

RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

Aktivitas Antibakteri *Escherichia coli* secara *In Vitro* dari Isolat Bakteri Simbion Makroalga *Caulerpa* sp.***In Vitro* Antibacterial Activity Of *Escherichia coli* From Macroalgae Symbion Bacteria Isolate *Caulerpa* sp.****Riza Linda¹, Asri Mulya Ashari^{2*}, Rita Kurnia Apindiaty², Gusti Eva Tavita³, Warsidah⁴**¹Program Studi Biologi, FMIPA, Universitas Tanjungpura, ²Program Studi Agroteknologi, Faperta, Universitas Tanjungpura, ³Jurusan Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Tanjungpura;⁴Program Studi FMIPA, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura. *Correspondent email:asri.mulyaashari@faperta.untan.ac.id

Received: 03 November 2022 | Accepted: 31 December 2022 | Published: 31 December 2022

Abstrak. Salah satu jenis makroalga hijau yang banyak ditemukan di daerah Lemukutan adalah *Caulerpa* sp yang dikenal dengan anggur laut. Saat ini makroalga laut menjadi target penelitian bahan alam dan bahan pangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi bakteri simbion makroalga *Caulerpa* sp. dan mengetahui aktivitas antibakteri. Isolasi bakteri simbion *Caulerpa* sp. dilakukan dengan metode tuang dan pengujian aktivitas antibakteri dilakukan dengan metode *cross streak*. Hasil penelitian menunjukkan sebanyak 20 isolat bakteri dihasilkan dari media NA dan media zobell 2216E. Salah satu isolat dari 20 isolat yang dihasilkan dari kedua media yang berbeda tersebut, yaitu CRB 21 menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli* dan hasil identifikasi menggunakan uji biokimia menunjukkan CRB 21 menunjukkan positif terhadap uji motilitas, uji penggunaan sitrat, Uji MR (*methyl red*), uji oksidasi, uji katalase dan uji oksidasi fermentatif. Berdasarkan hasil identifikasi ini, isolate bakteri CRB 21 adalah dari genus *Corynebacterium*. Dari pemeriksaan fitokimia, isolat CRB 21 memberikan reaksi positif terhadap saponin dan flavonoid.

Kata kunci: antibakteri, *Caulerpa* sp, *Corynebacterium*, *Escherichia coli*, makroalga

Abstract. One type of green macroalgae that is commonly found in the Lemukutan area is *Caulerpa* sp, which is known as sea grape. Currently, marine macroalgae are the target of research on natural ingredients and foodstuffs. This study aims to isolate the macroalgae symbiont *Caulerpa* sp. and determine the antibacterial activity. Isolation of the symbiont *Caulerpa* sp. performed by pouring method and testing of antibacterial activity was carried out by *cross streak* method. The results showed that as many as 20 bacterial isolates were produced from NA media and zobell 2216E media. One of the 20 isolates produced from the two different media, CRB 21 showed antibacterial activity against *Escherichia coli* and the results of identification using biochemical tests showed CRB 21 was positive for motility test, citrate use test, MR test (*methyl red*), test oxidation, catalase test and fermentative oxidation test. Based on the results of this identification, the isolate of CRB 21 bacteria was from the genus *Corynebacterium*. From the phytochemical examination, CRB 21 isolate gave a positive reaction to saponins and flavonoids

Keywords: antibacterial, *Caulerpa* sp, *Corynebacterium*, *Escherichia coli*, macroalgae

PENDAHULUAN

Pulau Lemukutan mempunyai luas sebesar 1.236 ha, memiliki terumbu karang yang cukup banyak dan tersebar di sisi timur dan barat pulau. Pulau ini potensial sebagai sumber daya hayati laut seperti makrozobentos dan makroalga, yang bermanfaat baik sebagai sumber senyawa aktif maupun sebagai sumber pangan. Salah satu makroalga yang

tumbuh di sekitar perairan Lemukutan adalah *Caulerpa* sp. (Handika, 2020). Habitat makroalga *Caulerpa* sp. adalah pada zona subtidal bagian bawah, dengan morfologi talus yang bulat dan dapat hidup pada substrat, bebatuan atau kerang mati, terumbu karang maupun pasir berlumpur. *Caulerpa* sp. mengandung vitamin A dan C, serta beberapa mineral makro yang penting dalam kesehatan antara lain seperti yodium, kalsium, dan zat besi. *Caulerpa* sp. menghasilkan metabolit sekunder yang berguna untuk antibakteri (Ridhowati dan Asanai, 2016).

Ridhowati dan Asanai (2016) menyatakan *Caulerpa* sp. memiliki kemampuan menangkal radikal bebas karena makroalga ini memiliki kandungan asam folat, asam askorbat, dan asam tiamin. *Caulerpa* sp. juga mengandung *caulerpenin* sebagai senyawa bioaktif yang sangat diperlukan sebagai antikanker, antiploriferasi dan antitumor. Makroalga *Caulerpa* sp. merupakan senyawa bioaktif yang berpotensi sebagai sumber pigmen alami dan manfaatnya telah banyak dilaporkan sebagai antitumor, antimikroba, antivirus (Atmaja et al., 2009). Menurut penelitian Ginting et al., (2019), bakteri simbiosis memiliki kemampuan hampir sama dengan inangnya untuk menghasilkan senyawa bioaktif. Keberadaan bakteri simbiosis umumnya untuk melindungi biota yang ditumpanginya dan untuk dirinya sendiri dengan cara menghasilkan metabolit sekunder (Oktafiyanto et al., 2018).

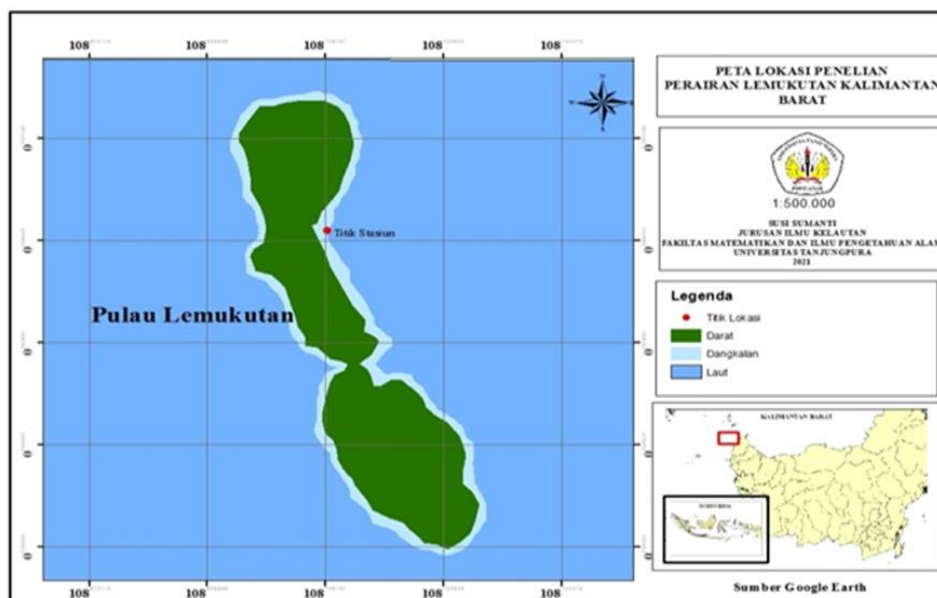
Metabolit sekunder dari makroalga *Caulerpa* sp. dapat dihasilkan tanpa mengeksploitasi komoditas makroalga dari habitat aslinya, melainkan cukup dengan menggunakan mikroorganisme laut yang bersimbiosis dengan makroalga *Caulerpa* sp. tersebut. Mikroorganisme simbiosis *Caulerpa* sp. dapat berupa bakteri ataupun jamur, memiliki khasiat dan kandungan kimia yang sama dengan *Caulerpa* sp. itu sendiri, sehingga dengan mengisolasi mikroorganisme simbiosisnya sudah bisa mewakili karakteristik dari makroalga *Caulerpa* sp. sebagai inang. Bakteri simbiosis biota laut berpotensi memiliki kemampuan untuk menghasilkan senyawa bioaktif (Mardiyah et al., 2012).

Menurut Rahmayanti et al., (2019) bakteri simbiosis makroalga memiliki peran yang sangat penting dalam kelangsungan hidup makroalga, karena memberikan bantuan berupa suplai nutrisi untuk pertumbuhan makroalga, dan mencegah terjadinya infeksi dari organisme pengganggu makroalga. Beberapa penelitian telah melaporkan bahwa bakteri yang dihasilkan atau diisolasi dari biota laut berpotensi menghasilkan metabolit sekunder yang bersifat antibakteri (Basir dan Tarman, 2017). Metabolit sekunder yang dihasilkan oleh bakteri simbiosis makroalga antara lain, flavonoid, saponin, fenolik, tanin, terpenoid atau steroid dan alkaloid memiliki potensi bioaktif atau aktif secara biologik (Saputri et al., 2017). Menurut Mulyadi (2019), kandungan kimia atau metabolit sekunder dari bakteri simbiosis makroalga dapat berfungsi sebagai antioksidan dan antibakteri.

Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi, menguji aktivitas antibakteri dan menentukan kandungan kimia dari isolat bakteri simbiosis *Caulerpa* sp. asal perairan Lemukutan Kalimantan Barat. Isolasi bakteri dilakukan dengan pengenceran bertingkat dan pengujian aktivitas antibakteri dilakukan dengan menggunakan metode difusi dimana senyawa dari ekstrak sampel akan berdifusi pada medium agar yang sebelumnya telah diinokulasikan dengan bakteri uji *E. coli*. Identifikasi senyawa kimia pada ekstrak bakteri simbiosis *Caulerpa* sp. dilakukan dengan menggunakan pereaksi spesifik untuk senyawa alkaloid, fenolik, flavonoid, terpenoid dan saponin.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember-Mei 2021. Sampel *Caulerpa* sp. diambil dari Perairan Pulau Lemukutan Kalimantan Barat. Isolasi dan identifikasi bakteri simbiosis serta uji aktivitas antimikroba dengan bakteri uji *E. coli* dilakukan di Laboratorium Unit Pelaksana Teknis Penerapan Mutu Hasil Perikanan.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Prosedur Penelitian

Isolasi dan Uji Aktivitas Antibakteri

Isolasi bakteri simbiosis *Caulerpa* sp. dilakukan dengan melakukan pengenceran pada sampel menggunakan metode tuang, isolat ditumbuhkan dengan cara menggoreskan hasil pengenceran ke media media Nutrient Agar (NA) dan media zobell 2216 E. Bakteri yang berhasil diisolasi selanjutnya disimpan di inkubator dengan suhu 28-30°C selama 1x24 jam. Selanjutnya dilakukan pengamatan morfologi bakteri yaitu dari bentuk, elevasi, warna dan tepian. Skrining antibakteri dilakukan dengan uji antagonis menggunakan metode *cross streak*. Koloni isolat bakteri simbiosis *Caulerpa* sp. ditumbuhkan kembali secara tegak lurus pada cawan petri menggunakan media NA yang telah diinokulasi dengan bakteri uji *E. coli*, di inkubasi pada suhu 37°C selama 1x24 jam. Aktivitas antibakteri ditunjukkan dengan terbentuknya zona hambat (zona bening) yang terbentuk di sekitar wilayah goresan tegak lurus.

Ekstraksi Senyawa Aktif dari Isolat Bakteri Simbiosis *Caulerpa* sp

Isolat bakteri simbiosis *Caulerpa* sp yang aktif menghambat bakteri uji *E. coli* difermentasi, menggunakan media NB (*Nutrient broth*) sebanyak 20 mL, diinkubasi selama 1x24 jam sambil di *dishaker* dengan kecepatan 170 rpm pada suhu 27°C. Hasil fermentasi selanjutnya disentrifugasi pada kecepatan 3000 rpm, dengan suhu 37°C selama 30 menit untuk memisahkan senyawa aktif (supernatan) dengan ampas sel bakteri (endapan). Senyawa

aktif yang dihasilkan selanjutnya disiapkan untuk uji fitokimia meliputi flavonoid, alkaloid, terpenoid atau steroid, saponin dan fenolik.

Identifikasi Senyawa Aktif dari Ekstrak Bakteri Symbion Caulerpa sp

Identifikasi senyawa aktif atau pemeriksaan fitokimia dari ekstrak bakteri simbion *Caulerpa sp* dilakukan dengan menggunakan metode yang dilakukan oleh Sofiana, et al., (2021), yaitu mereaksikan antara senyawa aktif yang dihasilkan dari bakteri simbion *Caulerpa sp* dengan pereaksi-pereaksi spesifik untuk identifikasi senyawa golongan flavonoid, fenolik, alkaloid, terpenoid, steroid, dan saponin. Hasil pemeriksaan positif didasarkan pada terjadinya perubahan warna atau pembentukan endapan saat reaksi berlangsung.

Uji Flavonoid

Uji flavonoid dilakukan dengan menambahkan alkohol 70% ke dalam supernatan pada tabung reaksi yang selanjutnya dipanaskan. Campuran larutan ditambahkan dengan lempeng logam magnesium dan setetes asam klorida (HCl) pekat. Reaksi positif ditunjukkan bila terjadi perubahan warna larutan menjadi kuning.

Uji Alkaloid

Uji Alkaloid dilakukan dengan penambahan kloroform pada supernatan dalam tabung reaksi. Selanjutnya larutan dibagi dua dan masing-masing tabung bagian ditambahkan dengan pereaksi dragendrof dan pereaksi mayer. Reaksi positif bila terjadi perubahan warna menjadi jingga setelah penambahan pereaksi dragendrof dan warna putih setelah penambahan pereaksi mayer.

Uji Terpenoid/Steroid

Uji Terpenoid/Steroid dilakukan dengan penambahan kloroform beramoniak pada supernatan dalam tabung reaksi, yang selanjutnya ditambahkan lagi H_2SO_4 2 N ke dalamnya dan dikocok kuat. Campuran larutan kemudian didiamkan hingga terbentuk dua lapisan yaitu lapisan asam (atas) dan lapisan kloroform (bawah). Lapisan kloroform diletakkan di plat tetes dan biarkan menguap lalu ditambahkan dengan asam asetat anhidrat dan asam sulfat pekat (pereaksi Lieberman-Burchardat). Reaksi positif jika terbentuk warna merah yang menandakan adanya senyawa terpenoid dan warna hijau menandakan steroid.

Uji Saponin

Uji saponin dilakukan dengan menambahkan air ke dalam supernatan dalam tabung reaksi dan dipanaskan hingga mendidih. Larutan dikocok kuat, reaksi positif terhadap saponin jika terbentuk busa dengan stabil selama 10 menit.

Uji Fenolik

Uji fenolik dilakukan dengan menempatkan supernatan ke dalam plat tetes dan ditambahkan larutan besi (III) klorida. Reaksi positif adanya senyawa fenolik ditunjukkan dengan adanya perubahan warna larutan menjadi biru-hitam

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampel rumput laut *Caulerpa* sp. diambil dari perairan Lemukutan, Teluk Cina, dengan titik koordinat berlokasi N 00°46'48.46" dan E 108°42'23.91". Identifikasi jenis spesies rumput laut yang ditemukan dari perairan Lemukutan adalah rumput laut *Caulerpa* sp. *Caulerpa* sp. memiliki talus sepanjang 10-20 cm, bentuk daun bulat dan keseluruhan tumbuhan berwarna kekuningan sampai hijau dengan akar serabut yang pendek dan tumbuh menjalar di atas batu atau karang. Pada umumnya *Caulerpa* sp. tumbuh pada perairan dangkal dan sangat dipengaruhi oleh pasang surut. *Caulerpa* sp. tumbuh pada substrat yang berlumpur dan perairan yang jernih dan keruh.



Gambar 2. *Caulerpa* sp. dan Media NA untuk uji antagonis

Isolasi bakteri simbion *Caulerpa* sp. dari perairan Lemukutan di Teluk Cina menggunakan dua jenis media yang digunakan media NA dan zobell 2216 E, dihasilkan 20 isolat yang selanjutnya dilakukan pengamatan morfologi meliputi ukuran, bentuk, warna, elevasi dan tepian koloni. Selanjutnya bakteri simbion yang berhasil diisolasi dilakukan skrining awal antibakteri melalui uji antagonis menggunakan bakteri uji *E. coli* seperti ditunjukkan dalam gambar 3. Isolat CRB 21 menunjukkan aktivitas yang kuat dalam menghambat pertumbuhan bakteri uji *E. coli*

Bakteri simbion *Caulerpa* sp. yang telah berhasil diisolasi dengan menggunakan 2 media pertumbuhan, sebanyak 20 isolat bakteri yang terdiri 15 isolat dari media NA dan 5 isolat dari Media zobell 2216 E, dilanjutkan dengan pengujian aktivitas antibakteri melalui uji antagonis bakteri menggunakan bakteri uji *E. coli*. Dari pengamatan hasil pengujian menunjukkan aktivitas antagonis dengan bakteri uji *E. coli* pada isolat bakteri dari media NA berbentuk 5 isolat dengan zona bening, 5 isolat dengan zona kabut dan 2 isolat lainnya ditumbuhi bakteri uji atau tidak menghasilkan zona bening. Pengamatan uji antagonis pada isolat yang dihasilkan dari media zobell 2216 E menunjukkan 2 isolat menghasilkan zona bening, 3 isolat berkabut dan 2 isolat lainnya tidak menghasilkan zona bening. Pada pengujian lebih lanjut dari semua tipe koloni yang memberikan zona bening, dilakukan kembali penggoresan isolat secara *cross streak* pada medium uji menggunakan bakteri uji *E. coli* di mana dalam pengamatan menunjukkan 2 isolat bakteri yang menghasilkan zona bening, 6 isolat berkabut dan sisanya tidak menunjukkan adanya. Hasil skrining terakhir menunjukkan bahwa aktivitas antibakteri dengan menggunakan bakteri uji *E. coli* paling besar adalah isolat

CRB 21. Isolat ini selanjutnya dilakukan pemeriksaan lanjutan, untuk menentukan genus bakteri, melalui reaksi biokimia menggunakan pereaksi-pereaksi yang spesifik.

Isolat bakteri memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri uji *E. coli* karena adanya senyawa aktif yang dihasilkan dari isolat bakteri tersebut. Zat aktif berdifusi ke dalam media yang digunakan yaitu media NA dan Zobel 2216E. Beberapa hal yang mempengaruhi produksi metabolit sekunder dari isolat bakteri antara lain adalah nutrisi atau substrat yang tersedia di lingkungan perairan (Kartikasari, dan Purwestri, 2021). Pada umumnya, bakteri akan menghasilkan metabolit sekunder yang unik jika berada dalam cekaman seperti kekurangan nutrisi, kondisi substrat yang ekstrim karena pengaruh suhu atau asam, dan sebaliknya isolat bakteri tidak dapat menghasilkan metabolit sekunder pada media dengan kandungan nutrisi yang cukup untuk kebutuhan bakteri. Produksi metabolit sekunder dari bakteri sangat terpacu ketika nutrisi terbatas bagi bakteri, karena metabolit sekunder yang diproduksi bakteri merupakan respon terhadap lingkungannya yang berada dalam cekaman atau ancaman (Marfuah et al., 2017).

Identifikasi bakteri mengacu pada *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* (1994) dan hasil identifikasinya dapat dilihat pada Tabel 1. Dari hasil pewarnaan gram pada isolat bakteri CRB 21, diduga merupakan genus *corynebacterium* dengan karakteristik sel memiliki warna koloni putih, berbentuk batang, elevasi cembung. *Corynebacterium* adalah bakteri gram positif yang jika ditambahkan dengan kristal violet akan menghasilkan warna ungu pada sel bakteri, sedangkan pada penambahan safranin dihasilkan warna merah pada sel bakteri yang menunjukkan tidak dapat menyerap larutan safranin. Bakteri *Corynebacterium* umumnya bersifat nonpatogenik (Afriani et al., 2018).

Tabel 1. Morfologi Bakteri Symbion *Caulerpa* sp

Isolat	Media	Bentuk	Warna	Elevasi	Tepian
CRB 2	NA	Bulat	Putih	Rata	Utuh
CRB 4	NA	Tidak Beraturan	Putih	Cembung	Bergelombang
CRB 6	NA	<i>Spindle</i>	Putih	<i>Raised</i>	Berbelah
CRB 8	NA	Tidak Beraturan	Putih	Cembung	Bergerigi
CRB 9	NA	Tidak Beraturan	Putih	Cembung	Bergelombang
CRB 10	NA	Bulat	Putih	Rata	Utuh
CRB 13	NA	Tidak Beraturan	Putih	Rata	Bergelombang
CRB 17	NA	Tidak Beraturan	Bening	<i>Raised</i>	Bergelombang
CRB 18	NA	Tidak Beraturan	Putih	Rata	Utuh
CRB 21	NA	<i>Spindle</i>	Putih	Cembung	Bergelombang
CRB 24	NA	Bulat	Bening	<i>Raised</i>	Utuh
CRB 25	NA	Bulat	Bening	<i>Raised</i>	Utuh
CRB 29	NA	Tidak Beraturan	Kuning	Cembung	Bergerigi
CRB 32	NA	Bulat	Kuning	Rata	Utuh
CRB 38	Zobell	Bulat	Merah	Rata	Utuh
CRB 39	Zobell	Tidak Beraturan	Putih	Rata	Bergerigi
CRB 45	Zobell	Tidak Beraturan	Kuning	Rata	Bergerigi
CRB 46	Zobell	Bulat	Kuning	Rata	Utuh
CRB 47	Zobell	Bulat	Bening	Rata	Utuh
CRB 48	Zobell	<i>Spindle</i>	Putih	Rata	Bergelombang

Fermentasi sel bakteri CRB 21 dilakukan menggunakan media *Nutrient Broth* (NB), dengan menggunakan sel bakteri yang sudah diremajakan kembali. Fermentasi dilakukan selama 24 jam, diinkubasi sambil dishaker untuk mempercepat terjadinya pembelahan sel.

Metabolit sekunder tidak terbentuk pada fase akhir logaritmik atau pembelahan sel aktif, melainkan terbentuk pada tahap akhir siklus pertumbuhan sel yaitu pada fase stasioner. Pada fase ini mikroorganisme lebih tahan terhadap keadaan ekstrim, dan berusaha mempertahankan diri dari cekaman lingkungannya. Metabolit sekunder selanjutnya disekresikan kedalam media biakan fermentasi. Peningkatan jumlah sel selama fermentasi akan nampak dari jumlah sel yang makin padat, makin berat dibandingkan dengan sebelum dilakukan fermentasi. Selain itu juga ditunjukkan dengan terjadinya kekeruhan medium yang menunjukkan adanya aktivitas pertumbuhan dari sel bakteri yang difermentasi. Fermentasi selanjutnya dihentikan setelah 1x24 jam dan dilakukan produksi metabolit sekunder melalui sentrifugasi sel bakteri bersama medium yang digunakan, dan supernatan yang dihasilkan dianggap sebagai metabolit sekunder yang telah terekstraksi dari sel bakteri. Endapan yang dihasilkan dalam proses sentrifugasi tersebut merupakan ampas sel mikroba seperti dinding sel, ampas substrat dari medium yang digunakan. Supernatan yang dihasilkan selanjutnya dilakukan pengujian fitokimia (Pratiwi, 2015).

Selanjutnya pada pengujian fitokimia isolat CRB 21, uji alkaloid dan terpenoid/steroid menunjukkan hasil negatif sedangkan pada pengujian fenolik, flavonoid dan saponin menunjukkan hasil positif, ditunjukkan pada tabel 2. Pengujian senyawa flavonoid menunjukkan hasil yang positif ditandai dengan terbentuknya senyawa kompleks garam flavylum sebagai hasil reaksi antara flavonoid dengan HCl, menghasilkan warna berwarna merah atau jingga. Menurut Marfuah *et al.*, (2017) pada pengujian lanjutan flavonoid, dilakukan secara bertahap yaitu jam ke-30 menunjukkan hasil negatif dan pada jam ke-48 menunjukkan hasil positif. Pada pengamatan jam ke-48, senyawa flavonoid yang terdeteksi memiliki intensitas yang rendah. Flavonoid memiliki kemampuan sebagai antibakteri dengan beberapa mekanisme antara lain adalah melalui penghambatan produksi asam nukleat, penghambatan fungsi membran sel dan penghambatan sintesis dinding sel bakteri.

Tabel 2. Uji Fitokimia Metabolit Sekunder dari Isolate CRB 21

Pengujian	Hasil	Pengujian	Hasil
Flavonoid	+	Terpenoid/Steroid	-
Alkaloid Mayer	-	Saponin	+
Alkaloid Dragendorf	-	Fenolik	+

Uji kandungan fenolik menunjukkan hasil positif, di mana senyawa fenolik akan mengalami oksidasi membentuk ion fenolik dengan penambahan FeCl_3 , menghasilkan warna biru kehitaman. Pengujian saponin menunjukkan hasil yang positif ditandai dengan terbentuknya busa yang stabil. Beberapa senyawa fenolik dilaporkan memiliki aktivitas antioksidan memiliki kontribusi dalam aktivitas antimikroba pada berbagai bakteri uji (Manongko *et al.*, 2020). Dalam pengujian senyawa fitokimia ini tidak ditemukan adanya alkaloid, terpenoid dan steroid. Hasil reaksi menunjukkan tidak terbentuk endapan kalium alkaloid yang terjadi adanya ikatan kovalen antara nitrogen dengan ion logam K^+ , sedangkan senyawa terpenoid dan steroid sebagai senyawa yang bersifat non polar dan semi polar kemungkinan tidak terekpresikan keluar dari sel saat terjadi fermentasi dan ekstraksi serta pemisahan dengan sentrifugasi (Purwati *et al.*, 2015).

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa isolat bakteri yang dihasilkan dari 2 jenis media yaitu media NA dan Zobel 2216E adalah 20 isolat, dan satu diantaranya yaitu CRB 21, memiliki aktivitas sebagai antibakteri *Escherichia coli*. Berdasarkan pengujian biokimia, dapat disimpulkan bahwa isolat CRB 21 adalah dari genus *Corynebacterium*

REFERENSI

- Afriani, I., Puspita, F., dan Ali, M. 2018. Isolasi Karakterisasi Morfologi dan Fisiologi Bakteri Simbion dari Tanaman Buah Naga Merah (*Hylocereus polyhizus*). *Jurnal Online Mahasiswa, Faperta (Jurnal UR)*, 5 (1), 1–14.
- Basir, A., dan Tarman, K. 2017. Aktivitas Antibakteri dan Antioksidan alga hijau *Halimeda gracilis* dari Kabupaten Kepulauan Seribu. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia (JPHPI)*, 20 (2): 211-218.
- Ginting, E., Rangan, L., Wantania, L., dan Wullur, S. 2019. Isolasi Bakteri Simbion Alga Merah dari Perairan Tongkaina Sulawesi Utara. *J. Ilmiah Platax*, 7 (2), 294–400.
- Handika, F. 2020. *Kabupaten Bengkayang dalam Angka*. Badan Pusat Statistik : Kabupaten Bengkayang.
- Kartikasari, N., dan Purwestri, Y.A. 2021. Kemampuan Antibakteri Senyawa Metabolit Sekunder Bakteri Endofit Tanaman Purwoceng terhadap *Escherechia coli*. *J. Ilmu Hayat*. 5 (1): 17-24.
- Manongko, P., Sangi, M., dan Momuat, L. 2020. Uji Senyawa Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Tanaman Patah Tulang (*Euphorbia tirucalli* L). *Jurnal MIPA*, 9 (2), 64–69.
- Mardiyah, U., Fasya, G.A., Begum, F., Amalia, S. 2014. Ekstraksi, uji aktivitas antioksidan dan identifikasi golongan senyawa aktif alga merah *Eucheuma spinosum* dari perairan Banyuwangi. *Alchemy*, 3 (1): 9-46
- Marfuah, Ardiningsih, P., dan Jayuska, A. 2017. Aktifitas Antibakteri dari Isolat Bakteri Endofit B.E2 Daun Tanaman Sukun (*Artocarpus altilis*) terhadap *S. typhimurium* dan *S. aureus*. *J. Kimia Khatulistiwa*, 8 (1), 79–85.
- Oktafiyanto, M.F, Munif A, Mutaqin, K.H., 2018. Aktivitas Antagonis Bakteri Endofit asal Mangrove terhadap *Ralstonia solanacearum* dan *Meloidogyne* s pp. *Fitopatologi Indonesia* 14 (1) : 23 - 29.
- Pratiwi, B. 2015. Isolasi dan Skrinning Fitokimia Bakteri Simbion dari Daun Rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) yang Berpotensi sebagai Antibakteri. (Skripsi). Program Studi Farmasi, Fakultas Kedokteran Dan Ilmu Kesehatan, UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Purwati, S., Sonja, V., dan Samsurianto. 2015. Skrining Fitokimia Daun Saliara (*Lantana camara* L.) sebagai Pestisida Nabati Penekan Hama dan Insidensi Penyakit pada Tanaman Hortikultura di Kalimantan Timur. *Prosiding Seminar Nasional Kimia*, 158–173.
- Rahmayanti, S., Massinay, W., dan Mashoreng, S. 2019. Kepadatan Bakteri Simbion Rumput Laut (*Eucheuma spinosum*) yang berasal dari Perairan Puntondo, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan. *Prosiding Simposium Nasional Kelautan dan Perikanan*, VI. Universitas Hasanuddin, Makassar, 21 Juni 2019. pp 309-314

- Ridhowati, S., dan Asanai. 2016. Potensi Anggur Laut Kelompok *C. racemosa* sebagai Kandidat Sumber Pangan Fungsional Indonesia. *Oseana*, XLI (4): 50–62.
- Saputri, Andiani, U., Purnamayati, L., dan Angga, A.D. 2017. Aktivitas Antibakteri Anggur Laut (*Caulerpa lentillifera*) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *J. Ilmu Dan Teknologi Perikanan*, 1 (1) : 15–20.
- Sofiana, M.S.J., Safitri, I., Helena, S., and Warsidah., 2021. Phytochemical Screening, Total Phenolic Content and Antioksidant Activity of Tropical Brown Macroalgae (*Padina pavonica* Hauck) from Kabung, *J. Fish. Sci. Technol*, 17 (1) : 32–36.

Authors:

Riza Linda, Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura, Jalan Jenderal Ahmad Yani, Kec. Pontianak Tenggara, Kota Pontianak, Prov. Kalimantan Barat, 78124, Indonesia. email: riza.linda@faperta.untan.ac.id

Asri Mulya Ashari, Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura, Jalan Jenderal Ahmad Yani, Kec. Pontianak Tenggara, Kota Pontianak, Prov. Kalimantan Barat, 78124, Indonesia. email: asri.mulyaashari@faperta.untan.ac.id

Rita Kurnia Apindiati, Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura, Jalan Jenderal Ahmad Yani, Kec. Pontianak Tenggara, Kota Pontianak, Prov. Kalimantan Barat, 78124, Indonesia. email: rita.kurnia@faperta.untan.ac.id

Gusti Eva Tavita, Jurusan Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Tanjungpura, Jalan Jenderal Ahmad Yani, Kec. Pontianak Tenggara, Kota Pontianak, Prov. Kalimantan Barat, 78124, Indonesia. email: guti.evatavita@kehutanan.untan.ac.id

Warsidah, Program Studi FMIPA, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura, Jalan Jenderal Ahmad Yani, Kec. Pontianak Tenggara, Kota Pontianak, Prov. Kalimantan Barat, 78124, Indonesia. email: warsidah@mifa.untan.ac.id

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

How to cite this article:

Linda, R., Ashari, A.M., Apindiati, R.K., Tavita, G.E., dan Warsidah. 2022. In vitro antibacterial activity of *Escherichia coli* from macroalgae symbion bacteria isolate *Caulerpa sp.* *Simbiosis*, 11(2): 135-143. Doi. <http://dx.doi.org/10.33373/sim-bio.v11i2.4657>