

Kultur Mikroalga (*Chaetoceros calcitrans*) serta Potensinya sebagai Penghambat Pertumbuhan Bakteri *Shigella Dysenteriae* Berdasarkan Hasil Studi Literatur

Anggun Putri Nur Alifah, Indra Topik Maulana, Esti Rachmawati Sadiyah
Prodi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung,
Bandung, Indonesia
email: anggunputrina@gmail.com, indra.topik@gmail.com, esti.sadiyah@gmail.com

ABSTRACT: Diarrhea is a disease that is often experienced by many people, one of which is caused by the bacteria *Shigella dysenteriae*. Therefore, it is important to develop treatments to prevent diarrhea. However, alternative treatments have not been found to be the right natural ingredients to overcome the diarrhea. To find out the antibacterial activity from natural materials in the form of *Chaetoceros calcitrans* yellow algae culture on *Shigella dysenteriae*, an analysis of several journals was conducted to discuss the potential microalgae of *Chaetoceros calcitrans* as an antibacterial and the potential of other microalgae against *Shigella dysenteriae*. Based on the results of comparisons that have been made, that the culture of *Chaetoceros calcitrans* using Guillard F / 2 media at a temperature of 20 ° -28 ° C is able to grow well. *Chaetoceros calcitrans* microalgae has secondary metabolites, namely terpenoids, flavonoids, and tannins which are based on research on other algae, have antibacterial activity.

Keywords: *Chaetoceros calcitrans*, *Shigella dysenteriae*, algae micro culture

ABSTRAK : Diare merupakan penyakit yang sering dialami oleh banyak orang salah satunya yang diakibatkan oleh adanya bakteri *Shigella dysenteriae*. Oleh karena itu, penting untuk mengembangkan pengobatan mencegah diare. Namun, belum ditemukan pengobatan alternatif dari bahan alam yang tepat untuk mengatasi diare tersebut. Untuk mengetahui aktivitas antibakteri dari bahan alam berupa hasil kultur alga kuning *Chaetoceros calcitrans* terhadap bakteri *Shigella dysenteriae*, maka dilakukan penganalisaan terhadap beberapa jurnal yang membahas tentang potensi mikroalga *Chaetoceros calcitrans* sebagai antibakteri dan potensi mikroalga lain terhadap bakteri *Shigella dysenteriae*. Berdasarkan hasil perbandingan yang telah dilakukan, bahwa kultur *Chaetoceros calcitrans* dengan menggunakan media Guillard F/2 pada kondisi suhu 20°-28°C mampu tumbuh dengan baik. Mikroalga *Chaetoceros calcitrans* memiliki senyawa metabolit sekunder yaitu terpenoid, flavonoid, dan tanin yang berdasarkan penelitian pada alga lain, memiliki aktivitas sebagai antibakteri.

Kata Kunci: *Chaetoceros calcitrans*, *Shigella dysenteriae*, kultur mikroalga.

1 PENDAHULUAN

Mikroalga *Chaetoceros calcitrans* merupakan salah satu contoh alga kuning yang memiliki kandungan nutrisi yang tinggi. Kandungan nutrisi dari *Chaetoceros sp* yaitu protein 35%, lemak 6,9%, dan karbohidrat 6,6% (Isnansetyo dan Kurniastuty,1995). Menurut Seraspe (2012) bahwa ekstrak *Chaetoceros sp.* yang dilarutkan dengan metanol dan berbagai bahan organik tersebut menghasilkan senyawa terpenoid. Mikroalga *Chaetoceros* memiliki aktivitas sebagai antibakteri yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen gram positif dan negatif. Mikroalga

Chaetoceros calcitrans dapat menghasilkan komponen aktif yang memiliki aktivitas terhadap bakteri *E.coli* & *S.aureus*, serta kapang *Candida albicans*.

Bakteri *Shigella dysentriae* termasuk dalam famili *Enterobacteriaceae* dan merupakan bakteri gram negatif yang berbentuk batang basil, bersifat anaerob fakultatif (Hale and Keusch, 1996), Serta dapat menyebabkan penyakit diare. *Shigella sp.* masuk dalam tubuh secara per oral melalui makanan atau air yang terkontaminasi (Schroeder and Hilbi, 2008:134-156).

Mikroalga *Chaetoceros calcitrans* diketahui mampu menginhibisi pertumbuhan bakteri *E.coli*

& *S.aureus*, serta kapang *Candida albicans*. Hal tersebut berkaitan dengan kandungan komponen aktif didalam *Chaetoceros calcitrans*. Rumusan masalah yang muncul bagaimana potensi *Chaetoceros calcitrans* untuk dikultur pada skala laboratorium serta bagaimana potensinya sebagai antibakteri *Shigella dysenteriae* ditinjau berdasarkan hasil *review* dari beberapa literatur.

Penelitian ini bertujuan untuk menelaah potensi mikroalga *Chaetoceros calcitrans* untuk dibudidayakan pada skala laboratorium serta, mengetahui potensinya sebagai antibakteri terhadap *Shigella dysenteriae*. Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu untuk memberikan informasi ilmiah mengenai aktivitas antibakteri ekstrak mikroalga *Chaetoceros calcitrans* sehingga dapat meningkatkan pemanfaatan mikroalga dan dapat mengembangkannya secara maksimal sebagai alternatif pengobatan dalam bidang farmasi.

2 LANDASAN TEORI

Mikroalga merupakan organisme uniseluler berukuran mikroskopik yang memiliki karakteristik berbeda satu dengan yang lainnya. Masing-masing dari mikroorganisme tersebut dapat dibedakan atas ukuran sel, warna, serta tempat habitatnya di laut selain dari selnya yang bersifat uniseluler dan dapat berupa makhluk autotroph atau heterotrof (Olaizola, 2003).

Pertumbuhan optimum fitoplankton ini pada kisaran suhu antara 25-30°C, salinitas optimal untuk pertumbuhan optimal dari *Chaetoceros sp.* yaitu 28–30‰. Seperti halnya fitoplankton pada umumnya, pertumbuhan dari *Chaetoceros calcitrans* ini dapat dipengaruhi oleh intensitas cahaya. Intensitas cahaya yang optimum untuk pertumbuhan fitoplankton ini adalah berkisar antara 3000 - 45.000 lux, dan pertumbuhannya akan menurun jika intensitas cahaya melebihi 45.000 lux.

Chaetoceros calcitrans diketahui mengandung senyawa antibakteri yang tinggi seperti terpenoid, flavonoid, tanin, dan steroid, sehingga dapat digunakan sebagai kandidat antibakteri (Okunowoa *et al.*, 2016).

Bakteri *Shigella dysenteriae* termasuk bakteri Gram negatif, fakultatif anaerob. Pada manusia bakteri ini dapat menyebabkan disentri basiler dengan masa inkubasi 1-7 hari. Bentuk koloni dari *Shigella dysenteriae* yaitu konveks, bulat,

transparan dengan tepi yang utuh dan mencapai diameter kira-kira 2 mm dalam 24 jam (Shrotriya, 2015).

Uji aktivitas antibakteri digunakan sebagai teknik untuk mengukur seberapa besar potensi atau konsentrasi suatu senyawa dapat memberikan efek bagi mikroorganisme (Dart, 1996). Berdasarkan sifat toksisitas selektif, ada antibakteri yang bersifat menghambat pertumbuhan bakteri (bakteriostatik) dan ada yang bersifat membunuh bakteri (bakterisida) (Ganiswarna, 1995).

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan melalui dua tahapan yakni tahap pertama proses kultur alga di laboratorium dengan medium air laut yang ditambahkan nutrisi Guillard. Proses pertumbuhan kultur dipantau menggunakan aplikasi lux meter yang diinstal pada ponsel pintar. Tahap kedua adalah *review* artikel ilmiah terkait dengan potensi *Chaetoceros calcitrans* sebagai antibakteri.

Proses penelusuran Pustaka dilakukan menggunakan buku, jurnal ilmiah dan artikel ilmiah yang bersumber dari bank jurnal resmi yaitu www.google.com, <https://scholar.google.co.id/>, <https://www.elsevier.com/solutions/scopus>, dan <https://www.hindawi.com/journals/>. Pada penelusuran jurnal ilmiah dan artikel ilmiah menggunakan kata kunci “Jurnal *Chaetoceros calcitrans*”, “Jurnal Kultur *Chaetoceros calcitrans*”, “Kandungan senyawa *Chaetoceros calcitrans*”, “Uji aktivitas antibakteri *Chaetoceros calcitrans*”, “Potensi mikroalga *Chaetoceros calcitrans* sebagai antibakteri”, “Senyawa yang dapat menghambat bakteri *Shigella dysenteriae*”, “Antibakteri *Shigella dysenteriae* dari mikroalga”, “Antibacterial candidate of *Chaetoceros calcitrans*”, dan “*Chaetoceros calcitrans* as antibacterial”. Jurnal yang diikutsertakan sebagai data pada penelitian ini adalah jurnal yang mengandung kata kunci yang terdapat didalam judul, abstrak dan pembahasan.

3 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Kultur Mikroalga *Chaetoceros calcitrans*

Pada saat kultur mikroalga ada beberapa hal yang harus diperhatikan terutama media, suhu dan intensitas cahaya. Kultur Mikroalga *Chaetoceros calcitrans* ini dilakukan untuk memperbanyak populasi dari mikroalga tersebut. Pada penelitian

ini media kultur yang digunakan yaitu media air laut yang ditambahkan dengan nutrisi Guillard dimana media tersebut banyak digunakan pula oleh penelitian lain karena mampu menghasilkan fase eksponensial yang cepat terhadap pertumbuhan mikroalga *Chaetoceros calcitrans*. Data hasil analisis dari jurnal penelitian lain dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel 1. Media Kultur mikroalga *Chaetoceros calcitrans*

No	Pustaka	Jenis Media Kultur	Hasil Uji (Fase Eksponensial)
1	Komang et al, 2016	Guillard	Hari ke 6
2	Jannah et al, 2019	Guillard	Hari ke 7
3	Sureshkumar et al, 2014	Guillard	Hari ke 9
4	Salim et al, 2018	Carboy	Hari ke 12

Berdasarkan hasil kultur yang dilakukan pada saat penelitian di Laboratorium UNISBA bahwa kultur mikroalga *Chaetoceros calcitrans* dapat tumbuh dengan menggunakan media air laut yang ditambahkan dengan nutrisi Guillard dimana pada saat kultivasi dengan menggunakan media Guillard ini mengalami fase lag atau fase adaptasi terlebih dahulu yang ditandai dengan adanya sedikit perubahan warna pada media yang menunjukkan bahwa mikroalga *Chaetoceros calcitrans* tumbuh sedikit karena beradaptasi dengan lingkungannya. Fase adaptasi ini terjadi pada hari pertama hingga hari ketiga. Pada saat kultivasi mikroalga *Chaetoceros calcitrans* ini mengalami fase eksponensial pada hari ke 6. Hal ini ditandai dengan adanya perubahan warna yang semakin pekat tiap harinya dan dari hasil pembacaan lux meter yang semakin hari semakin menurun karena makin banyak populasi sehingga semakin berkurang cahayanya. Hal ini menunjukkan hasil bahwa mikroalga ini dapat tumbuh dengan baik menggunakan media Guillard. Menurut penelitian (Komang, IT., et al, 2016) menunjukkan hasil yang sama bahwa kultivasi mikroalga *Chaetoceros calcitrans* dengan menggunakan media F/2 atau Guillard mengalami pertumbuhan selama 6 hari. Penelitian (Krichnavaruka, S., et al, 2005) memberikan hasil yang sama juga bahwa media F/2 standar atau Guillard paling cocok untuk pertumbuhan *Chaetoceros calcitrans*. Menurut Andersen (2005), jenis media yang sesuai dengan media tumbuh

mikroalga, kepadatan sel mikroalga yang tinggi saat dikultivasi dapat mempercepat proses adaptasi mikroalga, dan hal itu dapat menyebabkan mikroalga dapat tumbuh dengan cepat, dan terlihat seperti tidak mengalami fase lag (adaptasi). Pada fase pertumbuhan *Chaetoceros calcitrans* media Guillard juga mengalami fase adaptasi terlebih dahulu, tetapi pada media Guillard mikroalga *Chaetoceros calcitrans* ini mengalami puncak fase eksponensialnya pada hari ke 6.

Adapun beberapa penelitian yang menunjukkan hasil yang berbeda seperti pada penelitian (Jannah, M., et al, 2019) menunjukkan fase eksponensial yang berbeda yaitu pada hari ke 3 hingga ke 7. Pada penelitian (Salim, M., et al. 2018) menunjukkan hasil fase eksponensial yang berbeda pula yaitu pada media air laut mikroalga *Chaetoceros calcitrans* fase eksponensial terjadi hingga hari ke 12. Dan pada penelitian (Sureshkumar, S., et al, 2014) menunjukkan bahwa pertumbuhan *Chaetoceros calcitrans* dapat mencapai puncak pertumbuhan pertama pada hari ke 8 baik dalam kontrol dan *Chaetoceros calcitrans* mencapai kepadatan sela atau fase eksponensial maksimum di hari ke 9. Dengan data pengamatan kultur di laboratorium sebagai berikut

Tabel 2. Perubahan Warna Media Alga *Chaetoceros calcitrans*

Hari Ke-	Perubahan Warna
1	Kuning Bening
2	Kuning
3	Kuning Pekat
4	Kuning Kecoklatan
5	Coklat
6	Coklat Pekat

Suhu yang digunakan pada saat kultur merupakan salah satu parameter fisik yang dapat mempengaruhi aktivitas metabolisme, dimana ketika suhu media berkurang akan menurunkan laju pertumbuhan *Chaetoceros calcitrans*, dan peningkatan suhu yang melebihi batas maksimum akan menyebabkan kematian (Taw, 1990). Berikut ini adalah tabel data pengukuran suhu yang menunjukkan hasil penelitian di laboratorium dan hasil analisis dari penelitian lain.

Tabel 5.3 Suhu Pada Saat Kultur Mikroalga *Chaetoceros calcitrans*

No	Pustaka	Suhu
1	Hasil Penelitian	23°-24°C
2	Banerjee et al, 2011	20°-23°C
3	Jannah et al, 2019	26°-28°C

Berdasarkan hasil tabel diatas kultur yang dilakukan pada saat penelitian di Laboratorium UNISBA menunjukkan bahwa suhu yang digunakan selama kultur mikroalga *Chaetoceros calcitrans* agar dapat tumbuh dengan baik pada suhu 23°C - 24°C. Adapun menurut penelitian (Banerjee, S., et al., 2011 : 1375-1383) yang menunjukkan hasil pada saat kultur di bawah kondisi laboratorium suhu nya yaitu 20°C hingga 23°C. Menurut penelitian (Jannah, M., et al, 2019) hasil pengukuran kultur skala laboratorium, suhu yang diperoleh adalah 26°C hingga 28°C. Dari hasil analisis padatabel 4.3 bahwa dari tiap penelitian memiliki hasil yang berbeda tetapi pada hasil tersebut sudah termasuk ke dalam rentang suhu yang baik untuk kultur mikroalga *Chaetoceros calcitrans*. Menurut Isnansetyo dan Kurniastuty, (1995) *Chaetoceros calcitrans* dapat tumbuh dengan baik pada suhu sekitar 20-30°C dan akan optimal pada suhu 28-30°C.

Intensitas cahaya merupakan jarak yang dapat ditembus oleh cahaya ke dalam kultur. Semakin jauh jarak yang bisa ditembus semakin besar kemungkinan kultur melakukan fotosintesis secara merata. Intensitas cahaya yang diperlukan untuk kultivasi pada penelitian ini adalah berkisar antara 3000 – 4500 lux (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995). Berdasarkan hasil kultur yang dilakukan di Laboratorium UNISBA tidak ada data yang didapat untuk intensitas cahaya pada saat kultur mikroalga *Chaetoceros calcitrans* agar dapat tumbuh dengan baik dikarenakan adanya faktor kesalahan pada pengukuran intensitas cahaya. Tetapi ada penelitian yang menunjukkan hasil intensitas cahaya yang baik untuk kultur mikroalga *Chaetoceros calcitrans* yaitu menurut penelitian (Krichnavaruka, S., et al, 2005) menunjukkan hasil yang baik pada kultur *Chaetoceros calcitrans* untuk dapat menghasilkan laju fotosintesis maksimum pada intensitas cahaya sekitar 400 molphotonsm.

Potensi Mikroalga *Chaetoceros calcitrans* sebagai antibakteri

Chaetoceros calcitrans spesies potensial untuk akuakultur yang memiliki potensi sebagai

antibakteri. Ekstrak *Chaetoceros calcitrans* diketahui dapat menghambat pertumbuhan bakteri gram negative (Seraspe et al, 2012).

Chaetoceros calcitrans diketahui mengandung senyawa antibakteri seperti terpenoid, flavonoid, tanin, dan steroid, sehingga dapat digunakan sebagai kandidat antibakteri (Okunowoa et al., 2016).

Dapat diketahui bahwa mikroalga *Chaetoceros calcitrans* memiliki kandungan senyawa terpenoid. Hal ini tergambar dari beberapa penelitian yang menyebutkan adanya kandungan metabolit sekunder terpenoid seperti yang tampak pada tabel berikut ini.

Tabel 5.4 Potensi Mikroalga *Chaetoceros calcitrans* Sebagai Antibakteri

No	Pustaka	Kandungan Senyawa	Bakteri
1	Seraspe dkk, 2012	Terpenoid	<i>Escherichia coli</i>
2	Okunowoa et al., 2016	Terpenoid, flavonoid, tanin, steroid	<i>Escherichia coli</i>
3	Widiati, 2017	Terpenoid, alkaloid	<i>Aeromonas salmonicida</i>
4	Maftuch et al, 2018	Terpenoid	<i>Aeromonas salmonicida</i>
5	Setyawan et al, 2019	Terpenoid, flavonoid	<i>Aeromonas salmonicida</i>

Senyawa terpenoid yang terkandung didalam *Chaetoceros calcitrans*, diduga memiliki peranan utama menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli* (Seraspe, 2012; Okunowoa et al., 2016), serta bakteri *Aeromonas salmonicida* (Maftucha et al, 2018; Setyawan dkk, 2019; Widiati, 2017).

Beberapa hasil penelaahan penelitian menunjukkan bahwa senyawa terpenoid dapat menghambat pertumbuhan dengan mengganggu proses terbentuknya membran dan atau dinding sel, membran atau dinding sel tidak terbentuk atau terbentuk tidak sempurna (Aryana dan Kurniawan, 2015).

Menurut Darsana et al (2012) senyawa terpenoid dapat menghambat pertumbuhan dengan mengganggu proses terbentuknya membran dan atau dinding sel, membran atau dinding sel tidak terbentuk atau terbentuk tidak sempurna. Dimana mekanisme antibakteri senyawa terpenoid adalah merusak struktur dinding sel dan mengganggu kerja transpor aktif dan kekuatan ion didalam membran sitoplasma bakteri (Fadhilla et al, 2012).

Aktivitas Antibakteri Alga Terhadap Bakteri *Shigella dysenteriae*

Beberapa alga yang hidup pada habitat yang sama dengan *Chaetoceros calcitrans* diketahui dapat memberikan aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Shigella dysenteriae*. Hal tersebut tergambar pada tabel 4.4

Tabel 5.5 Uji Aktivitas Alga Terhadap Bakteri *Shigella dysenteriae*

No	Pustaka	Jenis Alga	Kandungan Senyawa	Bakteri
1	Aprianti dkk, 2019	<i>Eucheuma spinosum</i>	Flavonoid, alkaloid	<i>Shigella Dysenteriae</i>
2	Nisar, 2017	<i>Eucheuma spinosum</i>	Flavonoid	<i>Shigella Dysenteriae</i>
3	Nuzul dkk, 2018	<i>Padina sp.</i>	Flavonoid	<i>Shigella Dysenteriae</i>
4	Kemer dkk, 2015	<i>Halimeda opuntia</i>	Terpenoid	<i>Shigella Dysenteriae</i>
5	Panjaitan dkk, 2020	<i>Sargassum duplicatum</i>	Lipid	<i>Shigella Dysenteriae</i>

Lipid pada *Sargassum duplicatum* dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Shigella dysenteriae* yang bekerja dengan cara merusak permeabilitas membrane sel bakteri dari bakteri *Shigella dysenteriae* sehingga terjadi kebocoran sel dan mengakibatkan bakteri mati (Panjaitan dkk, 2020). Senyawa terpenoid yang terkandung didalam alga diketahui dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Shigella dysenteriae* (Kemer dkk, 2015). Dimana senyawa terpenoid ini memiliki mekanisme antibakteri yang dapat merusak struktur dinding sel dan dapat mengganggu kerja transport aktif (Fadhilla dkk, 2012). Adapun senyawa flavonoid yang terkandung didalam alga juga diketahui mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Shigella dysenteriae* (Aprianti dkk, 2019; Nisar, 2017; Nuzul dkk, 2018). Mekanisme kerja dari flavonoid dalam menghambat pertumbuhan bakteri yaitu menghambat fungsi membran sel dengan cara membentuk senyawa kompleks dengan protein ekstraseluler sehingga dapat merusak membran sel bakteri dan diikuti dengan keluarnya senyawa intraseluler (Nuria, 2009). *Chaetoceros calcitrans* diketahui mengandung ragam senyawa metabolit sekunder yang mirip dengan kandungan di dalam alga pada habitat yang sama yaitu aktif menghambat pertumbuhan *Shigella dysenteriae* seperti terpenoid, flavonoid, tanin, dan steroid, sehingga dapat digunakan sebagai kandidat antibakteri (Okunowoa *et al.*, 2016).

4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian kultur serta penelaahan dari beberapa penelitian yang telah di analisis dapat disimpulkan bahwa kultur *Chaetoceros calcitrans* dengan menggunakan

media Guillard F/2 pada kondisi suhu 20°-28°C mampu tumbuh dengan baik. Mikroalga *Chaetoceros calcitrans* memiliki senyawa metabolit sekunder yaitu terpenoid, flavonoid, dan tanin yang berdasarkan penelitian pada alga lain, memiliki aktivitas sebagai antibakteri.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprianti, Inge., Indra, T. M., Livia, S. 2019. Telaah Golongan Senyawa Antibakteri *Shigella dysenteriae* dari Ekstrak Bertingkat Alga Merah (*Eucheuma spinosum*) Menggunakan Metode KLT Bioautografi. Bandung : Universitas Islam Bandung. Vol 5 : 748-754.
- Andersen, R.A. 2005. Algal Culturing Technique. Elsevier Academic Press. UK.
- Banerjee, S., Wei Ee Hew., Helena, K., Mohamed, S., and Fatimah, Md., Yusoff1. 2011. Growth and proximate composition of tropical marine *Chaetoceros calcitrans* and *Nannochloropsis oculata* cultured outdoors and under laboratory conditions. African Journal of Biotechnology. Malaysia : Universiti Putra Malaysia. 2 : 1375-1383.
- Dart, R. K. (1996). Microbiology of The Analytical Chemistry. London: The Royal Society of Chemistry.
- Ganiswarna, G. S. (1995). Mikrobiologi Pangan I. Jakarta: Gaya Baru
- Hale, T.L., Keusch, G.T. (1996). *Shigella*. Dalam Baron, S. (1996). Medical Microbiology, 4th ed – NCBI Bookshelf. University of Texas Medical Branch at Galveston. Retrieved 21 januari 2020. from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK8038/>.
- Isnansetyo, A., dan Kurniastuti. (1995). Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton

- Pakan Alami Untuk Pembenihan Organisme Laut. Yogyakarta: Kanisius.
- Jannah, M., M, F, Ulkhaq., M, H, Azhar., Suciyono., dan W, Soemarjati. 2019. Growth Performance of Laboratory-Scale *Chaetoceros calcitrans* in Different Containers. The 1st International Conference on Fisheries and Marine Science.
- Kemer, K., Darus S.J. Paransa., Antonius P. Rumengan., dan Desy M.H. Mantiri. 2015. Antibakteri Dari Beberapa Ekstrak Pada Alga Coklat. Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi. Vol 2 : 73-81.
- Komang, IT., A.A. Made Dewi Anggreni., dan Ida Bagus Wayan Gunam. 2016. Pengaruh Jenis Media Terhadap Konsentrasi Biomassa Dan Kandungan Protein Mikroalga *Chaetoceros calcitrans*. Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri. Vol 4 : 13-22.
- Krichnavaruka, S., Worapannee, L., Sorawit, P., and Prasert, P. 2005. Optimal growth conditions and the cultivation of *Chaetoceros calcitrans* in airlift photobioreactor. Chemical Engineering Journal 105 : 91-98.
- Maftuch., Heny, S., dan Febby, H. S. 2018. Uji Daya Hambat Ekstrak *Chaetoceros calcitrans* Terhadap Bakteri *Aeromonas salmonicida*. Journal of Fisheries and Marine Research .Vol. 02 : 39-46
- Nisar. 2017. Daya Hambat Ekstrak Alga Merah (*Euchema Spinosum*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Penyebab Diare [Skripsi]. Makassar : Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin.
- Nuria, maulita cut, Faizaitun, Arvin, Sumantri. 2009. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Jarak Pagar (*Jatropha Curcas L*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus Aureus* Atcc 25923, *Escherichia Coli* Atcc 25922, Dan *Salmonella Typhi* Atcc 1408. Mediagro. Vol 5 (2) : 26–37.
- Nuzul, P., Daniel, P., dan Septriyanto, D., 2018. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Alga Coklat Jenis *Padina Sp.* Dari Pantai Sorido Biak Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Shigella dysenteriae*. Pharmacy Medical. Vol 1 (1) : 16-25.
- Darsana, I. G. O., I. N. K. Besung dan H. Mahatmi. 2012. Potensi daun Binahong (*Anredera cordifolia* (tenore) Setenis) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *e.coli* secara *in vitro*. Indonesia Medicus Veterinus. 1(3): 337-351.
- Fadhilla, R., E. A. P. Iskandra dan H. D. Kusumaningrum. 2012. Aktivitas antibakteri ekstrak tumbuhan Rumput Lumut Hati (*Marchantia paleacea*) terhadap bakteri patogen dan perusak pangan. J. Teknologi dan Industri Pangan. 23(2): 126-131.
- Okunowoa, O. w., L. O. Afolabib, I. E. Umunnakwea , A. O. Oyedejia and J. A. Ilesanmia. (2016). GC-MS analysis and antimicrobial properties of methanolic extracts of the marine algae *Skeletonema costatum* and *Chaetoceros sp.* Biokemistri. 28(1): 24-33.
- Olaizola, M. (2003). Commercial development of microalgal biotechnology: From the test tube to the market place. Biomol. Eng., 20 (4- 6), 459-466.
- Panjaitan, R.S., Ani, R. S., and Lika, L. S. 2020. Antibacterial Activity Of Brown Macroalgae Lipid (*Sargassum duplicatum*) To The Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus* (Mrsa) and *Shigella dysenteriae* Bacteria. Edu Chemia.Vol.5 (1) : 1-9.
- Salim, M., Abdi Dharma., dan Anggie Wahyulya Putri. 2018. Studi Karakteristik Pertumbuhan Empat Jenis Species Mikroalga Dan Uji Aktivitas Antimikroba. Jurnal Zarah, Vol. 6 (2) : 53-58.
- Schroeder, G.N., Hilbi, H. (2008). Molecular Pathogenesis of *Shigella spp.* : Controlling Host Cell Signaling, Invasion, and Death by Type III Secretion. Clin Microbiol Rev. 21 (1) : 134-156.
- Seraspe, Ebonia B., Bernadeth F. Ticar, Minda J. Formacion1., Ida G. Pahila., Milagros R. De La Pena., And Edgar C. Amar. 2012. Antibacterial Properties of the Microalgae *Chaetoceros calcitrans*. Asian Fisheries Science. 25 : 343-356.
- Setyawan, Febby Hadi., Sri Andayani., dan Maftuch. 2019. Antibacterial Candidate Of *Chaetoceros Calcitrans* Against *Aeromonas Salmonicida* Bacteria Based In Vitro. International Journal Of Scientific &

Technology Research. Vol 8 : 1345-1347.

Shrotriya, A. (2015). An Introduction To Shigellosis And Strategies Against Potent Drug. International Journal Of Pharmacy & Life Sciences. 6 : 8-9.

Sureshkumar, S., B.Jasmin1 , K.M.Mujeeb Rahiman , and A.A.Hatha Mohammed. 2014. Growth Enhancement Of Micro Algae, *Chaetoceros Calcitrans* And *Nannochloropsis Oculata*, Using Selected Bacterial Strains. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. Vol 3 (4) : 352-359.

Widiati, I. 2017. Pengaruh Pemberian Ekstrak *Chaetoceros calcitrans* Terhadap Histopatologi Organ Insang dan Ginjal Pada Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) yang Diinfeksi Bakteri *Aeromonas salmonicida* [Skripsi]. Malang : Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya