

Effectivity of red algae (*Gracilaria verrucosa*) as antibacterial and anti-inflammatory

Efektivitas alga merah (*Gracilaria verrucosa*) sebagai antibakteri dan anti-inflamasi

¹Asmawati, ²Al'qarama Mahardhika Thalib, ³Ade Suriyanti Nurdin Latief, ³Meuthia Alysha Fauziah Nusaly

¹Departemen Oral Biologi

²Departemen Dental Material

³Mahasiswa Klinik

Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Hasanuddin

Makassar, Indonesia

Corresponding author: Asmawati, e-mail: asmaamin281068@gmail.com

ABSTRACT

About 45% of the world's seaweed species are found in Indonesia, with 782 species; 196 green algae, 134 brown algae and 452 red algae. South Sulawesi is one of the centers of seaweed production, which is also one of the region's leading commodities. The seaweed cultivation area in this region reaches 193,700 ha for marine cultivation and 32,000 ha for pond cultivation. Its production potential reaches 785,306 tons, consisting of *Eucheuma cottonii* 465,306 tons and *Gracilaria verrucosa* 320,000 tons. *Gracilaria verrucosa* is one of the red algae that grows in Indonesia. This algae has chemical content namely alkaloids, flavonoids, saponins, steroids, triterpenoids, and tannins that function as antibacterial and anti-inflammatory; antibacterial properties because it has a high inhibition zone against gram-positive and gram-negative bacterial strains, and anti-inflammatory because it has high protection against pro-inflammatory cytokines IL-6 and TNF-R.

Keyword: *Gracillaria verrucose*, antibacterial, anti-inflammatory

ABSTRAK

Sekitar 45% spesies rumput laut dunia ada di Indonesia, yaitu sekitar 782 spesies; 196 alga hijau, 134 alga coklat, dan 452 alga merah. Sulawesi Selatan merupakan salah satu pusat produksi rumput laut yang juga merupakan salah satu komoditas unggulan daerah ini. Area budidaya rumput laut daerah ini mencapai 193.700 ha untuk budidaya di laut dan 32.000 ha di tambak. Potensi produksinya mencapai 785.306 ton, terdiri atas *Eucheuma cottonii* 465.306 ton dan *Gracilariaverrucosa* 320.000 ton. *Gracilaria Verrucosa* merupakan salah satu alga merah yang banyak tumbuh di Indonesia. Alga ini memiliki kandungan kimia yaitu, alkaloid, flavonoid, saponin, steroid, triterpenoid, dan tanin yang berfungsi sebagai antibakteri dan anti-inflamasi; sifat antibakteri sebab memiliki zona inhibisi yang tinggi terhadap strain bakteri gram positif dan gram negatif, dan anti-inflamasi sebab memiliki proteksi yang tinggi terhadap sitokin pro-inflamasi IL-6 dan TNF-R.

Kata kunci: *Gracillaria verrucose*, antibakteri, anti-inflamasi

Received: 10 December 2022

Accepted: 15 February 2023

Published: 1 April 2023

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara kepulauan yang terletak di antara Benua Asia dan Benua Australia serta Samudra Pasifik dan Samudra Hindia. Posisi geografis inilah yang menjadi salah satu penyebab tingginya keberagaman spesies rumput laut di Indonesia. Indonesia yang memiliki sekitar 17.000 pulau, menjadi tempat yang cocok untuk pertumbuhan rumput laut karena garis pantainya yang panjang.¹ Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber keanekaragaman hayati dan memiliki kekayaan spesies laut tertinggi. Sekitar 45% spesies rumput laut dunia berada di Indonesia.⁴

Dikutip dari laporan ekspedisi Siboga, terdapat sekitar 782 spesies rumput laut di Indonesia dengan 196 spesies alga hijau, 134 spesies alga coklat, dan 452 alga merah.² Potensi rumput laut di Indonesia telah memberikan kontribusi terhadap peningkatan pendapatan masyarakat pesisir di Riau, Sumatera, Jawa, Bali, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Sulawesi dan Maluku. Indonesia Timur disebut sebagai lumbung rumput laut karena keanekaragaman jenis rumput lautnya yang tinggi.⁴ Sulawesi Selatan merupakan salah satu pusat pro-

duksi rumput laut, yang merupakan salah satu komoditas unggulan daerah ini. Area budidaya rumput laut daerah ini mencapai 193.700 ha di laut dan 32.000 ha di tambak dan potensi produksinya mencapai 785.306 ton, yang terdiri atas *Eucheuma cottonii* 465.306 ton dan *Gracillaria verrucosa* 320.000 ton.³

Berbagai jenis rumput laut terdapat di Indonesia namun hanya sedikit yang diketahui memiliki nilai ekonomi untuk industri pangan dan komoditas ekspor seperti *Gracilaria*, *Gelidium*, *Hypnea*, *Sargasum*, dan *Turbina*. Produksi rumput laut Indonesia pada tahun 2014 mencapai 10 juta ton. Sebagian besar rumput laut di Indonesia belum dieksplorasi dan diidentifikasi, sedang dikembangkan dan belum dimanfaatkan secara maksimal. Genus *Gracilaria* yang berasal dari alga merah sangat melimpah dengan lebih dari 300 spesies. Spesies *Gracilaria* penting dalam bioteknologi industri karena *phycocolloid* produk komersial yang disebut agar dan agarosa banyak digunakan dalam industri makanan, farmasi dan kosmetik. Selain itu *Gracilaria spp.* Menghasilkan metabolit bioaktif seperti turunan steroid, terpenoid dan asam eikosanoid dan dengan aktivitas antibak-

teri.⁴ Salah satu jenis *Gracilaria sp* adalah *Gracilaria verucossa* (*G.verucossa*) yang merupakan salah satu alga merah yang banyak tumbuh di Indonesia. Alga ini memiliki kandungan kimia yaitu alkaloid, flavonoid, saponin, steroid, triterpenoid, dan tanin yang berfungsi sebagai antibakteri dan anti-inflamasi.⁶

Artikel ini mengkaji tentang potensi yang dapat dihasilkan dari ekstrak *G. Verrucosa* sebagai antibakteri dan anti-inflamasi.

TINJAUAN PUSTAKA

Alga merah

Rumput laut merupakan alga makro yang bersifat eukariotik, organisme multisel, tumbuhan laut sederhana yang tidak memiliki struktur yang sangat khusus (daun, batang dan akar sejati) dan sistem reproduksi. Rumput laut biasanya terdiri atas thallus, yang kadang dilengkapi dengan daun seperti bilah dan akar seperti pegangan; mampu mentoleransi garam karena penyesuaian osmolaritas sitoplasma dan mengandung pigmen fotosintesis untuk menghasilkan makanan dan oksigen dari karbondioksida dan air. Rumput laut diklasifikasi berdasarkan pigmennya, yaitu *Chlorophyta* adalah alga hijau yang mengandung pigmen klorofil sebagai komponen utama; *Phaeophyta* adalah ganggang coklat karena pigmen coklat yang disebut fucoxantin; *Rhodophyta* adalah alga merah karena pigmen merah yang disebut *phycoerythrine*, *phycocyanin*, *phycobilins*, *klorofil a*, β karoten dan *xanthophyl*. Alga merah pada dasarnya penting bagi lingkungan laut dalam pembentukan terumbu tropis dengan berkontribusi merekatkan struktur terumbu dan tahan terhadap gelombang. Biokimia alga merah lebih beragam daripada ganggang hijau atau coklat.⁴

Rumput laut merah dan hijau mengandung jumlah terbesar senyawa fenolik seperti flavonoid, asam fenolat, dan bromofenol, yang memiliki aplikasi medis yang berbeda, karena reaksi komponen ini dengan protein, misalnya, enzim atau reseptor seluler. Pada beberapa dekade hingga saat ini, rumput laut digunakan sebagai makanan, obat-obatan dan kosmetik tradisional di banyak negara, sebab kaya akan metabolit alami. Dewasa ini, tren terapeutik telah mulai mencari bahan baru dari produk alami, salah satunya ialah rumput laut meskipun sejak lampau, makroalga digunakan untuk mengobati berbagai penyakit. Diperkirakan secara biokimia lebih dari 700 berasal dari spesies alga merah yang sebagian besar kandungan biokimianya menunjukkan kemampuan biologis seperti antimikroba, antivirus, antitumor, antioksidan, antikoagulan, anti-inflamasi, antidiabetik, anti-alergi, dan efisiensi analgesik.⁵

Rumput laut merah atau alga merah merupakan jenis alga yang lebih banyak memiliki aktivitas biologi dibandingkan dengan jenis alga lainnya. Senyawa-senyawa kimia pada alga merah didominasi dari famili *Rhodo-*

melaceae. Alga merah merupakan sumber pembentuk utama *halogenated compounds* seperti laurenterol, halomon, callicladol dan senyawa lainnya. *Halogenated compounds* memiliki beragam aktivitas seperti antibakteri, antifungi, anti-inflamasi. Alga merah juga mengandung terpenoid, polieter, asetogenin, beberapa asam amino, sikimat, serta turunan asam nukleat dan aasetat.⁷

Gracilaria Verrucosa

Tabel 1 Taksonomi *Gracilaria Verrucosa*²³

Kingdom	Plantae
Subkingdom	Biliphyta
Division	Rhodophyta
Subdivision	Eurhodophyta
Class	Florideophyceae
Subclass	Rhodymeniophycidae
Order	Gracilariales
Family	Gracilariaceae
Genus	<i>Gracilaria</i> Grev.
Species	<i>Gracilaria Verrucosa</i>

Potensi *Gracilaria Verrucosa*

G. verrucosa merupakan makroalga yang umumnya memiliki *thallus* dan pigmen fotosintetik untuk menghasilkan makanan dan oksigen dari karbondioksida dan air. Alga ini mengandung pigmen seperti *phycoerythrine*, *phycocyanin*, *phycobilins*, *klorofil a*, β -karoten, dan *xanthophyl* sehingga rumput laut sangat mungkin dikembangkan. Umumnya rumput laut digunakan sebagai makanan, pupuk, dan juga obat-obatan.⁷⁻⁸

Antibakteri

Resistensi bakteri terhadap antibiotik dan agen antibakteri lainnya meningkat setiap tahun. Beberapa cara tersedia untuk melindungi dan melawan penyakit menular seperti menggunakan vaksin dan antibiotik yang memiliki kelebihan dan kekurangan. Beberapa penyakit menular tidak dapat dicegah dengan vaksin, sehingga antibiotik masih menjadi obat pilihan. Antibiotik atau agen antibakteri baru diperoleh dari sumber tradisional dan nontradisional. Ada kebutuhan mendesak untuk antimikroba baru dari sumber yang berbeda untuk memerangi kemunculan dan kemunculan kembali penyakit menular. Keanekaragaman hayati lingkungan laut memberikan keragaman kimia sebagai sumber senyawa bioaktif yang menjanjikan potensi dan aplikasi terapeutik.

Banyak ekstrak alga telah diperiksa untuk aktivitas antibakteri terhadap patogen pada manusia, pertanian dan ikan. Ekstrak *G. verrucosa* menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *Vibrio parahaemolyticus*, *Salmonella sp*, *Shewanella sp*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Streptococcus pyogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa* dan *Proteus mirabilis*. Ekstrak diklorometana, metanol yang terkandung dalam *G. verrucosa* disaring untuk aktivitas antibakterinya terhadap lima bakteri pato-

gen ikan strain *Aeromonas salmonicida* ssp. *Salmonicida*, *Aeromonas hydrophila* ssp. *hydrophila*, *Pseudomonas anguilliseptica*, *Vibrio anguillarum*, *Yersinia ruckeri*. Ekstrak diklorometana tersebut menunjukkan aktivitas antibakteri yang kuat. Hasil penyaringan menegaskan bahwa *G. verrucosa* memiliki potensi sebagai sumber senyawa antibakteri.⁴

Rumput laut dianggap sebagai sumber beragam metabolit sekunder yang dicirikan oleh spektrum aktivitas biologis yang luas. Senyawa ini memiliki fungsi yang beragam; laporan sebelumnya mengevaluasi penggunaan rumput laut oleh industri farmasi dalam pengembangan obat dan perhatian telah diberikan untuk aktivitas antibakteri alga laut. *G. verrucosa* telah menunjukkan potensi aktivitas antibakteri. Penelitian yang dilakukan oleh Prasad et al mengamati aktivitas antibakteri dievaluasi dengan metode difusi sumur agar dan ditemukan *G. verrucosa* memiliki efek antibakteri lewat zona hambat yang tinggi terhadap bakteri infeksius.⁹

Anti-inflamasi

Regulasi respon inflamasi merupakan elemen penting dalam patogenesis gangguan terkait inflamasi kronis. Respon inflamasi melibatkan aktivasi berurutan dari berbagai jalur sinyal, termasuk siklo-oksigenase, nitrit oksida sintase, sitokin, dan lain-lain.¹ Produksi berlebih beberapa mediator proinflamasi, termasuk oksida nitrat (NO), interleukin (IL-6 dan IL-10), dan *tumor necrosis factor-R* (TNF-R), terlibat dalam beberapa penyakit terkait inflamasi seperti *rheumatoid arthritis*, radang usus, osteoarthritis, psoriasis, endotoksemia, dan sindrom syok toksik. Oleh karena itu, penghambatan kelebihan produksi mediator pro-inflamasi ini harus menjadi pendekatan yang berguna untuk mengobati kondisi ini. Pada penelitian oleh Dang, et al mengenai efek anti-inflamasi *G. verrucosa* untuk aktivitas biologisnya, ekstrak metanol ditemukan memiliki aktivitas penghambatan yang signifikan terhadap sitokin pro-inflamasi IL-6 dan TNF-R.¹⁰

HASIL

Dari hasil pencarian pada mesin pencari, didapatkan total 486 artikel (*Google Scholar* (N=449) dan *PubMed* (N=37)). Jumlah yang direview adalah 20 artikel yang diperoleh dari strategi pencarian, 14 artikel tidak sesuai dengan topik studi dilihat dari abstrak dan *full-text*-nya, sehingga yang dimasukkan dalam review ini berjumlah 6 artikel yang sesuai dengan judul dan topik studi. Keenamnya disintesis dengan menyajikan nomor sitasi, nama penulis, judul artikel, tahun publikasi dan hasil penelitian (tabel 2).

PEMBAHASAN

Alga laut dianggap sebagai sumber senyawa bioaktif

karena mampu menghasilkan berbagai metabolit sekunder yang ditandai dengan spektrum aktivitas biologis yang luas yaitu aktivitas antibakteri dan anti-inflamasi yang berperan sebagai senyawa bioaktif yang potensial sehingga membunuh organisme mikro atau melambatkan pertumbuhannya.¹¹ Efek samping dan munculnya strain organisme mikro yang resisten terhadap obat menunjukkan perlunya mencari agen antibakteri baru untuk memerangi berbagai macam penyakit penyerta. Hasil penelitian melaporkan bahwa ekstrak metanol dari *G. verrucosa* aktif menghambat kolonisasi *S. aureus* yang resisten terhadap antibiotik.¹²

Pada penelitian oleh Widowati et al, ditemukan bahwa ekstrak metanol *G. verrucosa* memiliki aktivitas antibakteri yang baik, terutama pada strain *E. coli*. Hasil uji kualitatif menggunakan *medium based solid seawater paper discs* ekstrak metanol adalah yang paling aktif. Ekstrak tersebut aktif terhadap strain *E. coli*, *P. mirabilis*, *V. harveyi* dan *V. parahaemolyticus*. Ekstrak dalam etil asetat hanya aktif terhadap *E. coli*. Pengamatan diameter penghambatan mengalami peningkatan hingga 16 mm dari *E. coli* muncul pada konsentrasi 10 µg setelah 24 jam. Hasil tersebut menandakan terdapat aktivitas antibakteri yang signifikan dari *G. verrucosa*.¹³

Penelitian oleh Dayuti menunjukkan aktivitas antibakteri yang signifikan diperoleh dari *G. verrucosa* melalui konsentrasi metanolnya dan lama waktu ekstraksi. Uji *screening* fisikokimia kualitatif pada media MHA menunjukkan bahwa aktivitas penghambatan tertinggi di antara semua ekstrak diperoleh dengan rasio metanol akuades (75:25) dan waktu ekstraksi sekitar 72 jam terhadap *E. coli* dan *S. typhimurium*.¹⁴

Penelitian oleh Rudi et al menemukan bahwa ekstrak rumput laut *G. verrucosa* memiliki aktivitas antibakteri dan dapat menginduksi respons imun dan ketahanan udang terhadap infeksi *V. harveyi*. Hasil pertama dari uji zona hambat bakteri menggunakan *paper disk* menunjukkan bahwa semua konsentrasi ekstrak *G. verrucosa* mampu menghambat pertumbuhan *V. harveyi* dan hasil kedua menunjukkan pemberian ekstrak *G. verrucosa* dapat meningkatkan respon imun udang. Hasil tingkat kelangsungan hidup menunjukkan perlakuan pakan udang dengan dosis 0,5, 1,0, 1,5, dan 2,0 g/kg memiliki tingkat kelangsungan hidup masing-masing 80%, 73%, 70%, dan 70%.¹⁵

Penelitian oleh Prasad et al. menemukan diantara beberapa spesies *gracilaria*, *G. Verrucosa* memiliki zona hambat bakteri yang lebih efektif terhadap bakteri *K. pneumoniae* (24 mm) dan *S. aureus* (22 mm), sedangkan pada *G. corticata*, *K. pneumoniae* (15 mm) dan *S. aureus* (18 mm).⁹ Selain itu penelitian oleh Pringgenies et al, menemukan bahwa *G. verrucosa* memberikan efektivitas yang baik terhadap aktivitas antibakteri *S. aureus* dengan zona hambatan 6,84±0,75 mm (24 jam),

Tabel 2 Sintesis artikel

Penulis, Tahun	Judul Artikel	Hasil
Widowati I, Lubac D, Puspita M, Bourgougnon N (2014) ³	Antibacterial and anti-oxidant properties of the red alga <i>G.verrucosa</i> from the north coast of Java, Semarang, Indonesia	Dari uji kualitatif menggunakan <i>medium based solid seawater paper discs</i> ekstrak metanol adalah yang paling aktif terhadap strain <i>E.coli</i> , <i>P.mirabilis</i> , <i>V.harveyi</i> dan <i>V.parahaemolyticus</i> . Ekstrak dalam etil asetat hanya aktif terhadap <i>E.coli</i> . Ekstrak metanol <i>G.verrucosa</i> memiliki aktivitas antibakteri terbaik, terutama pada strain <i>E.coli</i> . Diameter penghambatan meningkat hingga 16 mm dari <i>E.coli</i> muncul pada konsentrasi 10 µg setelah 24 jam. Hasil tersebut menandakan terdapat aktivitas antibakteri yang signifikan dari <i>G.verrucosa</i> .
Dayuti S (2018) ¹⁴	Antibacterial activity of <i>G.verrucosa</i> extract against <i>Escherichia coli</i> and <i>Salmonella typhimurium</i>	Uji screening fisikokimia kualitatif pada media MHA menunjukkan aktivitas penghambatan tertinggi di antara semua ekstrak diperoleh dengan rasio metanol akuades (75:25) dan waktu ekstraksi sekitar 72 jam terhadap <i>E.coli</i> dan <i>Salmonella typhimurium</i> yakni dari zona inhibisi 11,41 mm menjadi 14,53 mm membuktikan aktivitas antibakteri yang signifikan diperoleh dari <i>G.verrucosa</i> melalui konsentrasi metanolnya dan lama waktu ekstraksi.
Rudi M, Sukenda, Wahjuningrum D, Pasaribu W, Hidayatullah D. (2019) ¹⁵	Seaweed extract of <i>G.verrucosa</i> as an antibacterial and treatment against <i>Vibrio harveyi</i> infection of <i>Litopenaeus vannamei</i>	Pertama, dari uji zona hambat bakteri menggunakan <i>paper disk</i> menunjukkan bahwa semua konsentrasi ekstrak <i>G.verrucosa</i> mampu menghambat pertumbuhan <i>V.harveyi</i> ; kedua, ekstrak <i>G.verrucosa</i> meningkatkan respon imun udang. Perlakuan pakan udang dengan dosis 0,5; 1,0; 1,5; dan 2,0 g/kg memiliki tingkat kelangsungan hidup masing-masing 80%, 73%, 70%, dan 70%. Ekstrak <i>G.verrucosa</i> memiliki aktivitas antibakteri dan dapat menginduksi respons imun & ketahanan udang terhadap infeksi <i>V.harveyi</i> .
Prasad MP, Sushant S, Ganesh R. (2012) ⁹	Antibacterial activity of <i>Gracilaria sp</i> extracts against infectious pathogens	Menggunakan metode <i>agar cut well diffusion</i> dengan media <i>paper disk</i> menunjukkan bahwa di antara beberapa spesies <i>Gracilaria</i> , <i>G.verrucosa</i> memiliki zona hambat bakteri yang lebih efektif terhadap bakteri <i>K.pneumoniae</i> dan <i>S.aureus</i> Pada <i>G.verrucosa</i> (<i>K.pneumoniae</i> (24 mm); <i>S.aureus</i> (22 mm)) Pada <i>G.corticata</i> (<i>K.pneumoniae</i> (15 mm); <i>S.aureus</i> (18 mm))
Pringgenies D, Retnowati EI, Ariyanto D, Dewi K, Viharyo MAS, Susilowati R. (2020) ¹⁶	Symbiotic microbes from various seaweeds with antimicrobial and fermentative properties	Dengan <i>sensitivity test</i> dan media <i>paper disk</i> ; <i>G.verrucosa</i> memberi efektivitas yang baik terhadap aktivitas antibakteri <i>S.aureus</i> dengan zona hambatan 6,84±0,75 mm setelah 24 jam dan 5,37±0,32 mm setelah 48 jam dan zona hambatan yang tinggi terhadap bakteri <i>E.colii</i> 6,03±0,06 pada 24 jam dan 4,50±0,50 setelah 48 jam.
Chalini K, Johnson M, Adakalaraj G, Vidyanani G, Ramakrishnan P. (2017) ²²	Anti-inflammatory activity of aqueous extracts of <i>Gracilaria</i>	Ekstrak <i>G.verrucosa</i> efektif menghambat hemolisis yang diinduksi panas pada konsentrasi yang berbeda. Setelah mencampur darah dan ekstrak <i>G.verrucosa</i> pada kertas filter <i>Whatman No.41</i> menunjukkan proteksi tergantung dosis, yakni 50 µg/mL (47,15%), 100 µg/mL (57,44%), 200 µg/mL (59,93%) dan 250 µg/mL (68,15%). Persentase aktivitas anti-inflamasi dari <i>G.verrucosa</i> meningkat seiring bertambahnya <i>dose dependent protection</i> .

dan 5.37±0.32 mm setelah 48 jam.¹⁶

G.verrucosa selain sebagai antibakteri, juga memiliki berbagai aktivitas biologi terutama dengan aktivitas anti-inflamasi. Inflamasi merupakan respons terhadap ancaman yang mengganggu homeostasis tubuh, sehingga menyebabkan peradangan termasuk infeksi mikroba, tekanan jaringan dan cedera tertentu.^{17,18} Umumnya gejala inflamasi adalah kemerahan, nyeri, bengkak dan demam.¹⁹ Respon inflamasi umumnya ditandai dengan kelebihan produksi prostaglandin E2 (PGE2), NO, sitokin pro-inflamasi (seperti TNF-α, IL-6, dan IL-1), dan peningkatan produksi spesies oksigen reaktif atau SOR.²⁰ Overproduksi NO dan PGE2 beriring dengan peningkatan aktivitas *inducible nitric oxide synthase* (iNOS) dan *cyclooxygenase-2* (COX-2), sehingga sindrom metabolik dapat memicu inflamasi kronis tingkat yang dapat menyebabkan berbagai kondisi seperti peningkatan stres oksidatif, kerusakan jaringan meta-

bolik dan resistensi insulin.²¹ Riset sebelumnya tentang polisakarida rumput laut melaporkan rumput laut memiliki aktivitas anti-inflamasi. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Dang, et al menemukan bahwa ekstrak metanol dalam *G.verrucosa* memiliki aktivitas penghambatan yang signifikan terhadap sitokin pro-inflamasi IL-6 dan TNF-R.¹⁰

Pada penelitian oleh Chalini et al, ditemukan bahwa ekstrak *G.verrucosa* memiliki aktivitas anti-inflamasi yang baik; efektif menghambat hemolisis yang diinduksi panas pada konsentrasi yang berbeda. Hasil riset setelah mencampur darah dan ekstrak *G.verrucosa* pada kertas filter *Whatman No.41* menunjukkan dosis proteksi, yakni 50 µg/mL (47,15%), 100 µg/mL (57,44%), 200 µg/mL (59,93%) dan 250 µg/mL (68,15%), persentase aktivitas anti-inflamasi *G.verrucosa* meningkat seiring bertambahnya dosis proteksi.²²

Berdasarkan kajian dan analisis sintesis pustaka yang

telah dilakukan, menunjukkan hasil yang signifikan terkait potensi *G. verrucosa* sebagai antibakteri dan anti-inflamasi. Pada artikel-artikel yang dikaji, didapatkan kandungan metanol dalam *G. verrucosa* memiliki zona hambat yang tinggi terhadap beberapa strain bakteri. Adapun untuk efek anti-inflamasi, semua artikel menunjukkan hasil yang signifikan pada *G. verrucosa* sebagai anti-inflamasi. Dari semua spesies yang digunakan di

tiap penelitian, *G. verrucosa* species menunjukkan hasil yang tinggi untuk aktivitas antibakteri dan anti-inflamasi dibandingkan spesies alga merah lainnya.

Disimpulkan bahwa *G. verrucosa* memiliki potensi antibakteri karena memiliki zona inhibisi yang tinggi terhadap strain bakteri gram positif dan gram negatif, dan anti-inflamasi karena proteksi yang tinggi terhadap sitokin pro inflamasi IL-6 dan TNF-R.

DAFTAR PUSTAKA

1. Annisaqois M, Gerung GS, Wulur S, Sumilat DA, Wagey BT, Mandagi SV. Analisis molekuler DNA alga merah (rhodophyta) *Kappaphycus* sp. Jurnal Pesisir Laut dan Tropis 2018;1(1):107
2. Amaranggana L, Wathoni N. Manfaat alga merah (*Rhodopyta*) sebagai sumber obat dari bahan alam. Majalah Farmasetika 2017;2(1):16-7
3. Mahatama E, Farid M. Daya saing dan saluran pemasaran rumput laut: kasus kabupaten Jeneponto, Sulawesi Selatan. Buletin Ilmiah Litbang Perdagangan 2013;7(1):55-6
4. Kasanah N, Seto TDS, Amelia W, Isnansetyo A. Antibacterial compound from red seaweeds (rhodophyta). Indonesia J Chem 2015;15 (2):201-9
5. Ismail MM, Alotaibi BS, El-Sheekh MM. Therapeutic uses of red macroalgae. MDPI 2020;25:1-14
6. Noviyandri PR, Andayani R, Rizky R. Potensi ekstrak alga merah *gracilaria verrucosa* sebagai penghambat perkembangan pembentukan biofilm *enterococcus faecalis* pada infeksi saluran akar gigi. Syiah Kuala Dent Soc 2018;3(1):6-15
7. Tanduwinata A, Isiqamah HA, Jamaliah, Caesaria NLK, Saputra RR, Aulanni'am. Potensi bioaktif ekstrak alga merah (*Gracilaria verrucosa*) terhadap kadar malondialdehid dan gambaran histologi paru tikus putih (*Rattus norvegicus*) pasca induksi formalin. Molekul 2015;10(2):82.
8. Arifin B, Ibrahim S. Struktur, bioaktivitas, dan antioksidan flavonoid. Jurnal Zahrah 2018;6(1):21.
9. Prasad MP, Sushant S, Ganesh R. Antibacterial activity of seaweed (*Gracilaria sp*) extracts against infestious pathogens. Asian Journal of Biological and Life Sciences 2012;1(3):219
10. Dang HT, Lee HJ, Yoo ES, Shinde PB, Lee YM, Hong J et al. Anti-inflammatory constituents of the red alga *Gracilaria verrucosa* and their synthetic analogues. J Nat Prod 2008; 71:232-40
11. Achmad H, Ramadhany YF. Antimicrobial activity and sulfated polysaccharides antibiofilms in marine algae against dental plaque bacteria: a literature review. Sys Rev Pharm 2020; 11(6): 459-65
12. Torres P, Santos JP, Chow F, do Santos D. A comprehensive review of traditional uses, bioactivity potential, and chemical diversity of the genus *Gracilaria* (Gracilariales, Rhodophyta). Algal Research 2019;37:288-306
13. Widowati I, Lubac D, Puspita M, Bourgougnon N. Antibacterial and antioxidant properties of the red alga *Gracilaria verrucosa* from the north coast of Java, Semarang, Indonesia. Int J Latest Res Sci Technol 2014;3(3):183
14. Dayuti S. Antibacterial activity of red algae (*Gracilaria verrucosa*) extract against *Escherichia coli* and *Salmonella typhimurium*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2018;1(1):4
15. Rudi M, Sukenda, Wahjuningrum D, Pasaribu W, Hidayatullah D. Seaweed extract of *Gracilaria verrucosa* as an antibacterial and treatment against *Vibrio harveyi* infection of *Litopenaeus vannamei* 2019;18(2):123
16. Pringgenies D, Retnowati EI, Ariyanto D, Dewi K, Viharyo MAS, Susilowati R. Symbiotic microbes from various seaweeds with antimicrobial and fermentative properties. AACL Bioflux 2020;13(4):2215
17. Ahmed AU. An overview of inflammation: mechanism and consequences. Front Biol China 2011;6:274-81
18. Kotas ME, Medzhitov R. Homeostasis, inflammation, and disease susceptibility. Cell 2015;160:816-27.
19. Medzhitov R. Origin and physiological roles of inflammation. Nature 2008; 454:428-35.
20. Dray A. Inflammatory mediators of pain. Br J Anaesth 1995;75:125-31.
21. Hotamisligil GS. Inflammation and metabolic disorders. Nature 2006;444:860-7.
22. Chalini K, Johnson M, Adakalaraj G, Vidyarani G, Ramakrishnan P. Anti-inflammatory activity of aqueous extracts of *Gracilaria*. International Journal of Current Pharmaceutical Research 2017;9(5):18
23. Kurniasari KD, Arsianti A, Aziza YAN, Mandasari BKD, Masita R, Zulfa FR. Phytochemical analysis and anticancer activity of seaweed *Gracilaria verrucosa* against colorectal hct-116 cells. Oriental J Chem 2018; 34(3):1258