

JURNAL

**UJI METABOLIT SEKUNDER BAKTERI HETEROTROFIK
DARI MUARA SUNGAI SIAK TERHADAP
BAKTERI PATOGEN**

OLEH

ADOLF HISKIA NAINGGOLAN



**FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN
UNIVERSITAS RIAU
PEKANBARU
2018**

Uji Metabolit Sekunder Bakteri Heterotrofik dari Muara Sungai Siak Terhadap Bakteri Patogen

Oleh:

Adolf Hiskia Nainggolan¹⁾, Feliatra²⁾, Andi Dahliaty³⁾

Adolfhiskia.nainggolan@gmail.com

ABSTRAK

Metabolit sekunder adalah suatu molekul atau produk metabolit yang dihasilkan dari proses metabolisme mikroorganisme dimana produk metabolit tersebut bukan merupakan kebutuhan pokok mikroorganisme untuk hidup dan untuk pertumbuhan, namun metabolit sekunder dapat juga berfungsi sebagai nutrisi darurat untuk bertahan hidup. Bakteri laut termasuk bakteri heterotrofik mampu untuk menghasilkan metabolit sekunder. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan produksi metabolit sekunder bakteri heterotrofik dalam menghambat aktivitas bakteri patogen (*Vibrio alginolyticus*, *Aeromonas hydrophila* dan *Pseudomonas* sp). Dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen. 10 Isolat bakteri heterotrofik yang diperoleh dari koleksi laboratorium mikrobiologi laut dikultur pada media NB $\pm$ 3 hari hingga media berwarna keruh dan di penen pada masa stasioner, kemudian di ekstrak kandungan metabolit sekunder dari media dan cangkang menggunakan *Etyl Asetat*. Ekstrak metabolit sekunder tersebut akan di uji terhadap bakteri patogen (*Vibrio alginolyticus*, *Aeromonas hydrophila* dan *Pseudomonas* sp). Berdasarkan hasil uji antagonisme yang dilakukan, 10 isolat bakteri heterotrofik mampu menghambat pertumbuhan ketiga bakteri pathogen. Berdasarkan uji antagonisme, nilai daya hambat yang paling tinggi terdapat spesies *Bacillus cereus* (KM489154.1) dengan rata-rata diameter sekitar 10,08 mm, sedangkan untuk daya hambat yang tergolong paling rendah atau dikategorikan sedang terdapat pada spesies *Bacillus safensis* (KY495152.1) dengan rata-rata diameter sekitar 7,33 mm. Kemampuan menghambat bakteri patogen ini diduga karena spesies bakteri heterotrofik ini menghasilkan senyawa antibiotik.

Kata Kunci: metabolit Sekunder, Bakteri Heterotrofik, Uji Antagonisme

¹⁾ Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau

²⁾ Dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau.

³⁾ Dosen Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau.

Secondary Metabolite Test for Heterotrophic Bacteria from Siak River Estuary Against Pathogenic Bacteria

By:

Adolf Hiskia Nainggolan ¹⁾, Feliatra ²⁾, Andi Dahliaty ³⁾

Adolfhiskia.nainggolan@gmail.com

ABSTRACT

Secondary metabolites are a molecule or product of metabolites produced by the metabolic processes of microorganisms where the metabolite products are not a basic necessity of living microorganisms and for growth, but secondary metabolites can also function as emergency nutrients to survive. Marine bacteria including heterotrophic bacteria are capable of producing secondary metabolites. This study aims to determine the ability of secondary metabolite production of heterotrophic bacteria to inhibit the activity of pathogenic bacteria (*Vibrio alginolyticus*, *Aeromonas hydrophila* and *Pseudomonas* sp). In this study using the experimental method. 10 Heterotrophic bacterial isolates obtained from a collection of marine microbiology laboratories were cultured on NB media $\pm$ 3 days until the media was cloudy and harvest during stationary times, then extracted secondary metabolites from the media and shells using *Etyl Acetate*. The secondary metabolite extract will be tested against pathogenic bacteria (*Vibrio alginolyticus*, *Aeromonas hydrophila* and *Pseudomonas* sp). Based on the results of the antagonism test conducted, 10 heterotrophic bacterial isolates were able to inhibit the growth of all three pathogenic bacteria. Based on the antagonism test, the highest inhibitory value was *Bacillus cereus* species (KM489154.1) with an average diameter of about 10.08 mm, while the inhibition power which was classified as the lowest or categorized as moderate was found in the *Bacillus safensis* species (KY495152.1) with an average diameter of around 7.33 mm. The ability to inhibit pathogenic bacteria is suspected because this heterotrophic bacterial species produces antibiotic compounds.

Keyword : Secondary metabolites, Heterotrophic Bacteria, Antagonism test

¹⁾ Student of The Faculty of Fisheries and Marine Sciences University of Riau

²⁾ Lecturer of The Faculty of Fisheries and Marine Sciences University of Riau

³⁾ Lecture of the Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Riau

I. PENDAHULUAN

Kabupaten Siak merupakan salah satu daerah di Provinsi Riau yang termasuk kedalam kawasan pesisir. Kabupaten Siak memiliki kawasan pesisir pantai yang berhampiran dengan Kabupaten Bengkalis dan merupakan salah satu kawasan yang sibuk akan berbagai aktivitas manusia, karena merupakan kawasan yang padat akan pemukiman dan kegiatan industri.

Di lingkungan perairan tersebut, keterlibatan mikroorganisme jelas tidak dapat diabaikan (Feliatra *et al.*, 2011). Bakteri heterotropik memiliki peran penting sebagai dekomposer senyawa organik (mineralisasi) yang berasal dari limbah industri, dekomposisi pakan yang tidak dikonsumsi, dan memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri patogen (Feliatra *et al.*, 2017).

Keberadaan bakteriheterotrofik sangat dipengaruhi oleh masukan bahan organik dari daratan yang masuk melalui muara sungai ke dalam perairan laut (Damar, 2016). Pola sebaran kelimpahan bakteri heterotrofik ditemukan dengan konsentrasi tinggi pada daerah pesisir. Kelimpahan bakteri heterotrofik di pesisir diduga berkaitan dengan keberadaan muara sungai sebagai tempat terakumulasinya bahan organik yang terbawa melalui aliran sungai yang membawa material organik

dalam jumlah besar masuk kedalam perairan sehingga berdampak pada kelimpahan bakteri heterotrofik yang tinggi. Aliran sungai membawa pasokan material organik secara terus menerus dapat memicu proses kehidupan bakteri sebagai sumber nutrisinya.

Bakteri laut termasuk bakteri heterotrofik mampu untuk menghasilkan metabolit sekunder. Metabolit sekunder adalah suatu molekul atau produk metabolit yang dihasilkan dari proses metabolisme mikroorganisme dimana produk metabolit tersebut bukan merupakan kebutuhan pokok mikroorganisme untuk hidup dan untuk pertumbuhan, namun metabolit sekunder dapat juga berfungsi sebagai nutrisi darurat untuk bertahan hidup (Pratiwi, 2008).

Dalam kehidupan sehari-hari sebagian bakteri memiliki manfaat dan sebagian menyebabkan kerugian bagi makhluk hidup. Uji metabolit sekunder yang dilakukan pada bakteri heterotrofik akan menghasilkan senyawa antibiotik yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen. Metabolit sekunder bakteri heterotrofik dapat digunakan sebagai probiotik, dimana strategi pengendalian penyakit di Perikanan selalu dilakukan dengan penggunaan probiotik untuk memberi hasil yang baik (Feliatra *et al.*, 2015).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan daya hambat

metabolit sekunder bakteri heterotrofik terhadap bakteri pathogen bakteri patogen (*Vibrio alginolyticus*, *Aeromonas hydrophila* dan *Pseudomonas* sp). Manfaat dari penelitian ini yaitu menjadi sumber informasi tentang bakteri heterotrofik untuk penelitian selanjutnya.

II. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen. 10 Isolat bakteri heterotrofik yang diperoleh dari koleksi lab mikrobiologi laut dikultur pada media NB $\pm$ 3 hari hingga media berwarna keruh dan di

penen pada masa stasioner, kemudian di ekstrak kandungan metabolit sekunder dari media dan cangkang menggunakan *Etyl Asetat*. Ekstrak metabolit sekunder yang tergabung dengan larutan *etyl asetat* dipisahkan dengan alat *rotary evaporator*, lalu ekstrak dikering anginkan selama 20 hari hingga ekstrak berbentuk serbuk. Ekstrak di larutkan menggunakan *methanol* untuk uji metabolit sekunder terhadap Bakteri pathogen yaitu *Aeromonas hydrophila* (X), *Pseudomonassp* (Y), *Vibrio. Alginolytyticus* (Z) dan masing-masing isolat dilakukan 3 kali pengulangan, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kombinasi Perlakuan

Isolat bakteri Heterotrofik	Bakteri Patogen	Perlakuan
Uncultured <i>Kerstersia</i> sp (K) CLONE OTU-13-ABB	X	(K,X)
	Y	(K,Y)
	Z	(K,Z)
<i>Kerstersia gyiorum</i> (L) S7	X	(L,X)
	Y	(L,Y)
	Z	(L,Z)
<i>Kerstersia gyiorum</i> (M) S7	X	(M,X)
	Y	(M,Y)
	Z	(M,Z)
<i>Bacillus cereus</i> (N) SN7	X	(N,X)
	Y	(N,Y)
	Z	(N,Z)
<i>Bacillus cereus</i> (O) LOCK 1002	X	(O,X)
	Y	(O,Y)
	Z	(O,Z)
<i>Bacillus cereus</i> (P)	X	(P,X)
	Y	(P,Y)

SBABrB5	Z	(P,Z)
	X	(Q,X)
<i>Bacillus cereus</i> (Q)	Y	(Q,Y)
DFT-5	Z	(Q,Z)
	X	(R,X)
<i>Bacillus safensis</i> (R)	Y	(R,Y)
MMD02	Z	(R,Z)
	X	(S,X)
<i>Alcaligenes faecalis</i> (S)	Y	(S,Y)
EBD	Z	(S,Z)
	X	(T,X)
<i>Uncultured bacterium</i> (T)	Y	(T,Y)
CLONE HCA14	Z	(T,Z)

Pengujian daya hambat senyawa metabolit sekunder terhadap bakteri patogen menggunakan metode cakram dengan meneteskan senyawa metabolit sekunder sebanyak 100 μ L pada kertas cakram berukuran diameter 6 mm, kemudian didiamkan sampai mengering, lalu diletakkan pada permukaan cawan petri yang berisi media NB yang sudah dicampur dengan bakteri patogen (Buntin,2008).

Aktivitas mikroba terjadi apabila terbentuk zona bening di sekitar kertas cakram. Besarnya aktivitas penghambatan ditunjukkan dengan luas diameter zona bening yang terbentuk, makin luas zona bening maka semakin besar daya hambatnya.

Tabel 4. Ketentuan Potensi Antibakteri

No	Daerah Hambatan	Ketentuan
1	>20mm	Sangat Kuat
2	10-20mm	Kuat

Analisis Data

Aktivitas uji metabolit sekunder didefinisikan sebagai AU (*Activity Unit*). Satu AU merupakan luas daerah hambatan per satuan volume sampel larutan antibiotik yang diuji (mm^2/ml) (Usmiati, 2009).

$$\text{AU (mm}^2/\text{ml)} = \frac{\text{LZ} - \text{LC}}{\text{Volume sampel}}$$

Data yang diperoleh akan dianalisis secara deskriptif dengan cara membandingkan rata-rata zona bening yang terbentuk dengan kriteria kekuatan antibakteri (Hidayati, 2009) dapat dilihat pada Tabel 4.

3	5-10mm	Sedang
4	<5mm	Lemah

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Morfologi Bakteri Heterotrofik

10 Isolat yang digunakan dalam penelitian ini yang telah diisolasi oleh peneliti sebelumnya (Andrei, 2017 ; Rendy, 2017; Rizky, 2017; Putri, 2017), seluruh isolat

tersebut telah teridentifikasi spesies dan telah diidentifikasi morfologi dan meliputi bentuk koloni, tepian, elevasi, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Morfologi Bakteri Heterotrofik

Morfologi Isolate	Warna	Bentuk	Tepian	Elevasi
K	Putih Kekuningan	Bundar	Licin	Timbul
L	Putih	Bundar	Licin	Timbul
M	Putih Kekuningan	Tak beraturan dan menyebar	Berlekuk	Datar
N	Putih Kekuningan	Bundar	Licin	Datar
O	Putih Kekuningan	Bundar	Berombak	Datar
P	Putih Susu	Bundar Tepian Karang	Tidak Beraturan	Cembung
Q	Putih Susu	Bundar	Licin	Timbul
R	Putihkekuningan	Bundar	Licin	Timbul
S	Putih	Bundar	Licin	Timbul
T	Putih Kekuningan	Bundar	Licin	Timbul

Dalam pengamatan morfologi dari penelitian sebelumnya didapatkan ciri-ciri bakteri heterotrofik yang ditemukan yaitu memiliki bentuk koloni bundar serta tak beraturan dan menyebar, dan didominasi warna putih kekuningan.

Analisis BLAST

Sistem BLAST (*Basic Local Alignment Search Tool*) merupakan

suatu sistem untuk mencari nama spesies, presentase homologi DNA hasil sekuens dengan basis data yang sudah ada di *Gen Bank* melalui situs <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>. Hasil identifikasi masing masing isolat bakteri dari peneliti sebelumnya (Andrei, 2017 ; Rendy, 2017; Rizky, 2017; Putri, 2017) berdasarkan hasil BLAST dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil BLAST (*Basic Local Alignment Search Tool*)

Isolat	Spesies	Strain	Kode Akses	Salinitas
K	<i>Uncultured Kerstersia</i> sp	CLONE OTU-13-ABB	JQ-624321.1	5 ppt
L	<i>Kerstersia gyiorum</i>	S7	KM884887.1	5 ppt
M	<i>Kerstersia gyiorum</i>	S7	KM884887.1	5 ppt
N	<i>Bacillus cereus</i>	SN7	KM489154.1	10 ppt

O	<i>Bacillus cereus</i>	LOCK 1002	KT728833.1	10 ppt
P	<i>Bacillus cereus</i>	SBABrB5	LC189361.1	10 ppt
Q	<i>Bacillus cereus</i>	DFT-5	KY750689.1	10 ppt
R	<i>Bacillus safensis</i>	MMD02	KY495152.1	15 ppt
S	<i>Alcaligenes faecalis</i>	EBD	EF011115.1	15 ppt
T	<i>Uncultured bacterium</i>	CLONE HCA14	EU723865	15 ppt

Hasil Uji Aktivitas Antimikroba

Penelitian ini menggunakan metode cakram dengan teknik agar tuang menunjukkan bahwa adanya pengaruh pemberian larutan metabolit sekunder terhadap bakteri patogen

setelah diinkubasi selama 24 jam. Pengaruh pemberian larutan senyawa metabolit sekunder dapat dilihat apabila terdapat zona bening di sekitar kertas cakram.

Tabel 4. Daya hambat dan standar deviasi metabolit sekunder terhadap bakteri patogen

Isolat	Bakteri <i>V.alginolyticus</i>	Bakteri <i>A.hydrophilla</i>	Bakteri <i>P.aerogenosa</i>
K	8,66±0,3819	7,86±0,2082	8,7±1,4799
L	8,6±0,3606	8,53±1,2021	9,6±2,0952
M	9,71±0,8312	7,23±0,4509	8,06±0,3786
N	11,76±0,6807	8,43±1,1471	10,06±0,8485
O	8,75±1,3650	6,8±0,3000	8,13±1,0797
P	7,76±0,2517	8,23±0,9292	7,1±0,3606
Q	6,8±0,3606	7,7±1,2530	7,56±0,4041
R	7,33±1,0408	6,93±0,7506	6,76±0,2517
S	9,8±1,8621	8,2±0,3000	11,15±0,8352
T	10,9±1,1449	9,5±0,3000	8,56±0,6658

Berdasarkan hasil uji antagonisme yang dilakukan, isolat bakteri heterotrofik yang diisolasi dari perairan Muara Sungai Siak mampu menghasilkan senyawa antimikroba dengan ditunjukkan adanya zona bening pada sekitar kertas cakram dengan ukuran diameter yang berbeda-beda. Zona bening yang terbentuk merupakan penanda bahwa ketidak

mampuan bakteri patogen untuk tumbuh di daerah sekitar cakram. Zona bening yang terbentuk umumnya memiliki ukuran dengan kategori kuat.

Berdasarkan Tabel 4, dapat dilihat bahwa 10 isolat bakteri heterotrofik mampu menghambat pertumbuhan ketiga bakteri patogen (*Vibrio sp*, *Aeromonas sp* dan

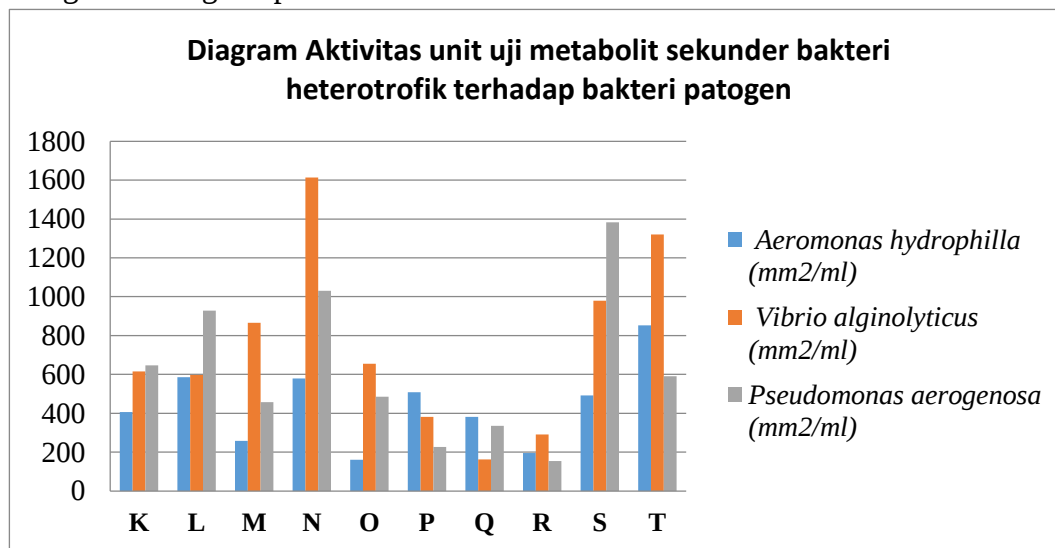
Pseudomonas sp) dengan ukuran zona bening yang beragam.

Dilihat dari respon hambat untuk pertumbuhan bakteri *V. alginolyticus*, menunjukkan bahwa 10 isolat tergolong memiliki respon hambat yang kuat. Nilai daya hambat yang paling tinggi terdapat pada spesies *Bacillus cereus* (KM489154.1) dengan rata-rata diameter sekitar 11,76 mm. sedangkan untuk daya hambat yang tergolong paling rendah atau dikategorikan sedang terdapat pada spesies *Bacillus safensis* (KY495152.1) dengan rata-rata diameter sekitar 7,33 mm.

Respon hambat untuk pertumbuhan bakteri *A. hydrophila*, menunjukkan bahwa seluruh isolat bakteri memiliki respon hambat kategori sedang. Spesies *Uncultured*

bacterium (EU723865) memiliki respon hambat yang paling tinggi dengan rata-rata diameter sekitar 9,5 mm dan termasuk katagori sedang. Sedangkan untuk daya hambat yang tergolong paling kecil terdapat pada spesies *Bacillus cereus* (KT728833.1) dengan rata-rata diameter sekitar 6,8 mm dan termasuk katagori sedang.

Respon hambat untuk pertumbuhan bakteri *Pseudomonas sp.* menunjukkan bahwa nilai daya hambat yang paling tinggi terdapat pada spesies *Alcaligenes faecalis* (EF011115.1) dengan rata-rata diameter sekitar 11,15 mm. dan untuk daya hambat yang tergolong paling kecil terdapat pada isolate *Bacillus safensis* (KY495152.1) dengan rata-rata diameter sekitar 6,76 mm.



Gambar 1. Diagram Aktivitas unit uji metabolit sekunder bakteri heterotrofik terhadap bakteri patogen.

Grafik hasil pengukuran Aktivitas unit uji metabolit sekunder

bakteri heterotrofik terhadap bakteri patogen (*Vibrio alginolyticus*,

Aeromonas hydrophila dan *Pseudomonas* sp). Isolat N spesies *Bacillus cereus* (KM489154.1) memiliki aktivitas daya hambat yang paling tinggi yaitu sebesar 1.073,34 mm²/ml dan aktivitas daya hambat terendah oleh isolat R spesies *Bacillus safensis* (KY495152.1) yaitu 213,386 mm²/ml.

Kemampuan isolat bakteri dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen merupakan bentuk aktivitas antagonis yang diduga dilakukan dengan menghasilkan kandungan senyawa yang bersifat antimikrobal. Menurut Romanegko *et al.* (2008), biosintesis senyawa antimikrobal berperan penting dalam proses pelekatan, kolonisasi target hingga kompetisi dalam mendapatkan ruang dan nutrisi dengan mikroba.

Hasil yang berbeda disebabkan oleh kemampuan setiap bakteri dalam melawan aktivitas antibakteri berbeda-beda bergantung ketebalan dan komposisi dinding selnya. Menurut Sari (2017) dalam penelitiannya terdapat perbedaan komposisi dan struktur dinding sel pada setiap bakteri. Bakteri gram negatif mengandung lipid dalam presentasi lebih tinggi daripada yang dikandung bakteri gram positif. Pernyataan ini sejalan dengan pendapat Melki *et al.*, dalam Adithiya (2017) bahwa struktur bakteri gram negatif memiliki membran lapisan luar yang menyelimuti lapisan tipis peptidoglikan, struktur luar

peptidoglikan ini adalah lapisan ganda yang mengandung fosfolid, protein dan lipopolisakarida. Lipopolisakarida terletak pada lapisan luar dan merupakan karakteristik bakteri gram negatif.

Perbedaan kemampuan daya hambat pada setiap isolat disebabkan oleh perbedaan kandungan metabolit sekunder yang dimiliki oleh masing-masing isolat yang telah berdifusi terlebih dahulu ke dalam agar, sehingga pertumbuhan bakteri patogen menjadi terhambat. Secara umum kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri lain dikarenakan oleh produksi bakteri probiotik yang dapat menghasilkan bakteriosin yang bekerja secara selektif terhadap beberapa kekuatan bakteri patogen, asam laktat, asam asetat, hidrogen peroksida, laktoperoksida, lipopolisakarida, dan beberapa antimikroba (Feliatra *et al.*, 2011). Beberapa faktor seperti: produksi antibiotik, bakteriosin, siderophores, lisosom, protease dan hidrogen peroksida atau mempengaruhi pH media dengan menghasilkan asam organik tertentu. Hal ini sejalan dengan penelitian Lestari *et al.*, (2016) bahwa agen bakteri seperti asam laktat yang dimiliki oleh bakteri probiotik mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen dikarenakan agen antibakteri mampu menurunkan pH menjadi rendah sehingga bakteri patogen sulit bertahan hidup.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan 10 isolat bakteri heterotrofik yang diisolasi dari perairan Muara Sungai Siak mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen (*Vibrio alginolyticus*, *Aeromonas hydrophila* dan *Pseudomonas* sp) ditunjukkan dengan adanya zona bening pada sekitar kertas cakram dengan ukuran diameter yang berbeda-beda. Zona bening yang terbentuk merupakan penanda bahwa ketidak mampuan bakteri patogen untuk tumbuh didaerah sekitar cakram.

Berdasarkan uji antagonisme, nilai daya hambat yang paling tinggi terdapat spesies *Bacillus cereus* (KM489154.1) dengan rata-rata diameter sekitar 10,08 mm, sedangkan untuk daya hambat yang tergolong paling rendah atau dikategorikan sedang terdapat pada spesies *Bacillus safensis* (KY495152.1) dengan rata-rata diameter sekitar 7,33 mm.

Kemampuan menghambat bakteri patogen ini diduga karena isolat bakteri heterotrofik ini menghasilkan senyawa antibiotik. Senyawa ini merupakan kumpulan zat-zat kimia yang diproduksi oleh mikroorganisme diantaranya oleh fungi dan bakteri yang memiliki fungsi menghambat pertumbuhan atau membunuh mikroorganisme lain.

Saran

Pada penelitian selanjutnya disarankan dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui jenis struktur metabolit sekunder yang dihasilkan dari kesepuluh bakteri tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Adithiya, D. S. 2017. Penggunaan Bakteri Heterotrofik sebagai Anti Bakteri terhadap Bakteri Patogen (*Vibrio alginolyticus*, *Aeromonas hydrophila* dan *Pseudomonas* sp.) yang Diisolasi dari Perairan Laut Kawasan Industri dan Perairan Estuari Bersalinitas Rendah Kota Dumai, Provinsi Riau. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Damar. 2016. Dinamika Sebaran Bakteri Heterotrofik di Teluk Jakarta. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*.
- Feliatra., T. Titania dan S. Silalahi. 2011. Skrining bakteri *Vibrio* sp asli Indonesia sebagai penyebab penyakit udang berbasis teknik 16s Ribosomal DNA. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*. Vol 3:85 - 99.

- Feliatra., Y. Dessy, L. Iesje, and H. Wahid. 2015. The Potential of the Isolated Probiotics Bacterial from Giant Prawns' Digestive Tract (*Macrobrachium Rosenbergii*, De Man) with 16S rDNA Sequencing Technique. *Faculty of Fisheries and Marine Sciences University of Riau*.
- Feliatra, F. L. Iesje, Y. Dessy, R. Haqqy, M. Deasy, H. Wahid, T.N. Titania, F. Andi, Y. Rofiza. 2016. phylogenetic analysis to compare populations of acid tolerant bacteria isolated from the gastroin testinal tract of two different prawn species *Macrobrachium rosenbergii* and *Penaeus monodon*. *AACL Bioflux*. Volume 9 (2) 360-368
- Feliatra, F. Nursyirwani. Tanjung, A. Adithiya, DS. Susanna, M. Lukystyowati, I. 2017. The Effectiveness of Heterotrophic Bacteria Isolated from Dumai Marine Waters of Riau, Used as Antibacterial against Pathogens in Fish Culture, *3rd International Conference on Tropical and Coastal Region Eco Development 2017*.
- Lestari, N. W., A. Budiharjo, A. Pangastuti. 2016. Bakteri Heterotrof Aerobik Asal Saluran Pencernaan Ikan Sidat (*Anguilla bicolor*) dan Potensinya sebagai Probiotik. *Bioteknologi*. Vol 13(1) : 9-17.
- Pratiwi, S. T., 2008. Mikrobiologi Farmasi. Erlangga : Jakarta
- Randy, L.M. 2017. Isolasi dan Uji Aktivitas Bakteri Heterotrofik Terhadap Bakteri Patogen dari Perairan Laut Kabupaten Siak, Provinsi Riau. *Skripsi*. Pekanbaru. Universitas Riau.
- Romanengko, L.A., Naoto, T., Masataka, U., Natalia, I.K., Valery, V.M., 2008. Diversity and antagonistic activity of sea ice bacteria isolated from the sea of Japan. *Microbiol. Environ.*, 23: 209-214.
- Sari, D. M. 2017. Isolasi Bakteri Heterotrofik pada Sedimen di Perairan Tanjung Medang Kecamatan Rupert Utara Provinsi Riau dan Aktivitasnya terhadap Bakteri Patogen. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru.

- Susana, M. 2017. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Heterotrofik pada Perairan Laut Kawasan Pemukiman dan Perairan Bersalinitas Rendah Di Kelurahan Purnama Dumai Provinsi Riau, *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Syaputri, L.Y. 2017. Isolasi dan Uji Antagonisme Bakteri Heterotrofik dari Perairan Muara Sungai Siak Dengan Salinitas yang Berbeda . *Skripsi*. Pekanbaru. Universitas Riau