
POTENSI ANTIFOULING EKSTRAK TERIPANG (*Phyllophorus* sp.) TERHADAP BAKTERI BIOFILM DI BETON PERAIRAN JEMBATAN SURAMADU
ANTIFOULING POTENTIAL OF SEA CUCUMBER (*Phyllophorus* sp.) COMBATING BIOFILM FROM CONCRETE IN SURAMADU BRIDGE

Nisya Arnanda, Dian Sari Maisaroh, Rizqi Abdi Perdanawati*

Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya
Jl. Dr. Ir. H. Soekarno No.682, Gunung Anyar, Kecamatan Gunung Anyar, Surabaya, Jawa Timur

*Corresponding author email: abdirizqi@uinsa.ac.id

Submitted: 30 August 2025 / Revised: 26 July 2025 / Accepted: 31 July 2025

<http://doi.org/10.21107/jk.v18i2.27332>

ABSTRAK

Penempelan biota pada permukaan beton diawali dengan tahapan penempelan koloni bakteri dan mikroalga (biofilm). Fenomena ini terjadi pula pada beton di jembatan Suramadu. Biofilm yang nantinya berkembang menjadi makrofouling rentan menimbulkan kerusakan sehingga diperlukan upaya untuk menghambat penempelan biofilm. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kemampuan antifouling ekstrak teripang (*Phyllophorus* sp.) terhadap biofilm yang muncul di perairan jembatan Suramadu. Pengambilan sampel biofilm didapatkan dari permukaan rendaman beton di perairan jembatan Suramadu. Tahapan penelitian dimulai dari identifikasi bakteri biofilm secara morfologi, pembuatan ekstrak teripang dan pengujian antifouling dengan uji fitokimia dan uji zona hambat. Uji zona hambat ekstrak teripang (*Phyllophorus* sp.) dilakukan dengan hasil rendemen sebesar 5,64% dengan 2 variasi ekstrak uji yaitu 100% ekstrak dan 50% ekstrak. Bakteri biofilm diketahui terdiri dari bakteri gram positif kokus, gram positif basil, gram negatif kokus dan tidak ditemukan gram negatif basil. Hasil uji fitokimia sebagai agen antifouling yang dapat menghambat pertumbuhan biofilm antara lain fitokimia alkaloid, flavonoid dan terpenoid. Tingkat hambat ekstrak dengan kategori kuat ditemukan pada variasi ekstrak 100% yaitu 2,34–10,92 mm pada 5 isolat, pada ekstrak 50% zona hambat pada kategori lemah. Hasil ini menunjukkan adanya potensi penggunaan ekstrak teripang (*Phyllophorus* sp.) terhadap biofilm yang muncul di perairan jembatan Suramadu.

Kata kunci: Antifouling, Biofilm, Biofouling, Ekstrak Teripang, Jembatan Suramadu

ABSTRACT

Biofouling on the concrete surface begins with the adhesion of bacterial and microalgae colonies (biofilm). This phenomenon also occurs on the concrete of the Suramadu Bridge. Biofilms, which eventually develop into macrofouling, are prone to causing damage, necessitating efforts to inhibit biofilm attachment. This study aims to analyze the antifouling potential of sea cucumber extract (*Phyllophorus* sp.) against biofilms found in the waters of the Suramadu Bridge. Biofilm samples were obtained from the surface of concrete submerged in the waters around the Suramadu Bridge. The research stages included the morphological identification of biofilm bacteria, preparation of sea cucumber extract, and antifouling testing through phytochemical analysis and inhibition zone tests. The inhibition zone test of the sea cucumber extract (*Phyllophorus* sp.) yielded a 5.64% extract with two variations tested: 100% extract and 50% extract. The biofilm bacteria were identified as gram-positive coccus, gram-positive bacilli, gram-negative coccus, but none of gram-negative bacilli found. The phytochemical analysis indicated that alkaloids, flavonoids, and terpenoids in the extract served as antifouling agents capable of inhibiting biofilm growth. A strong inhibition was observed in the 100% extract variation by the diameter 2,34 – 10,92 mm for 5 isolats, while the 50% extract showed weak inhibition. These results demonstrate the potential use of sea cucumber extract (*Phyllophorus* sp.) in controlling biofilm formation in the waters surrounding the Suramadu Bridge..

Keyword: Antifouling, Biofilm, Biofouling, Sea Cucumber Extract, Suramadu Bridge

PENDAHULUAN

Perairan laut terdiri dari campuran berbagai komponen zat organik, anorganik dan elemen biologis dengan komposisi yang kompleks. Fenomena terjadinya biofouling pada lingkungan laut, terbentuk karena adanya proses akumulasi baik dari mikroorganisme maupun makroorganisme yang menempel pada material yang terendam di laut. Berdasarkan ukurannya biofouling terbagi menjadi 2 yakni *microfouling* adalah organisme penempel yang memiliki ukuran kecil dan menjadi prasyarat untuk dilakukan penempelan dan siklus hidup dari organisme penempel seperti alga dan bakteri, sedangkan *macrofouling* merupakan organisme penempel yang memiliki ukuran lebih besar seperti teritip, remis, dan cacing polychaeta. Adapun sifat yang dimiliki organisme *fouling* yakni dapat melekat sementara maupun secara permanen pada material yang ditempelinya (Fitri *et al.*, 2022).

Dampak adanya *biofouling* memberikan problematika bagi industri maritim yakni pada lingkup penempelan dapat juga terjadi pada berbagai sarana kepentingan manusia seperti bangunan pantai dan juga pelabuhan (Rombe *et al.*, 2023). Adanya kemunculan biota penempel pada beton membuat bangunan tersebut menjadi lebih rentan terhadap kerusakan. Sebab itu, penggunaan cat *antifouling* menjadi suatu hal yang penting dalam upaya melindungi struktur bangunan-bangunan laut dan pengendalian pertumbuhan organisme yang dapat merusak bangunan (Atlar *et al.*, 2003; Arianti *et al.*, 2023).

Penggunaan cat antifouling komersial memiliki kandungan biosida yang mampu memberikan dampak toxic bagi lingkungan yakni TBT (trybutylin). Kandungan tersebut mampu memberikan dampak buruk untuk keberlanjutan hidup organisme laut non-target, dan mampu menyebabkan imposex, penurunan index gonad dan pertumbuhan tertunda (Cahyaningtyasa *et al.*, 2017). Pengembangan produk cat *antifouling* alami dilakukan untuk menghindari dampak biosida yang berdampak toksik bagi lingkungan dengan memanfaatkan bahan aktif dari hewan atau tumbuhan laut. Invertebrata laut merupakan sumber potensial produk alami bioaktif untuk melawan adanya predator dan ancaman eksternal seperti *biofouling*. Pada penelitian sebelumnya diketahui bahwa teripang mengandung senyawa bioaktif yang dapat digunakan sebagai antibakteri, antivirus, antifouling dan antiinflamasi (Pringgenies *et al.*,

2015). Terpenoid adalah salah satu metabolit sekunder teripang yang paling banyak diselidiki yang dapat digunakan sebagai agen antifouling baru (Darya *et al.*, 2020; Darya *et al.*, 2022). Kandungan senyawa aktif glikosida triterpen dan saponin berasal dari teripang sebelumnya dianggap sebagai kandidat yang cocok sebagai agen sitotoksik, antimikroba dan antifouling (Bahrami *et al.*, 2018; Darya *et al.*, 2022).

Beton pada jembatan Suramadu mengalami penempelan biota dengan dominasi jenis teritip. Penelitian sebelumnya oleh Al-Kautsar *et al.*, (2020) menyebutkan laju penempelan biota berada antara 3875 ind/m²/minggu hingga 16544 ind/m²/minggu. Penempelan biota terus menerus dapat menambah berat pada struktur, penambahan berat yang tidak terkendali berpotensi mengakibatkan kegagalan pada struktur bangunan. Fenomena ini menandakan diperlukan upaya untuk menghambat penempel biota pada struktur bangunan termasuk pada beton jembatan Suramadu. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa kemampuan antifouling ekstrak teripang jenis (*Phyllophorus* sp.) pada *biofilm* yang berasal dari substrat beton perairan Jembatan Suramadu. Dengan mengetahui kemampuan menghambat pada bakteri biofilm diharapkan penempelan biota yang lebih besar (*macrofouling*) dapat dikendalikan.

MATERI DAN METODE

Ekstraksi Teripang (*Phyllophorus* sp.)

Sampel teripang kering dihaluskan untuk memudahkan dalam proses ekstraksi, setelah halus sampel disaring dan ditimbang untuk dilakukan maserasi sampel teripang halus dengan pelarut metanol 96% perbandingan 1:4, maserasi dilakukan dengan menggunakan sonikator selama 3x60 menit (Safitri *et al.*, 2021). Hasil maserasi dimasukkan pada labu *rotary evaporator* pada suhu 40°C kemudian hasil ekstraksi pada labu ditimbang menggunakan timbangan analitik (Saputra *et al.*, 2018).

Uji Fitokimia Ekstrak Metanol Teripang (*Phyllophorus* sp.)

Uji saponin dilakukan dengan menambahkan ekstrak sebanyak 0,5g, ditambahkan 10ml aquades hangat dikocok kuat hingga terbentuk buih yang stabil selama tidak kurang dari 10 menit. Pada penambahan 1 tetes HCl 2 N, buih tidak hilang (Fitriyanti *et al.*, 2019; Sandra *et al.*, 2022). Uji alkaloid dilakukan dengan menambahkan ekstrak sebanyak 0,5g, ditambahkan 1 ml HCl 2N dan 9 ml aquadest, dihomogenkan dengan *hotplate* selama 2

menit, ditunggu hingga dingin dan disaring. Uji polifenol dilakukan dengan 1 ml ekstrak direaksikan dengan FeCl_3 1% sebanyak 3 tetes. Jika sampel positif mengandung polifenol maka akan terjadi perubahan warna menjadi coklat kehitaman, biru kehitaman, hijau kehitaman (Sulasmi *et al.*, 2018). Uji flavonoid dilakukan dengan menambahkan ekstrak sebanyak 0,5g, dihomogenkan dengan serbuk magnesium, ditetaskan HCl 2 N dan beberapa ml alkohol. Dihomogenkan hingga terbentuk larutan yang memisah. Adanya flavonoid ditandai dengan perubahan warna larut menjadi kuning sampai merah, warna merah pada flavonoid dikarenakan terbentuknya garam flavilium (Maslahat *et al.*, 2017; Sandra *et al.*, 2022).

Uji steroid dilakukan dengan ditimbang ekstrak sebanyak 0,1 g. Ditambahkan 2-3 mL kloroform, kemudian ditambah pereaksi Liebermann-Buchard asam asetat anhidrat- H_2SO_4 . Jika hasil menunjukkan hasil positif dengan adanya perubahan warna menjadi merah kecoklatan untuk steroid dan coklat-ungu untuk triterpenoid (Fransiska *et al.*, 2021). Uji tanin/pefinol Dimasukkan sampel uji ke dalam tabung reaksi. Ditambahkan beberapa tetes larutan FeCl_3 , didapatkan hasil positif Tanin jika terbentuk warna hijau/biru kehitaman (Harborne, 1987; S. Handayani *et al.*, 2020).

Preparasi Biofilm

Biofilm diperoleh dari beton yang direndam pada substrat beton perairan Jembatan Suramadu di zona pasang surut hingga muncul *biofilm* (1 bulan perendaman). Pengambilan *biofilm* dilakukan dengan mengerok permukaan beton yang telah terbentuk *biofilm*, dimasukkan sampel pada tabung reaksi steril ditutup menggunakan *plastic wrap* dan disimpan dalam *coolbox*. Tahapan pengenceran dilakukan dengan membuat suspensi awal 10^0 air laut steril dengan sampel *biofilm* sebanyak 1:1. Kemudian diambil 1000 μl suspensi awal dipindahkan pada pengenceran 10^{-1} berisi 9 ml air laut steril pada tabung reaksi menggunakan mikro pipet, lalu dihomogenkan dan dilakukan hingga 10^{-9} . Perwakilan 3 pengenceran diambil untuk dilanjutkan pada tahapan isolasi bakteri. Isolasi bakteri dilakukan dengan inokulasi hasil pengenceran sebanyak 50 μl ke nutrient agar dengan menggunakan spreader. Kemudian dilakukan inkubasi dan pengamatan selama 48 jam pada suhu 37°C (Hakim *et al.*, 2018). Hasil isolasi diamati untuk dilakukan tahapan purifikasi secara makroskopis.

Pewarnaan Gram

Pewarnaan gram dilakukan untuk mengetahui jenis isolat bakteri secara mikroskopis dengan tahapan berikut pengambilan isolat murni kemudian diletakkan pada preparat. Aquades ditetaskan dan dihomogenkan kemudian tunggu hingga kering. Dilanjutkan dengan mentetaskan cristal violet selama 1 menit, lalu dibilas dengan aquades. Ditetaskan lugol dan ditunggu selama 1 menit, kemudian dibilas dengan aquades. Ditetaskan alkohol dan ditunggu selama 30 detik, lalu dibilas menggunakan aquades. Ditetaskan safranin dan ditunggu selama 30 detik, kemudian dibilas kembali dengan aquades. Ditunggu hingga kering. Pengamatan dengan mikroskop perbesaran 40x, 100x, preparat uji yang akan diamati ditambahkan minyak imersi untuk memperjelas pengamatan (Rahmatullah *et al.*, 2021).

Uji Antibakteri Fouling

Uji antibakteri fouling menggunakan metode difusi cakram untuk mengetahui pengaruh ekstrak teripang terhadap isolat bakteri. Isolat murni diambil dihomogenkan dengan NaCl 0,9%, diamati kepadatan dengan menggunakan spektrofotometer uv/vis. Hasil spektro ditanam pada media nutrient agar menggunakan metode pour plate (Hakim *et al.*, 2018). Dicelupkan paper disk hingga terendam pada variasi ekstrak yaitu 100% ekstrak dan 50% ekstrak, kemudian diletakkan diatas media *nutrient agar*. Diinkubasi selama 2x24 jam pada suhu 37°C (Novitasari *et al.*, 2021). Diamati dan diukur menggunakan jangka sorong. Hasil pengukuran diameter (d) kemudian dikategorikan yaitu $d \leq 5\text{mm}$ = kategori lemah, $6 < d < 10\text{ mm}$ = kategori sedang, $11 < d < 20\text{ mm}$ = kategori kuat, dan $d \geq 20\text{ mm}$ kategori sangat kuat.

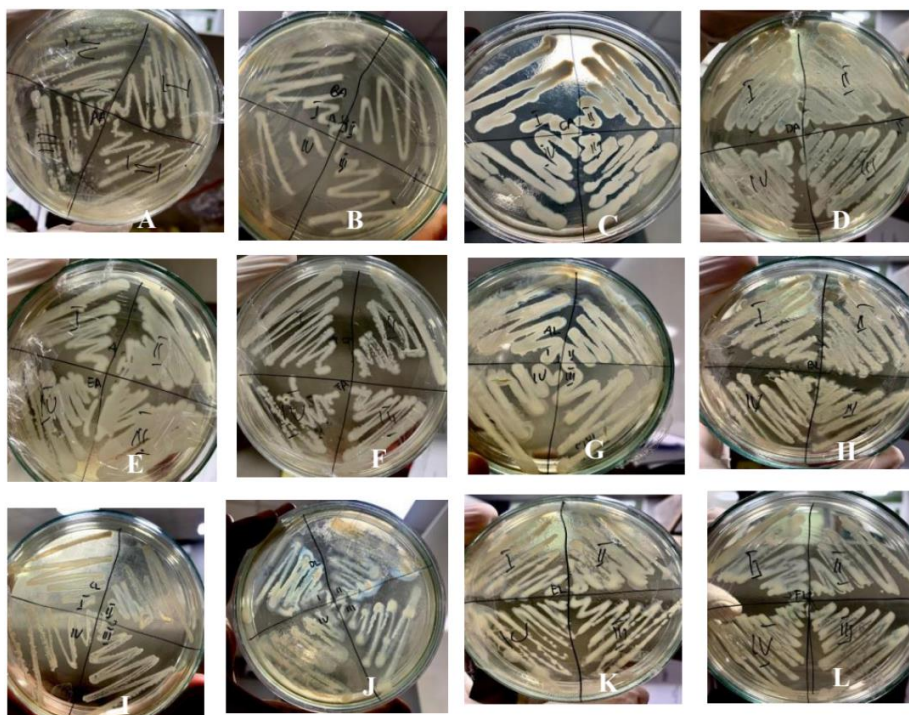
HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Morfologi Bakteri Uji

Identifikasi morfologi dilakukan dengan 2 tahapan yaitu makroskopis dan mikroskopis. Pada pengujian makroskopis dilakukan identifikasi koloni berdasarkan bentuk, warna, elevasi dan tepian. Hasil pengamatan makroskopis ditunjukkan pada Tabel 1 dan **Gambar 1**. Dari hasil identifikasi bakteri fouling terdapat 12 isolat yang diidentifikasi secara morfologi. Makroskopis koloni yang diperoleh memiliki warna putih dan putih susu dengan bulat dan tidak beraturan, memiliki elevasi timbul dan rata. Hidayat (2006) mengatakan bahwa terbentuknya koloni pada suatu bakteri dipengaruhi oleh syarat pertumbuhan dan umur

koloni. Variasi bentuk pada bakteri dipengaruhi karena adanya faktor lingkungan, faktor nutrisi dan suhu (Ilyas, 2001; Dewi *et al.*, 2017). Dari hasil pengamatan makroskopis warna yang dihasilkan setiap koloni dominan berwarna putih menunjukkan bahwa koloni bakteri yang dihasilkan dari biofilm tidak memiliki *chromogene*. Beberapa bakteri dapat menghasilkan pigmen yang larut dan berdifusi ke medium sehingga terjadi perubahan warna pada medium (Benson, 2001; Nuraini *et al.*, 2020). Pengamatan morfologi koloni bakteri dilanjutkan dengan pengamatan mikroskopis melalui tahapan pewarnaan gram untuk mengetahui warna sel bakteri dan bentuk bakteri yang hasilnya ditunjukkan pada

Gambar 2. Hasil pewarnaan menunjukkan adanya perbedaan warna dan bentuk pada setiap isolat. Adapun hasil gram positif kokus sebanyak 4 isolat, gram positif basil 6 isolat, gram negatif kokus sebanyak 2 dan tidak ditemukan gram negatif basil. Pewarnaan gram bakteri mampu mengindikasikan kondisi bakteri yaitu pada struktur gram positif lebih sederhana dibandingkan dengan struktur gram negatif. Dinding sel bakteri gram negatif memiliki struktur yang kompleks lebih kompleks karena memiliki lapisan peptidoglikan yang terdapat pada membran luar sel yang memiliki peran sebagai barier (Saputra *et al.*, 2019; Handayani *et al.*, 2020).

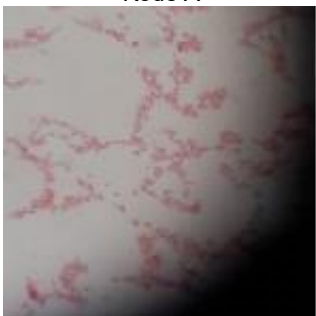
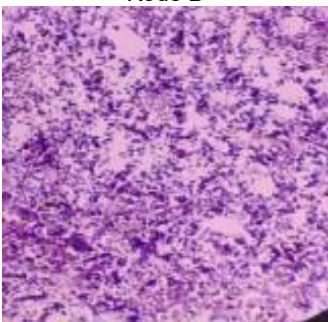
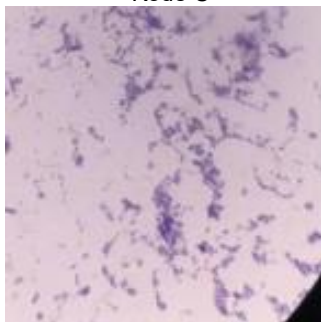
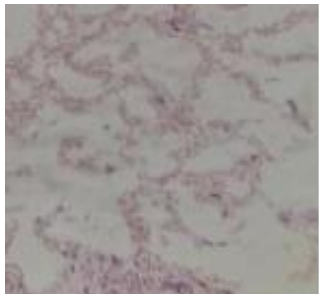
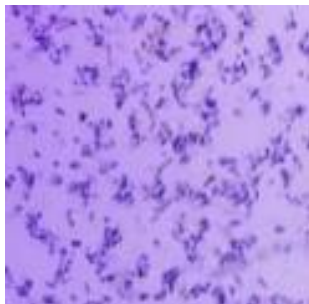
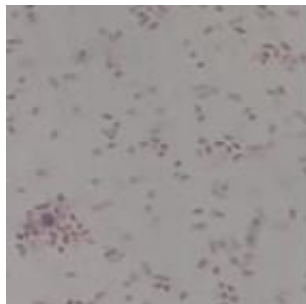
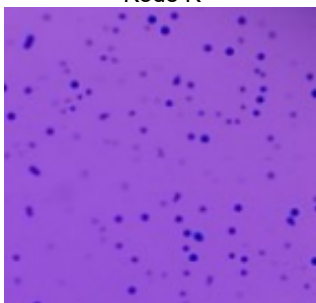
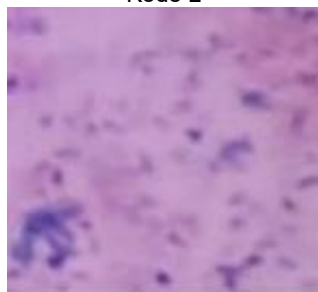


Gambar 1. Hasil Purifikasi Isolat

Tabel 1. Identifikasi isolat makroskopis

Kode isolat	Morfologi Koloni			
	Bentuk	Warna	Elevasi	Tepi
A	Bulat	Putih	Datar	Bergerigi
B	Bulat	Putih Susu	Datar	Rata
C	Bulat	Putih	Timbul	Timbul
D	Tidak Beraturan	Putih	Timbul	Halus
E	Tidak Beraturan	Putih	Timbul	Bergerigi
F	Tidak Beraturan	Putih	Timbul	Bergerigi
G	Tidak Beraturan	Putih susu	Timbul	Halus
H	Tidak Beraturan	Putih susu	Timbul	Bergerigi
I	Bulat	Putih susu	Timbul	Halus
J	Tidak Beraturan	Putih susu	Rata	Bergerigi
K	Tidak Beraturan	Putih susu	Timbul	Halus
L	Bulat	Putih susu	Rata	Halus

Tabel 2. Identifikasi isolat mikroskopis

Kode A  Pewarnaan Gram: (-) Warna: Merah Bentuk Bakteri: Kokus	Kode B  Pewarnaan Gram: (+) Warna: Ungu Bentuk Bakteri: Basil	Kode C  Pewarnaan Gram: (+) Warna: Ungu Bentuk Bakteri: Basil
Kode D  Pewarnaan Gram: (+) Warna: Ungu Bentuk Bakteri: Basil	Kode E  Pewarnaan Gram: (+) Warna: Ungu Bentuk Bakteri: Basil	Kode F  Pewarnaan Gram: (+) Warna: Ungu Bentuk Bakteri: Basil
Kode G  Pewarnaan Gram: (+) Warna: Merah Bentuk Bakteri: Kokus	Kode H  Pewarnaan Gram: (+) Warna: Ungu Bentuk Bakteri: Kokus	Kode I  Pewarnaan Gram: (+) Warna: Ungu Bentuk Bakteri: Basil
Kode J  Pewarnaan Gram: (-) Warna: Merah Bentuk Bakteri: Kokus	Kode K  Pewarnaan Gram: (+) Warna: Ungu Bentuk Bakteri: Kokus	Kode L  Pewarnaan Gram: (+) Warna: Ungu Bentuk Bakteri: Kokus

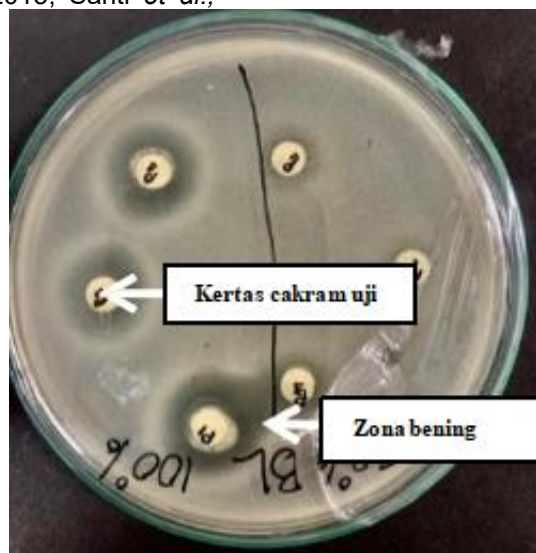
Uji Fitokimia Ekstrak Metanol Teripang (*Phyllophorus* sp.)

Hasil ekstraksi Teripang (*Phyllophorus* sp.) diperoleh hasil ekstrak berupa pasta dan hasil rendemen sebanyak 5,64%. Parameter mutu ekstrak salah satunya dapat diketahui dari hasil rendemen. Rendemen merupakan perbandingan antara hasil ekstrak dengan simplisia awal. Satuan dalam rendemen yaitu menggunakan persen (%), tingginya nilai rendemen menjadi tolak ukur ekstrak yang dihasilkan semakin banyak (Wijaya *et al.*, 2018). Hasil uji fitokimia ekstrak metanol Teripang (*Phyllophorus* sp.) memiliki kandungan alkaloid, flavonoid dan terpenoid. Uji alkaloid dapat ditemukan dalam ekstrak metanol dan etil asetat, termasuk pada uji alkaloid pada Ekstrak Metanol Teripang (*Phyllophorus* sp.). Alkaloid memiliki sifat bersifat semipolar. Alkaloid memiliki agen antimikroba terhadap bakteri gram positif maupun gram negatif (Cowan, 1999; Santi *et al.*, 2014). Menurut Syahputra dan Almuqaramah (2019) senyawa alkaloid dapat mengurangi tingkat penempelan biofouling karena senyawa tersebut memiliki sifat racun yang mampu membunuh biofouling. Golongan flavonoid dapat tertarik dalam pelarut metanol dan etil asetat, dalam struktur flavonoid yang memiliki agen antijamur, aktivitas antivirus dan antibakteri. (Manner *et al.*, 2013; Santi *et al.*,

2014) menyatakan senyawa flavonoid memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri *biofilm* salah satunya menghambat bakteri *Staphylococcus aureus* yang termasuk dalam bakteri gram positif (Santi *et al.*, 2014). Terpenoid memiliki kemampuan sebagai antibakteri dengan cara merusak membran sel bakteri. Membran sel yang rusak dapat terjadi pada saat senyawa aktif antibakteri melakukan reaksi dengan sisi aktif dari membran dan meningkatkan permeabilitas (Rahman *et al.*, 2017).

Uji Zona Hambat Ekstrak Metanol Teripang (*Phyllophorus* sp.)

Uji antibakteri fouling dengan metode zona hambat dengan menggunakan variasi ekstrak 100%. Adanya zona bening terbentuk karena adanya senyawa antibakteri yang terdapat dalam lapisan agar dan menghambat adanya pertumbuhan bakteri yang ditumbuhkan pada media uji. Pengukuran dilakukan dengan pengamatan 2 kali yaitu 2x 24 jam untuk mengetahui mekanisme kerjanya uji antibakteri yang dapat dibedakan menjadi 2 jenis yaitu bakteristatik dan bakterisidal. Antibakteri bakteristatik adalah zat yang bekerja menghambat pertumbuhan bakteri, sedangkan antibakteri bakterisida adalah zat yang bekerja mematikan bakteri (Trisia *et al.*, 2018).



Gambar 2. Uji Zona Hambat

Tabel 3. Hasil pengamatan zona hambat ekstrak 100%

Kode isolat	Diameter zona hambat (mm)		Kategori zona hambat
	24 jam	48 jam	
A	2.34	3.39	Lemah
B	5.40	9.15	Sedang
C	7.30	7.54	Sedang
D	1.60	4.16	Lemah
E	5.97	7.65	Sedang

Kode isolat	Diameter zona hambat (mm)		Kategori zona hambat
	24 jam	48 jam	
F	1.15	4.43	Lemah
G	3.18	3.70	Lemah
H	10.38	10.92	Kuat
I	7.22	7.97	Sedang
J	1.87	2.87	Lemah
K	1.27	3.21	Lemah

Tabel 4. Hasil pengamatan zona hambat ekstrak 50%

Kode isolat	Diameter zona hambat (mm)		Kategori Zona Hambat
	24 jam	48 jam	
A	0.00	1.53	Lemah
B	1.20	0.00	Lemah
C	0.00	0.00	Lemah
D	0.00	2.02	Lemah
E	0.96	0.00	Lemah
F	0.00	0.00	Lemah
G	0.00	1.13	Lemah
H	0.00	0.00	Lemah
I	0.00	0.00	Lemah
J	0.00	0.00	Lemah
K	0.00	0.00	Lemah
L	1.41	2.21	Lemah

Uji zona hambat 100% ekstrak metanol teripang terdapat zona hambat paling efektif berada pada kode isolat H dengan hasil pewarnaan gram positif dengan rata-rata zona hambat ukuran 8.59 mm. Dengan zona hambat terkecil pada rata-rata kode isolat K gram positif dengan ukuran 2.24 mm. Pengamatan zona hambat 50% ekstrak metanol teripang pada 12 isolat uji rata-rata diameter tertinggi terdapat pada isolat L dengan hasil pewarnaan termasuk pada bakteri gram positif.

Berdasarkan hasil yang diperoleh diketahui setiap perlakuan memiliki hasil yang berbeda. Hal tersebut dipengaruhi oleh konsentrasi ekstrak uji yang berbeda, semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang digunakan semakin luas zona hambat yang diperoleh. Semakin tinggi konsentrasi maka semakin banyak senyawa aktif yang terkandung di dalamnya sehingga efektivitas dalam menghambat bakteri akan semakin meningkat dan menghasilkan zona hambat yang lebih luas (Dewi et al., 2020).

Perbedaan hasil zona hambat yang diperoleh mengalami perbedaan respon diduga karena adanya perbedaan kepekaan bakteri gram positif dan negatif terhadap senyawa antibakteri berupa ekstrak metanol teripang yang diberikan. Bakteri gram positif cenderung memiliki tingkat sensitifitas lebih tinggi terhadap senyawa antibakteri daripada bakteri gram negatif karena struktur yang terdapat pada dinding sel bakteri gram positif lebih sederhana

sehingga mampu memudahkan senyawa antibakteri untuk menembus masuk kedalam sel bakteri gram positif. (Kumayas et al., 2015; Dewi et al., 2020). Bakteri dengan gram positif hanya memiliki dinding sel yang terdiri dari lapisan peptidoglikan dan tidak memiliki membran luar tambahan sehingga ekstrak metanol teripang dapat menembus dinding sel lebih mudah. Sebaliknya gram negatif memiliki dinding sel yang lebih kompleks dengan adanya membran luar lipopolisakarida yang menjadi penghalang alami pada dinding sel.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian pada identifikasi bakteri biofilm yang diambil dari permukaan beton yang dipaparkan pada zona pasang surut Jembatan Suramadu didapatkan gram positif kokus sebanyak 4 isolat, gram positif basil 6 isolat, gram negatif kokus sebanyak 2 dan tidak ditemukan gram negatif basil. Kandungan ekstrak teripang (*Phyllophorus sp.*) yang telah diuji melalui tahapan fitokimia memiliki kandungan senyawa seperti alkaloid, flavonoid dan terpenoid. Kandungan senyawa tersebut memiliki agen antifouling yang mampu menghambat pertumbuhan *biofouling*. Pengaruh ekstrak teripang (*Phyllophorus sp.*) sebagai antifouling diketahui dalam pengujian zona hambat dengan variasi ekstrak 50% dan 100%. Kategori efektivitas ekstrak terhadap 12 kode isolat pada variasi 100% ekstrak metanol teripang (*Phyllophorus sp.*) uji zona hambat menunjukkan diameter zona hambat hingga

kategori kuat. Namun uji variasi 50% ekstrak metanol teripang (*Phyllophorus* sp.) diketahui bahwa 12 isolat uji termasuk dalam kategori lemah. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang diberikan maka dapat menghasilkan meningkatnya daya hambat dan memiliki kemampuan sebagai antifouling semakin tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Kautsar, W., Perdanawati, R. A., & Noverma. (2020). Laju penempelan macrofouling pada tiang pancang jembatan Suramadu. *Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan*, 3(2), 211–221. <https://doi.org/10.33387/jikk.v3i2.2587>
- Arianti, M. P., & Fadilah, K. (2023). Analisis Kualitas Air Laut Terhadap Aktivitas Kapal Di Pelabuhan Surabaya Berdasarkan Parameter Anti-fouling. *Enviroous*, 4(1), 86–90. <https://doi.org/10.33005/enviroous.v4i1.161>
- Cahyaningtyasa, G. A., Iranawatia, F., & Dewi, C. S. U. (2017). Aktivitas Antifouling Avicennia Marina Terhadap Macrofouler Perna Viridis. *JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research*, 1(1), 1–5. <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2017.001.01.1>
- Delianis Pringgenies, Krisantika Titianita, A. R. (2015). *Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia "Kontribusi Mikroba dalam Meningkatkan Kualitas Hidup Manusia"*.
- Dewi, A. K., Meylina, L., & Rusli, R. (2017). Isolasi Bakteri Dari Tanah Mangrove Rhizopora sp. Di Kota Bontang. *Mulawarman Pharmaceuticals Conference*, 23–24. <https://doi.org/10.25026/mpc.v5i1.221>
- Dewi, K. E. K., Habibah, N., & Mastra, N. (2020). Uji Daya Hambat Berbagai Konsentrasi Perasan Jeruk Lemon Terhadap Bakteri Propionibacterium acnes. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 9(1), 86–93. <https://doi.org/10.23887/jstundiksha.v9i1.19216>
- Fitri, K., Astuti, S. P., Jupri, A., & Faturrahman, F. (2022). In Vitro Evaluation of Seagrass Extracts as a Prevention of Microfouling Formation. *Jurnal Biologi Tropis*, 22(4), 1098–1107. <https://doi.org/10.29303/jbt.v22i4.4097>
- Fransiska, A. N., Diba Masyrofah, H. M., Sakina, I. V., & Tyasna, P. S. (2021). Identifikasi Senyawa Terpenoid Dan Steroid Pada Beberapa Tanaman Menggunakan Pelarut N-Heksan. *Jurnal Health Sains*, 2(6). <https://doi.org/10.46799/jhs.v2i6.180>
- Hakim, M. F. H. N., Widowati, I., & Sabdono, A. (2018). Aktivitas antifouling dan karakteristik fitokimia ekstrak rumput laut Sargassum sp. dari perairan Gunung Kidul, Yogyakarta. *J. Mar. Res.*, 7, 201–11.
- Handayani, S., Kurniawati, I., & Rasyid, F. A. (2020). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Karet Kebo (*Ficus elastica*) dengan Metode Peredaman Radikal Bebas Dpph (1, 1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl): Antioxidant Assay of Ficus Elastica Extract Leaf with Dpph Free Radical Scavenging (1, 1-diphenyl-2-phycrilhydrazyl). *Jurnal Farmasi Galenika*, 6(1), 455888. <https://doi.org/10.22487/j24428744.2020.v6.i1.15022>
- Darya, M., Abdolrasouli, M. H., Yousefzadi, M., Sajjadi, M. M., Sourinejad, I., & Zarei, M. (2022). Antifouling coating based on biopolymers (PCL/PLA) and bioactive extract from the sea cucumber Stichopus herrmanni. *AMB Express*, 12(1), 24. <https://doi.org/10.1186/s13568-022-01364-3>
- Novitasari, A. R., & Sa'adah, N. (2021). Analisis Bakteri Symbion Mangrove Avicennia marina Sebagai Antifouling. *Jurnal Riset Kelautan Tropis (Journal Of Tropical Marine Research)(J-Tropimar)*, 3(2), 87–93. <https://doi.org/10.30649/jrkt.v3i2.43>
- Nuraini, C., Saida, S., Suryanti, S., & Nontji, M. (2020). Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Rhizosfer Tanaman Jagung Pada Fase Vegetatif Dan Generatif. *Jurnal Indonesia: Jurnal Ilmu Peranian*, 1(1), 24–30. <https://doi.org/10.33096/agrotekmas.v1i1.103>
- Rahman, F. A., Haniastuti, T., & Utami, T. W. (2017). Skrining fitokimia dan aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun sirsak (*Annona muricata* L.) pada Streptococcus mutans ATCC 35668. *Majalah Kedokteran Gigi Indonesia*, 3(1), 1–7. <https://doi.org/10.22146/majkedgiind.11325>
- Rahmatullah, W., Novianti, E., & Dewi, A. L. S. (2021). Identifikasi Bakteri Udara Menggunakan Teknik Pewarnaan Gram Air Bacteria Identification by Using Gram Staining. *Jurnal Ilmu Kesehatan Bhakti Setya Medika*, 6(2), 83–91. <https://doi.org/10.56727/bsm.v6i2.62>
- Rombe, K. H., Rosalina, D., Jusliana, J., Surachmat, A., Arafat, Y., Hawati, H., ... & Hermawan, R. (2023). Kepadatan dan Keanekaragaman Animal Fouling Pada

- Dermaga Beton di Pulau Harapan, Balai Taman Nasional Kepulauan Seribu. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 16(3), 243-250.
<https://doi.org/10.21107/jk.v16i3.21201>
- Safitri, R. A., Saptarini, O., & Sunarni, T. (2021). Uji Aktivitas Sitotoksik, Ekspresi p53, dan Bcl-2 dari Ekstrak Fraksi Herba Kelakai (*Stenochleana palustris* (Burm.F.) Bedd.) terhadap Sel Kanker Payudara T47D. *Jurnal Biotek Medisiana Indonesia*, 9(2), 113–127.
<https://doi.org/10.22435/jbmi.v9i2.4415>
- Sandra, E., Fitriyanti, & Yunarti, A. (2022). Efektivitas Antibakteri Ekstrak Metanol Daun Balik Angin (*Alphitonia incana*) TERHADAP *Escherichia coli* Menggunakan Difusi Sumuran. In Efektivitas Antibakteri Ekstrak Metanol.....*Pharmacoscrypt*, 5(2).
<https://doi.org/10.36423/pharmacoscrypt.v5i2.1036>
- Santi, I. W., Radjasa, O. K., & Widowati, I. (2014). Potensi Rumput Laut *Sargassum duplicatum* Sebagai Sumber Senyawa Antifouling. *Journal of Marine Research*, 3(3), 274–284. Retrieved from <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jmr%0APOTENSI>
- Saputra, T. R., Ngatin, A., & Sarungu, Y. T. (2018). Penggunaan metode ekstraksi maserasi dan partisi pada tumbuhan cocor bebek (*kalanchoe pinnata*) dengan kepolaran berbeda. *Fullerene Journal of Chemistry*, 3(1), 5.
<https://doi.org/10.37033/fjc.v3i1.26>
- Sulasm, E. S., Wuriana, Z. F., Sari, M. S., & Suhadi, S. (2018, September). Analisis Kualitatif Kandungan Senyawa Aktif (Flavonoid, Alkaloid, Polifenol, Saponin, Terpenoid dan Tanin) pada Ekstrak Metanol Daun dan Rhizoma *Phymatodes scolopendria* (Burm.) Ching di Taman Nasional Baluran. In *Prosiding Seminar Nasional Hayati*, 6, 121-128.
- Syahputra, F. S., & Almuqaramah, T. M. H. (2019). Penambahan ekstrak larutan kulit mangrove pada cat minyak sebagai antifouling. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 6(1), 37-40.
<https://doi.org/10.29103/aa.v6i1.1062>
- Trisia, A., Philyria, R., & Toemon, A. N. (2018). Uji-Aktivitas-Antibakteri-Ekstrak-Etanol-Jati Belanda *Stapylococcus*. *Anterior Jurnal*, 17(2), 136–143.
<https://doi.org/10.33084/anterior.v17i2.12>
- Wijaya, H., & Novitasari, S. J. (2018). Rendemen Ekstrak Daun Rambai Laut. *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 4(1), 79–83.
<https://doi.org/10.51352/jim.v4i1.148>