai Rf 0,26 dan noda kedua penampakan warna hijau dengan nilai Rf 0,053. Eluen nonpolar (8 : 2) memiliki 5 noda yang tampak diantaranya noda pertama penampakan warna merah muda keunguan dengan nilai Rf 0.69, noda kedua penampakan warna orange dengan nilai Rf 0.61, noda ketiga dengan penampakan warna hijau tua dengan nilai Rf 0.51, noda keempat dengan penampakan warna hijau muda dengan nilai Rf 0.37, dan noda kelima penampakan warna hijau kekuningan dengan nilai Rf 0.32. Eluen nonpolar (7 :3) memiliki 3 noda yang tampak diantaranya noda pertama penampakan warna hijau tua dengan nilai Rf 0.93, noda kedua penampakan warna hijau muda dengan nilai Rf 0.85, dan noda ketiga penampakan warna hijau kekuningan dengan nilai Rf 0,8.

Hasil dari kromatografi lapis tipis

ekstrak dietil eter dengan eluen nonpolar (9 : 1) memiliki 2 noda yang nampak diantaranya noda pertama penampakan warna hijau dengan nilai Rf 0,26 dan noda kedua penampakan warna hijau dengan nilai Rf 0,12. Eluen nonpolar (8 : 2) memiliki 3 noda yang nampak diantaranya noda pertama penampakan warna hijau tua dengan nilai Rf 0.85, dan noda kedua penampakan warna hijau muda dengan nilai Rf 0.78, dan noda ketiga penampakan warna hijau kuning dengan nilai Rf 0,42. Eluen nonpolar (7 : 3) memiliki 6 noda yang nampak diantaranya noda pertama penampakan warna hijau dengan nilai Rf 0.94, noda kedua penampakan warna merah muda dengan nilai Rf 0.90, noda ketiga dengan penampakan warna hijau muda dengan nilai Rf 0.86, noda keempat penampakan warna hijau tua dengan nilai Rf 0.84, noda kelima menampakan warna hijau tua dengan nilai Rf 0.74, dan noda keenam menampakan warna hijau kekuningan dengan nilai Rf 0,68.

Hasil dari kromatografi lapis tipis ekstrak N-Butanol dengan eluen polar (20 : 6 : 1), (15 : 6 : 1), (10 : 6 : 1) dan hasil dari kromatografi lapis tipis ekstrak etanol dengan eluen polar (20 : 6 : 1), (15 : 6 : 1), (10 : 6 : 1) tidak menampakan noda, noda yang tidak muncul pada kromatografi lapis tipis (KLT) dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Salah satu penyebab utama adalah konsentrasi sampel yang terlalu rendah, sehingga jumlah senyawa yang ditotol pada pelat tidak cukup untuk menghasilkan noda yang tampak. Selain itu, metode visualisasi yang digunakan mungkin tidak sesuai; beberapa senyawa tidak berwarna atau tidak menyerap sinar UV, sehingga tidak terlihat tanpa bantuan pereaksi pewarna seperti ninhidrin, iodine, atau anisaldehyde. Faktor lain yang berpengaruh adalah ketidakstabilan senyawa—beberapa senyawa mudah terurai selama proses preparasi atau pengembangan. Komposisi pelarut pengembang yang tidak tepat juga dapat menyebabkan senyawa tidak bergerak (Rf = 0) atau terlalu cepat terbawa (Rf = 1), sehingga tidak terdeteksi pada pelat. Kesalahan teknik penotolan, seperti penggunaan volume yang tidak tepat atau penotolan terlalu dekat dengan tepi pelat, juga dapat menyebabkan noda tidak terbentuk

dengan baik. Selain itu, kondisi pengembangan yang kurang optimal, seperti ruang pengembang yang tidak jenuh uap pelarut atau pelat yang tidak segera dikembangkan setelah penotolan, juga dapat mengganggu hasil visualisasi. Oleh karena itu, penting untuk mengevaluasi seluruh tahapan KLT secara cermat untuk mengidentifikasi dan memperbaiki penyebab tidak munculnya noda.

Selanjutnya pemisahan senyawa kimia ekstrak dietil eter menggunakan kromatografi rapid si-gel. Hasil dari isolasi fraksi-fraksi ekstrak dietil eter anggur laut yang diperoleh yaitu fraksi A 1-24 tidak menampakkan noda, fraksi B 25-31 menampakkan masing-masing 1 noda warna merah muda, Fraksi C 32-40 menampakkan masing-masing 2 noda warna orange dan hijau, dan Fraksi D 41-50 menampakkan lebih dari 2 noda.

Pada Fraksi B dengan eluen N-Heksan dan Etil Asetat (8 : 2) yang menampakkan masing-masing satu noda warna merah muda dengan nilai Rf 0,46. Satu noda yang nampak pada KLT adalah indikasi awal bahwa senyawa mungkin murni, tetapi tidak cukup untuk menyatakan bahwa senyawa telah benar-benar terisolasi secara murni. Dibutuhkan analisis lanjutan untuk memastikan kemurnian secara menyeluruh dengan menggunakan kromatografi lapis tipis dua dimensi untuk mengidentifikasi kemurnian senyawa yang terisolasi.

Berdasarkan hasil kromatografi lapis tipis (KLT) satu dimensi terhadap ekstrak dietil eter dari sampel anggur laut (*Caulerpa Sp.*) terdeteksi adanya noda berwarna merah muda dengan nilai Rf sebesar 0,46 yang menggunakan pelarut n-heksan dan etil asetat dengan penyemprotan penampak noda asam sulfat dan pemanasan umumnya menunjukkan keberadaan senyawa organik nonpolar atau semi-nonpolar, khususnya golongan terpenoid atau steroid. Senyawa-senyawa ini umumnya bereaksi dengan asam sulfat membentuk kompleks berwarna akibat adanya ikatan rangkap terkonjugasi atau kerangka karbon tak jenuh. Karena ekstraksi dilakukan dengan pelarut dietil eter yang bersifat nonpolar hingga semi-nonpolar, maka senyawa yang terekstraksi

kemungkinan besar juga memiliki sifat nonpolar. Dalam konteks ini, dan berdasarkan literatur mengenai kandungan metabolit sekunder pada anggur laut (*Caulerpa Sp.*), senyawa nonpolar yang memberikan noda merah muda tersebut kemungkinan besar berasal dari golongan terpenoid. Terpenoid merupakan senyawa lipofilik yang umum ditemukan pada tumbuhan laut dan sering kali menunjukkan reaksi positif terhadap penyemprotan asam sulfat, menghasilkan warna merah muda pada plat KLT.

KESIMPULAN

Tahap pemisahan senyawa kimia dari ekstrak dietil eter anggur laut (*Caulerpa sp.*) menggunakan metode kromatografi rapid Si-Gel berjalan efektif, dengan menghasilkan fraksi-fraksi yang berbeda berdasarkan karakteristik kimia masing-masing senyawa.

Proses isolasi dan identifikasi senyawa kimia menunjukkan bahwa ekstrak dietil eter anggur laut (*Caulerpa sp.*) mengandung berbagai senyawa yang memiliki potensi aktivitas biologis, ditandai dengan adanya perbedaan warna dan jarak migrasi (Rf) pada hasil Kromatografi Lapis Tipis (KLT).

Hasil menunjukkan fraksi B memiliki tiga noda (senyawa terpisah), dan uji KLT dua dimensi menghasilkan satu noda tunggal, menandakan senyawa murni.

DAFTAR RUJUKAN

- Antara, K. L., Fadjar, M., & Setijawati, D. 2022. *Analisis Pertumbuhan Caulerpa lentifera yang Terintegrasi dengan Budidaya Haliotis squamata*. Buletin Oseanografi Marina, 11(3), 347–357. <https://doi.org/10.14710/buloma.v11i3.47685>
- Ardiansyah, F., H. Pranggono, dan B. D. Madusari. 2020. *Efisiensi pertumbuhan rumput laut Caulerpa sp. dengan perbedaan jarak tanam di tambak cage culture*. Jurnal Pena. 34(2): 74-83.
- Asworo, R. Y., & Widwastuti, H. (2023). *Pengaruh Ukuran Serbuk Simplisia dan*

- Waktu Maserasi terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kulit Sirsak.* Indonesian Journal of Pharmaceutical Education IJPE, 3(2), 256-263.
- Cahyanurani, A. B, dan R. M. R. Ummah. 2020. *Studi Kualitas Air pada Tambak Budidaya Anggur Laut (Caulerpa racemosa) di Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara.* Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan. 11(2): 58-65.
- Coskun, O. 2016. *Separation techniques: Chromatography.* Int. J. Biochem., DOI: 10.14744/nci.2016.32757, hal 156-160.
- Darmawan, M., Zamani, N. P., Irianto, H. E., & Madduppa, H. (2022). *Diversity and Abundance of Green Seaweed Caulerpa (Chlorophyta) Across Indonesian Coastal Waters With Different Nutrient Levels: Bintan Island, Jepara, and Osi Island.* Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis, 14(August), 273–290.
- Dimara, L, T. Nova B. Yenusi. 2012 . *Identifikasi Dan Fotodegradasi Pigmen Klorofil Rumput Laut Caulerpa racemosa (Forsskal) J. Agardh.* Jurusan Biologi FMIPA Universitas Cenderawasih
- Ditjen POM. 1986. *Sediaan Galenik. Departemen Kesehatan Republik Indonesia.* Jakarta
- Depkes RI., 1979. *Farmakope Indonesia, Edisi III, Departemen Kesehatan Republik Indonesia,* Jakarta.
- Ditjen POM. (2000). *Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat.* Cetakan. Pertama. Jakarta: Departemen Kesehatan RI.
- Dwiarso R. 2017. *Metode Kromatografi: Prinsip Dasar, Praktikum dan Pendekatan Pembelajaran Kromatografi.* Deepublish, Yogyakarta.
- Fasya, A. G., Tyas, A. P., Mubarokah, F. A., Ningsih, R., Madjid, A. D. R. (2018). *Variasi Diameter Kolom dan Rasio Sampel-Silika pada Isolasi Steroid dan Triterpenoid Alga Merah Eucheuma cottonii dengan Kromatografi Kolom Basah.* Alchemy. 6(2). p 57. Available at: <https://doi.org/10.18860/al.v6i2.7015>.
- Hanani, E. 2015. *Analisis Fitokimia.* Buku kedokteran EGC. Jakarta.
- Hujjatusnaini, N., Ardiansyah, Indah, B., Afitri, E., & Widyastuti, R. (2021). *Buku Referensi Ekstraksi.* In Insitut Agama Islam Negeri Palangkaraya (Vol. 4, Issue 1).
- Jumsurizal, J., Ilhamdy, A. F., Anggi, A., & Astika, A. (2021). *Karakteristik kimia rumput laut hijau (Caulerpa racemosa & Caulerpa taxifolia) dari Laut Natuna, Kepulauan Riau, Indonesia.* Akuatika Indonesia, 6(1), 19–24.
- Kiswandono, A. A. (2017). *Skrining Senyawa Kimia dan Pengaruh Metode Maserasi dan Refluks pada Biji Kelor (Moringa oleifera, Lamk) terhadap Rendemen Ekstrak yang Dihasilkan.* Jurnal Sains Natural, 1(2), 126.
- Kusumawati, I., F. Diana, dan L. Humaira. 2018. *Studi kualitas air budidaya latoh (Caulerpa racemosa) di Perairan Lhok Bubon Kecamatan Samatiga Kabupaten Aceh Barat.* Jurnal Akuakultura. 2(1): 33-43.
- Leba, M. A. U. 2017. *Buku Ajar: Ekstraksi dan Real Kromatografi.* Cetakan. Pertama. Yogyakarta: CV.
- Mazni, M., R. Ramses, R. Rahmi, dan H. Hendrianto. 2018. *Sensitivitas Antibakteria Dari Tanaman Caulerpa sp. dan Enteromorpha sp. Terhadap Bakteri Vibrio alginolyticus.* SIMBIOSA.7(1): 9-23.
- Meturan, P. (2020). *Pola Penyebaran Anggut*

- Laut (Caulerpa racemosa) di Perairan Pantai Ohoi Letman Kecamatan Kei Kecil Kabupaten Maluku Tenggara*. Institut Agama Islam Negeri Ambon.
- Mukarramah, M., Wahyuni, W., & Emilia, E. (2017). *Low Fat High Protein Sosis Berbahan Dasar Lawi-lawi (Caulerpa Racemosa) sebagai Inovasi Kuliner Sehat Khas Makassar dan Makanan Alternatif Bagi Anak Penderita Obesitas*. *Jurnal Administrasi Dan Kebijakan Kesehatan Indonesia*, 1(1), 50–55.
- Noviyanto F. *Penetapan Kadar Ketoprofen dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis*. Bandung: Media Sains Indonesia; 2020.
- Nurfa. 2021. *Pemanfaatan Rumput Laut Caulerpa sp Dalam Pakan Terhadap Pertumbuhan Dan Sintasan Ikan Bandeng (Chanos chanos)*. Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Makasar, Makasar
- Pang, M., Huang, Z., Tang, Y., Dai, J. & Jin, G. 2021. *Transcriptome analysis of the toxicity response of green macroalga Caulerpa lentillifera J. Agardh to high dissolved arsenite*. *Environmental Science and Pollution Research* 29(25):38591–38605. doi:: 10.1007/s11356-021-18122-w
- Puspitasari. A.D., & Prayogo, L. S. 2017. *Perbandingan metode ekstraksi maserasi dan sokletasi terhadap kadar fenolik total ekstrak etanol daun kersen (Muntingia calabura)*. *Jurnal Ilmiah Cendekia*. 2(1):1-8.
- Puspo Aji, A., Issusilaningtyas, E., Ratna Fauziah, A., & Ratih, D. (n.d.). *Sains Indonesiana: Jurnal Ilmiah Nusantara Pengaruh Metode Ekstraksi Terhadap Kandungan Metabolit Sekunder Ekstrak Daun Bakau Hitam (Rhizophora mucronata)*. 1, 2023.
- Putri, D. K. (2017). *Pengaruh Komposisi Substrat terhadap Pertumbuhan, Kandungan Karotenoid, Serat, dan Abu Anggur Laut (Caulerpa lentillifera J. Agardh, 1873) pada Wadah Terkontrol*. In Skripsi. Jurusan Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar. Universitas Hasanuddin.
- Raja, K., Kadirvel, V., & Subramaniyan, T. 2022. *Seaweeds, an aquatic plant-based protein for sustainable nutrition - A review*. *Future Foods*, 5, 100142
- Rahayu, N., I. Dewiyanti, dan S. Satria. 2019. *Pengaruh pemberian Caulerpa sp. dalam penyerapan nitrogen pada pendederan ikan kakap putih*. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Perikanan Unsyiah*. 4(3): 143-151.
- Razai, T.S., I. P. Putra, F. Idris, dan T. Febrianto. 2019. *Identifikasi, Keragaman dan Sebaran Caulerpa sp Sebagai Komoditas Potensial Budidaya Pulau Bunguran, Natuna*. *SIMBIOSA*. 8(2): 168-178.
- Simanjuntak, P. T. H., Z. Arifin, dan M. K. Mawardi. 2017. *Pengaruh Produksi, Harga Internasional dan Nilai Tukar Rupiah terhadap Volume Ekspor Rumput Laut Indonesia (Studi pada Tahun 2009–2014)*. *Jurnal Administrasi Bisnis*. 50(3): 163-171.
- Sitorus, E.R., G.W. Santosa, dan R. Pramesti. 2020. *Pengaruh Rendahnya Intensitas Cahaya Terhadap Caulerpa racemosa*
- Sommer, J., Kunzman, A., Stuthmann, L.E. & Springer, K. 2022. *The antioxidative potential of sea grapes (Caulerpa lentillifera, Chlorophyta) can be triggered by light to reach comparable values of pomegranate and other highly nutritious fruits*. *Plant Physiology*, 27(1):186–191. doi: 10.1007/ s40502-021-00637-6

- Sunaryo, S., R. Ario, dan M. A. S. Fachrul. 2015. *Studi Tentang Perbedaan Metode Budidaya Terhadap Pertumbuhan Rumput Laut Caulerpa*. Jurnal Kelautan Tropis, 18(1): 13-19.
- Supriadi, S., R. Syamsuddin, A. Abustang, dan I. Yasir. 2016. *Pertumbuhan dan Kandungan Karotenoid Lawi-Lawi Caulerpa racemosa yang Ditumbuhkan pada Tipe Substrat Berbeda*. Jurnal Rumput Laut Indonesia. 1(2): 117-122.
- Shofwatunnisa, 2019. *Biosintesis dan karakterisasi nanopartikel ZnO dengan ekstrak rumput laut hijau Caulerpa sp.* UIN Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Sudarwati, T. P. L., dan Fernanda, M. A. H. F. 2019. *Aplikasi Pemanfaatan Daun Pepaya (Carica papaya) Sebagai Biolarvasida Terhadap Larva Aedes aegypti*. Graniti. Gresik. 58 hal.
- Susanti., et al. 2015. *Perbandingan Metode Ekstraksi Maserasi dan Refluks terhadap Rendemen Andrografolid dari Herba Sambiloto (Andrographis paniculata (Burm.f.) Nees)*. Jurnal Farmasi Udayana. Vol 4(2): 1-100
- Sherma, J., & Rabel, F. (2018). *A review of thin layer chromatography methods for determination of authenticity of foods and dietary supplements*. Journal of Liquid Chromatography and Related Technologies, 41(10), 645 –657. <https://doi.org/10.1080/10826076.2018.1505637>
- Sonja, V. ., Lumowa, & Bardin, S. (2018). *Uji Fitokimia Kulit Pisang Kepok (musa paradisiacal.) Bahan Alam Sebagai Pestisida Nabati Berpotensi Menekan Serangan Serangga Hama Tanaman Umur Pendek*. Jurnal Sains Dan Kesehatan, 1(9), 465–469.
- Tapotubun, A. M. 2018. *Komposisi kimia rumput laut (Caulerpa lentillifera) dari perairan Kei Maluku dengan metode pengeringan berbeda*. Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia, 21(1), 13–23.
- Utari Yolla, 2024. *Buku ISBN Ekstrak Bahan Alam*. Sumatra Barat.
- Wang, M., Zhang, Y., Wang, R., Wang, Z., Yang, B. & Kuang, H. (2021). *An evolving technology that integrates classical methods with continuous technological developments: Thinlayer chromatography bioautography*. Molecules. 26(15): 4647.
- Wijaya H, Jubaidah S, Rukayyah. 2022. *Perbandingan Metode Ekstraksi terhadap Rendemen Ekstrak Batang Turi (Sesbania grandiflora L.) dengan Menggunakan Metode Maserasi dan Sokhletasi*. Indonesian Journal of Pharmacy and Natural Product. Vol. 5 (1).
- Xu, H., Zhang, D., & Mo, F. (2022). *High - throughput automated platform for thin layer chromatography analysis*. STAR Protocols, 3(4), 101893. <https://doi.org/10.1016/j.xpro.2022.101893>
- Zainuddin, E.N., Anshary, H. & Huyyirnah, H. 2019. *Antibacterial activity of Caulerpa racemosa against pathogenic bacteria promoting “ice-ice” disease in the red alga Gracilaria verrucosa*. Journal of Applied Phycology, 31(5): 3201–3212.