

## Potensi Antibakteri Ekstrak Buah Mangrove *Sonneratia Caseolaris* Terhadap Bakteri *Escherichia coli* dari Perairan Tolbuk- Bangkalan

Adi Prasetyo<sup>1</sup>, Eka Nurrahema Ning Asih<sup>1\*</sup>, Fawait Afnani<sup>2</sup>, Kartika Dewi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura  
Jl. Raya Telang PO BOX 02 Kamal, Bangkalan, Jawa Timur 69162 Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Teknologi Rekayasa Pengemasan, Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Jember  
Jl. Mastrip PO BOX 164 Kencong, Jember, Jawa Timur 68101 Indonesia  
Corresponding author, e-mail: eka.asih@trunojoyo.ac.id

**ABSTRAK:** *Escherichia coli* merupakan bakteri patogen yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan manusia seperti meningitis, infeksi saluran kemih, dan diare, serta menjadi penyebab utama kegagalan ekspor produk perikanan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan senyawa fitokimia ekstrak buah mangrove *Sonneratia caseolaris* dan potensi ekstrak ini sebagai anti bakteri *E. coli* dengan konsentrasi berbeda. Metode penelitian ini meliputi ekstraksi, perhitungan rendemen, uji fitokimia, serta uji zona hambat bakteri menggunakan overlay. Sampel diperoleh dari perairan Tolbuk-Bangkalan, dan diekstraksi menggunakan metode maserasi. Hasil penelitian menunjukkan rendemen ekstrak diperoleh sebesar 15,65%. Ekstrak buah *S.caseolaris* mengandung senyawa fitokimia berupa flavonoid, saponin, tanin, dan triterpenoid. Konsentrasi 100.000 ppm selama 24 jam merupakan konsentrasi dan waktu terbaik dalam menghasilkan zona hambat *E.coli* sebesar  $6,81 \pm 1,82$  mm dan masuk kategori sedang ( $p < 0,05$ ). Hasil penelitian ini diharapkan menjadi informasi awal tentang optimalisasi ekstrak buah *S.caseolaris* sebagai kandidat pangan sehat dan farmakologi untuk menghambat aktivitas *E.coli*.

**Kata kunci:** *Escherichia coli*; *Sonneratia caseolaris*; antibakteri; fitokimia

### Antibacterial Potential of *Sonneratia caseolaris* Mangrove Fruit Extract Against *Escherichia coli* Bacteria from Tolbuk-Bangkalan Waters

**ABSTRACT:** *Escherichia coli* is a pathogenic bacterium that causes human health issues such as meningitis, urinary tract infections, and diarrhea, and serves as a primary cause of fishery product export rejections. This study aimed to analyze the phytochemical content of *Sonneratia caseolaris* mangrove fruit extract and evaluate its potential as an antibacterial agent against *E. coli* at varying concentrations. Research methods included extraction, yield calculation, phytochemical screening, and bacterial inhibition zone testing using the overlay method. Samples were collected from Tolbuk waters in Bangkalan and extracted via maceration. Results showed an extract yield of 15.65%. The *S.caseolaris* fruit extract contained phytochemical compounds including flavonoids, saponins, tannins, and triterpenoids. A concentration of 100,000 ppm for 24 hours proved optimal, producing an *E. coli* inhibition zone of  $6.81 \pm 1.82$  mm (classified as moderate;  $p < 0.05$ ). These findings provide preliminary information on optimizing *S. caseolaris* fruit extract as a healthy food and pharmacology candidate to inhibit *E. coli* activity.

**Keywords:** *Escherichia coli*; *Sonneratia caseolaris*; antibacterial; phytochemicals

## PENDAHULUAN

Bakteri *Escherichia coli* adalah bakteri patogen yang merugikan. Bakteri *E.coli* adalah salah satu bakteri yang mengkontaminasi produk perikanan (Fauzan *et al.*, 2021). Bakteri *E. coli* berbentuk batang, bergerak menggunakan *flagela peritrikus* (Safitri *et al.*, 2024). Bakteri *E.coli* memiliki diameter  $0.4-0.7 \mu\text{m} \times 1.4 \mu\text{m}$  serta mempunyai kapsul (Sitorus *et al.*, 2024). Bakteri *E. coli* terdapat

pada usus manusia dan hewan, bakteri *Escherichia coli* merupakan bakteri *anaerob* yang bisa hidup tanpa adanya oksigen (Hendrayana *et al.*, 2024). Bakteri *E. coli* dapat mengkontaminasi sektor perikanan, budidaya, dan kesehatan manusia. Akumulasi bakteri ini tinggi di perairan berasal dari limpasan limbah domestik diantaranya limbah pembuangan air pencucian ikan dan limbah MCK (mandi, cuci dan kakus) warga yang dibuang secara langsung ke Sungai (Asih *et al.*, 2024a).

Bakteri *E. coli* merupakan kelompok bakteri yang digunakan sebagai indikator pencemaran mikroba pada produk perikanan maupun lingkungan laut (Asih *et al.*, 2024b). Kontaminasi bakteri *E. coli* dapat menyebabkan kegagalan ekspor produk perikanan akibat penurunan kualitas dan risiko kesehatan. Perlu dilakukan upaya mitigasi berupa identifikasi kelimpahan bakteri ini pada produk pangan (Salsabila *et al.*, 2025) untuk menjamin mutu dan keamanan produk perikanan dari cemaran *E. coli* (Hasanah *et al.*, 2023). Jumlah cemaran bakteri *E. coli* pada udang kurang dari  $1 \times 10^3$  CFU/g berdasarkan SNI 7388:2009 (Fauzan *et al.*, 2021). Selain berdampak pada udang sebagai komoditi unggulan bakteri *E. coli* juga dapat menginfeksi manusia. Bakteri ini mampu menginfeksi saluran pencernaan pada manusia salah satunya sebagai pemicu diare (Febianto *et al.*, 2024), infeksi saluran kemih dan meningitis pada manusia (Yulistiani *et al.*, 2023). Upaya untuk mengatasi kontaminasi bakteri *E. coli* adalah dengan menggunakan bahan alami yang mempunyai aktivitas antibakteri dari sumber hayati kelautan seperti ekstrak terumbu karang khususnya karang lunak (Asih dan Kartika, 2021), rumput laut, lamun dan mangrove. Salah satu senyawa fitokimia yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli* adalah alkaloid, flavonoid, triterpenoid, tanin dan saponin (Dewi *et al.*, 2023). Senyawa fitokimia dapat ditemukan pada vegetasi mangrove (Akasia *et al.*, 2021).

Mangrove merupakan vegetasi alami penghambat bakteri *E. coli* (Wibowo *et al.*, 2023). Kelompok mangrove yang teridentifikasi sebagai kandidat obat untuk menyembuhkan diare akibat bakteri *E. coli* adalah *Sonneratia* (Andriani *et al.*, 2023). *Sonneratia alba* dan *Sonneratia caseolaris* memiliki aktivitas antibakteri gram positif dan gram negatif. Kandungan senyawa pada mangrove *Sonneratia* yang dapat menghambat aktivitas bakteri adalah terpenoid, saponin dan tanin. Mangrove *Sonneratia caseolaris* mengandung senyawa fitokimia berupa tanin, alkaloid, flavonoid, terpenoid, dan saponin yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli* secara *in vitro*.

Tumbuhan menghasilkan senyawa fitokimia sebagai bentuk adaptasi terhadap lingkungan agar tetap hidup. Senyawa fitokimia berperan sebagai mekanisme pertahanan alami bagi vegetasi mangrove (Widiawati dan Asih, 2024). Senyawa fitokimia dapat digunakan tumbuhan sebagai antibakteri, jamur, serangga dan saat kondisi ekstrem (Mardiyanti *et al.*, 2024). Senyawa fitokimia juga membantu tumbuhan dalam berinteraksi dengan organisme lain, dengan menarik serangga untuk membantu proses penyerbukan. Senyawa fitokimia merupakan senyawa yang mempunyai kemampuan untuk mencegah kondisi buruk dalam proses metabolisme (Alfiyanti *et al.*, 2019).

Senyawa fitokimia dapat dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal senyawa tersebut berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Kandungan senyawa fitokimia pada buah *Sonneratia* adalah alkaloid, flavonoid, fenolik, tanin, steroid. Senyawa fitokimia pada buah *Sonneratia* yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri adalah tanin dan steroid (Nufus *et al.*, 2023). Buah *S. alba* dan *S. caseolaris* sudah banyak digunakan sebagai produk pangan seperti sirup (Ismawati *et al.*, 2024). Beberapa daerah memanfaatkan buah *S. alba* dan *S. caseolaris* sebagai obat diare, sehingga perlu dilakukan analisis mengenai potensi ekstrak buah *S. alba* dan *S. caseolaris* untuk antibakteri *E. coli*. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis kandungan senyawa fitokimia ekstrak buah mangrove *Sonneratia caseolaris* dan potensi ekstrak ini sebagai anti bakteri *E. coli* dengan konsentrasi berbeda. Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai informasi awal tentang potensi pemanfaatan buah *Sonneratia caseolaris* sebagai kandidat pangan sehat dan farmakologi yang memiliki kemampuan menghambat aktivitas bakteri *E. coli* dengan konsentrasi yang tepat dan optimal sebagai antibakteri.

## MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biologi Laut, Fakultas Pertanian, Universitas Trunodjoyo Madura. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2024 hingga Februari 2025.

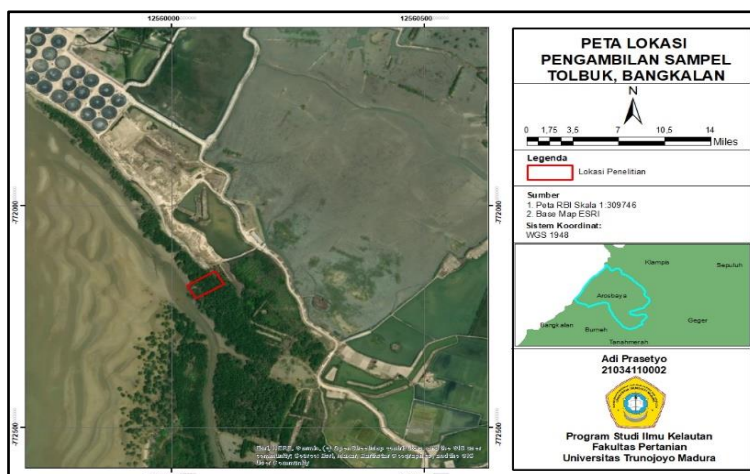
Pengambilan buah *Sonneratia caseolaris* dilakukan di Desa Tolbuk, Kecamatan Klampis, Kabupaten Bangkalan, Pulau Madura (Gambar 1). Pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling*. Buah *Sonneratia caseolaris* yang diambil adalah buah yang masih muda dengan ukuran 2-3 cm. Buah *Sonneratia caseolaris* memiliki ciri berwarna merah pada pangkal buah dan daun. *S. caseolaris* memiliki kelopak buah yang melengkung ke atas melawan gaya gravitasi (Ekaputri dan Gusti, 2019). Pengambilan sampel buah *S. caseolaris* dilakukan menggunakan transek 10m x 10m sebanyak 3 transek yang dapat mewakili keadaan mangrove di Perairan Tolbuk, Kabupaten Bangkalan. Sampel kemudian dimasukkan ke ke dalam kantong plastik.

Siapkan sampel buah mangrove *Sonneratia caseolaris* sebanyak 10 kg dicuci menggunakan air mengalir untuk menghilangkan kotoran (Ekaputri dan Gusti, 2019). Potong tipis buah mangrove *Sonneratia caseolaris* agar mempercepat proses pengeringan. Proses pengeringan menggunakan alat *cabinet dryer* dengan suhu 50°C, agar tidak merusak kandungan senyawa fitokimia yang terkandung pada sampel. Pengeringan dilakukan selama 2x24 jam. Haluskan sampel yang telah kering menggunakan chopper dan ayak agar mendapatkan sampel yang halus (Mukhlis *et al.*, 2024).

Proses ekstraksi buah mangrove *Sonneratia caseolaris* menggunakan metode maserasi. Sampel yang telah dikeringkan seberat 500 gram direndam dalam pelarut metanol PA (99,95%) dengan perbandingan 1:2 menggunakan 1000 mL metanol (Pardede *et al.*, 2024). Pencampuran antara sampel dan metanol dilakukan dalam toples kaca tertutup pada suhu ruang selama 24 jam. Saring menggunakan kertas saring Whatman untuk memisahkan endapan dengan filtrat. Lakukan pengulangan sebanyak 3 kali sampai ekstrak bening. Untuk mendapatkan ekstrak berupa pasta menggunakan alat rotary evaporator dengan suhu 50°C, kecepatan 35 rpm. Timbang ekstrak yang didapat menggunakan timbangan analitik, hitung menggunakan rumus (Widiawati dan Asih, 2024).

Uji fitokimia digunakan untuk mengetahui ada tidaknya kandungan senyawa fitokimia yang terdapat pada ekstrak buah *S. caseolaris*. Uji fitokimia bertujuan untuk mengamati perubahan yang terjadi setelah larutan diberi larutan uji (Widiawati dan Asih, 2024). Uji fitokimia meliputi uji alkaloid, flavonoid, tanin, saponin dan triterpenoid, dimana uji tersebut sesuai dengan penelitian Widiawati dan Asih, (2024).

Sterilisasi alat dan bahan dilakukan dengan metode sterilisasi basah menggunakan autoklaf pada suhu 121 °C selama 15–20 menit untuk media, larutan, serta alat kaca dan plastik (Dewi *et al.*, 2022). Alat logam disterilisasi menggunakan api bunsen (Handayani *et al.*, 2023). Media EC-Broth disiapkan dengan melarutkan 1,85g serbuk dalam 50 ml aquades steril, kemudian dihomogenkan menggunakan magnetic stirrer dalam labu Erlenmeyer dan dipanaskan hingga larut sempurna. Media selanjutnya disterilisasi pada suhu 121 °C selama 15 menit (Rahma dan Warella, 2024), lalu dituangkan sebanyak 5 ml ke dalam tabung reaksi dan ditutup dengan kapas serta plastik wrap (Harlina *et al.*, 2024). Bakteri *E. coli* hasil peremajaan dipindahkan ke dalam tabung berisi EC-Broth menggunakan jarum ose, kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu 28 °C (Huyyirnah dan Fitriyani, 2020).



**Gambar 1.** Titik Pengambilan Buah *Sonneratia caseolaris*

Pengukuran *Optical Density* (OD) menggunakan metode turbidimetri dengan alat Spektrofotometer dengan melihat nilai absorbansinya. Cara kerja spektrofotometer dengan melewatkan cahaya dengan panjang gelombang sesuai dengan jenis atom pada suatu obyek kaca yang disebut kuvet. Nilai obserbasi cahaya sesuai dengan konsentrasi OD dalam kuvet. Absorbansi larutan bakteri menggunakan gelombang 600 nm dengan larutan standar ddH<sub>2</sub>O semakin tinggi pengenceran semakin rendah absorbansinya. pengukuran absorbansi dilakukan 2 kali pengulangan (Seniati dan Irham, 2019).

Proses pengenceran ekstrak buah *S. caseolaris* mengacu pada penelitian yang telah dilakukan oleh Sendukh *et al.*, (2019) yang dimodifikasi dengan menggunakan 3 konsentrasi yang berbeda yang telah dimodifikasi yaitu 10.000, 50.000 dan 100.000 ppm. Pengenceran ekstrak menggunakan pelarut aquades steril dan dihomogenkan hingga larut sempurna agar mencapai konsentrasi yang diinginkan. Rumus pengenceran ekstrak *S. caseolaris* menggunakan persamaan (Magani *et al.*, 2020).

Pengujian antibakteri menggunakan metode difusi (cakram) dengan menaruh kertas cakram pada media agar, untuk melihat zona hambat yang terbentuk dari aktivitas antibakteri ekstrak buah *S. caseolaris* (Hitijahubessy *et al.*, 2021). Media yang digunakan adalah media Zobell agar 2216E. Pembuatan media Zobell Agar dengan menimbang 2,5 gr pepton, 0,5 gr yeast, 15 gram agar, larutkan dengan aquadest 1000 ml. Pencampuran media menggunakan hotplate dengan magnetic stirrer. Proses sterilisasi memasukkan media yang telah tercampur ke dalam autoclave dengan suhu 121°C selama 15 menit. Masukkan media ke dalam cawan petri sebanyak 20 ml diamkan hingga memadat pada suhu ruang. Pindahkan bakteri *E. coli* yang telah diinkubasi sebanyak 100 µl ke dalam cawan petri yang telah berisi media ratakan menggunakan spreader agar bakteri merata pada media. Media yang telah terisi bakteri *E. coli* 100 µl, selanjutnya beri kertas cakram steril yang telah ditetesi 100 µl ekstrak buah dan *S. caseolaris*, inkubasi selama 3x24 jam. Setiap cawan petri diberi kertas cakram yang telah ditetesi aquades steril untuk kontrol positif (Asih *et al.*, 2023).

Bakteri diinkubasi pada suhu 37°C, pengamatan antibakteri dilakukan pada saat 24 jam, 48 jam dan 72 jam, Diameter zona hambat yang terbentuk di sekitar kertas cakram, menunjukkan tingkat sensitivitas atau resistensi bakteri terhadap bahan antibakteri yang diuji. Zona hambat ini merupakan area di mana pertumbuhan bakteri terhalang oleh senyawa antibakteri, sehingga semakin besar diameternya, semakin tinggi kepekaan bakteri terhadap senyawa tersebut. Pengukuran diameter zona hambat dilakukan sebagai indikator efektivitas antibakteri dan dinyatakan dalam satuan milimeter pada jangka sorong (Magvirah *et al.*, 2020). Berdasarkan standar dari *Clinical Laboratory Standards Institute* (CLSI), bakteri dianggap sensitif jika diameter zona hambatnya  $\geq 17$  mm. Bakteri dikategorikan sebagai intermediet jika diameter zona hambat berada antara 14-16 mm, sedangkan bakteri dianggap resisten jika diameter zona hambatnya  $\leq 13$  mm (Agustanty dan Budi, 2022). Kategori zona hambat dibagi menjadi 4 (Asih *et al.*, 2025) yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Pengelolaan data menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel* dan *SPSS* versi 22.0. Analisis antibakteri menggunakan uji parametrik ANOVA. Analisis data diawali dengan uji normalitas dan homogenitas, dilanjut dengan analisis ANOVA dan dilanjutkan uji Duncan. Analisis ANOVA digunakan untuk mengevaluasi perbedaan signifikan zona hambat bakteri *E. coli* pada 3 waktu pengamatan menggunakan ekstrak buah *S. caseolaris*. Jika hasil uji ANOVA menunjukkan nilai signifikansi (sig)  $> 0,05$ , maka tidak ada perbedaan yang signifikan zona hambat bakteri *E. coli* pada 3 waktu pengamatan menggunakan ekstrak buah *S. caseolaris*, namun jika nilai sig  $< 0,05$ , maka

**Tabel 1** Kategori Besaran Zona Hambat Antibakteri

No	Ukuran Diameter (mm)	Kategori
1.	>20	Sangat Kuat
2.	15-20	Kuat
3.	5-10	Sedang
4.	<10	Lemah

terdapat perbedaan yang signifikan zona hambat bakteri *E. coli* pada 3 waktu pengamatan menggunakan ekstrak buah *S. caseolaris*. Data yang dihasilkan di deskripsikan dan disajikan dalam bentuk table dan gambar. Data diuraikan berdasarkan literatur terkait dan hasil di lengkapi dengan literatur pendukung.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

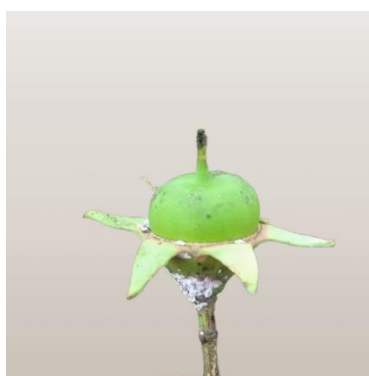
Ekstraksi bertujuan untuk memisahkan senyawa dari tumbuhan menggunakan pelarut tertentu. Metode maserasi dipilih karena dapat memecah dinding sel melalui perbedaan tekanan osmotik, sehingga senyawa bioaktif fitokimia dapat larut (Mutriyah dan Badriyah, 2024). Pelarut methanol bersifat polar yang efektif dalam melarutkan berbagai senyawa metabolit sekunder. Hasil rendemen dari ekstraksi buah *S. caseolaris* dapat dilihat pada Tabel 2.

Hasil ekstraksi yang didapat dari ekstrak *S. caseolaris* berupa pasta dengan warna coklat tua dan berminyak yang dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan Tabel 2 hasil rendemen buah *S. caseolaris* sebesar 15,65%. Nilai rendemen pada buah *S. caseolaris* terdapat perbedaan karena nilai rendemen yang didapat lebih sedikit dibandingkan dengan penelitian Sambodo dan Yani, (2020) nilai rendemen yang didapat sebesar 17,52% perbedaan tersebut dikarenakan perbedaan menggunakan perbandingan sampel dengan pelarut dimana pada penelitian Sambodo dan Yani, (2020) menggunakan perbandingan 1:5 sedangkan pada penelitian ini menggunakan perbandingan 1:2.

Ekstrak buah *S. caseolaris* ditunjukkan pada Gambar 2, yang tampak berwarna coklat, kental, berminyak, dan beraroma manis. Karakteristik ini sesuai dengan laporan Anggraini *et al.* (2022), yang menyebutkan bahwa ekstrak *S. alba* memiliki warna coklat, tekstur kental, rasa pahit, dan aroma manis. Warna coklat disebabkan oleh proses pengeringan menggunakan cabinet dryer, yang mengubah warna buah dari hijau menjadi coklat. Rasa pahit berasal dari kandungan senyawa tanin dan HCN, sementara tekstur kental disebabkan oleh proses pemekatan menggunakan rotary evaporator yang memisahkan pelarut dari ekstrak. Pembentukan warna gelap juga dipengaruhi oleh reaksi enzimatik antara senyawa fenol, oksigen, dan enzim yang membentuk melanin. Keberhasilan ekstraksi dipengaruhi oleh jenis dan jumlah pelarut, suhu, waktu ekstraksi, dan proses pengadukan. Pelarut harus sesuai dengan karakter sampel agar senyawa bioaktif tidak rusak (Baihaqi *et al.*, 2022). Metanol, sebagai pelarut polar yang ekonomis dan efektif, banyak digunakan dalam metode maserasi pada suhu ruang. Suhu tinggi memang mempercepat ekstraksi, namun berisiko menyebabkan penguapan pelarut dan degradasi senyawa aktif.

**Tabel 2.** Hasil Perhitungan Nilai Persen Rendemen Ekstrak Buah *S. Caseolaris*

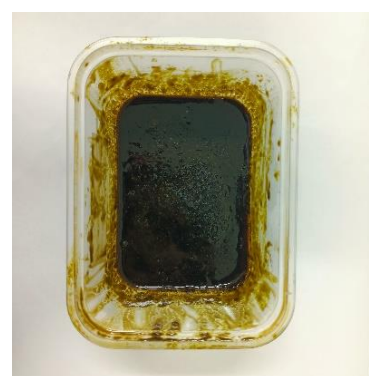
Jenis Mangrove	Berat Sampel (gr)	Berat Ekstrak (gr)	% Rendemen
<i>S. caseolaris</i>	670	104,83	15,65



(a)



(b)



(c)

**Gambar 2.** Ekstrak Buah *Sonneratia* (a) Buah *S. caseolaris*, (b) Hasil Ekstrak Buah *S. caseolaris*, dan (c) Ekstrak Buah *Sonneratia caseolaris*.

Uji fitokimia bertujuan untuk mengidentifikasi senyawa bioaktif seperti alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, dan triterpenoid dalam bahan alam. Kandungan senyawa ini dipengaruhi oleh faktor internal seperti jenis tanaman dan eksternal seperti lingkungan, jenis pelarut, serta metode dan waktu ekstraksi. Pelarut metanol termasuk pelarut universal yang mampu melarutkan senyawa polar hingga non-polar (Wahyudi *et al.*, 2024). Suhu tinggi dan paparan oksigen selama ekstraksi dapat merusak senyawa sensitif seperti flavonoid (Hradaya dan Husni, 2021). Semakin tinggi rendemen, semakin besar potensi kandungan bioaktif yang didapat (Maynita *et al.*, 2023). Hasil uji kualitatif fitokimia buah *S. caseolaris* disajikan pada Tabel 3.

Uji fitokimia ekstrak buah *S. caseolaris* tidak mengandung senyawa alkaloid, dimana senyawa fitokimia yang terkandung pada ekstrak buah *S. caseolaris* berupa senyawa fitokimia flavonoid, saponin, tanin dan triterpenoid. Hal tersebut sesuai dengan penelitian penelitian Okzelia dan Nurdaini, (2019) dimana buah *S. caseolaris* tidak mengandung senyawa alkaloid. Pada buah *S. caseolaris* tidak ditemukan senyawa alkaloid karena pada mangrove *S. caseolaris* tidak terdapat predator atau pemangsa. Senyawa alkaloid akan dihasilkan tumbuhan ketika ada ancaman dari predator pemangsa, sehingga tumbuhan menghasilkan senyawa alkaloid berupa rasa pahit atau bau menyengat. Menurut Hasibuan *et al.*, (2022) kandungan metabolit sekunder dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Terakumulasinya senyawa-senyawa fitokimia vegetasi laut umumnya dimanfaatkan sebagai alat perlindungan diri bagi vegetasi (Rohmatika *et al.*, 2023). Senyawa fitokimia diproduksi oleh buah *S. caseolaris* digunakan untuk beradaptasi dilingkungannya berada. Hasil pengujian fitokimia dapat dilihat pada Gambar 3.

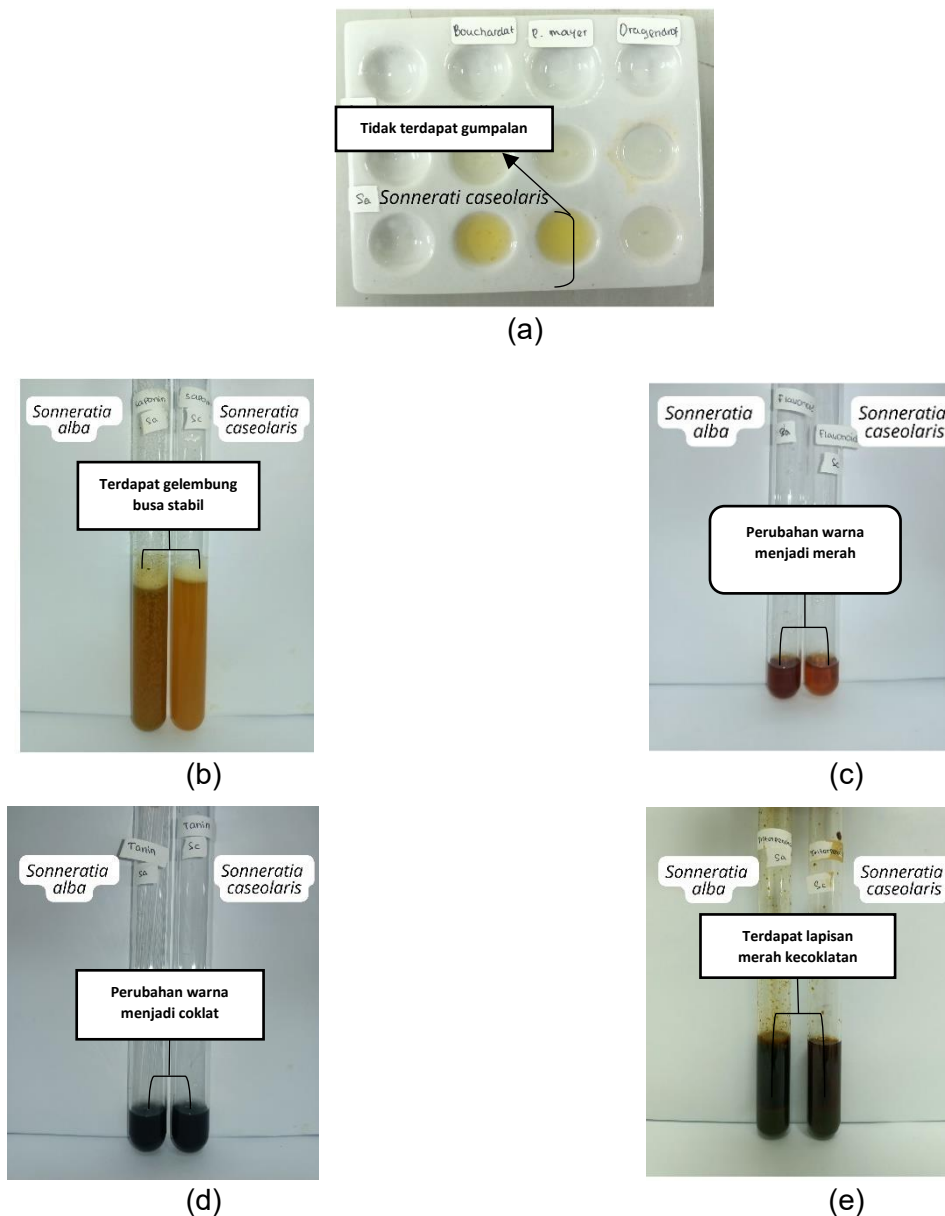
Flavonoid pada antibakteri berfungsi sebagai menghambat membran sitoplasma, sistem metabolisme energi bakteri dan sintesis asam nukleat (Niken *et al.*, 2022). Tanin pada antibakteri akan menyebabkan sel bakteri menjadi lisis. Tanin akan merusak dinding peptidoglikan dinding sel bakteri, sehingga bakteri akan mati. Tanin dapat menghambat enzim *reverse transcriptase* dan DNA topoisomerase yang akan merusak sel bakteri. Saponin akan membentuk polisakarida pada dinding sel, yang akan mengakibatkan rusaknya dinding dan membran sel yang menyebabkan kematian pada bakteri (Niken *et al.*, 2022). Triterpenoid akan merusak membran sel bakteri, dengan melarutkan konsituen lipid, meningkatkan permeabilitas dan merusak sisi aktif membran (Wulandari dan Umam 2023). Senyawa fitokimia dipengaruhi oleh faktor species, kondisi pertumbuhan, musim, pengolahan, varietas, dan dan penyimpanan. Faktor lingkungan dapat mempengaruhi kandungan senyawa fitokimia pada tumbuhan dimana lokasi tumbuh, suhu, paparan sinar matahari, curah hujan, iklim, tanah mempengaruhi kandungan metabolit sekunder dan primer pada suatu tumbuhan (Julyasih, 2022). Dimana pada perairan Tolbuk-Bangkalan memiliki kualitas perairan yang ekstrim sehingga tumbuhan akan menghasilkan senyawa tertentu untuk beradaptasi pada lingkungan ekstrim untuk bertahan hidup. Hal tersebut dikarekan oleh aktivitas manusia, tambak udang dan tambak garam yang terdapat pada perairan Tolbuk-Bangkalan.

Zona hambat terbentuk disekitar antibakteri seperti kertas cakram pada media pertumbuhan bakteri. Hasil uji daya hambat ekstrak buah *S. caseolaris* terhadap bakteri *E. coli* dapat dilihat pada Tabel 4. Pada Tabel 4 hasil uji antibakteri buah *S. caseolaris* terhadap bakteri *E. coli* menggunakan 3 perlakuan konsentrasi yang berbeda yaitu 10.000 ppm, 50.000 ppm dan 100.000 ppm, hasil yang tertinggi terdapat pada konsentrasi 100.000 ppm yang dikategorikan sedang dengan kisaran diameter zona hambat yang dihasilkan adalah  $6,81 \pm 1,82$  pada 24 jam. Tinggi rendahnya konsentrasi pada setiap perlakuan dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri *E. coli*. Pada penelitian

**Tabel 3.** Uji Fitokimia Ekstrak Buah *S. caseolaris*

Test	Status
Alkaloid	-
Flavonoid	+
Saponin	+
Tanin	+
Triterpenoid	+

Nisa *et al.* (2022) mangrove *S. caseolaris* mengandung senyawa fitokimia yang dimanfaatkan sebagai agen antibakteri, dimana daun *S. caseolaris* mengandung senyawa fitokimia berupa fenol, flavonoid, tanin, saponin dan steroid. Senyawa fitokimia yang terdapat pada mangrove *S. caseolaris* dapat menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli*. Zona hambat juga dipengaruhi oleh konsentrasi yang diberikan, dimana pemberian konsentrasi ekstrak semakin tinggi (80.000 ppm) secara signifikan mampu menghasilkan aktivitas zona hambat bakteri yang semakin tinggi (Fittroh *et al.*, 2025). Zona hambat pada kontrol + dikategorikan kuat, karena pada kontrol + menggunakan antibiotik kloramfenikol yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri gram positif dan negatif (Fredella *et al.*, 2022).



**Gambar 3.** Senyawa Fitokimia Ekstrak Buah *Sonneratia caseolaris* (a) Alkaloid, (b) Saponin, (c) Flavonoid, (d) Tanin, dan (e) Triterpenoid

Ekstrak buah *S. caseolaris* pada setiap konsentrasi memiliki kemampuan daya hambat yang berbeda. Berdasarkan uji ANOVA pada Tabel 5 menunjukkan ekstrak tersebut memiliki perbedaan signifikan yang ditandai dengan nilai ( $P < 0,05$ ).

Tabel 5 menunjukkan bahwa perbedaan nyata kemampuan ekstrak buah *S. caseolaris* dalam menghambat aktivitas bakteri *E. coli* hanya terjadi pada waktu 24 jam karena nilai  $Sig < 0,05$  (0,010). Ekstrak buah *S. caseolaris* juga menunjukkan tidak berbeda nyata dalam menghambat aktivitas bakteri *E. coli* terdapat pada waktu 48 jam dan 72 jam. Hal ini mengindikasikan bahwa ekstrak buah *S. caseolaris* memiliki variasi kemampuan sebagai anti bakteri *E. coli* pada waktu diaplikasikan 24 jam dengan kategori kemampuan hambat rendah hingga sedang (Tabel 4). Adanya perbedaan signifikan kemampuan hambat bakteri *E. coli* pada waktu 24 jam pengamatan diduga karena pada waktu ini bakteri *E. coli* masih dalam fase lag, dimana pada fase ini bakteri umumnya masih melakukan tahap penyesuaian diri pada media uji. Kondisi fase lag pada bakteri ini dimungkinkan beberapa bakteri yang lemah saat beradaptasi mengalami kematian akibat kandungan fitokimia yang terkandung dalam ekstrak buah mangrove *S. caseolaris*. Bakteri membutuhkan waktu untuk beradaptasi pada suhu dan media saat proses pengujian agar bisa tumbuh dengan optimal (Asih et al., 2023).

Penentuan konsentrasi terbaik ekstrak untuk menghambat bakteri *E. coli* dapat dilihat dengan uji lanjut One Way ANOVA yang telah dilakukan dengan uji Post Hoc berupa uji Tukey. Jika nilai  $Sig < 0,05$  pada uji ANOVA maka dapat dilanjutkan ke uji selanjutnya yaitu uji Tukey. Uji Tukey dilakukan untuk mengetahui konsentrasi terbaik ekstrak dalam menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli*. Hasil uji Tukey dapat dilihat pada Tabel 6.

Berdasarkan uji Tukey pada Tabel 6 menunjukkan konsentrasi ekstrak buah *Sonneratia caseolaris* memiliki perbedaan signifikan atau  $p < 0,05$  pada konsentrasi 100.000 ppm. Konsentrasi 100.000 ppm merupakan konsentrasi terbaik dalam menghambat bakteri *E. coli*. Semakin tinggi konsentrasi yang diberikan maka semakin baik dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Ekstrak buah *S. caseolaris* dapat menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli* yang dikategorikan sedang dengan menggunakan konsentrasi ekstrak tertinggi. Belum optimalnya kemampuan hambat bakteri *E. coli* menggunakan ekstrak buah *S. caseolaris* pada konsentrasi 10.000 pp, dan 50.000 pp diduga karena sifat bakteri *E. coli*. Bakteri ini memiliki sistem pertahanan diri yang baik (Asih dan Kartika, 2021), sehingga membutuhkan ekstrak yang telah dilakukan pemurnian dengan konsentrasi yang tinggi. Struktur bakteri *E. coli* yang memiliki dua lipid bilayer menjadi salah satu penyebab bakteri ini lebih sulit untuk dimusnahkan (Fuentes-López et al., 2022) oleh senyawa fitokimia.

**Tabel 4.** Hasil Perhitungan Daya Hambat Ekstrak Buah *S. caseolaris* Terhadap Bakteri *E. coli*

Perlakuan (ppm)	Sampel	Diameter Zona Hambat (mm)					
		24 jam	Kategori	48 jam	Kategori	72 jam	Kategori
10.000	S.c	2,11±0,44	Lemah	2,58±0,47	Lemah	2,30 ±0,75	Lemah
50.000	S.c	4,79±1,07	Lemah	4,58±1,09	Lemah	4,12 ±1,79	Lemah
100.000	S.c	6,81±1,82	Sedang	4,82±2,18	Lemah	3,79 ±2,13	Lemah
Kontrol -	As	2,50±1,48	Lemah	2,65±0,75	Lemah	2,84 ±1,10	Lemah
	As	1,97±1,06	Lemah	2,05±0,13	Lemah	1,92 ±0,53	Lemah
Kontrol +	Er	18,87±0,36	Kuat	13,28±1,94	Kuat	13,76±0,73	Kuat
	Er	21,48±5,59	Kuat	6,99±4,13	Sedang	6,27±3,78	Sedang

Keterangan: S.c=*S. Caseolaris*; As= Aquadesh Steril; Er= Erlenmeyer (kloramfenikol)

**Tabel 5** Hasil Uji ANOVA Daya Hambat Ekstrak Buah *S. caseolaris*

Sampel	Waktu	Sig
<i>S. caseolaris</i>	24 Jam	,010*
<i>S. caseolaris</i>	48 Jam	,165
<i>S. caseolaris</i>	72 Jam	,417

Keterangan : \* = Beda signifikan ( $P < 0,05$ )

**Tabel 6.** Hasil Uji Tukey Ekstrak Buah *Sonneratia caseolaris* 24 jam

	Konsentrasi (ppm)	.sig	Status
10.000	50.000	0,087	Tidak beda signifikan ( $p>0,05$ )
	100.000	0,009	Beda signifikan ( $p<0,05$ )
50.000	10.000	0,087	Tidak beda signifikan ( $p>0,05$ )
	100.000	0,196	Tidak beda signifikan ( $p>0,05$ )
100.000	10.000	0,009	Beda signifikan ( $p<0,05$ )
	50.000	0,196	Tidak beda signifikan ( $p>0,05$ )

## KESIMPULAN

Ekstrak buah *S. caseolaris* dari Perairan Tolbuk-Bangkalan mengandung senyawa fitokimia meliputi flavonoid, saponin, tanin, dan triterpenoid yang berpotensi sebagai antibakteri. Hasil uji antibakteri menunjukkan bahwa ekstrak dengan konsentrasi 100.000 ppm memberikan daya hambat terbaik terhadap pertumbuhan *E.coli* dengan zona hambat sebesar  $6,81 \pm 1,82$  mm pada 24 jam, dan dikategorikan sebagai aktivitas sedang. Konsentrasi 100.000 ppm juga menunjukkan perbedaan signifikan dibandingkan konsentrasi lainnya ( $p<0,05$ ). Dengan demikian, ekstrak buah *S. caseolaris* berpotensi sebagai agen antibakteri alami terhadap *E. coli*, terutama pada konsentrasi tinggi. Potensi ini dapat dikembangkan lebih lanjut dalam pengelolaan kualitas lingkungan dan keamanan pangan berbasis bahan alami.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustanty, A., & Budi, A. 2022. Pola resistensi bakteri *Vibrio cholerae* terhadap antibiotik ciprofloxacin dan tetracycline. *Journal Health & Science*, 6(1): 73–78. DOI: 10.35971/gojhes.v5i3.13611
- Akasia, A.I., Putra, I.D.N.N., & Putra, I.N.G. 2021. Skrining fitokimia ekstrak daun mangrove *Rhizophora mucronata* dan *Rhizophora apiculata* yang dikoleksi dari kawasan mangrove Desa Tuban, Bali. *Journal of Marine Research and Technology*, 4(1): 16–22. DOI: 10.24843/JMRT.2021.v04.i01.p03
- Alfiyanti, Y.D., Ratnawati, D.E., & Anam, S. 2019. Klasifikasi fungsi senyawa aktif data berdasarkan kode simplified molecular input line entry system (SMILES) menggunakan metode modified K-nearest neighbor. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 3(4): 3244–3251.
- Andriani, S., Dewi, N.A., Putri, A., Suharyani, S., Khairani, I.A., & Silvinia, A. 2023. Aktivitas antibakteri ekstrak daun mangrove *Sonneratia alba* terhadap bakteri *Escherichia coli*. *Journal of Science and Medical Laboratory*, 1(1): 14–22.
- Anggraini, D., Gazali, M., Mardalena, S., Ropita, R., Salsabila, F., Alfarisi, I., & Syafitri, R. 2022. Formulasi detergen cair ekstrak buah pedada (*Sonneratia alba*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 25(3): 528–538. DOI: 10.17844/jphpi.v25i3.42835
- Asih, E.N.N., & Kartika, A.G.D. 2021. Potensi dan karakteristik bakteri simbiosis karang lunak *Sinularia* sp. sebagai anti bakteri *Escherichia coli* dari perairan Pulau Gili Labak Madura Indonesia. *Journal of Marine Research*, 10(3): 355–362. DOI: 10.14710/jmr.v10i3.30689
- Asih, E.N.N., Fitri, D.A., Kartika, A.G.D., Astutik, S., & Efendy, M. 2023. Potensi bakteri halofilik ekstrim dari tambak garam tradisional sebagai penghambat aktivitas bakteri *Salmonella* sp. *Journal of Marine Research*, 12(3): 382–390. DOI: 10.14710/jmr.v12i3.35372
- Asih, E.N.N., Ramadhanti, A., Wicaksono, A., Dewi, K., & Astutik, S. 2024a. Deteksi total bakteri *Escherichia coli* pada sedimen laut perairan Desa Padelegan sebagai indikator cemaran mikrobiologis wisata pantai The Legend-Pamekasan. *Journal of Marine Research*, 13(1): 161–170. DOI: 10.14710/jmr.v13i1.37063

- Asih, E.N.N., Ramadhanti, A., & Wicaksono, A. 2024b. Analisis kelayakan air laut untuk wisata di Pantai The Legend-Pamekasan berdasarkan kelimpahan bakteri *Escherichia coli* dan konsentrasi bahan organik total. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 16(3): 331–342. DOI: 10.29244/jitkt.v16i3.50823
- Asih, E.N.N., Ni'amah, S.N., Insafitri, I., Kartika, A.G.D., Pratiwi, W.S.W., & Nuzula, N.I. 2025. Profil kandungan fitokimia ekstrak lamun *Enhalus acoroides* sebagai antibakteri *Escherichia coli* dan *Vibrio harveyi* dari perairan Sapeken-Madura. *Journal of Marine Research*, 14(1): 145–156. DOI: 10.14710/jmr.v14i1.39354
- Baihaqi, B., Hakim, S., & Nuraida, N. 2022. Pengaruh konsentrasi pelarut dan waktu maserasi terhadap hasil ekstraksi oleoresin jahe merah (*Zingiber officinale* Var. Rubrum). *Jurnal Teknologi Pengolahan Pertanian*, 4(2): 48–52. DOI: 10.35308/jtpp.v4i2.6497
- Dewi, K., Asih, E.N.N., Fitri, D.A., & Astutik, S. 2022. Karakterisasi fisiologis isolat bakteri halofilik dari kolam peminihan tambak garam rakyat di Kabupaten Pamekasan. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 3(3): 79–84. DOI: 10.21107/juvenil.v3i3.17074
- Dewi, M.S., Nuraini, R.A.T., Yulianto, B., & Sibero, M.T. 2023. Kandungan senyawa bioaktif dan aktivitas biologis daun mangrove *Lumnitzera racemosa* di Pantai Teluk Awur dan Pantai Blebak Jepara. *Journal of Marine Research*, 12(3): 391–402. DOI: 10.14710/jmr.v12i3.34584
- Ekaputri, I.L., & Gusti, F.R. 2019. Uji senyawa fitokimia buah pedada merah (*Sonneratia caseolaris*) di kawasan hutan mangrove Mangguang Kota Pariaman. *Jurnal Kesehatan Saintika Meditory*, 1(2): 44–49. DOI: 10.30633/jsm.v1i2.343
- Fauzan, W.H., Sari, W.E., Novita, A., Jamin, F., Daud, R., Rastina, R., & Safika, S. 2021. Detection of *Escherichia coli* contamination in vaname shrimp (*Litopenaeus vannamei*) at fish auction place (TPI) Lampulo Banda Aceh. *Jurnal Medika Veterinaria*, 15(2): 135–139. DOI: 10.21157/j.med.vet.v15i2.26075
- Febianto, E., Asih, E.N.N., & Indahsari, K. 2024. Mutu sensori dan keamanan mikrob garam dengan fortifikasi kerang pisau (*Solen* sp). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 27(4): 282–296. DOI: 10.17844/jphpi.v27i4.52236
- Fittroh, L.M., Asih, E.N.N., & Safitri, R. 2025. Aktivitas antibakteri dari senyawa fitokimia ekstrak daun *Avicennia marina* dan *Avicennia alba* terhadap isolat bakteri *Vibrio* sp. dari tambak udang intensif. *Jurnal Riset Akuakultur*, 20(2): 147–164. DOI: 10.15578/jra.20.2.2025.147-164
- Fredella, D.M., Rahman, A.O., & Miftahurrahmah, M. 2022. Perbandingan daya hambat minyak atsiri green tea dan tea tree terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. *Journal of Medical Studies*, 2(1): 68–75. DOI: 10.22437/joms.v2i1.18094
- Fuentes-López, D., Ortega-Zambrano, D., Fernández-Herrera, M.A., & Mercado-Urbe, H. 2022. The growth of *Escherichia coli* cultures under the influence of pheomelanin nanoparticles and a chelant agent in the presence of light. *PLoS ONE*, 17(3): 1–11. DOI: 10.1371/journal.pone.0265277
- Handayani, N., Sabdaningsih, A., Jati, O.E., & Ayuningrum, D. 2023. Isolasi dan karakterisasi bakteri endofit dari akar *Avicennia marina* di kawasan mangrove Pantai Tirang, Semarang. *Jurnal Pasir Laut*, 7(2): 68–73. DOI: 10.14710/jpl.2023.59064
- Harlina, H., Ibrahim, A., Hamdillah, A., & Ilmiah, I. 2024. Antibacterial activity of *Piper betle* Linn extract against *Vibrio parahaemolyticus* causes of disease in vaname shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Agrikan Jurnal Agribisnis Perikanan*, 17(1): 312–320. DOI: 10.52046/agrikan.v17i1.2072
- Hasanah, K., Cycylia, D.F., & Patriono, E. 2023. Deteksi bakteri *Escherichia coli* pada produk perikanan dengan metode SNI 2332.1: 2015 di Badan Pengendalian dan Pengawasan Mutu Hasil Kelautan dan Perikanan (BPPMHKP) Palembang. *Sriwijaya Bioscientia*, 4(3): 86–92. DOI: 10.24233/sribios.4.3.2023.438
- Hasibuan, N.E., Azka, A., Basri, B., & Mujiyanti, A. 2022. Skrining fitokimia ekstrak etanol daun *Avicennia marina* dari kawasan Bandar Bakau Dumai. *Authentic Research of Global Fisheries Application Journal*, 4(2): 137–142. DOI: 10.15578/aj.v4i2.11626
- Hendrayana, H., Siharis, F., & Nasir, N.H. 2024. Uji aktivitas fraksi etil asetat daun turi (*Sesbania grandiflora* L.) Poir sebagai antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Pharmacia Mandala Waluya*, 3(4): 234–242. DOI: 10.54883/jpmw.v3i4.111

- Hitijahubessy, H., Susiyanto, A.Y., Samid, A., & Cesar, O. 2021. Pengaruh ekstrak lamun *Enhalus acoroides* secara in vitro sebagai antibakteri *Vibrio* sp. penyebab penyakit ice-ice pada rumput laut *Euचेuma cottoni*. *Molluca Journal of Chemistry Education*, 11(2): 93–98. DOI: 10.30598/mjocevol11iss2pp93-98
- Hradaya, K.P.T., & Husni, A. 2021. Pengaruh suhu ekstraksi terhadap aktivitas antioksidan ekstrak metanolik *Euचेuma spinosum*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 24(1): 1–10. DOI: 10.17844/jphpi.v24i1.34193
- Huyyirnah, H., & Fitriyani, F. 2020. Metode penyimpanan bakteri *Vibrio alginolyticus* dan *Vibrio harveyi* dalam media TSB (tryptic soy broth) dan gliserol. *Integrated Lab Journal*, 8(2): 91–101. DOI: 10.14421/ijl.2020.080208
- Ismawati, I., Kastiawan, I.M., Ainun, M.B., Fajaryaningtyas, D.A., Murnawan, H., & Sihmawati, R.R. 2024. Teknologi tepat guna pengolahan buah mangrove untuk meningkatkan pendapatan masyarakat pesisir. *Jurnal Masyarakat Mandiri*, 8(1): 653–661. DOI: 10.31764/jmm.v8i1.20184
- Julyasih, S. 2022. Senyawa bioaktif beberapa jenis rumput laut dan aktivitas penghambatan terhadap jamur *Aspergillus flavus* pada tanaman jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Perikanan Unram*, 12(3): 450–456. DOI: 10.29303/jp.v12i3.363
- Magani, A.K., Tallei, T.E., & Kolondam, B.J. 2020. Uji antibakteri nanopartikel kitosan terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Bios Logos*, 10(1): 7–12. DOI: 10.35799/jbl.10.1.2020.27978
- Magvirah, T., Marwati, M., & Ardhani, F. 2020. Uji daya hambat bakteri *Staphylococcus aureus* menggunakan ekstrak daun tahongai (*Kleinhovia hospita* L.). *Jurnal Peternakan Lingkungan Tropis*, 2(2): 41–50. DOI: 10.30872/jpltrop.v2i2.3687
- Mardiyanti, Y., Asih, E.N.N., Rohmatika, F., & Ni'amah, S.N. 2024. Potensi ekstrak lamun *Enhalus acoroides* kering dan basah dari perairan Sapeken-Madura sebagai antibakteri *Vibrio parahaemolyticus*. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 5(2): 196–205. DOI: 10.21107/juvenil.v5i2.20998
- Maynita, S., Pujiati, P., Bhagawan, W.S., & Primiani, C.N. 2023. Analisis rendemen ekstrak etanol daun genitri dari Semarang. *Prosiding Seminar Nasional Program Studi Farmasi UNIPMA (SNAPFARMA)*, 1(1): 162–167.
- Mukhlis, A.M.A., Sukainah, A., Putra, R.P., & Annisa, K. 2024. Model kinetika pengeringan ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas*) menggunakan cabinet dryer. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 10(1): 117–126. DOI: 10.26858/jptp.v10i1.2933
- Niken, N., Yusuf, R.N., & Annita, A. 2022. Uji aktivitas antibakteri ekstrak daun jambu biji (*Psidium guajava* L.) terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 10(2): 726–735. DOI: 10.33394/bioscientist.v10i2.5919
- Nisa, M.A., Oktiani, B.W., & Putri, D.K.T. 2022. Efektivitas antibakteri ekstrak daun rambai (*Sonneratia caseolaris*) terhadap pertumbuhan bakteri *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*. *Dentin*, 6(3): 153–160. DOI: 10.20527/dentin.v6i3.6823
- Nufus, H., Gazali, M., Alaudin, Mursawal, A., Wahyuni, S., Cut, M.N., Syahrial, & Marlian, N. 2023. Senyawa bioaktif dan antioksidan buah mangrove *Sonneratia alba* J.E. Smith dari Desa Lhok Bubon Kecamatan Samatoga Kabupaten Aceh Barat. *Jurnal Kelautan Tropis*, 26(1): 59–70. DOI: 10.14710/jkt.v26i1.16211
- Okzelia, S.D., & Nurdaini, M. 2019. Antioxidant activity of pidada (*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.) fruit extract by DPPH method. *Prosiding Singapore International Multidisciplinary Academic Conference (SIMAC)*. Singapore. 1–8.
- Pardede, D.T., Juliansyah, R., & Fauziah, R. 2024. Uji aktivitas antibakteri ekstrak metanol daun maja (*Aegle marmelos* L.) terhadap bakteri *Streptococcus mutans* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Pharmacia Mandala Waluya*, 3(6): 344–351. DOI: 10.54883/jpmw.v3i6.148
- Rahma, K., & Warella, J.C. 2024. Pertumbuhan biofilm *Escherichia coli* pada media tryptic soy broth. *Scientica: Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, 2(4): 164–169. DOI: 10.572349/scientica.v2i4.1214
- Rohmatika, F., Asih, E.N.N., Mardiyanti, Y., & Ni'amah, S.N. 2023. Potensi ekstrak dan skrining fitokimia *Caulerpa* sp. sebagai antibakteri *Vibrio parahaemolyticus* dari perairan Socah, Bangkalan-Madura. *Jurnal Perikanan*, 13(4): 1138–1149. DOI: 10.29303/jp.v13i4.557

- Safitri, Y., Gultom, W.R., Tobing, D.A.L., & Sianturi, D.R. 2024. Potensi *Escherichia coli* sebagai resistansi antibiotik. *Algoritma: Jurnal Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam, Kebumihan dan Angkasa*, 2(5): 08–20. DOI: 10.62383/algoritma.v2i5.109
- Salsabila, M., Asih, E.N.N., Kartika, A.G.D., Pratiwi, W.S.W., & Efendy, M. 2025. Mutu produk saus hidrolisat kerang tahu (*Meretrix* sp.) fortifikasi garam konsumsi kadar NaCl 87%. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 28(4): 406–420. DOI: 10.17844/jphpi.v28i4.62321
- Sambodo, D.K., & Yani, L.E. 2020. Formulasi dan efektifitas sampo ekstrak buah pedada (*Sonneratia caseolaris* L) sebagai antiketombe terhadap *Candida albicans*. *Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia*, 2(1): 1–9. DOI: 10.33759/jrki.v2i1.62
- Sendukh, T.W., Linggama, G.A., Kembaren, M.S., & Montolalu, L.A. 2019. Aktivitas antibakteri air rebusan daun mangrove *Sonneratia alba*. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 7(3): 68–71. DOI: 10.35800/mthp.7.3.2019.23623
- Seniati, M., & Irham, A. 2019. Pengukuran kepadatan bakteri *Vibrio harveyi* secara cepat dengan menggunakan spektrofotometer. *Jurnal Agrokompleks*, 19(2): 12–19. DOI: 10.51978/JAPP.V19I2.137
- Sitorus, P.N.K., Azzahra, A., Lubis, D.R., Gulo, K.Z., Adila, P., & Siregar, T.A. 2024. Keberadaan *Escherichia coli* pada berbagai jenis air. *Algoritma: Jurnal Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam, Kebumihan dan Angkasa*, 2(5): 32–29. DOI: 10.62383/algoritma.v2i5.116
- Wahyudi, A., Sapada, I.E., & Agustin, Y. 2024. Aktivitas antibakteri dari ekstrak metanol maggot (*Hermetia illucens*) terhadap *Propionibacterium acnes*. *Jurnal Kesehatan: Jurnal Ilmiah Multi Sciences*, 14(1): 01–10. DOI: 10.52395/jkjims.v14i1.408
- Wibowo, M.A., Sari, N.K., Ardiningsih, P., & Jayuska, A. 2023. Daya hambat ekstrak daun mangrove (*Rhizophora apiculata*) asal pesisir Sukadana terhadap bakteri *Escherichia coli*. *Indonesian Journal of Pure and Applied Chemistry*, 6(3): 114–121. DOI: 10.26418/indonesian.v6i3.69965
- Widiawati, W., & Asih, E.N.N. 2024. Potensi skrining fitokimia dan aktivitas antioksidan ekstrak daun *Avicennia marina* dan *Avicennia alba* dari Selat Madura. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 27(5): 393–406. DOI: 10.17844/jphpi.v27i5.52421
- Wulandari, L., & Umam, K. 2023. Potensi ekstrak daun kirinyuh (*Chromolaena odorata*) dalam menghambat bakteri patogen (*E. sakazakii*, *S. typhi*, dan *L. monocytogenes*). *Jurnal Ilmiah Biosaintropis*, 8(2): 18–31. DOI: 10.33474/e-jbst.v8i2.497
- Yulistiani, R., Raharjo, D., Sarofa, U., & Sabrina, D.A. 2023. Tingkat cemaran bakteri coliform dan *Escherichia coli* pada makanan dan minuman sebagai dampak kondisi higiene sanitasi di sentra kuliner Penjaringan Sari, Surabaya. *Teknologi Pangan: Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 14(1): 35–47. DOI: 10.35891/tp.v14i1.3565