

Skrining Aktivitas Antibakteri dan Antijamur dari Isolat Bakteri *Marinobacter hydrocarbonoclasticus* NAR7

I Gusti Gde Agung Anantawikrama¹, Anak Agung Gede Indraningrat^{2*}, Ni Wayan Widhidewi²

¹Program Studi Kedokteran, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Warmadewa, Bali, Indonesia

²Departemen Mikrobiologi dan Parasitologi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Warmadewa, Bali, Indonesia

*email : indraningrat@warmadewa.ac.id

Abstrak

Penyakit infeksi oleh bakteri dan jamur merupakan permasalahan kesehatan global termasuk di Indonesia. Penelitian terdahulu melaporkan satu isolat bakteri yang berasosiasi dengan rumput laut *Caulerpa lentillifera* yaitu, *Marinobacter hydrocarbonoclasticus* NAR7 yang menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *Streptococcus mutans* berdasarkan metode *perpendicular streak*. Penelitian ini merupakan penelitian laboratorium dengan metode deskriptif. Isolat *M. hydrocarbonoclasticus* NAR7 ditumbuhkan pada 100 mL media *nutrient broth* yang disuplementasi dengan *artificial seawater* selama tujuh hari. Supernatant yang didapat dipisahkan dari masa sel dengan penyaringan dan diekstraksi dengan etil asetat dengan rasio 1:1(v/v), dilanjutkan dengan evaporasi pada suhu 40°C sehingga diperoleh ekstrak kental. Ekstrak kasar etil asetat yang diperoleh diuji terhadap bakteri Gram positif (*Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Streptococcus mutans* FNCC 0405), dan Gram negatif (*Escherichia coli* ATCC 25922, dan *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603) menggunakan metode Kirby-Bauer. Hasil skrining menunjukkan ekstrak hanya aktif terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 dengan rata-rata diameter zona hambat sebesar 7,32±0,57 mm yang tergolong aktivitas antibakteri sedang. Sedangkan, pada bakteri uji lain ekstrak tidak membentuk diameter zona hambat. Skrining aktivitas antijamur menunjukkan ekstrak tidak dapat menghambat pertumbuhan jamur *Candida albicans* dan *Aspergillus flavus*. Hasil ini secara keseluruhan mengindikasikan potensi awal antibakteri dari isolat *M. hydrocarbonoclasticus* NAR7. Upaya optimasi lanjutan yang meliputi ekstraksi dengan pelarut berbeda diperlukan untuk menggalang lebih dalam potensi isolat bakteri ini.

Kata kunci: antibakteri, bakteri laut, antijamur, *Marinobacter hydrocarbonoclasticus*

Abstract

[Screening of Antibacterial and Antifungal Activities from the Isolate of Bacterium *Marinobacter hydrocarbonoclasticus* NAR7]

Infectious diseases caused by bacteria and fungi are global health issues, including in Indonesia. Previous studies reported one bacterial isolate associated with the seaweed *Caulerpa lentillifera*, namely *Marinobacter hydrocarbonoclasticus* NAR7, which showed antibacterial activity against *Streptococcus mutans* based on the *perpendicular streak* method. This study is a laboratory research with a descriptive method. Isolate *M. hydrocarbonoclasticus* NAR7 was grown in 100 mL of nutrient broth supplemented with artificial seawater for seven days. The obtained supernatant was separated from the cell mass by filtration, and the supernatant was extracted with ethyl acetate at a ratio of 1:1 (v/v) and further evaporated at 40°C to obtain a thick extract. The crude ethyl acetate extract obtained was tested against Gram-positive bacteria (*Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Streptococcus mutans* FNCC 0405), and Gram-negative bacteria (*Escherichia coli* ATCC 25922, and *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603) using the Kirby-Bauer method. Screening results showed that the extract was only active against *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 with an average inhibitory zone diameter of 7.32±0.57 mm, which is classified as moderate antibacterial activity. Meanwhile, the extract did not form inhibitory zone diameters against other test bacteria. Antifungal screening showed that the extract could not inhibit the growth of *Candida albicans* and *Aspergillus flavus* fungi. These

results overall indicate the initial potential of antibacterial activity from the *M. hydrocarbonoclasticus* NAR7 isolate. Further optimization efforts, including extraction with different solvents, are required.

Keywords: antibacterial, marine bacteria, antifungi, *Marinobacter hydrocarbonoclasticus*

PENDAHULUAN

Infeksi bakteri yang disebabkan oleh organisme yang resisten terhadap berbagai obat saat ini masih menjadi ancaman global.⁽¹⁾ Terdapat beberapa penyebab timbulnya penyakit infeksi di Indonesia, salah satunya faktor iklim. Selain itu, kesadaran terhadap kebersihan dan pengetahuan terkait dasar infeksi dari masyarakat masih kurang serta pedoman dan kebijakan pemerintah mengenai penggunaan antibiotik juga masih kurang jelas.⁽²⁾

Jamur merupakan salah satu mikroorganisme yang dapat menyebabkan infeksi. Penyakit infeksi akibat jamur banyak diderita oleh individu yang sering bekerja ditempat panas.⁽³⁾ Beberapa penyakit infeksi yang dapat ditimbulkan oleh patogen jamur adalah *Aspergillus kutaneus* yang disebabkan oleh *Aspergillus fumigatus* dan kandidiasis yang disebabkan oleh *Candida albicans*.⁽⁴⁾ Pneumonia merupakan salah satu penyakit infeksi yang disebabkan oleh bakteri yang menyerang saluran pernapasan khususnya bagian parenkim paru. Sebanyak 2,1% patogen penyebab pneumonia adalah *E. coli* dan *K. pneumoniae* yang merupakan penghasil *Extended Spectrum Beta Lactamase (ESBL)* tersering.⁽⁵⁾ Bakteri *E. coli* juga dapat menyebabkan diare yang merupakan salah satu penyebab kematian pada bayi.⁽⁶⁾ Selain itu, bakteri juga bisa menyebabkan infeksi pada rongga mulut tepatnya pada gigi. Hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) pada tahun 2018 menemukan terjadinya peningkatan permasalahan pada gigi dan mulut dari 23,2% pada tahun 2007 menjadi 57,6% pada tahun 2018 dengan proporsi terbanyak disebabkan oleh karies (45,3%).⁽⁷⁾ *Streptococcus mutans* merupakan bakteri Gram positif, sebagai bakteri utama yang menyebabkan karies pada gigi.⁽⁸⁾ *S. aureus* merupakan bakteri Gram positif dengan karakteristik tidak bergerak dan tidak berspora yang dapat menyebabkan infeksi

pada manusia saat mengalami luka.⁽⁹⁾ Selain itu *S. aureus*, juga dapat menyebabkan terjadinya penyakit kulit seperti bisul dan selulitis.⁽¹⁾

Antibiotik masih banyak dijadikan solusi untuk mengatasi infeksi bakteri. Namun, penggunaan antibiotik yang tidak rasional oleh masyarakat misalnya dikonsumsi dengan dosis yang tidak tepat dapat memicu bakteri menjadi resisten.⁽¹⁰⁾ Hal ini menjadi tantangan global karena meningkatkan angka kesakitan, biaya perawatan hingga kematian.⁽¹¹⁾

Caulerpa lentillifera merupakan sebuah jenis rumput laut yang ada di Indonesia yang banyak ditemukan pada daerah perairan tepatnya karang dan dasar pasir yang memiliki bentuk seperti anggur sehingga disebut juga dengan anggur laut.^(12,13) Senyawa aktif yang dihasilkan oleh *C. lentillifera* dilaporkan memiliki beragam bioaktivitas seperti sebagai antibakteri terhadap *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Vibrio cholerae*, *Citrobacter freundii*, *Vibrio harveyi*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Aeromonas hydrophila* dan *Klebsiella pneumoniae*.⁽¹⁴⁾

Penelitian terdahulu melaporkan satu isolat bakteri dengan kode NAR7 yang diisolasi dari *C. lentillifera* menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *Streptococcus mutans* berdasarkan metode *perpendicular streak*.⁽¹⁵⁾ Hasil identifikasi molekuler menunjukkan bahwa isolat sebagai *Marinobacter hydrocarbonoclasticus* NAR7. Genus *Marinobacter* mencakup lebih dari 70 spesies yang telah secara valid diklasifikasikan dengan sebaran habitat laut yang luas pada seluruh samudera dunia, mulai dari Arktik hingga Antartika.⁽¹⁶⁾ *Marinobacter* merupakan bakteri yang bersifat halofilik dan halotolerant.⁽¹⁷⁾ Laporan penelitian sejauh ini menjelaskan variasi spesies dan jenis *Marinobacter* spp yang juga terisolasi dari tanah yang mengandung garam, pasir, danau dengan kadar garam tinggi, akuifer di bawah

permukaan tanah, goa, serta sumur minyak dan gas.⁽¹⁷⁾ Namun, hingga saat ini tidak ada laporan yang menjelaskan bioaktivitas bakteri *M. hydrocarbonoclasticus* NAR7 khususnya antibakteri dan antijamur.

Metode *perpendicular streak* yang dilakukan pada penelitian sebelumnya oleh Cia, 2022 memiliki kelemahan yaitu kurang akurat dalam menggambarkan data kuantitatif karena tepi zona inhibisi biasanya sangat kabur dan tidak jelas.⁽¹⁸⁾ Oleh sebab itu, kemampuan antibakteri dari isolat bakteri *M. hydrocarbonoclasticus* NAR7 perlu diverifikasi melalui metode ekstraksi untuk mengetahui bioaktivitas yang sebenarnya. Maka dari itu, tujuan penelitian ini adalah untuk menskrining aktivitas antibakteri dan antijamur dari ekstrak isolat *M. hydrocarbonoclasticus* NAR7.

METODE

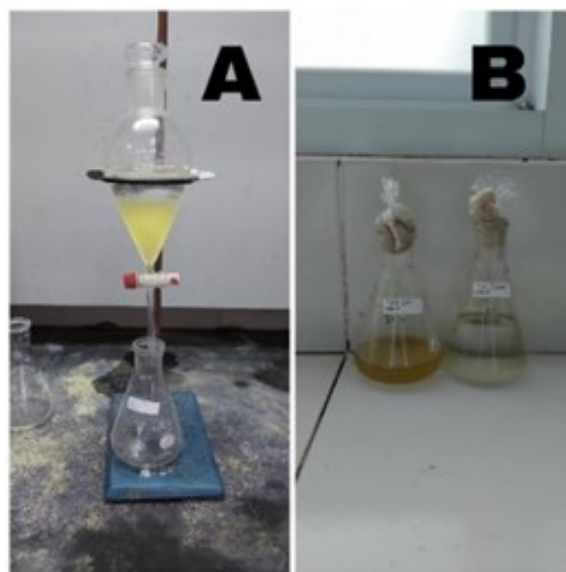
Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Analisis Pangan Fakultas Pertanian Universitas Warmadewa, Denpasar, Bali. Penelitian ini telah dilakukan dari tanggal 15 Agustus 2023 sampai 27 Agustus 2023. Populasi dalam penelitian ini adalah bakteri jenis *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus mutans*, *Escherichia coli*, dan *Klebsiella pneumoniae*. Kultur jamur *Candida albicans*, *Aspergillus flavus*. Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah biakan murni bakteri dan jamur uji. Bakteri *S. aureus* ATCC 25923, *S. mutans* FNCC 0405, *E. coli* ATCC 25922, dan *K. pneumoniae* ATCC 700603 yang ditumbuhkan pada medium Luria Bertani (10 gram/L *tryptone*, 5 gram/L *yeast extract*, 10 gram/L NaCl, 20 gram/L *bacto agar*). Jamur *C. albicans* dan *A. flavus* yang ditumbuhkan pada medium SDA (*Sabouraud Dextrose Agar*, Himedia).

Ekstrak isolat bakteri *M. hydrocarbonoclasticus* NAR7 merupakan variabel bebas pada penelitian ini sedangkan variabel terikat yaitu aktivitas antibakteri dan aktivitas antijamur. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium. Data diameter

zona hambat yang diperoleh pada penelitian ini dianalisis secara deskriptif. Uji yang digunakan dalam mengukur diameter zona hambat menggunakan *independent t-test* dan pengolahan data menggunakan *software* SPSS versi 25. penelitian ini telah dinyatakan layak dengan Keterangan Kelaikan Etik Nomor: 69/Unwar/FKIK/EC-KEPK/XI/2023.

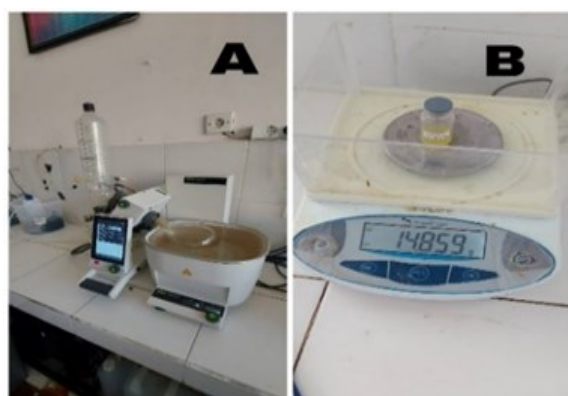
HASIL

Hasil penyegaran isolat *M. hydrocarbonoclasticus* NAR7 pada media *nutrient broth* cair kemudian diekstraksi (Gambar 1A) dengan etil asetat didapatkan fase organik dan fase cair. Fase cair memiliki kecenderungan warna yang lebih kuning dan keruh dibanding dengan fase organik (Gambar 1B).



Gambar 1 Proses Ekstraksi dan Hasil Ekstraksi Isolat Bakteri *M. hydrocarbonoclasticus* NAR7. A. Proses Ekstraksi Dengan Corong Pisah, B. Hasil Ekstraksi Berupa Fase Cair dan Organik.

Fase organik dievaporasi (Gambar 2A) dan didapatkan ekstrak kasar etil asetat Isolat *M. hydrocarbonoclasticus* NAR7 (Gambar 2B) sebanyak 3,24 gram dan disimpan didalam vial. Ekstrak kasar ini digunakan untuk proses uji antibakteri dan antijamur.



Gambar 2 Proses Evaporasi dan Hasil Evaporasi Ekstrak Isolat Bakteri *M. hydrocarbonoclasticus* NAR7, A. Proses Evaporasi dengan *Rotatory Evaporator*, B. Hasil Evaporasi

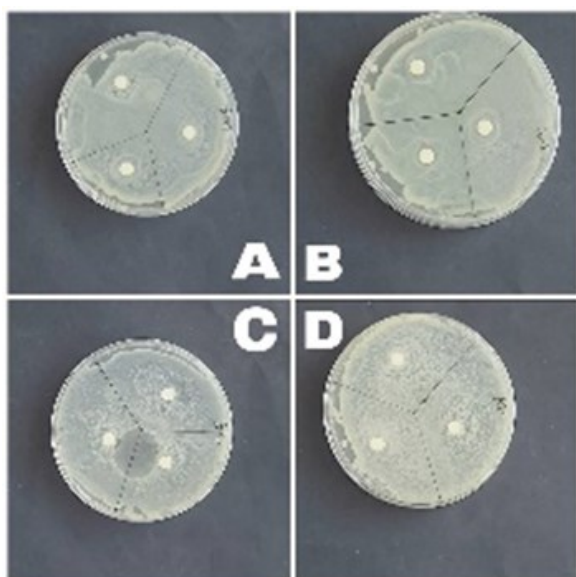
Ekstrak *M. hydrocarbonoclasticus* diuji terhadap bakteri Gram-positif *S. aureus* ATCC 25923 dan *S. Mutans* FNCC 0405, serta bakteri Gram-negatif *E. coli* ATCC 25922 dan *K. pneumoniae* ATCC 700603. Hasil pengujian dari ekstrak isolat bakteri *M. hydrocarbonoclasticus* NAR7 dapat dilihat dari Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1 Hasil Pengujian Antibakteri Isolat Bakteri *M. hydrocarbonoclasticus* NAR7

Perlakuan	Diameter Zona Hambat (mm) ± SD	Kategori	
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	NAR7	7,32±0,57	Sedang
	Levofloxacin	23,64±1,59	Sangat Kuat
	Etil Asetat	0±0	-
<i>S. mutans</i> FNCC 0405	NAR7	0±0	-
	Levofloxacin	22±0,88	Sangat Kuat
	etil Asetat	0±0	-
<i>E. coli</i> ATCC 25922	NAR7	0±0	-
	Levofloxacin	25,97±0,57	Sangat Kuat
	Etil Asetat	0±0	-
<i>K. pneumoniae</i> ATCC 700603	NAR7	0±0	-
	Levofloxacin	24,14±0,83	Sangat Kuat
	Etil Asetat	0±0	-

Daya hambat terbesar ada pada bakteri uji *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 dengan rata-rata 7,32±0,57 mm yang menunjukkan aktivitas antibakteri sedang, sedangkan pada uji bakteri yang lain tidak

terdapat aktivitas antibakteri (Gambar 3). Kontrol positif masing-masing uji bakteri didapatkan aktivitas antibakteri dengan kategori sangat kuat dengan diameter zona hambat > 20 mm (Tabel 1).



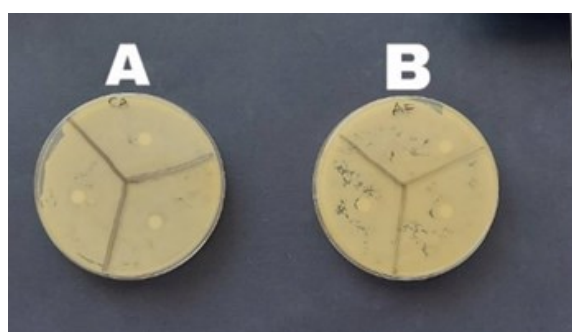
Gambar 3 Zona Hambat Uji Antibakteri dari Ekstrak *M. hydrocarbonoclasticus*, *A. S. mutans* FNCC 0405, *B. S. aureus* ATCC 25923, *C. E. coli* ATCC 25922, *D. K. pneumoniae* ATCC 700603

Ekstrak *M. hydrocarbonoclasticus* NAR7 yang telah diekstraksi menggunakan etil asetat juga dilakukan uji untuk mengetahui aktivitas antijamurnya menggunakan metode Kirby-Bauer. Jamur uji yang digunakan adalah *C. albicans* dan *A. flavus*. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2 Hasil Pengujian Aktivitas Antijamur Isolat Bakteri *M. hydrocarbonoclasticus* NAR7

	Perlakuan	Diameter Zona Hambat (mm) ± SD	Kategori
<i>C. albicans</i>	NAR7	0±0	-
	Nystatin	11,41±2,73	Kuat
	Etil Asetat	0±0	-
<i>A. flavus</i>	NAR7	0±0	-
	Nystatin	12,02±0,54	Kuat
	Etil Asetat	0±0	-

Tidak ditemukan daya hambat dari ekstrak etil asetat *M. hydrocarbonoclasticus* NAR7 terhadap kedua jamur uji (Gambar 4). Aktivitas antijamur kategori kuat teramati pada perlakuan kontrol positif nystatin dengan rata-rata diameter zona hambat berkisar 10 mm – 20 mm.



Gambar 4. Uji antijamur ekstrak *M. hydrocarbonoclasticus*. A. *C. albicans*, B. *A. flavus*.

Dari hasil uji *independent t-test*, didapatkan nilai signifikansi $P < 0,001$ dan $0,002$. Hal tersebut menunjukkan terdapat perbedaan rata-rata diameter zona hambat yang signifikan antara ekstrak isolat NAR7 dengan kontrol positif levofloxacin

terhadap 4 bakteri uji (Tabel 4). Berdasarkan hasil uji, tidak didapatkan rata-rata diameter zona hambat ekstrak etil asetat terhadap ke 2 jamur uji, dengan rata-rata yang lebih tinggi pada kontrol positif seperti yang disimpulkan pada tabel 3.

Tabel 3 Perbedaan Rerata Diameter Zona Hambat Esktrak Isolat Bakteri NAR7 dengan Kontrol Positif Levofloxacin.

	Perlakuan	Mean (mm) ± SD	Beda Mean (CI 95%)	P
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	NAR7	7.32±0.57	5,41%	P<0,001
	Levofloxacin	23,64±1.59		
<i>S. mutans</i> FNCC 0405	NAR7	0±0	0,98%	P<0,001
	Levofloxacin	22±0,88		
<i>E. coli</i> ATCC 25922	NAR7	0±0	3,21%	P<0,001
	Levofloxacin	25,97±0,57		
<i>K. pneumoniae</i> ATCC 700603	NAR7	0±0	4,64%	P<0,001
	Levofloxacin	24,14±0,83		

Tabel 4 Perbedaan Rerata Diameter Zona Hambat Esktrak Isolat Bakteri NAR7 dengan Kontrol Positif Nystatin

	Perlakuan	Mean (mm) ± SD	Beda Mean (CI 95%)	P
<i>Candida albicans</i>	NAR7	0	8,51%	0,002
	Nystatin	11,41±2,73		
<i>Aspergillus flavus</i>	NAR7	0	1,25%	P<0,001
	Nystatin	12,02±0,54		

PEMBAHASAN

Isolat *M. hydrocarbonoclasticus* NAR7 disegarkan pada media cair *Nutrient Broth* dan diinkubasi pada *shaker* dengan kecepatan 150 rpm selama 7 hari. Pada rentang 7 hari tersebut bakteri mengalami pertumbuhan dengan melewati beberapa tahap, yaitu fase lamban (*lag phase*), fase pertumbuhan cepat (fase eksponensial), fase stasioner, dan fase penurunan populasi (fase kematian).⁽¹⁹⁾ Fase stasioner merupakan fase dengan jumlah pertumbuhan dan kematian bakteri yang

seimbang.⁽²⁰⁾ Terbentuknya metabolit sekunder tersebut menyebabkan terjadinya kekeruhan pada media.⁽¹⁾ Hal tersebut terjadi karena jumlah hidup dan mati bakteri seimbang serta berkurangnya nutrisi sehingga menyebabkan stress lingkungan yang mengakibatkan bakteri membentuk pertahanan dengan mensintesis senyawa metabolit sekunder yang bersifat antibakteri.⁽²¹⁾ Oleh sebab itu, pada penelitian yang dilakukan oleh Saraswati (2021) menyatakan munculnya kekeruhan pada media merupakan hal positif.⁽¹⁹⁾

Selanjutnya dilakukan filtrasi menggunakan kertas Whatman dari hasil supernatant kultur murni yang terbentuk dari isolat bakteri *M. hydrocarbonoclasticus* NAR7.

Skrining antibakteri dilakukan bertujuan untuk mengetahui adanya pengaruh dari ekstrak yang dimiliki terhadap pertumbuhan bakteri uji yang digunakan dalam penelitian.⁽²²⁾ Skrining antibakteri hanya mendapatkan zona hambat terhadap bakteri uji *S. aureus* ATCC 25923 dengan rata-rata diameter sebesar 7.32 ± 0.57 mm yang tergolong aktivitas antibakteri sedang. Namun, pada 3 bakteri uji yang lain tidak terdapat aktivitas antibakteri. Temuan aktivitas antibakteri pada *S. aureus* ini juga ditemukan pada penelitian yang dilakukan Nabilla dan Advinda (2022) dikarenakan *S. aureus* bereaksi terhadap senyawa terpineol yang bekerja dengan cara adsorpsi dan melibatkan ikatan hidrogen sehingga menyebabkan bakteri lisis.⁽²³⁾ Zona hambat yang terbentuk dikarenakan bahan uji mengandung antibakteri.⁽²⁴⁾

Ekstrak bakteri *M. hydrocarbonoclasticus* NAR7 hanya berhasil membentuk zona hambat pada bakteri uji *S. aureus* ATCC 25923 dengan rata-rata diameter sebesar 7.32 ± 0.57 mm yang tergolong aktivitas antibakteri sedang. Hal ini mengindikasikan ekstrak bakteri *M. hydrocarbonoclasticus* NAR7 merupakan antibiotik spektrum sempit yang hanya dapat menghambat *S. aureus* ATCC 25923 sebagai bakteri Gram positif. Namun, apabila dibandingkan dengan kontrol positifnya yaitu levofloxacin, ekstrak bakteri *M. hydrocarbonoclasticus* NAR7 memiliki diameter zona hambat yang lebih kecil.

Uji antibakteri ekstrak *M. hydrocarbonoclasticus* NAR7 menunjukkan rata-rata zona hambat yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan kontrol positif levofloxacin. Hal ini terjadi karena antibiotik levofloxacin merupakan senyawa murni. Aktivitas antibakteri pada penelitian ini hanya ditemukan pada bakteri *S. aureus* ATCC 25923. Bakteri *S. aureus* ATCC

25923 merupakan jenis bakteri Gram positif yang lebih sensitif terhadap antibakteri karena perbedaan struktur dinding sel bakteri yang dimiliki oleh bakteri Gram negatif dan positif.⁽²⁵⁾

Bakteri *S. aureus* dapat membentuk biofilm sebagai mekanisme pertahanan diri sehingga antibiotik tidak mencapai konsentrasi yang efektif pada semua bagian bakteri.⁽²⁶⁾ Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Jeganathan, *et al* (2013), dilaporkan sekitar 17% bakteri dari genus *Marinobacter* spp. Menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *S. aureus*.⁽²⁷⁾ Hal tersebut diduga karena *M. hydrocarbonoclasticus* memiliki kemampuan untuk mendegradasi hidrokarbon sehingga memungkinkan untuk bersaing dengan *S. aureus* dalam menggunakan nutrisi yang diperlukan untuk tumbuh.⁽²⁸⁾ Hasil penelitian ini menegaskan pentingnya *M. hydrocarbonoclasticus* dalam mengendalikan jumlah bakteri patogen seperti *S. aureus*.^(28,29) Meskipun demikian, munculnya daya hambat pada bakteri uji *S. aureus* ATCC 25923 menjadi indikasi positif sebagai penghasil senyawa antibakteri.

Hasil penelitian ini tidak menunjukkan adanya daya hambat pada jamur uji yang digunakan. Berbeda dengan kontrol positif yang digunakan, penggunaan nystatin menunjukkan daya hambat yang sangat kuat terhadap dua jamur uji. Menurut Sa'adah, nystatin mengikat ergosterol pada *C. albicans*, apabila ergosterol yang diproduksi oleh *C. albicans* berkurang maka keefektifan nystatin akan berkurang 30. Maka dari itu, ketidakberhasilan *M. hydrocarbonoclasticus* dalam menghambat *C. albicans* diduga karena *M. hydrocarbonoclasticus* mendegradasi karbon dan tidak ada hubungannya dalam mengikat ergosterol dari *C. albicans*.

Jamur *Aspergillus* sp memiliki miselium yang merupakan kumpulan hifa penyusun struktur jamur yang memiliki dinding sel yang terbuat dari kitin. Kitin pada *Aspergillus* sp. memiliki jumlah yang lebih banyak dibandingkan dengan *C.*

albicans. Oleh karena itu, dinding *Aspergillus* jauh lebih kuat.⁽³¹⁾ Rumput laut menghasilkan metabolit sekunder antijamur spektrum luas.⁽³²⁾ Namun jenis senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan belum diketahui secara pasti karena pada penelitian ini tidak dilakukan analisis mengenai kandungan metabolit sekunder pada ekstrak isolat *M. hydrocarbonoclasticus* NAR7 sehingga besar kemungkinan ekstrak etil asetat isolate *M. hydrocarbonoclasticus* NAR7 tidak menghasilkan jenis metabolit sekunder yang dapat menjadi antijamur.

Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mencari tahu mengenai aktivitas antijamur dari ekstrak bakteri *M. hydrocarbonoclasticus* NAR7. Selain itu, mekanisme pertahanan diri dari jamur uji diduga menjadi salah satu penyebab tidak terbentuknya zona bening pada uji antijamur. Seperti pada *C. albicans*, terjadi penurunan konsentrasi obat yaitu dengan cara menggunakan pompa efluks untuk memompa keluar senyawa antijamur yang masuk sehingga akan mengakibatkan penurunan konsentrasi senyawa pada sel fungi.⁽³³⁾

SIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu skrining ekstrak etil asetat *M. hydrocarbonoclasticus* NAR7 hanya mampu menghambat bakteri *S. aureus* ATCC 25923 dengan diameter rata-rata sebesar $7,32 \pm 0,57$ mm yang tergolong aktivitas antibakteri sedang serta tidak ditemukan aktivitas antijamur dari ekstrak isolat bakteri *M. hydrocarbonoclasticus* NAR7 terhadap jamur uji *C. albicans* dan *A. flavus*. Penelitian selanjutnya sebaiknya melakukan uji *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC/MS) untuk mengetahui kandungan atau jenis senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan oleh isolat NAR7.

KETERBATASAN PENELITIAN

Penelitian ini memiliki keterbatasan dalam mencari referensi yang relevan sesuai dengan topik yang diteliti.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu selama proses penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

1. Abbas, K. (2018). *Robbins Basic Pathology* (M. Ham & M. Saraswati, Eds.; 10th ed., Vol. 1). Elsevier.
2. Nursidika, P., Saptarini, O., & Rafiqqa, N. (2014). Aktivitas Antimikrob Fraksi Ekstrak Etanol Buah Pinang (*Areca catechu L*) pada Bakteri Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus*. *Majalah Kedokteran Bandung*, 46(2), 94–99. <https://doi.org/10.15395/mkb.v46n2.280>.
3. Kanti, A., & Rahmanisa, S. (2014). Tinea Corporis With Grade I Obesity In Women Domestic Workers Age 34 Years. *Medula*, 2(4), 24–32.
4. Mutiawati, V. (2016). Pemeriksaan Mikrobiologi pada *Candida albicans*. *Jurnal Kedokteran Syiah Kuala*, 16(1), 56–63.
5. Santhi, I. A., Manuaba, P., Sri Iswari, I., Januartha, K., & Pinatih, P. (2021). Prevalensi Bakteri *Escherichia coli* dan *Klebsiella pneumoniae* Penghasil Extended Spectrum Beta Lactamase (ESBL) Yang Diisolasi dari Pasien Pneumonia DI RSUP Sanglah Periode Tahun 2019-2020. *Medika Udayana*, 10(12), 52–55. <https://doi.org/10.24843.MU.2021.V10.i12.P10>.
6. Bakri, Z., Hatta, M., & Massi, M. N. (2015). Deteksi Keberadaan Bakteri *Escherichia coli* O157:H7 pada feses Penderita Diare dengan Metode Kultur dan PCR Detection of Existence of Bacterium *Escherichia Coli* O157:H7 in Feces of Diarrhea Patients by Culture and PCR Methods. *JST Kesehatan*, 5(2), 184–192.
7. Kementerian Kesehatan RI Badan Penelitian dan Pengembangan. Hasil Utama Riset Kesehatan Dasar.

- Kementrian Kesehatan Republik Indonesia 2018; 179-217
8. Tandra, T. A., Khairunissa, S., Sim, M., & Florenly, F. (2020). Efek Penambahan Nanokitosan 1% Kedalam Berbagai Konsentrasi Ekstrak Kulit Kelengkeng *Streptococcus Mutans*. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada*, 11(1), 403–412. <https://doi.org/10.35816/jiskh.v11i1.313>
 9. Indratama, D. (2019). *Uji Efektivitas Ekstrak Daun Belimbing Waluh (Averrhoa Bilimbi L.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Staphylococcus Aureus Atcc 25923 Secara In Vitro*.
 10. Ventola, C. (2015). *The Antibiotic Resistance Crisis*. 40(5), 344–352.
 11. Yunita, S., Atmadani, R., & Titani, M. (2021). Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pengetahuan Dan Perilaku Penggunaan Antibiotika Pada Mahasiswa Farmasi Universitas Muhammadiyah Malang. *Pharmaceutical Journal of Indonesia*, 63(2), 119–123.
 12. Ridhowati, S., & Asnani. (2016). Potensi Anggur Laut Kelompok *Caulerpa racemosa* sebagai Kandidat Sumber Pangan Fungsional Indonesia. *Oseana*, 41(4), 50–62.
 13. Marfuah, I., Dewi, N., & Rianingsih, L. (2018). Kajian Potensi Ekstrak Anggur Laut (*Caulerpa Racemosa*) sebagai Antibakteri terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Departemen Teknologi Hasil Perikanan*, 15(40), 6–13.
 14. Nofiani, R., Hertanto, S., Zaharah, A., & Gafur, S. (2018). Proximate Compositions and Biological Activities of *Caulerpa*. *Molekul*, 13(2), 7–141.
 15. Cia, S. (2022). Isolasi dan Skrining Aktivitas Antibakteri dari Komunitas Bakteri yang Berasosiasi Dengan Rumput Laut *Caulerpa lentillifera*. *Universitas Warmadewa*, 1–25.
 16. Singer, E., Webb, E. A., Nelson, W. C., Heidelberg, J. F., Ivanova, N., Pati, A., & Edwards, K. J. (2011). Genomic potential of *Marinobacter aquaeolei*, a biogeochemical "opportunistroph". *Applied and environmental microbiology*, 77(8), 2763–2771. <https://doi.org/10.1128/AEM.01866-10>
 17. Handley, K. M., & Lloyd, J. R. (2013). Biogeochemical implications of the ubiquitous colonization of marine habitats and redox gradients by *Marinobacter* species. *Frontiers in Microbiology*, 4. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2013.00136>
 18. Ersal, M. (2019). Use of Cross-Streak Method to Determine Antimicrobial Activity. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7(sp1), 160–162. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v7isp1.160-162.2792>
 19. Saraswati, P., Nocianitri, K., & Arihantana, M. (2021). Pola Pertumbuhan *Lactobacillus* sp. F213 Selama Fermentasi Pada Sari Buah Terung Belanda (*Solanum betaceum Cav.*). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*, 10(4), 621–633.
 20. Mahjani, & Putri, D. (2020). Growth Curve of Endophyte Bacteria Andalas (*Morus macroura* Miq.) B.J.T. A-6 Isolate. *Serambi*, 5(1), 29–32.
 21. Nofiani, R., Nurbetty, S., & Sapar, A. (2009). Aktivitas Antikibroba Ekstrak Metanol Bakteri Berasosiasi Spons dari Pulau Lemukutan, Kalimantan Barat. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 1(2), 33–41.
 22. Nandina, R., Pujiyanto, S., Wijanarka, & Fahrurrozi. (2019). Skrining Aktivitas Antibakteri dan Identifikasi Molekuler Berdasarkan Gen 16S rRNA Aktinomiset Asal Pulau Enggano dan Bali. *Jurnal Berkala Bioteknologi*, 2.
 23. Parwata, I. M. O. A. dan P. F. S. Dewi. 2008. Isolasi dan Uji Aktivitas Antibakteri Atsiri dari Rimpang Lengkuas (*Alpinia galanga* L). *Jurnal kimia*. 2(2): 4-10

24. Nabilla, A., & Advinda, L. (2022). Aktivitas Antimikroba Sabun Mandi Padat terhadap *Styphylococcus aureus* dan *Escherichia Coli* Bakteri Patogen Manusia. *Serambi Biologi*, 7 (4), 306–310.
25. Nurhamidin, S., Wewengkang, D., & Suoth, E. (2022). Uji Aktivitas Ekstrak dan Fraksi Organisme Laut Spons Aaptos aaptos Terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Pharmacon*, 11(1), 1285–1289.
26. Dewi, M., Darmawi, Nurliana, Karmil, T., Helmi, T., Fakhrurrazi, Erina, Abrar, M., Daud, M., & Admi, M. (2020). Aktivitas Antibiotik terhadap Biofilm *Staphylococcus aureus* Isolat Preputium Sapi Aceh. *Sain Veteriner*, 38(1), 1–6.
27. Jeganathan, P., Rajasekaran, K. M., Asha Devi, N. K., & Karuppusamy, S. (2013). Antimicrobial activity and Characterization of Marine bacteria. *Indian Journal of Pharmaceutical and Biological Research*, 1(04), 38–44. <https://doi.org/10.30750/ijpbr.1.4.8>.
28. Mounier, J., Camus, A., Mitteau, I., Vaysse, P., Goulas, P., Grimaud, R., & Sivadon, P. (2014). The marine bacterium *Marinobacter hydrocarbonoclasticus* SP17 degrades a wide range of lipids and hydrocarbons through the formation of oleolytic biofilms with distinct gene expression profiles. *FEMS Microbiology Ecology*, 90(3), 816–831. <https://doi.org/10.1111/1574-6941.12439>.
29. Kumar, S., Arunasri, R., Jayachandra, Y., & Sulochana, M. (2010). Screening of Extracellular Hydrolytic Enzymes from *Marinobacter Hydrocarbonoclasticus* Strain AK5. *The Bioscan*, 5(1), 97–99.
30. Sa'adah, I. (2011). Daya Antijamur Kombinasi Ekstrak Teh Hijau Nystatin Terhadap Kolonisasi *Candida Albicans* Resisten. *Universitas Airlangga*, 22–23.
31. Hagen, S., Mark, S., Ram, A., & Meyer, V. (2007). The Antifungal Protein AFP from *Aspergillus giganteus* Inhibits Chitin Synthesis in Sensitive Fungi. *Appl Environ Microbiol*, 73(7), 2134–2148.
32. Pérez, M., Falqué, E., & Domínguez, H. (2016). Antimicrobial Action of Compounds from Marine Seaweed. *Marine Drugs*, 14(3), 52. <https://doi.org/10.3390/md14030052>
33. Candrasari, S. (2014). Kajian molekuler resistensi *Candida albicans* terhadap antifungi. *Farmasi Sains Dan Komunitas*, 11(1)