

EVALUASI EKSTRAK *Curcuma* sp. TERHADAP KINERJA PERTUMBUHAN, RESPONS IMUN, DAN RESISTANSI IKAN PATIN YANG DIINFEKSI *Aeromonas hydrophila*

ADE DWI SASANTI



**PROGRAM DOKTOR ILMU AKUAKULTUR
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi dengan judul “Evaluasi Ekstrak *Curcuma* sp. terhadap Kinerja Pertumbuhan, Respons Imun, dan Resistansi Ikan Patin yang Diinfeksi *Aeromonas hydrophila*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir disertasi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2025

Ade Dwi Sasanti
C161190101



RINGKASAN

ADE DWI SASANTI. Evaluasi Ekstrak *Curcuma* sp. terhadap Kinerja Pertumbuhan, Respons Imun, dan Resistansi Ikan Patin yang Diinfeksi *Aeromonas hydrophila*. Dibimbing oleh WIDANARNI, SUKENDA, DINAMELLA WAHJUNINGRUM, MUNTI YUHANA, dan MIA SETIAWATI.

Ekspor patin (*Pangasianodon hypophthalmus*) dari Indonesia diprediksi meningkat setiap tahunnya, sehingga mendorong peningkatan produksi budidaya ikan patin. Tantangan dalam budidaya ikan patin adalah adanya penyakit *Motile Aeromonads Septicemia* (MAS) yang disebabkan oleh *Aeromonas hydrophila*. Penyakit MAS dapat memengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan. Pemanfaatan fitobiotik yang berasal dari tanaman *Curcuma* sp., dapat menjadi salah satu alternatif untuk meningkatkan kinerja pertumbuhan, respons imun dan resistansi ikan patin terhadap infeksi. Tujuan umum penelitian ini adalah mengevaluasi ekstrak *C. zedoaria*, *C. aeruginosa* dan *C. mangga* terhadap kinerja pertumbuhan, respons imun, dan resistansi ikan patin yang diinfeksi *A. hydrophila*.

Penelitian tahap pertama bertujuan mengidentifikasi senyawa bioaktif dan menguji aktivitas antibakteri ekstrak *C. zedoaria*, *C. aeruginosa* dan *C. mangga* terhadap bakteri *A. hydrophila*. Ketiga ekstrak tersebut diperoleh dari hasil maserasi menggunakan etanol 70 % sebagai pelarut dengan perbandingan 1:5 (w/v). Senyawa yang terkandung dalam ekstrak diidentifikasi melalui analisis fitokimia, kemudian dilanjutkan dengan analisis menggunakan *gas chromatography-mass spectrophotometry* (GC-MS). Hasil analisis fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak *C. zedoaria* mengandung quercetin (flavonoid) dan kurkumin tertinggi dibandingkan ekstrak lainnya. Senyawa tanin, saponin, total flavonoid dan total fenol tertinggi terdapat pada ekstrak *C. aeruginosa*, sedangkan antioksidan tertinggi terdapat pada ekstrak *C. mangga*. Analisis GC-MS mendeteksi senyawa 1,2,3-propanetriol dengan persentase area tertinggi pada ekstrak *C. zedoaria*. Pada ekstrak *C. aeruginosa* dan *C. mangga* persentase area tertinggi ada pada senyawa neocurdione dan (E)-Labda-8(17), 12-dien-15, 16-dial. Ekstrak *C. zedoaria*, *C. aeruginosa* dan *C. mangga* memiliki aktivitas antibakteri terhadap *A. hydrophila* yang ditunjukkan dengan adanya zona hambat sebesar 9,37 sampai 14,40 mm. Ketiga ekstrak tersebut memiliki nilai *minimum inhibitory concentration* (MIC) sebesar 6,25 mg mL⁻¹ dan 50 mg mL⁻¹ untuk *minimum bactericidal concentration* (MBC) terhadap *A. hydrophila*.

Penelitian tahap kedua bertujuan untuk mengevaluasi ekstrak *C. zedoaria*, *C. aeruginosa*, dan *C. mangga* terhadap respons fisiologis, biokimia darah, morfometrik dan komposisi mikrobiota usus serta kinerja pertumbuhan ikan patin. Penelitian dirancang menggunakan rancangan acak lengkap lima perlakuan dengan tiga ulangan. Perlakuan yang diberikan terdiri dari kontrol (K), ekstrak *C. zedoaria* 6,25 g kg⁻¹ pakan (CZ), ekstrak *C. aeruginosa* 6,25 g kg⁻¹ pakan (CA), ekstrak *C. mangga* 6,25 g kg⁻¹ pakan (CM), dan kombinasi ekstrak *C. zedoaria* 2,1 g kg⁻¹ + ekstrak *C. aeruginosa* 2,1 g kg⁻¹ + ekstrak *C. mangga* 2,1 g kg⁻¹ pakan (CC). Ikan patin dengan panjang 10,0±0,5 cm sebanyak 20 ekor dipelihara dalam akuarium berukuran 50 cm × 40 cm × 35 cm, densitas 1 ekor 2,2 L⁻¹ dan diberi pakan perlakuan dua kali sehari secara *at satiation* selama 30 hari. Hasil penelitian menunjukkan suplementasi ekstrak dalam pakan dapat meningkatkan aktivitas

enzim pencernaan (protease, amilase, dan lipase), biokimia darah, morfometrik usus, dan memodulasi mikrobiota usus. Bakteri menguntungkan seperti *Acaryochloris thomasi*, *Actinomadura* sp., *Arenimonas maotaiensis*, *Aureibacillus halotolerans*, dan *Bifidobacterium mongoliense* terdeteksi mendominasi dan hanya ditemukan pada perlakuan CA. Bakteri menguntungkan lainnya seperti *Bacillus cereus*, *Bacillus licheniformis*, dan *Lactobacillus crispatus* ditemukan mendominasi hanya pada perlakuan CZ, CM, dan CC sedangkan pada perlakuan K terdeteksi bakteri *Aeromonas salmonicida* dan *A. veronii* yang tidak ditemukan di perlakuan lainnya. Pemberian 6,25 g kg⁻¹ ekstrak *C. zedoaria*, *C. aeruginosa*, dan *C. mangga* serta kombinasi ketiganya mampu meningkatkan kinerja pertumbuhan ikan patin dengan hasil terbaik pada pemberian ekstrak *C. aeruginosa*.

Penelitian tahap ketiga bertujuan untuk mengevaluasi ekstrak *C. zedoaria*, *C. aeruginosa*, dan *C. mangga* terhadap respons imun dan resistansi ikan patin yang diinfeksi *A. hydrophila*. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari enam perlakuan yaitu: KN (kontrol negatif), KP (kontrol positif), CZ (ekstrak *C. zedoaria* 6,25 g kg⁻¹ pakan), CA (ekstrak *C. aeruginosa* 6,25 g kg⁻¹ pakan), CM (ekstrak *C. mangga* 6,25 g kg⁻¹) dan CC (Kombinasi ekstrak *C. zedoaria* 2,1 g kg⁻¹ + ekstrak *C. aeruginosa* 2,1 g kg⁻¹ + ekstrak *C. mangga* 2,1 g kg⁻¹). Ikan patin dengan panjang 10,0±0,5 cm sebanyak 20 ekor dipelihara dalam akuarium berukuran 50 cm × 40 cm × 35 cm, densitas 1 ekor 2,2 L⁻¹ dan diberi pakan perlakuan dua kali sehari secara *at satiation* selama 30 hari. Uji tantang dilakukan pada hari ke 31 pada akuarium KP, CZ, CA, CM, dan CC, dengan menginjeksi suspensi *A. hydrophila* (10⁶ cfu mL⁻¹) secara *intramuscular*. Hasil penelitian menunjukkan ekstrak *C. zedoaria*, *C. aeruginosa*, dan *C. mangga* mampu menstimulasi ekspresi gen interferon-γ2a dan b, interleukin-1β, meningkatkan respons imun, dan menekan populasi *A. hydrophila* di usus, ginjal, dan hati ikan patin. Ikan patin yang diberi perlakuan CZ dan CM memiliki nilai kelangsungan hidup relatif sebesar 85,71±6,19 %, perlakuan CA dan CC menghasilkan kelangsungan hidup relatif masing-masing sebesar 82,14±6,19 % dan 75,00±6,1 9%. Penambahan ekstrak *C. zedoaria*, *C. aeruginosa*, dan *C. mangga* pada konsentrasi 6,25 g kg⁻¹ pakan mampu meningkatkan resistansi ikan patin terhadap infeksi *A. hydrophila*.

Hasil dari seluruh rangkaian penelitian menunjukkan, ekstrak *C. zedoaria*, *C. aeruginosa*, dan *C. mangga* mengandung senyawa bioaktif yang dapat menghambat pertumbuhan *A. hydrophila* secara *in vitro*. Penambahan 6,25 mg kg⁻¹ pakan ekstrak *C. zedoaria*, *C. aeruginosa*, dan *C. mangga* meningkatkan kinerja pertumbuhan dan memodulasi keragaman mikrobiota usus ikan patin. Selain itu, ketiga ekstrak tersebut juga mampu meningkatkan respons imun dan resistansi ikan patin terhadap infeksi *A. hydrophila*.

Kata kunci: *Aeromonas hydrophila*., *Curcuma* sp., *Pangasius* sp., respons imun



SUMMARY

ADE DWI SASANTI. Evaluation of *Curcuma* sp. Extract on Growth Performance, Immune Response, and Resistance of Striped Catfish Infected with *Aeromonas hydrophila*. Supervised by WIDANARNI, SUKENDA, DINAMELLA WAHJUNINGRUM, MUNTI YUHANA, and MIA SETIAWATI.

Striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) exports from Indonesia are predicted to increase every year, thus encouraging an increase in striped catfish farming production. The challenge in striped catfish farming is the presence of Motile Aeromonads Septicemia (MAS) disease caused by *Aeromonas hydrophila*. MAS disease can affect the growth and survival of fish. Utilization of phytobiotics derived from *Curcuma* sp. plants, can be an alternative to improve growth performance, immune response and resistance of striped catfish to *A. hydrophila* infection. The general objective of this study was to evaluate extracts of *C. zedoaria*, *C. aeruginosa*, and *C. mangga* to improve growth performance, immune response and resistance of striped catfish to *A. hydrophila*.

The first phase of the study aimed to identify the compounds in the extracts of *C. zedoaria*, *C. aeruginosa*, and *C. mangga* and test their antibacterial activity against *A. hydrophila*. Extracts of *C. zedoaria*, *C. aeruginosa*, and *C. mangga* were obtained from maceration method using 70 % ethanol as solvent with a ratio of 1:5 (w/v). The compounds contained in the extracts were identified through phytochemical analysis, then continued with analysis using gas chromatography-mass spectrophotometry (GC-MS). The phytochemical analysis showed that *C. zedoaria* extract contained the highest quercetin (flavonoid) and curcumin compared to other extracts. The highest tannin, saponin, total flavonoids and total phenolic compounds were found in *C. aeruginosa* extract, while the highest antioxidant was found in *C. mangga* extract. GC-MS analysis detected the compound 1,2,3-propanetriol with the highest percentage area in *C. zedoaria* extract. In *C. aeruginosa* and *C. mangga* extracts, the highest percentage area was in the active compounds of neocurdione, and (E)-Labda-8(17), 12-dien-15, 16-dial. Extracts of *C. zedoaria*, *C. aeruginosa*, and *C. mangga* have antibacterial activity against *A. hydrophila* as indicated by the inhibition zone of 9.37 to 14.40 mm. The three extracts have the same minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC) values of 6.25 mg mL⁻¹ and 50 mg mL⁻¹, respectively, against *A. hydrophila*.

The second phase of the study was designed to evaluate *C. zedoaria*, *C. aeruginosa*, and *C. mangga* extracts on physiological responses, blood biochemistry, morphometry and gut microbiota composition as well as growth performance of striped catfish. The study was designed using a completely randomized design with five treatments and three replications. The treatments consisted of control (K), *C. zedoaria* extract 6.25 g kg⁻¹ feed (CZ), *C. aeruginosa* extract 6.25 g kg⁻¹ feed (CA), *C. mangga* extract 6.25 g kg⁻¹ feed (CM), and a combination of *C. zedoaria* extract 2.1 g kg⁻¹ feed + *C. aeruginosa* extract 2.1 g kg⁻¹ feed + *C. mangga* extract 2.1 g kg⁻¹ feed (CC). Twenty striped catfish with a length of 10.0±0.5 cm were kept in aquariums of 50 cm × 40 cm × 35 cm aquaria, a density of one fish per 2.2 L and fed with the treatment diet twice a day at satiation for 30 days. The results of the study showed that supplementation of extracts in feed can enhance digestive enzyme activity (protease, amylase, and lipase), blood biochemistry, improve intestinal morphometrics, and modulate the gut microbiota. The beneficial bacteria such as

Acaryochloris thomasi, *Actinomadura* sp., *Arenimonas maotaiensis*, *Aureibacillus halotolerans*, and *Bifidobacterium mongoliense* were detected as dominant and found only in the CA treatment. While other beneficial bacteria such as, *Bacillus cereus*, *Bacillus licheniformis*, and *Lactobacillus crispatus* were found to dominate only in the CZ, CM, and CC treatments, while in the K treatment, *Aeromonas salmonicida* and *A. veronii* bacteria were detected, which were not found in other treatments. The administration of 6.25 g kg⁻¹ of extrates from *C. zedoaria*, *C. aeruginosa*, and *C. mangga*, as well as their combination, was able to improve fish growth performance, with the best results observed with the administration of *C. aeruginosa* extract.

The third phase of the study aimed to evaluate the extracts of *C. zedoaria*, *C. aeruginosa*, and *C. mangga* on the immune response and resistance of striped catfish infected with *A. hydrophila*. The study used a completely randomized design consisting of six treatments, namely KN (negative control), KP (positive control), CZ (*C. zedoaria* extract 6.25 g kg⁻¹ feed), CA (*C. aeruginosa* extract 6.25 g kg⁻¹ feed), CM (*C. mangga* extract 6.25 g kg⁻¹ feed), and CC (combination of *C. zedoaria* extract 2.1 g kg⁻¹ feed + *C. aeruginosa* extract 2.1 g kg⁻¹ feed + *C. mangga* extract 2.1 g kg⁻¹ feed (P4). Twenty striped catfish with a length of 10.0±0.5 cm were kept in aquariums of 50 cm × 40 cm × 35 cm aquaria, a density of one fish per 2.2 L and fed with the treatment diet twice a day at satiation for 30 days. The challenge test was conducted on day 31 at KP, CZ, CZ, CM, and CC, by injecting *A. hydrophila* cells suspension (10⁶ CFU mL⁻¹) intramuscularly. The results showed that extracts of *C. zedoaria*, *C. aeruginosa*, and *C. mangga* stimulated gene expression of interferon-γ2a and b, interleukin-1β, increased immune response, and suppressed the population of *A. hydrophila* in the gut, kidneys, and liver of striped catfish. Striped catfish treated with CZ and CM had a relative survival value of 85.71±6.19 %, CA and CC treatments resulted in survival of 82.14±6.19 % and 75.00±6.19 %, respectively. The addition of *C. zedoaria*, *C. aeruginosa*, and *C. mangga* extracts at a concentration of 6.25 mg kg⁻¹ feed can increase the resistance of striped catfish to *A. hydrophila* infection.

The results of this entire series of studies showed that *C. zedoaria*, *C. aeruginosa*, and *C. mangga* extracts contain bioactive compounds that can inhibit the growth of *A. hydrophila* in vitro. The addition of 6.25 mg kg⁻¹ feed extracts of *C. zedoaria*, *C. aeruginosa*, and *C. mangga* improved growth performance and modulate the diversity of striped catfish gut microbiota. In addition, the three extracts were also able to increase the immune response and resistance of striped catfish to *A. hydrophila* infection.

Keywords: *Aeromonas hydrophila*., *Curcuma* sp., immune response, *Pangasius* sp..



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta Milik IPB, Tahun 2025

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah; dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB

**EVALUASI EKSTRAK *Curcuma* sp. TERHADAP KINERJA
PERTUMBUHAN, RESPONS IMUN, DAN RESISTANSI IKAN PATIN
YANG DIINFEKSI *Aeromonas hydrophila***

ADE DWI SASANTI

Disertasi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Doktor pada
Program Studi Ilmu Akuakultur

**PROGRAM DOKTOR ILMU AKUAKULTUR
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tertutup Disertasi:

- 1 Prof. Dr. Alimuddin, S.Pi., M.Sc.
- 2 Dr. Ferdinand Hukama Taqwa, S.Pi., M.Si

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Terbuka Disertasi:

- 1 Prof. Dr. Alimuddin, S.Pi., M.Sc.
- 2 Dr. Ferdinand Hukama Taqwa, S.Pi., M.Si

Judul Disertasi : Evaluasi Ekstrak *Curcuma* sp. terhadap Kinerja Pertumbuhan, Respons Imun, dan Resistansi Ikan Patin yang Diinfeksi *Aeromonas hydrophila*
Nama : Ade Dwi Sasanti
NIM : C161190101

Hak Cipta milik IPB University

Hak Cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Widanarni, M.Si.



Pembimbing 2:
Prof. Dr. Ir. Sukenda, M.Sc.



Pembimbing 3:
Dr. Dinamella Wahjuningrum, S.Si., M.Si.



Pembimbing 4:
Prof. Dr. Munti Yuhana, S.Pi., M.Si.



Pembimbing 5:
Dr. Ir. Mia Setiawati, M.Si.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Ir. Iis Diatin, MM
NIP 196309081990022001

Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan:
Prof. Dr. Ir. Fredinan Yulianda, M.Sc.
NIP 196307311988031002



Tanggal Ujian Tertutup: 10 Juni 2025
Tanggal Ujian Terbuka: 15 Juli 2025

Tanggal Lulus:



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak Mei 2022 hingga Mei 2023 adalah pemanfaatan ekstrak *Curcuma* sp. pada budidaya ikan, dengan judul “Evaluasi Ekstrak *Curcuma* sp. terhadap Kinerja Pertumbuhan, Respons Imun dan Resistansi Ikan Patin yang Diinfeksi *Aeromonas hydrophila* ”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada berbagai pihak yang telah mendukung selama studi:

1. Prof. Dr. Ir. Widanarni, M.Si., Prof. Dr. Ir. Sukenda, M.Sc., Dr. Dinamella Wahjuningrum, S.Si., M.Si., Prof. Dr. Munti Yuhana, S.Pi., M.Si., dan Dr. Ir. Mia Setiawati, M.Si., sebagai komisi pembimbing atas arahan, bimbingan, dan motivasi dalam pelaksanaan penelitian, dan penyusunan disertasi.
2. Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi; Kementerian Keuangan yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melanjutkan studi melalui Beasiswa Unggulan Dosen Indonesia Dalam Negeri Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (BUDI DN LPDP).
3. Rektor, Dekan Fakultas Pertanian, Ketua Jurusan Perikanan, Ketua Prodi beserta staf dosen Budidaya Perairan, Universitas Sriwijaya yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melanjutkan studi Program Doktor di IPB.
4. Rektor IPB, Dekan FPIK, Ketua Program Studi Ilmu Akuakultur, yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menimba ilmu di Program Doktor Ilmu Akuakultur. Seluruh staf pengajar Program Studi Ilmu Akuakultur atas motivasi dan ilmu yang diberikan. Staf pegawai akademik untuk pelayanan administrasi selama menempuh Pendidikan Doktoral.
5. Bapak dan Ibu teknisi di Laboratorium Kesehatan Organisme Akuatik, Laboratorium Kolam Percobaan, Laboratorium Reproduksi dan Genetika Ikan, Laboratorium Nutrisi dan Teknologi Pakan Ikan, dan Laboratorium Lingkungan Organisme Akuatik yang telah membantu penulis selama penelitian.
6. Keluarga penulis, ayah Abu Sairi (Alm), ibu Enung Hayati (Alm), suami Harry Sapto Prabowo, anak Adzkia Aisiyah, kakak Emi Kustanti, kakak ipar Dedi Heryadi, keponakan Tedja Nissa Utami, Kartika Aprilia, Irdina Ilmuna Musabih dan semua keluarga besar yang telah memberikan dukungan dan doa selama menempuh studi S3.
7. Teman-teman S3 Ilmu Akuakultur 2019 (Dr. Luthfi, Dr. Dedi Suprianto, Dr. Ruku Ratu Borut, Dr. Arif Supendi, Dr. Valensia Enzeline, Dr. Inem Ode, Dr. Gloria Ika Satriani, dan Muznah Toatubun), adik-adik BDP 51, 55, 56; Dr. Nurbetty Tarigan, Perhimpunan Mahasiswa Maluku-Maluku Utara (PERMAMA), Grup Hero LSI B, untuk kebersamaan, motivasi, dan bantuan selama studi.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan terutama di bidang perikanan budidaya.

Bogor, Agustus 2025
Ade Dwi Sasanti



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xiv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	7
1.4 Manfaat	7
1.5 Ruang Lingkup	7
1.6 Kebaruan (<i>novelty</i>)	9
1.7 Hipotesis	9
II EVALUASI POTENSI ANTIBAKTERI EKSTRAK <i>Curcuma zedoaria</i> , <i>C. aeruginosa</i> , dan <i>C. mangga</i> TERHADAP <i>Aeromonas hydrophila</i>	10
2.1 Abstrak	10
2.2 Pendahuluan	11
2.3 Metode Penelitian	12
2.4 Analisis Data	14
2.5 Hasil	15
2.6 Pembahasan	19
2.7 Simpulan	23
III EVALUASI EKSTRAK <i>Curcuma</i> sp. TERHADAP KINERJA PERTUMBUHAN IKAN PATIN (<i>Pangasianodon hypophthalmus</i>)	24
3.1 Abstrak	24
3.2 Pendahuluan	25
3.3 Metode Penelitian	26
3.4 Analisis Data	29
3.5 Hasil	29
3.6 Pembahasan	35
3.7 Simpulan	39
IV EVALUASI EKSTRAK <i>Curcuma</i> sp. TERHADAP RESPONS IMUN DAN RESISTANSI IKAN PATIN (<i>Pangasianodon hypophthalmus</i>) YANG DIINFEKSI <i>A. hydrophila</i>	40
4.1 Abstrak	40
4.2 Pendahuluan	41
4.3 Metode Penelitian	42
4.4 Analisis Data	46
4.5 Hasil	46
4.6 Pembahasan	51
4.7 Simpulan	53
V PEMBAHASAN UMUM	54
VI SIMPULAN DAN SARAN	60
6.1 Simpulan	60



6.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	78
RIWAYAT HIDUP	79

DAFTAR TABEL

1	State of the art pemanfaatan ekstrak <i>C. zedoaria</i> , <i>C. aeruginosa</i> , dan <i>C. mangga</i> pada budidaya ikan patin	4
2	Senyawa bioaktif yang terdapat dalam ekstrak <i>C. zedoaria</i> , <i>C. aeruginosa</i> , dan <i>C. mangga</i>	15
3	Senyawa yang terdeteksi pada ekstrak <i>C. zedoaria</i> , <i>C. aeruginosa</i> dan <i>C. mangga</i> menggunakan metode GC-MS	16
4	Zona hambat yang terbentuk dari ekstrak <i>C. zedoaria</i> , <i>C. aeruginosa</i> dan <i>C. mangga</i> terhadap bakteri <i>A. hydrophila</i>	18
5	Perlakuan penambahan ekstrak <i>C. zedoaria</i> , <i>C. aeruginosa</i> , dan <i>C. mangga</i> pada pakan ikan patin	27
6	Morfometrik usus ikan patin setelah pemberian pakan perlakuan ekstrak <i>C. zedoaria</i> (CZ), <i>C. aeruginosa</i> (CA), <i>C. mangga</i> (CM), dan kombinasi ekstrak (CC)	31
7	Indeks keragaman mikrobiota level filum pada usus ikan patin yang diberi ekstrak <i>Curcuma</i> sp.	31
8	Indeks keragaman mikrobiota level genus pada usus ikan patin yang diberi ekstrak <i>Curcuma</i> sp.	32
9	Indeks keragaman mikrobiota level spesies pada usus ikan patin yang diberi ekstrak <i>Curcuma</i> sp.	33
10	Performa pertumbuhan ikan patin setelah perlakuan suplementasi pakan menggunakan ekstrak <i>C. zedoaria</i> (CZ), <i>C. aeruginosa</i> (CA), <i>C. mangga</i> (CM), dan kombinasi ekstrak (CC)	35
11	Perlakuan penambahan ekstrak <i>Curcuma</i> sp. pada pakan ikan patin	43

DAFTAR GAMBAR

1	Alur dan tahapan penelitian evaluasi ekstrak <i>Curcuma</i> sp. terhadap kinerja pertumbuhan, respons imun, dan resistansi ikan patin	8
2	Rerata nilai MIC dan MBC ekstrak <i>C. zedoaria</i> , <i>C. aeruginosa</i> dan <i>C. mangga</i> . Huruf yang berbeda pada jenis ekstrak yang sama, menunjukkan nilai berbeda nyata pada taraf uji 5%	18
3	Rerata aktivitas enzim pencernaan ikan patin setelah pemberian pakan perlakuan. (A) Protease, (B) Amilase, (C) Lipase, (K) Kontrol, (CZ) ekstrak <i>C. zedoaria</i> , (CA) ekstrak <i>C. aeruginosa</i> , (CM) ekstrak <i>C. mangga</i> , (CC) kombinasi ekstrak. Huruf yang berbeda di setiap	

bar (nilai rata-rata±simpangan baku) menunjukkan perbedaan nyata secara statistik ($P<0,05$).

- 4 Rerata plasma glukosa (A) dan kolesterol total (B) ikan patin setelah pemberian pakan perlakuan. (K) Kontrol, (CZ) ekstrak *C. zedoaria*, (CA) ekstrak *C. aeruginosa*, (CM) ekstrak *C. mangga*, (CC) kombinasi ekstrak. Huruf yang berbeda di setiap bar (nilai rata-rata±simpangan baku) menunjukkan perbedaan nyata secara statistik ($P<0,05$). 30
- 5 *Principal coordinate analysis* (PCoA) level filum mikrobiota usus ikan patin setelah pemberian perlakuan. K (Kontrol), CZ (*C. zedoaria*), CA (*C. aeruginosa*), CM (*C. mangga*), CC (kombinasi ketiga ekstrak). 30
- 6 *Principal coordinate analysis* (PCoA) level genus mikrobiota usus ikan patin setelah pemberian perlakuan. K (Kontrol), CZ (*C. zedoaria*), CA (*C. aeruginosa*), CM (*C. mangga*), CC (kombinasi ketiga ekstrak). 32
- 7 *Principal coordinate analysis* (PCoA) level spesies mikrobiota usus ikan patin setelah pemberian perlakuan. K (Kontrol), CZ (*C. zedoaria*), CA (*C. aeruginosa*), CM (*C. mangga*), CC (kombinasi ketiga ekstrak). 33
- 8 Rerata tingkat ekspresi gen IF γ -2a (A), IF γ -2b (B), IL-1 β (C) organ ginjal ikan patin setelah uji tantang dengan *A. hydrophila*. Huruf berbeda di setiap bar (nilai rata-rata±simpangan baku) menunjukkan perbedaan nyata secara statistik ($P<0,05$). KP=kontrol positif, CZ (*C. zedoaria*), CA (*C. aeruginosa*), CM (*C. mangga*), CC (kombinasi ketiga ekstrak). 34
- 9 Rerata total eritrosit (A), total leukosit (B), hemoglobin (C), hematokrit (D), *respiratory burst* (E), aktivitas fagositosis (F) ikan patin sebelum dan setelah uji tantang dengan *A. hydrophila*. Huruf berbeda di setiap bar (nilai rata-rata±simpangan baku) menunjukkan perbedaan nyata secara statistik ($P<0,05$). KN=Kontrol negatif, KP=kontrol positif, CZ (*C. zedoaria*), CA (*C. aeruginosa*), CM (*C. mangga*), CC (kombinasi ketiga ekstrak). 47
- 10 Rerata total bakteri di usus (A), total *A. hydrophila* Rf^R di usus (B), total *A. hydrophila* Rf^R di ginjal (C), dan total *A. hydrophila* Rf^R di hati (D) ikan patin setelah uji tantang dengan *A. hydrophila*. Huruf berbeda di setiap garis (nilai rata-rata±simpangan baku) menunjukkan perbedaan nyata secara statistik ($P<0,05$). KN=Kontrol negatif, KP=kontrol positif, CZ (*C. zedoaria*), CA (*C. aeruginosa*), CM (*C. mangga*), CC (kombinasi ketiga ekstrak). 48
- 11 Histopatologi (A) ginjal dan (B) hati ikan patin setelah uji tantang dengan *A. hydrophila* (H32). Pewarnaan menggunakan *hematoxylin* dan *eosin* (HE). KN (Kontrol negatif), CA (*C. aeruginosa*), KP (kontrol positif) Ir (infiltrasi sel radang), Va (Vakuolisasi), K (Kongesti), N (Nekrosis). 49
- 12 Rerata kelangsungan hidup relatif ikan patin setelah uji tantang dengan *A. hydrophila*. Huruf berbeda di setiap bar (nilai rata-rata±simpangan baku) menunjukkan perbedaan nyata secara statistik 50

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

(P<0.05). KN=Kontrol negatif, KP=kontrol positif, CZ (<i>C. zedoaria</i>), CA (<i>C. aeruginosa</i>), CM (<i>C. mangga</i>), CC (kombinasi ketiga ekstrak).	51
Mekanisme terpene/terpenoid dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen (Sumber: Mahizan <i>et al.</i> (2019)).	55
Mekanisme ekstrak <i>Curcuma</i> sp. dalam memodulasi pertumbuhan ikan (Sumber: Hasan dan Banerjee 2020 dengan modifikasi).	57
Mekanisme respons imun ikan melalui suplementasi ekstrak <i>Curcuma</i> sp. pada pakan	58