

ARTIKEL

**AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK KAYU SECANG (*Caesalpinia sappan* L.) TERHADAP BAKTERI PATOGEN *Edwardsiella tarda* DAN *Edwardsiella ictaluri* PADA BUDIDAYA PERIKANAN**

[*Antibacterial Activity of Sappan Wood Extract (Caesalpinia sappan L.) Against Pathogenic bacteria Edwardsiella tarda and Edwardsiella ictaluri in Aquaculture*]

Ahmad Sazali\*, Ade Adriadi, Ashif Irvan Yusuf, Hasna Ul Maritsa, Annisa Juliana Siringo-Ringo, Hanny Faatihah Kise

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, Jl. Jambi - Muara Bulian No.KM. 15, Mendalo Darat, Kec. Jambi Luar Kota, Kabupaten Muaro Jambi, Jambi

**ABSTRAK**

Penyakit yang disebabkan oleh bakteri patogen merupakan salah satu permasalahan utama dalam budidaya perikanan di Provinsi Jambi. Salah satu penyakit yang terjadi pada ikan patin budidaya dikarenakan terinfeksi penyakit yang disebabkan oleh bakteri *Edwardsiella tarda* dan *Edwardsiella ictaluri* penyebab penyakit *Edwardsiellosis* dengan tingkat kematian di atas 50%. Sifat antibakteri dari tanaman secang (*Caesalpinia sappan*, L.) dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan dalam budidaya perikanan tersebut, sekaligus mengurangi pemakaian antibiotik dalam budidaya perikanan yang dapat berdampak buruk. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi antibakteri dari kayu secang (*Caesalpinia sappan*, L.), tanaman lokal yang diyakini memiliki aktivitas antimikroba yang kuat. Penelitian diawali dengan isolasi bakteri dan identifikasi bakteri dari ikan patin yang menunjukkan gejala terserang penyakit. Ekstraksi kayu secang dilakukan menggunakan pelarut ethanol 96%. Uji aktivitas antibakteri menggunakan metode difusi cakram dengan konsentrasi ekstrak 1%, 5% dan 10%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak kayu secang konsentrasi 5% memiliki kemampuan yang sangat kuat dalam menghambat pertumbuhan bakteri *E. tarda* dan *E. ictaluri* dengan zona hambat yang sama dengan antibiotik ciprofloxacin sebagai kontrol positif.

**Kata kunci:** *Caesalpinia sappan*, L., Ekstrak, Antibakteri, *Edwardsiella ictaluri*, *Edwardsiella tarda*

**ABSTRACT**

One of the main problems in aquaculture in the Jambi Province was the disease caused by pathogenic bacteria. One of the diseases in cultivated catfish is infection by the bacteria *Edwardsiella tarda* and *Edwardsiella ictaluri*, which cause *Edwardsiellosis* with a mortality rate above 50%. The antibacterial properties of sappanwood (*Caesalpinia sappan*, L.) extract may be used to overcome aquaculture problems and reduce antibiotic use and its negative impacts. This research aims to determine the antibacterial potential of sappanwood (*Caesalpinia sappan*, L.) extract, a local plant believed to possess potent antimicrobial activity. Bacteria were isolated and identified from catfish with symptoms of *Edwardsiellosis*. Sappanwood was extracted using 96% ethanol. The antibacterial activity was conducted using the disc diffusion method with 1%, 5%, and 10% extract concentrations. The research results indicated that sappanwood extract at a concentration of 5% has a very potent growth inhibition against *E. tarda* and *E. ictaluri* bacteria, with the inhibition zones equivalent to the antibiotic ciprofloxacin used as a positive control.

**Keywords:** *Caesalpinia sappan*, L., extract, antibacterial, *Edwardsiella ictaluri*, *Edwardsiella tarda*

## PENDAHULUAN

Provinsi Jambi merupakan salah satu daerah dengan potensi budidaya perikanan yang cukup besar dan dukungan sumber daya alam yang luas dengan banyak sungai dan danau serta memiliki kondisi iklim tropis yang cocok untuk pertumbuhan ikan. Data BPS Provinsi Jambi (2021) menunjukkan bahwa Jambi merupakan salah satu produsen ikan patin terbesar di Indonesia. Seiring peningkatan produksi dan permintaan akan produk budidaya perikanan mengakibatkan meningkatnya hama dan penyakit pada ikan, yang dapat membahayakan kelestarian sumber daya perikanan. Penyakit akibat infeksi bakteri menyebabkan kematian ikan dan merusak kelestarian sumber daya perikanan sehingga menyebabkan kerugian yang signifikan bagi petani.

Beberapa jenis bakteri yang sering menyebabkan kegagalan budidaya ikan patin di Indonesia adalah *Edwardsiella tarda* dan *Edwardsiella ictaluri*, penyebab penyakit ESC (*Enteric Septicemia of Catfish*) (A'yunin *et al.*, 2019). *Edwardsiellosis* dapat menimbulkan kematian lebih dari 50% pada ikan patin (Herlina *et al.*, 2019). *Edwardsiellosis* memiliki kemampuan untuk menyebar secara horizontal antara ikan yang terinfeksi dan ikan yang sehat. Bakteri penyebab penyakit ini dapat bertahan dalam air dan lumpur, sehingga lingkungan yang tidak memiliki ikan sakit pun dapat menjadi media bakteri dan memicu penyakit pada ikan (Narwiyani dan Kurniasih, 2011).

Selama ini upaya untuk pencegahan dan pengobatan infeksi bakteri pada ikan pada umumnya menggunakan antibiotik dan senyawa kimia. Namun, residu senyawa ini bisa berdampak negatif pada lingkungan perairan. Penggunaan antibiotik secara terus-menerus juga mengakibatkan resistensi pada bakteri patogen, sehingga penggunaan antibiotik tidak efektif (Apriyanto *et al.*, 2014).

Salah satu alternatif untuk mengatasi *Edwardsiellosis* adalah dengan menggunakan senyawa antibakteri alami dari ekstrak tanaman dengan keunggulan mudah didapat, ramah lingkungan dan murah. Salah satu tanaman yang memiliki aktivitas antibakteri adalah tanaman secang (*Caesalpinia sappan* L.). Menurut Kusmiati *et al.* (2014), kayu secang memiliki kandungan senyawa kimia seperti flavonoid, brazilin, tanin, saponin, brazilein dan sappanchalcone dan memiliki aktivitas antioksidan, antiinflamasi dan juga antibakteri. Ekstrak kayu secang memiliki potensi sebagai antibakteri terhadap beberapa jenis bakteri patogen Gram positif maupun Gram negatif. Ekstrak kayu secang menghambat pertumbuhan bakteri *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* (Kusmiati *et al.*, 2014) dan *Vibrio cholerae* (Nomer *et al.*, 2019), namun belum banyak data tentang aktivitas antibakteri ekstrak kayu secang terhadap bakteri patogen pada budidaya perikanan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi aktivitas antibakteri ekstrak kayu secang terhadap bakteri patogen *Edwardsiella tarda* dan *Edwardsiella ictaluri* pada budidaya perikanan sehingga terjadi gagal panen budidaya perikanan di provinsi Jambi. Dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif pengobatan ikan yang lebih aman dan ramah lingkungan dalam budidaya perikanan.

## BAHAN DAN CARA KERJA

### Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk kayu secang (*Caesalpinia sappan*, L.), isolat bakteri *E. tarda* dan *E. ictaluri* diisolasi dari ikan patin yang menunjukkan gejala terinfeksi *Edwardsiellosis*, etanol 96%, aquades, FeCl<sub>3</sub>, pereaksi Mayer, pereaksi besi (III) klorida, pereaksi Dragendorff, pereaksi Liebermann Burchard, pereaksi vanillin-asam sulfat, kloralhidrat, natrium hidroksida, media TSA (*Tryptic Soy Agar*) (Oxoid), TSB (*Tryptic Soy Broth*) (Oxoid), kertas cakram (Macherey-Nagel), dan ciprofloxacin.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *rotary evaporator*, timbangan analitik, *hot plate*, autoklaf, inkubator (Memmert), *laminar flow cabinet* (Esco), mikropipet (Dlab), tabung reaksi (Pyrex), cawan petri (Anumbra), Vortex mixer (oregon), bunsen dan jarum ose.

## Ekstraksi Kayu Secang

Serbuk kayu secang ditimbang sebanyak 1 kg, kemudian di maserasi dengan 3 liter ethanol 96% (1:3) selama 3 x 24 jam pada suhu kamar dan diaduk setiap 24 jam sekali. Maserat disaring, filtratnya dievaporasi menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 60°C dan putaran 120 rpm sampai didapat ekstrak kental.

## Skrining Fitokimia

Skrining fitokimia ekstrak etanol kayu secang meliputi uji alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, dan terpenoid (Listiyana *et al.*, 2023).

## Isolasi dan Identifikasi Bakteri

Bakteri diisolasi dari ikan patin dari Balai Budidaya Air Tawar Sungai Gelam Jambi yang menunjukkan gejala klinis terinfeksi. Bakteri diisolasi dari ginjal, kemudian dikultur pada media TSA dan diinkubasi dalam inkubator pada suhu 37 °C selama 18-24 jam. Koloni yang tumbuh diambil dan dimurnikan kembali pada media TSA dan diinkubasi selama 24 jam. Hasil biakan murni diidentifikasi secara morfologi dan biokimianya.

## Persiapan Suspensi Bakteri

Bakteri yang teridentifikasi kemudian diremajakan terlebih dahulu menggunakan media TSB selama 18-24 jam. Suspensi bakteri yang digunakan setara dengan standar Mc Farland 0,5. Suspensi bakteri disiapkan sebanyak 1 ml untuk masing-masing perlakuan.

## Uji Aktivitas Antibakteri

Uji aktivitas antibakteri ekstrak kayu secang (*Caesalpinia sappan* L.) dilakukan dengan metode difusi agar dengan menggunakan kertas cakram (paper disc) berdiameter 6 mm yang telah disterilkan. Kertas cakram direndam selama 1 jam dengan ekstrak kayu secang pada masing-masing konsentrasi yaitu konsentrasi 1%, 5%, dan 10%, setiap konsentrasi larutan dilarutkan dengan aquades sambil dipanaskan menggunakan *hotplate* pada suhu 50 °C selama 30 detik dan dihomogenkan menggunakan vortex. Kertas cakram juga direndam pada ciprofloxacin 5% sebagai kontrol positif dan aquades sebagai kontrol negatif. Setiap perlakuan diulang sebanyak 4 kali.

Media TSA diinokulasi dengan bakteri *E. tarda* dan *E. ictaluri* kemudian diinkubasi pada suhu 37 °C selama 18-24 jam. Setelah inkubasi, diameter zona hambat yang terbentuk diukur menggunakan jangka sorong secara vertikal dan horizontal. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji *Duncan New Multiple Range Test* (DNMRT).

## HASIL

### Ekstraksi dan Skrining Fitokimia

Ekstrak ethanol pekat dari kayu secang berwarna coklat kemerahan, dengan aroma khas kayu secang. Total ekstrak yang diperoleh 108,5 gr, sehingga ekstrak yang dihasilkan memiliki rendemen 10,85%. Hasil skrining fitokimia ekstrak kayu secang menunjukkan bahwa ekstrak etanol kayu secang mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, tanin, saponin dan terpenoid (Tabel 1.).

**Tabel 1.** Kandungan Fitokimia Ekstrak Kayu Secang (*Phytochemical compounds of sappanwood extract*)

Bahan (Sample)	Senyawa Metabolit (Metabolite Compound)				
	Alkaloid	Flavonoid	Tanin	Saponin	Terpenoid
Ekstrak Kayu Secang ( <i>Sappanwood Extract</i> )	+	+	+	+	+

Keterangan (Notes): (+): mengandung senyawa, (-): tidak mengandung senyawa, ((+): *contains compounds*, (-): *does not contain compounds*).

## Identifikasi Bakteri

Hasil isolasi bakteri dari organ ginjal ikan patin didapatkan 10 isolat yang mempunyai karakter yang berbeda. Kemudian didapatkan 2 isolat yang berhasil teridentifikasi sebagai *E. tarda* dan *E. ictaluri*. Karakteristik -masing masing bakteri tersaji pada Tabel 2.

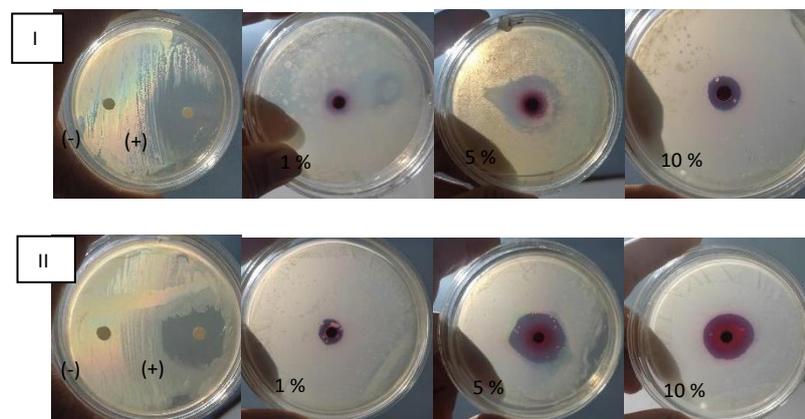
**Tabel 2.** Karakteristik Biokimia Bakteri *E. tarda* dan *E. ictaluri* (Biochemical Characteristics of *E. tarda* and *E. ictaluri*)

Parameter	<i>E. tarda</i>	<i>E. ictaluri</i>
Gram	Negatif	Negatif
Bentuk	Batang	Batang
MacConkey	+	+
TSIA	K/A	K/A
H <sub>2</sub> S	+	-
Motilitas	+	-
Katalase	+	+
Oksidase	-	-
Indol	+	-
MR/VP	+/-	-/-
Urea	-	-
Citrate	-	-
Glukosa	+	+
Sukrosa	-	-
Maltosa	+	-
Manitol	-	-
Sorbitol	-	-
Trehalosa	-	-
Arabinosa	-	-
Xilosa	-	-

Keterangan (Notes): K (Alkalis), A (Asam) (*K(Alkaline), A (Acid)*)

## Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kayu Secang

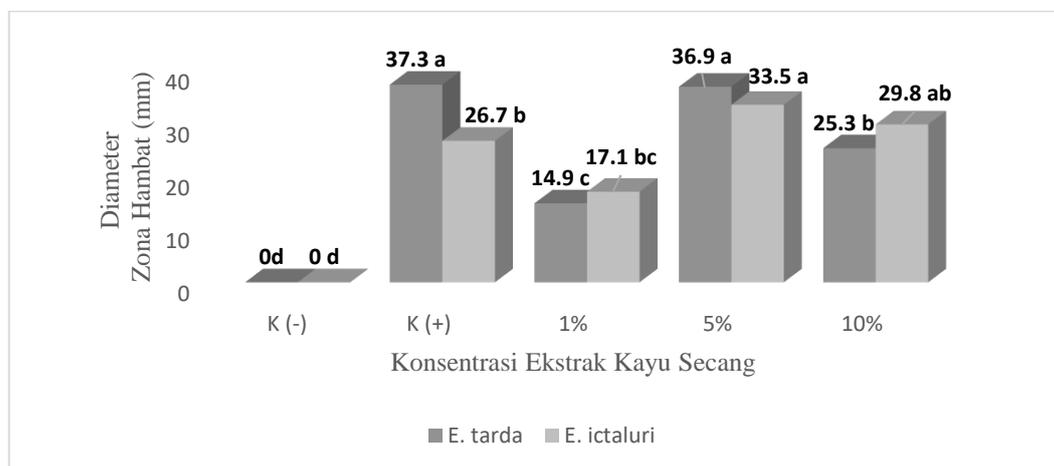
Ekstrak kayu secang (1%, 5% dan 10%) dilarutkan dengan aquades sambil dipanaskan dan di vortex sehingga terlarut sempurna. Hasil uji antibakteri ekstrak kayu secang menunjukkan terbentuknya zona hambat terhadap bakteri *E. tarda* dan *E. ictaluri* setelah 24 jam inkubasi (Gambar 1.) Rerata zona hambat disajikan pada Tabel 3.



**Gambar 1.** Zona hambat ekstrak kayu secang pada konsentrasi 1%, 5%, dan 10%, kontrol negatif (aquades), dan kontrol positif (ciprofloxacin 5%) terhadap (I) *Edwardsiella tarda*, dan (II) *Edwardsiella ictaluri*. (Inhibition zone of sappanwood extract at concentrations of 1%, 5%, and 10%, negative control (aquadest), positive control (5% ciprofloxacin) against (I) *Edwardsiella tarda*, and (II) *Edwardsiella ictaluri*.)

**Tabel 3.** Rata-rata diameter zona hambat ekstrak kayu secang terhadap pertumbuhan bakteri *E. tarda* dan *E. ictaluri* (The average diameter of zone inhibition of sappanwood extract against *E. tarda* and *E. ictaluri*)

Konsentrasi (Concentration)	<i>E. tarda</i>		<i>E. ictaluri</i>	
	Diameter Zona hambat (Inhibition Zone Diameter) (mm)	Kategori daya hambat (Inhibition Zone Category)	Diameter Zona hambat (Inhibition Zone Diameter) (mm)	Kategori daya hambat (Inhibition Zone Category)
Kontrol Negatif	0,0 ± 0,0 d	Tidak ada	0,0 ± 0,0 d	Tidak ada
Kontrol Positif	37,3 ± 1,5 a	Sangat Kuat	26,7 ± 1,2 b	Sangat Kuat
1%	14,9 ± 1,3 c	Kuat	17,1 ± 0,1 bc	Kuat
5%	36,9 ± 0,8 a	Sangat Kuat	33,5 ± 0,7 a	Sangat Kuat
10%	25,3 ± 1,1 b	Sangat Kuat	29,8 ± 0,4 ab	Sangat Kuat



**Gambar 2.** Diagram batang zona hambat ekstrak kayu secang. Notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan di antara perlakuan. (Bar chart of the inhibition zones of sappan wood extract. Different letter notations indicate differences among treatments).

## PEMBAHASAN

Rendemen ekstrak etanol kayu secang adalah 10,85%. Hasil ini menunjukkan bahwa proses ekstraksi yang dilakukan telah memenuhi parameter standar mutu dari Farmakope Herbal Indonesia (FHI), bahwa rendemen ekstrak etanol kayu secang tidak kurang dari 8,1% (Kemenkes RI, 2017). Hasil skrining fitokimia ekstrak kayu secang menunjukkan adanya senyawa alkaloid, flavonoid, tanin, saponin dan terpenoid. Hasil skrining fitokimia ini sama dengan hasil penelitian Listiyana *et al.*, (2023). Keberadaan semua jenis senyawa metabolit sekunder tersebut mempunyai peran sebagai zat yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri. Menurut Nirmal & Panichayupakaranant (2015), Komponen utama dalam kayu secang adalah senyawa brazilin yang merupakan turunan dari senyawa flavonoid, telah terbukti memiliki berbagai aktivitas seperti antioksidan, antiinflamasi, dan antibakteri yang sangat kuat. Efek bakterisidal dari senyawa brazilin dikaitkan dengan kemampuannya menghambat sintesis DNA dan protein didalam sel.

Bakteri yang digunakan dalam penelitian ini adalah *E. tarda* dan *E. ictaluri* yang diisolasi dari ikan patin dengan gejala *Edwardsiellosis*. Menurut Indriasari *et al.* (2020) *Edwardsiellosis* memiliki gejala klinis berupa luka pada tubuh ikan, insang dan sirip yang rusak, dan organ dalam yang mengalami pembengkakan dan terdapat bercak putih. Pada penelitian ini bakteri diisolasi dari

organ target yaitu ginjal yang mengalami pembengkakan dan terdapat bercak putih. Isolasi bakteri menunjukkan adanya 10 isolat berhasil tumbuh, 2 isolat menunjukkan karakter morfologi yang sama dengan karakter *E. tarda* dan *E. ictaluri* diidentifikasi lebih lanjut. Berdasarkan hasil identifikasi, karakteristik bakteri *E. tarda* yang diisolasi sesuai dengan karakteristik pada A'yunin *et al.*, (2020) yaitu golongan bakteri Gram negatif, berbentuk batang pendek, menghasilkan indol dan H<sub>2</sub>S, serta dapat memfermentasi maltosa. Karakteristik koloni *E. tarda* memiliki warna kekuning-kuningan, tersebar dan terpisah serta pertumbuhan koloni yang tebal. Sementara, karakteristik bakteri *E. ictaluri* mempunyai ciri koloni putih halus, kecil tidak terpisah, bentuk bulat, elevasi cembung. Karakteristik *E. ictaluri* sesuai dengan karakteristik pada Mawardi, *et al.* (2018) yaitu merupakan golongan bakteri Gram negatif, berbentuk batang pendek, oksidase negatif, non-motil, tidak dapat menghasilkan indol dan H<sub>2</sub>S.

Ekstrak kayu secang menunjukkan sifat antibakteri terhadap *E. tarda* dan *E. ictaluri*, yang dapat diamati dari pembentukan zona hambat di sekitar kertas cakram pada setiap konsentrasi uji (lihat Gambar 1). Hasil dari Tabel 3 mengindikasikan bahwa zona hambat yang terbentuk dengan variasi konsentrasi 1%, 5%, dan 10% terhadap bakteri *E. tarda* dan *E. ictaluri* memiliki nilai diameter yang bervariasi, mencerminkan kategori kekuatan antibakteri yang berbeda. Setiap konsentrasi yang diuji menunjukkan kekuatan zona hambat yang dapat diklasifikasikan sebagai kuat hingga sangat kuat. Menurut Davis and Stout (1971) dalam Nomer *et al.*, (2019), kategori daya hambat pada diameter penghambatan dikelompokkan menjadi empat kategori, yaitu <5 mm lemah, 5-10 mm sedang, 10-20 mm kuat, dan > 20 mm sangat kuat.

Besar nilai diameter zona hambat menjadi indikator kemampuan aktivitas antibakteri, di mana semakin besar nilai zona hambat, semakin efektif sifat antibakteri dari senyawa bioaktif yang dikandungnya. Pada penelitian ini meningkatnya konsentrasi tidak selalu meningkatkan diameter zona hambat. Diameter zona hambat pada konsentrasi 10% tidak lebih besar dibandingkan dengan konsentrasi 5%, meskipun kedua konsentrasi tersebut termasuk kedalam kategori sangat kuat dalam menghambat pertumbuhan masing-masing bakteri baik *E. tarda* dan *E. ictaluri*. Penurunan diameter penghambatan pada konsentrasi 10% pada *E. tarda* dan *E. ictaluri* dapat terjadi karena ekstrak tidak mampu berdifusi dengan baik. Menurut Nomer *et al.*, (2019), konsentrasi ekstrak yang terlalu tinggi mengakibatkan ekstrak tidak mampu untuk berdifusi secara optimal ke dalam medium yang mengandung inokulum. Hal ini disebabkan konsentrasi ekstrak telah mencapai tingkat kejenuhan, sehingga senyawa-senyawa aktif di dalam ekstrak tidak dapat larut sepenuhnya. Akibatnya, pada konsentrasi tertinggi 10%, tidak terjadi peningkatan dalam ukuran zona hambatan.

Diameter daerah hambat pada konsentrasi 5% ekstrak kayu secang terhadap bakteri *E. tarda* tidak berbeda nyata dengan ciprofloxacin. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi 5% ekstrak kayu secang mempunyai aktivitas antibakteri sama dengan antibiotik Ciprofloxacin. Diameter daerah hambat pada 5% ekstrak kayu secang terhadap *E. ictaluri* lebih besar secara nyata dibandingkan dengan antibiotik ciprofloxacin. Hal ini menandakan bahwa aktivitas antibakteri 5% ekstrak kayu secang lebih baik dibandingkan dengan antibiotik ciprofloxacin.

Kemampuan ekstrak kayu secang dalam menghambat pertumbuhan *E. tarda* dan *E. ictaluri* tidak terlepas dari keberadaan senyawa metabolit sekunder yang terkandung di dalamnya. Senyawa metabolit sekunder inilah yang berperan sebagai antimikroba sehingga terbentuk zona bening di sekitar kertas cakram (Gambar 1). Selain mengandung brazilin sebagai konstituen utamanya, kayu secang mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, tanin, terpenoid dan saponin yang juga berperan sebagai antibakteri. Senyawa alkaloid mempunyai kemampuan merusak DNA yang mengakibatkan kematian pada bakteri (Listiyana *et al.*, 2023). Saponin memiliki efek antibakteri dengan mengganggu stabilitas membran sel bakteri, mengakibatkan aksi bakterisidal dalam sel (Armedita *et al.*, 2018). Flavonoid bekerja dengan merusak membran sitoplasma sel bakteri (Mayasari & Sapitri, 2019). Tanin dapat menonaktifkan sel mikroba pada permukaan sel melalui enzim yang terkait dengan membran sel dan polipeptida dinding sel (Rahman *et al.*, 2017) dan terpenoid dapat bereaksi dengan porin pada membran luar dinding sel bakteri, membentuk ikatan polimer yang kuat sehingga mengurangi permeabilitas dinding sel bakteri (Retnowati *et al.*, 2011).

## KESIMPULAN

Ekstrak kayu secang konsentrasi 1%, 5% dan 10% memiliki aktivitas antibakteri terhadap *E. tarda* dan *E. ictaluri* dengan kategori zona hambat kuat – sangat kuat. Zona hambat 5% ekstrak kayu secang tidak berbeda nyata dengan antibiotik ciprofloxacin terhadap *E. tarda*. Zona 5% ekstrak kayu secang lebih besar secara nyata dibandingkan antibiotik ciprofloxacin terhadap bakteri *E. ictaluri*. Konsentrasi ekstrak kayu 5 % adalah konsentrasi optimum untuk menghambat pertumbuhan bakteri *E. tarda* dan *E. ictaluri*, yang merupakan bakteri patogen pada budidaya perikanan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Fakultas Sains dan Teknologi karena telah membiayai penelitian ini yang bersumber dari dana DIPA PNBP Fakultas. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

## KONTRIBUSI PENULIS

AS: Membuat konsep penelitian, mengumpulkan data penelitian, melakukan investigasi hasil, membuat draft artikel, merevisi naskah akhir, AA: Menghimpun kegiatan administrasi dalam penelitian, membuat konsep penelitian, membuat draft artikel, AIY: Melakukan investigasi hasil, membuat draft artikel, merevisi naskah akhir, HUM: Menghimpun kegiatan administrasi penelitian, mengumpulkan data penelitian, membuat draft artikel, AJS: Mengumpulkan data penelitian, melakukan investigasi hasil, HFK: Mengumpulkan data penelitian, melakukan investigasi hasil.

## DAFTAR PUSTAKA

- A'yunin, Q., H. Kartikaningsih., S.Andayani., M. Surantika. D., Fariedah., Fani., A. Soeprijanto., N. A. Bai. 2019. Efikasi Oxytetracycline Terhadap Kesehatan Ikan Lele (*Clarias* sp.) Yang Diinfeksi Bakteri *Edwardsiella tarda*. *Journal Of Fisheries And Marine Research*. 3(1), pp. 105-110.
- A'yunin, Q., Budianto., Andayani S., Pratiwi, D.C. 2020. Analisis Kondisi Kesehatan Ikan Patin *Pangasius* sp. Yang Terinfeksi Bakteri *Edwardsiella tarda*. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 9(2), pp. 164 – 172.
- Apriyanto H., E. Harpeni, A. Setiyawan, dan Tarsim. 2014. Pemanfaatan Ekstrak Buah *Rhizophora* sp. Sebagai Anti Bakteri Terhadap Bakteri Patogen Ikan Air Tawar. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*. 3(1), pp. 289-296.
- Armedita, D., Asfrizal, V., Amir, M. 2018. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun, Kulit Batang, dan Getah Angsana (*Pterocarpus indicus* Willd) terhadap Pertumbuhan *Streptococcus mutans*. *ODONTO Dental Journal*, 5(1), pp. 1-7.
- Davis, W.W., Stout, T.R., 1971, Disc Plate Method of Microbiological Antibiotic Assay, *Appl. Microbiol.*, 4 (22), pp. 666-670.
- Herlina, C., Yanuhar, U., Maftuch. 2019. Uji In Vitro Dan Karakter Protein Ekstraseluler (Ecp) *Edwardsiella tarda* Dengan Konsentrasi Ethanol Berbeda. *Journal of Fisheries Science and Technology*, 15(2), pp. 105-111.
- Indriasari, Dewantoro, E., Prasetio, E. 2020. Identifikasi Bakteri *Edwardsiella Tarda* Yang Menginfeksi Ikan Lele (*Clarias Batrachus*) Pada Beberapa Pembudidaya Ikan Di Kecamatan Sungai Raya Kabupaten Kubu Raya. *Borneo Akuatika*, 2(1), pp. 30-38.
- Kementrian Kesehatan Republik Indonesia. 2017. Farmakope Herbal Indonesia Edisi II, pp. 398-402.
- Kusmiati, Dameria dan D. Priyadi, 2014. Analisa Senyawa Aktif Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L.) Yang Berpotensi Sebagai Antimikroba. *Seminar Nasional Teknologi Industri Hijau 1*, pp. 169-174.
- Listiyana, F.I., Hafshah, M., Latifah, R.N. 2023. Antibacterial Activity Test of Secang Wood (*Caesalpinia sappan* L.) Ethanol Extract Against *Streptococcus mutans*. *Al-Kimia*, 11(1), pp. 47-56.

- Mawardi, M., Jaelani, Zainun, Z., Mundayana, Y., Chilora, B.S., Hardi, E.H. 2018. Identification and characterization of *Edwardsiella ictaluri* from diseased *Pangasius pangasius*, cultured in Cirata Lake, Indonesia. *Biodiversitas*, 19(3), pp. 816-822.
- Mayasari, U., Sapitri, A. 2019. Uji Aktivitas Antibakteri Daun Sereh Wangi (*Cymbopogon nardus*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Streptococcus mutans*. *Klorofil*, 3(2), pp. 15–19.
- Narwiyani S., Kurniasih. 2011. Phylogenetic tree dari empat isolat *Edwardsiella tarda* di Indonesia, *Biota*. 16(2), pp. 348–353.
- Nirmal, N.P., Panichayupakaranant, P. 2015. Antioxidant, antibacterial, and anti-inflammatory activities of standardized brazilin-rich *Caesalpinia sappan* extract. *Pharmaceutical Biology*, 53(9), pp. 1339-1343.
- Nomer, N.M.G.R., Duniaji, A.S., Nocianitri, K A. 2019. Kandungan Senyawa Flavonoid Dan Antosianin Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L.) Serta Aktivitas Antibakteri Terhadap *Vibrio cholerae*. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*, 8(2), pp. 216.
- Retnowati Y., Bialangi N., Posangi N.W. 2011. Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* Pada Media Yang Diekspos Dengan Infus Daun Sambilotto (*Andrographis paniculata*). *Saintek*. 6(2), pp.1-9.