

Pembentukan Zona Hambat Patogen *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* terhadap Pigmen Fukosantin Ekstrak *Sargassum polycystum* C. Agardh

Mhevy Nadya Pasaribu, Rini Pramesti*, Sri Sedjati

Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Jacub Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia
Corresponding author, e-mail: rinipramesti63@gmail.com

ABSTRAK: Pigmen fukosantin merupakan pigmen yang terdapat dari rumput laut cokelat *Sargassum polycystum* yang kadarnya tertinggi dari pigmen lainnya. Pigmen ini dapat digunakan sebagai sediaan bahan kosmetik dan obat – obatan. Dalam bidang farmasi tanaman ini mengandung senyawa bioaktif yang dapat digunakan sebagai anti-obesitas, anti-diabet, antiinflamasi dan antibakteri. Sampel diperoleh dari perairan Pulau Panjang, Jepara. Tujuan penelitian mengetahui proses isolasi pigmen fukosantin dan potensi antibakteri pigmen fukosantin *S. polycystum*. Fukosantin memiliki potensi yang tinggi karena manfaatnya dan ketersediaan di alam melimpah. Hal ini menjadikan senyawa ini dapat di ekspor lebih dalam dalam berbagai bidang Kesehatan, farmasi dan kosmetik. Identifikasi fukosantin menggunakan metode kromatografi lapis tipis. Isolasi fukosantin dengan metode kromatografi kolom. Uji aktivitas antibakteri dengan metode difusi cakram. Bakteri patogen yang digunakan *S. aureus* dan *E. coli*. Hasil penelitian menunjukkan ekstrak pigmen fukosantin memiliki aktivitas antibakteri dengan diameter zona hambat terbesar terdapat pada jam ke-24 terhadap patogen *S. aureus* adalah $10,6 \pm 0,057$ mm dan zona hambat terbesar terdapat pada jam ke -24 pada patogen *E. coli* adalah $10,1 \pm 0,014$ mm. Hasil penelitian menunjukkan adanya aktivitas pigmen fukosantin berpotensi sebagai antibakteri.

Kata kunci: Antibakteri; Fukosantin; Isolasi Pigmen; *Sargassum polycystum*

Formation of Pathogen Inhibition Zones of Staphylococcus aureus and Escherichia coli Against Fucoxanthin Pigments Extract of Sargassum Polycystum C. Agardh

ABSTRACT: *Fucosanthin pigment is a pigment found in brown seaweed Sargassum polycystum which has the highest level of other pigments. This pigment can be used as a cosmetic and medicinal preparation. In the pharmaceutical field, this plant contains bioactive compounds that can be used as anti-obesity, anti-diabetic, anti-inflammatory and antibacterial. Samples were obtained from the waters of Panjang Island, Jepara. The aim of the study was to determine the isolation process of fucosanthin pigment and the antibacterial potential of S. polycystum fucosanthin pigment. Fukosanthin has high potential due to its benefits and abundant availability in nature. This makes this compound can be exported more deeply in various fields of health, pharmaceutical and cosmetics. Identification of fucosanthin using thin layer chromatography method. Isolation of fucosanthin by column chromatography method. Antibacterial activity test by disc diffusion method. Pathogenic bacteria used were S. aureus and E. coli. The results showed that fucosanthin pigment extract has antibacterial activity with the diameter of the largest inhibition zone at the 24th hour against the pathogen S. aureus was 10.6 ± 0.057 mm and the largest inhibition zone was at the 24th hour on the pathogen E. coli was 10.1 ± 0.014 mm. The results showed the activity of fucosanthin pigment as potential antibacterial.*

Keywords: Antibacterial; Fucoxanthin; Pigment Isolation; *Sargassum polycystum*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara ke - 2 pengekspor komoditas hasil perairan berupa rumput laut dalam jumlah besar (Renhoran *et al.*, 2017). Rumput laut dibagi menjadi 3 kelas berbeda

berdasarkan dinding sel, jenis cadangan makanan, pigmen dan salah satu fase dalam hidupnya yaitu rumput laut hijau (Chlorophyta), cokelat (Phaeophyta) dan merah (Rhodophyta). Famili Sargassaceae memiliki genus *Sargassum* yang terdiri dari 400 spesies di dunia dan 12 spesiesnya berada di Indonesia (Rahmat, 1999). Jenis ini banyak ditemukan di perairan Indonesia salah satunya *Sargassum polycystum*. Senyawa bioaktif yang dihasilkan yaitu flavonoid, tanin, terpenoid, saponin, alkaloid, sterol (Savira *et al.*, 2021). Pigmen fotosintetik yang terkandung didalamnya berupa klorofil a, klorofil c, santofil, fukosantin, antosianin dan karotenoid. Fukosantin kaya senyawa bioaktif yang dapat digunakan sebagai antioksidan, anti-obesitas, anti-diabet, antiinflamasi serta antibakteri (Johnson *et al.*, 2017). Bakteri merupakan mikroorganisme prokariotik yang hidup membentuk koloni dan kosmopolitan (Jawetz *et al.*, 2014). Pembagian jenis bakteri berdasarkan klasifikasi terbagi 2 yaitu bakteri gram positif dan gram negatif (Holderman *et al.*, 2017). Salah satu spesies bakteri yang ditemukan di kehidupan sehari – hari adalah *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *S. aureus* adalah bakteri penyebab penyakit kulit ringan hingga keracunan makanan (Dewi, 2013). *E. coli* adalah bakteri penyebab keluhan ringan pada manusia seperti diare, infeksi saluran pencernaan dan infeksi saluran kemih (Rianti *et al.*, 2022).

Hasil penelitian sebelumnya tentang fukosantin menunjukkan pigmen ini sebagai antibakteri dengan menggunakan bakteri patogen *Listeria monocytogenes* (Rajauria dan Ghannam., 2013). Pigmen tersebut juga dapat menghambat bakteri penyebab jerawat *Propionibacterium acnes* dan *S. aureus* (Renhoran *et al.*, 2017). Pigmen ini diketahui memiliki aktivitas antibakteri terhadap 6 bakteri gram positif dan 7 bakteri gram negative yang dapat melawan bakteri aerob pada konsentrasi rendah 10–250µg/mL dan melawan bakteri anaerob pada konsentrasi >1000 µg/mL (Karpinski *et al.*, 2022). Hasil penelitian (Gomes *et al.*, 2022) fukosantin efektif melawan beberapa bakteri gram positif seperti *Streptococcus agalactiae*, *S. aureus* dan *Staphylococcus epidermis* tetapi tidak terhadap patogen gram negatif. Informasi tentang aktivitas fukosantin sebagai antibakteri memiliki banyak perbedaan hasil pada setiap penelitiannya sehingga penelitian ini dilakukan.

MATERI DAN METODE

Materi penelitian ini adalah pigmen fukosantin *S. polycystum* dari perairan Pulau Panjang, Jepara. Sampel kering diekstraksi secara maserasi. Tahapan penelitian meliputi isolasi pigmen dan uji antibakteri. Parameter yang diamati berupa zona hambat yang muncul pada uji antibakteri. Metode penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif untuk mengetahui nilai dengan membuat perbandingan menggunakan angka, pengumpulan data dan penampilan hasil dari data tersebut (Jayusman dan Shavab, 2020).

Preparasi dan Ekstraksi Sampel

Sampel yang diperoleh dibersihkan dengan air mengalir dan dikering anginkan \pm 1 minggu pada suhu ruang dalam keadaan gelap (Riyanto *et al.*, 2013). Sampel di maserasi dengan perbandingan sampel dan pelarut 1:10 selama 1x24 jam dengan pelarut etanol (Nuraini *et al.*, 2021). Setelah itu disaring dengan kertas saring dan dilakukan pemisahan ekstrak dengan *rotary evaporator* pada suhu 35°C dan kecepatan 100-120 rpm hingga berupa pasta (Renhoran *et al.*, 2017).

Uji Kromatografi Lapis Tipis

Uji ini menggunakan pelarut kloroform, etil asetat dan metanol sebagai fase diam. Perbandingan pelarut untuk pemisahan senyawa terbaik adalah 6:3:1 menggunakan pelat silika (Mamonto *et al.*, 2015). Ekstrak fukosantin dilarutkan dalam etanol kemudian ditotolkan pada pelat dengan pipa kapiler. Pelat dimasukkan kedalam chamber yang sudah dijenuhkan dalam larutan fase diam. Pelat dikeluarkan saat pelarut mencapai batas pelat. Kandungan fukosantin diidentifikasi dengan noda yang muncul dan nilai Rf. Nilai Rf ini didapat berdasarkan perhitungan jarak sampel dari titik awal dan jarak pelarut dari titik awal.

Isolasi Fukosantin

Isolasi fukosantin dilakukan dengan metode kromatografi kolom terbuka. Preparasi kolom kromatografi terbuka silika gel dengan ketinggian 15 cm dielusi dengan n – heksana selama 24 jam Renhoran *et al.*, 2017). Fraksi fukosantin menggunakan larutan n-heksana : aseton (6:4 v/v). Fraksi senyawa fukosantin ini ditandai dengan warna oranye kecokelatan. Hasil isolasi dievaporasi hingga berbentuk pasta dan disimpan pada suhu 5°C – 10 °C. Ekstrak ini selanjutnya diidentifikasi dengan *Uv – Vis Spectrophotometry* untuk menentukan panjang gelombang serapan maksimum (Nuraini *et al.*, 2021).

Uji Aktivitas Antibakteri

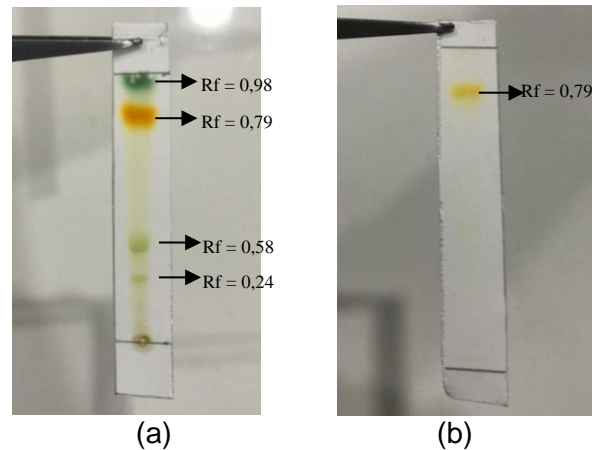
Uji ini dilakukan menggunakan *disk diffusion method* (difusi cakram). Metode ini menggunakan *paper disk* (kertas cakram) sebagai media penyerap ekstrak (Nurhayati *et al.*, 2020). Bakteri patogen dalam uji adalah *S. aureus* dan *E. coli*. Bakteri ini dikultur pada media *Nutrient Agar* (NA) sehingga terdapat kultur murni dari patogen. Bakteri diinokulasi ke media *Nutrient Broth* (NB) dan *dishaker* selama 1x24 jam yang selanjutnya diinokulasi ke media *Mueller – Hinton Agar* (MHA) dengan metode *pour plate*. Alat, media agar dan uji disterilisasi menggunakan autoklaf selama 20 menit di suhu 121°C (Mahmudah dan Atun, 2017). Uji aktivitas antibakteri dilakukan dengan cara melarutkan ekstrak fukosantin dalam DMSO. Ekstrak diinjeksi ke *paper disk* dengan konsentrasi 150 µg/disk, 250 µg/disk dan 500 µg/disk sebanyak 20 µl/disk. Kontrol positif berupa amoxilin 10% (100mg/1ml) dan kontrol negatif adalah DMSO. Media uji diinkubasi selama 3x24 jam suhu 37°C dan diamati setiap 1x24 jam (Riwanti *et al.*, 2021). Zona hambat yang terbentuk dicatat dan didokumentasikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

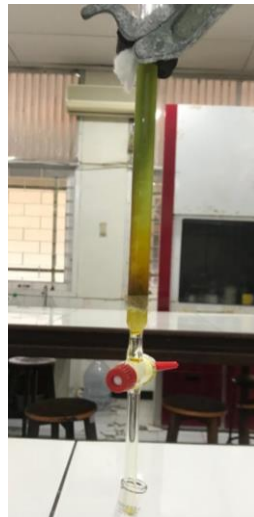
Ekstraksi secara maserasi dilakukan untuk melindungi senyawa yang rentan terhadap suhu (Sukandar *et al.*, 2021). Kelebihan maserasi ini tidak menggunakan suhu tinggi yang dapat merusak senyawa kimia dalam sampel. Hasil maserasi dievaporasi pada suhu 37°C dengan kecepatan 100 rpm (Bara *et al.*, 2021). Ekstrak kasar yang diperoleh sebanyak 4,078 gram kemudian disimpan didalam *frezeer*.

Proses isolasi fukosantin dilakukan dengan metode KLT dan kromatografi kolom. KLT merupakan proses pemisahan senyawa berdasarkan polaritas eluen. Hal ini sesuai (Artemisia *et al.*, 2019) menyatakan penggabungan pelarut polar dan non – polar pada fase gerak ditujukan untuk pemisahan senyawa berdasarkan kepolaran senyawa. Perolehan nilai Rf didukung dengan warna khas dari senyawa fukosantin yaitu oranye kemerahan (Sodik *et al.*, 2022). Identifikasi senyawa diduga fukosantin dari hasil isolasi memiliki nilai Rf yang sama dengan noda dengan warna oranye kemerahan pada ekstrak kasar yaitu 0,79. Proses KLT pada ekstrak kasar menghasilkan 4 noda dengan nilai Rf 0,98; 0,79; 0,58 dan 0,24. Romsiah dan Utami, 2018 menyatakan nilai Rf ini didapat berdasarkan selisih jarak awal hingga akhir pelat silika dengan jarak tempuh noda atau senyawa. Nilai Rf 0,98 meninggalkan noda bercak berwarna hijau gelap. Hal ini sesuai (Abdullah *et al.*, 2021) nilai Rr 0,95 – 0,99 meninggalkan bercak hijau gelap pada pelat KLT dan merupakan senyawa klorofil. Nilai Rf 0,58 merupakan pigmen feofitin. Ditambahkan oleh Resita *et al.* (2010) nilai Rf 0,50 – 0,66 merupakan pigmen feofitin a dengan warna bercak abu – abu. Gambar 1 menunjukkan profil fukosantin pada ekstrak kasar dan hasil isolasi yang didapat dengan kromatografi lapis tipis.

Isolasi fukosantin yang dilakukan dengan metode kromatografi kolom dengan perbandingan pelarut n – heksan : aseton sebanyak 9:6 (Renhoran *et al.*, 2017). Kromatografi kolom adalah metode pemisahan senyawa dengan fase gerak berupa campuran pelarut sebagai eluen dan fase diam silika gel (Rachman *et al.*, 2017). Sulistiyani *et al.*, 2021 menyatakan silika gel sebagai fase diam pada kromatografi kolom dijenuhkan dengan pelarut n – heksan selama 24 jam sebelum digunakan. Isolasi fukosantin dilakukan sebanyak empat ulangan. Fraksi ini dievaporasi dan didapatkan ekstrak fukosantin berupa pasta sebanyak 100 mg. Proses isolasi menggunakan kromatografi kolom menghasilkan fraksi dengan berbagai warna dan jarak berdasarkan pigmen dan kepolaran pigmen (Gambar 2).



Gambar 1. Kromatografi Lapis Tipis: (a) Pemisahan Pigmen dari Ekstrak Kasar Etanol *S. polycystum*, (b) Ekstrak Fukosantin Hasil isolasi



Gambar 2. Proses Isolasi Pigmen Ekstrak Kasar *S. polycystum* dengan Kromatografi Kolom Terbuka

Hasil penelitian (Medina *et al.*, 2019) menunjukkan puncak gelombang fukosantin berada pada nilai 447,4 nm. Hasil puncak dan panjang gelombang maksimum ekstrak fukosantin berada pada panjang gelombang 409,5 nm. Penurunan panjang gelombang fukosantin ini diduga terjadi degradasi akibat suhu dan cahaya. Hasil ini sesuai (Aisyah *et al.*, 2020) yang menyatakan pigmen fukosantin lemah dan mudah terdegradasi oleh cahaya dan suhu. Gambar 3. menunjukkan puncak fukosantin berdasarkan identifikasi pola spektra berada pada bahu puncak gelombang.

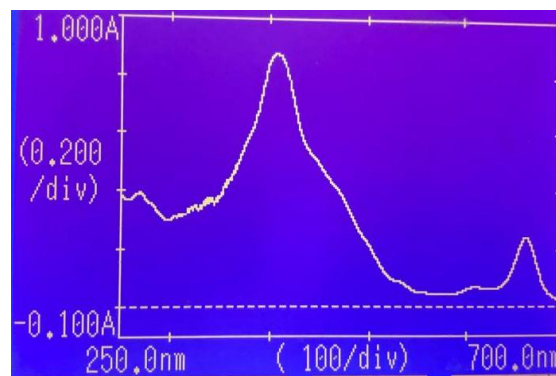
Uji aktivitas antibakteri dengan menggunakan metode difusi. Metode ini digunakan sebagai uji antibakteri menggunakan kertas cakram sebagai media penyerap ekstrak (Nurhayati *et al.*, 2020). Daerah bening disekitar kertas cakram merupakan zona hambatan patogen oleh senyawa yang berdifusi dalam kertas cakram yang terbentuk akibat aktivitas antibakteri ekstrak (Wilapangga dan Syaputra, 2018). Hasil diameter zona hambat pada patogen *S. aureus* dan *E. coli* (Tabel 1).

Kontrol positif uji antibakteri menggunakan amoxilin sebesar 10%. Kontrol positif dengan menggunakan amoxilin 10% dan pembuatan amoxilin 10% dilakukan dengan mengencerkan 100 mg amoxilin dalam 1 ml akuades (Hidayah *et al.*, 2017). Kontrol positif menunjukkan aktivitas antibakteri dengan zona hambat patogen *S. aureus* lebih besar dibandingkan dengan *E. coli*. Ditambahkan (Renhoran *et al.*, 2017) bakteri *S. epidermis* dan *S. aureus* lebih resisten terhadap

Tabel 1. Diameter Zona Hambat Ekstrak Fukosantin *S. polycystum*

Bakteri Uji	Waktu Pengamatan	Konsentrasi Uji ($\mu\text{g}/\text{disk}$)			Kontrol (+)	Kontrol (-)
		75	125	250		
<i>E. Coli</i>	24 jam	$9,3 \pm 0,156$	$9,5 \pm 0,014$	$10,1 \pm 0,014$	$1,14 \pm 0,028$	-
	48 jam	$8,9 \pm 0,127$	$9,5 \pm 0,014$	$9,9 \pm 0,114$	$1,13 \pm 0,099$	-
	72 jam	$4,7 \pm 0,665$	$4,7 \pm 0,665$	$9,8 \pm 0$	$1,16 \pm 0,141$	-
<i>S. aureus</i>	24 jam	$9,4 \pm 0,141$	$9,6 \pm 0,028$	$10,6 \pm 0,057$	$2,24 \pm 0,028$	-
	48 jam	$9,3 \pm 0,156$	$9,9 \pm 0,014$	$10 \pm 0,057$	$2,27 \pm 0,071$	-
	72 jam	$9,1 \pm 0,127$	$10 \pm 0,028$	$10 \pm 0,028$	$2,25 \pm 0,042$	-

Keterangan : Nilai adalah rerata \pm STDV; Diameter zona hambat tidak dikurangi diameter *paper disk*; Diameter zona hambat dalam ukuran milimeter (mm)

**Gambar 3.** Puncak Ekstrak Fukosantin *S. polycystum* pada Panjang Gelombang 447,4 nm

senyawa antibiotik seperti amoxilin. Aktivitas antibakteri terhadap patogen *S. aureus* tertinggi ada pada konsentrasi 500 $\mu\text{g}/\text{disk}$ dengan zona hambat sebesar $10,6 \pm 0,057$ mm pada jam ke-24. Aktivitas antibakteri patogen *E. coli* tertinggi berada pada konsentrasi 500 $\mu\text{g}/\text{disk}$ dengan zona hambat sebesar $10,1 \pm 0,014$ mm pada jam ke-24. Perbandingan aktivitas antibakteri *S. aureus* dan *E. coli* berdasarkan zona hambat lebih besar dihasilkan ekstrak pada patogen *S. aureus*. Hal ini diduga perbedaan dinding sel patogen. *S. aureus* adalah bakteri gram positif memiliki dinding sel berupa peptidoglikan yang tebal sedangkan *E. coli* adalah bakteri gram negatif memiliki dinding berupa membran lipid yang tipis. Ditambahkan (Pangestuti *et al.*, 2017) peptidoglikan bakteri memiliki sifat polar sehingga mudah ditembus sedangkan membran lipid bersifat non – polar sehingga sulit ditembus. Berdasarkan hal tersebut *S. aureus* lebih mudah lisis oleh senyawa pigmen fukosantin mengakibatkan zona hambat yang terbentuk lebih besar dari uji dengan *E. coli*. Pigmen fukosantin sebagai antibakteri juga dapat digunakan dalam bidang farmasi untuk bahan kecantikan seperti kosmetik. Pigmen fukosantin memiliki gugus hidroksil dan rantai alkil yang dapat menjadi agen antibakteri. Salah satu kegunaan fukosantin dalam bidang kosmetik adalah sebagai anti jerawat (Rehoran *et al.*, 2017). Fukosantin dapat bermanfaat dalam bidang farmasi karena dapat menghambat oxidative stress yang diakibatkan oleh paparan sinar UV (Oktarina, 2017). Hal ini Zona hambat yang terbentuk lebih kecil dari hasil penelitian (Renhoran *et al.*, 2017) zona hambat pada konsentrasi 500 $\mu\text{g}/\text{disk}$ terhadap patogen *S. aureus* sebesar $21 \pm 0,15$ mm. Hal ini diduga penurunan kadar fukosantin akibat adanya kadar pigmen lain yang lebih kuat. Hasil spektrofotometri UV – Vis menyatakan puncaknya terdapat pada panjang gelombang 409,5 nm. Nilai tersebut merupakan panjang gelombang yang dimiliki oleh pigmen feofitin. Panjang gelombang serapan feofitin berada pada 409,5 nm, 474,7 nm, 534, 7 nm dan 608,9 nm (Arfandi dan Darvina, 2013). Pigmen tersebut terbentuk akibat degradasi klorofil a pada suhu ruang selama penyimpanan dan

suhu pemanasan saat evaporasi (Nurusholah *et al.*, 2014). Hasil degradasi klorofil a yaitu feofitin yang masuk pada rentang panjang gelombang karotenoid dan menyebabkan pigmen feofitin ikut terisolasi dengan pigmen fukosantin.

KESIMPULAN

Isolasi pigmen fukosantin dengan kromatografi kolom terbuka menggunakan eluen n heksan : aseton dengan perbandingan 9:6. Ekstrak fukosantin *S. polycystum* memiliki aktivitas antibakteri terhadap patogen *S. aureus* dan *E. coli* dengan zona hambat tertinggi pada jam ke-24 masing – masing $10,6 \pm 0,057$ mm dan $10,1 \pm 0,014$ mm pada konsentrasi 500 µg/disk.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A., Nurjanah & Nasution, A.I.S. 2021. Karakteristik Fraksi Aktif Biopigmen Fukosantin Rumput Laut Cokelat sebagai Antioksidan dan UV – Protector. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 24(1): 131–147. DOI: 10.17844/jphpi.v24i1.35411
- Aisyah, R., Rachmat, R., Rahmat, D. & Noviendri, D. 2020. Pembuatan Fukosantin Nanospere dengan Metode Gelasi Ionik dan Uji Efektivitas Antioksidan. *Jurnal Kesehatan Ilmiah*, 19(2): 59 – 63. DOI: 10.33221/jikes.v19i02.457
- Arfandi, A., Ratnawulan & Darvina, Y. 2013. Proses Pembentukan Feofitin Daun Suji sebagai Bahan Aktif *Photosensitizer* akibat Pemberian Variasi Suhu. *Pillar of Physics*, 1(1): 68–76. DOI: 10.24036/512171074
- Artemisia, R., Setyowati, E.P., Martien, R & Nugroho, A.K. 2019. The Properties of Brown Marine Algae *Sargassum Turbinarioides* and *Sargassum ilicifolium* Collected From Yogyakarta, Indonesia. *Indonesian Journal of Pharmacy*, 30(1): 43–51. DOI: 10.14499/indonesian jpharm30iss1pp43
- Bara, B.A., Rivianto, F.A., Nurlaela & Sulastri. 2021. Isolasi Senyawa Alkaloid Bahan Alami. *Jurnal Health Sains*, 2(7): 858–870. DOI: 10.46799/jhs.v2i7.217
- Gomes, L., Monteiro, P., Cotas, J., Goncavales, A.M.M., Fernandes, C., Goncalves, T. & Pereira, I. 2022. Seaweed's Pigments and Phenolic Compounds with Antimicrobial Potential. *De Gruyter*, 13: 89–102. DOI: 10.1515/bmc-2022-0003
- Hidayah, N., Mustikaningtyas, D. & Bintari, S.H. 2017. Aktivitas Antibakteri Infusa Simplisia *Sargassum muticum* terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus*. *Life Science*, 6(2): 49– 54.
- Jayusman, I .& Shavab, O.A.K. 2020. Studi Deskriptif Kuantitatif Tentang Aktivitas Belajar Mahasiswa Dengan Menggunakan Media Pembelajaran Edmodo Dalam Pembelajaran Sejarah. *Jurnal Artefak*, 7(1): 13–20. DOI: 10.25157/ja.v7i1.3180
- Karpinski, T.M. & Adamczak, A. 2019. Fucoxhantin – An Antibacterial Carotenoid. *Antioxidants*, 239(8): 1–8. DOI: 10.3390/antiox8080239
- Mahmudah, F.L & Atun, S. 2017. Uji Aktivitas Antibakteri dari Ekstrak Etanol Temukunci (*Boesenbergia pandurata*) terhadap Bakteri *Streptococcus mutans*. *Jurnal Penelitian Saintek*, 22(1): 59–66.
- Mamonto, K.D., Ramadhan, A.M. & Rijai, L. 2015. Profil Kromatografi Lapis Tipis Metabolit Sekunder Ekstrak Fraksi etil Asetat Daun Alpukat (*Persea americana* Mill) Hasil Pemisahan Kromatografi Kolom Gravitasi. *Prosiding Seminar Nasional Kefarmasian ke – 1*, pp.100–107.
- Medina, E., Cerezal. P., Morales, J. & Dominguez, M.C.R. 2019. Fucoxanthin from marine microalga *Isochrysis galbana*: optimization of extraction methods with organic solvents. *Revista DYNA*, 86(210): 174–178. DOI: 10.15446/dyna.v86n210.72932
- Nuraini, D., Alamsjah, M.A. & Saputra, E. 2021. Aplikasi Ekstrak Pigmen Fukosantin dari *Sargassum sp.* terhadap Kualitas Fisik Sediaan Pewarna Pipi (*Blusher*). *Journal of Marine and Coastal Science*, 10(2): 74-84. DOI: 10.20473/jmcs.v10i2.27659
- Nurhayati, L.S., Yahdiyani, N. & Hidayatulloh, A. 2020. Perbandingan Pengujian Aktivitas Antibakteri *Starter Yogurt* dengan Metode Difusi Sumuran dan Difusi Cakram. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*, 1(2): 41–46. DOI: 10.24198/jthp.v1i2.27537

- Nurusholah, T., Ma'ruf, W.F. & Ibrahim, R. 2014. Pengaruh Perbedaan Penambahan ZnCl₂ dalam Ekstrak Kasar Pigmen Klorofil Rumput Laut *Sargassum* sp. Terhadap Stabilitasnya. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3(1): 89–97.
- Oktarina, E. 2017. Alga : Potensinya pada Kosmetik dan Biomekanismenya. *Majalah Teknologi Agro Industri (Tegi)*, 9(2): 1–7.
- Pangestuti, E.I., Sumardianto & Amalia, U. 2017. Skrining Senyawa Fitokimia Rumput Laut *Sargassum* sp. dan Aktivitasnya sebagai Antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Journal of Fisheries Science and Technology*, 12(2): 98–102. DOI: 10.14710/ijfst.12.2.98-102
- Rahcman, S.D., Mukhtari, Z. & Soedjanaatmadja, U.N.M. 2017. Alga Merah (*Gracilaria coronopifolia*) sebagai Sumber Fitohormon Sitokinin yang Potensial. *Chimica et Natura Acta*, 5 (3): 124–131. DOI: 10.24198/cna.v5.n3.16060
- Rahmawaty, A., Ma'ruf, W.F. & Rianingsih, L. 2014. Pengaruh Penambahan Oksidator dan Reduktor terhadap Degradasi Ekstrak Kasar Pigmen Fukosantin Rumput Laut *Sargassum duplicatum*. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3(4): 77–81.
- Renhoran, M., Noviendri, D., Setyaningsih, I & Uju. 2017. Ekstraksi dan Purifikasi Fukosantin dari *Sargassum* sp. sebagai *Anti-acne*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(2): 370–379. DOI: /10.17844/jphpi.v20i2.18105
- Resita, D., Merdekawati, W., Susanto, A.B. & Limantara, L. 2010. Kandungan dan Komposisi Pigmen *Sargassum* sp. pada Perairan Teluk Awur, Jepara dengan Perlakuan Segar dan Kering. *Jurnal Perikanan*, 12(1): 11–19. DOI: 10.22146/jfs.2897
- Riwanti, P., Andayani, R. & Trinanda, L. 2021. Uji Aktivitas Antibakteri *Sargassum polycystum* terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Journal of Pharmacy and Science*, 6(1): 19 – 23. DOI: 10.53342/pharmasci.v6i1.199
- Riyanto, E.I., Widowati, I. & Sabdono, A. 2013. *Skrining* Aktivitas Antibakteri pada Ekstrak *Sargassum polycystum* terhadap Bakteri *Vibrio harveyi* dan *Micrococcus luteus* di Pulau Panjang Jepara. *Journal of Marine Research*, 1(1): 115–121. DOI: 10.14710/jmr.v3i2.4972
- Romsiah & Utami, D.P. 2018. Identifikasi Sakarin dan Siklomat pada Minuman Es Tidak Bermerk yang Dijual di Pasar 16 Ilir Palembang dengan Menggunakan Metode Kromatografi Lapis Tipis. *Jurnal Ilmiah Bakti Farmasi*, 3(1): 47–52.
- Sodik, V., Tamat, S.R., Suwarno, T. & Noviendri, D. 2022. Ekstraksi dan Purifikasi Fukosantin dari Rumput Laut *Sargassum* sp. sebagai Antioksidan. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung*, 14(1): 123–133. DOI: 10.34011/juriskesbdg.v14i1.2057
- Sukandar, T.K., Sukmiwati, M. & Diharmi, A. 2021. Fraksi Aktif Rumput Laut Coklat *Sargassum cinereum*. *Berkala Perikanan Terubuk*, 49(3): 1363–1369. DOI: 10.31258/terubuk.49.3.1363-1369
- Sulistiyani, Y., Sabdono, A., Afiati, N. & Haeruddin. 2021. Fucoxantin Identification and Purification of Brown Algae Commonly Found in Lombok Island, Indonesia. *Biodiversitas*, 22(3): 1527–1534. DOI: 10.13057/biodiv/d220358
- Wilapangga, A. & Syaputra, S. 2018. Analisis Antibakteri Metode Agar Cakram dan Uji Toksisitas Menggunakan BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*) dari Ekstrak Metanol Daun Salam (*Eugenia polyantha*). *Indonesian Journal of Biotechnology and Biodiversity*, 2(2): 50–56. DOI: 10.47007/ijobb.v2i2.20