

**PEWARISAN MARKA SNP2-LYSC, EKSPRESI GEN DAN
DAYA TAHAN IKAN LELE GENERASI KEDUA TERHADAP
INFEKSI *Aeromonas hydrophila***

YUDHA HANGGARA



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



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.

Perpustakaan IPB University

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Pewarisan marka SNP2-lysC, ekspresi gen dan daya tahan ikan lele generasi kedua terhadap infeksi *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 tesis ini.

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

Bogor, Agustus 2025

Yudha Hanggara
C1501222033



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.

Perpustakaan IPB University

RINGKASAN

YUDHA HANGGARA. Pewarisan marka SNP2-lysC, ekspresi gen dan daya tahan ikan lele generasi kedua terhadap infeksi *Aeromonas hydrophila*. Dibimbing oleh ALIMUDDIN, DINAR TRI SOELISTYOWATI dan SRI NURYATI.

Produksi ikan lele (*Clarias gariepinus*) di Indonesia terus meningkat dengan rata-rata pertumbuhan sekitar 10,9% per tahun selama 2017–2021. Kenaikan tersebut didukung oleh sistem budidaya yang intensif dengan berbagai varietas seperti ikan lele dumbo, sangkuriang, mutiara, dan phyton. Dampak dari penggunaan sistem intensif yaitu berisiko kualitas air turun dan meningkatkan infeksi penyakit. Salah satu penyakit yang menginfeksi ikan lele adalah *motile aeromonads septicemia* yang disebabkan oleh bakteri *Aeromonas hydrophila* yang dapat menyebabkan kematian hingga 100% pada benih. Langkah mengurangi dampak infeksi penyakit, berbagai pendekatan telah digunakan seperti pemberian imunostimulan, vaksin, hingga penggunaan *bacteriophage*, serta strategi penggunaan benih yang resistan melalui seleksi genetik. Seleksi molekuler berbasis *single nucleotide polymorphism* (SNP) dinilai lebih efisien dibandingkan metode konvensional karena dapat mengidentifikasi variasi genetik pada tingkat individu. Penerapan SNP telah dilakukan pada beberapa spesies, termasuk ikan lele yang diseleksi berdasarkan gen lisozim tipe-C, terutama pada SNP ke-2, di mana genotipe TT terbukti tahan terhadap infeksi *A. hydrophila*, sementara genotipe CC rentan dan CT bersifat menengah. Penelitian terhadap generasi pertama (F1) dari induk bergenotipe TT menunjukkan bahwa keturunannya seluruhnya mewarisi genotipe TT dan bersifat resistan, namun diperlukan pengujian lebih lanjut untuk memastikan kestabilan sifat ketahanan tersebut pada generasi berikutnya.

Penelitian ini dilaksanakan pada Juli hingga Desember 2023, bertempat di Balai Besar Perikanan Budidaya Air Tawar (BBPBAT) Sukabumi untuk proses pemijahan, Laboratorium Kesehatan Organisme Akuatik dan Laboratorium Reproduksi dan Genetika Organisme Akuatik, IPB, untuk uji daya tahan penyakit, evaluasi gambaran darah dan ekspresi gen. Pemijahan dilakukan menggunakan induk ikan lele bergenotipe TT sebanyak dua pasang, dibandingkan dengan ikan lele sangkuriang dari pembudidaya lokal dan BBPBAT. Setelah dilakukan analisis genotipe induk menggunakan metode PCR, pemijahan dilakukan secara alami, dan larva hasil pemijahan dipelihara di kolam beton hingga mencapai ukuran 8–9 cm. Pemeliharaan dilakukan di kolam percobaan IPB dengan pemberian pakan sesuai kebutuhan dan *grading* setiap 15 hari. Benih hasil pemijahan selanjutnya dianalisis genotipenya sebanyak 30 ekor per kelompok untuk melihat pewarisan marka. Uji daya tahan penyakit terhadap infeksi *A. hydrophila* dilakukan melalui dua tahap, yaitu penentuan LD₅₀ dengan menggunakan ikan berukuran 8–9 cm dan ujiantang dengan ikan berukuran 8–9 cm sebanyak 30 ekor per perlakuan, tiga ulangan, selama 14 hari. Selama ujiantang, sampel darah diambil sebanyak empat kali, yaitu pada hari ke-0, 3, 7, dan 14 untuk analisis sel darah merah, sel darah putih, aktivitas fagositosis, dan aktivitas lisozim. Selain itu, dilakukan analisis ekspresi gen Lisozim tipe-C, IL-1 β , dan MHC-1 α menggunakan metode qPCR. Seluruh data dianalisis menggunakan ANOVA dengan tingkat kepercayaan 95%, dan dilanjutkan uji Duncan untuk melihat perbedaan antar perlakuan yang signifikan.



Hasil penelitian menunjukkan bahwa benih ikan lele dari perlakuan TTA dan TTB memiliki genotipe (100%) TT, sesuai dengan pola pewarisan dari induk homozigot TT. Genotipe ini terbukti berhubungan dengan daya tahan yang lebih baik terhadap infeksi *A. hydrophila*. Perlakuan TTA mencatat tingkat kelangsungan hidup tertinggi sebesar 91,67%, sedangkan perlakuan SB memiliki tingkat kelangsungan hidup terendah sebesar 51,67%. Stabilitas jumlah sel darah merah terlihat pada perlakuan TTA dan TTB, sementara perlakuan PT dan SB menunjukkan fluktuasi. Sel darah putih meningkat pada hari ke-3 dan ke-7 setelah infeksi, menunjukkan adanya respons imun terhadap bakteri, dan peningkatan ini sejalan dengan aktivitas fagositosis yang tertinggi pada hari ke-7. Aktivitas lisozim juga meningkat pada hari ke-3 dan ke-7, terutama pada perlakuan TTA dan TTB, yang menunjukkan kemampuan benih untuk merespons infeksi bakteri dengan cepat. Selain itu, ekspresi gen Lys-C, MHC-1 α , dan IL-1 β lebih tinggi pada benih dengan tingkat kelangsungan hidup yang tinggi, yang menunjukkan bahwa gen-gen tersebut berperan penting dalam sistem pertahanan tubuh. Keseluruhan hasil ini menunjukkan bahwa karakter resistansi terhadap infeksi *Aeromonas hydrophila* ikan lele generasi pertama (G1) diwariskan 100% pada G2 dengan tingkat kelangsungan hidup 91,67% pasca infeksi serta menunjukkan ekspresi gen (Lys-C, IL-1 β , MHC-1 α) yang tinggi dan aktivitas respons imun (leukosit, fagositosis, lisozim) meningkat.

Kata kunci: *Aeromonas hydrophila*, lele, respons imun, SNP

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.

SUMMARY

YUDHA HANGGARA. Inheritance of SNP2-lysC Marker, Gene Expression, and Disease Resistance in Second Generation of African Catfish (*Clarias gariepinus*) Against *Aeromonas hydrophila* Infection. Supervised by ALIMUDDIN, DINAR TRI SOELISTYOWATI, and SRI NURYATI.

The production of African catfish (*Clarias gariepinus*) in Indonesia has continued to increase, with an average annual growth rate of approximately 10.9% from 2017 to 2021. This increase is supported by the adoption of intensive aquaculture systems using various strains such as Dumbo, Sangkuriang, Mutiara, and Phytan. However, intensive systems pose risks such as declining water quality and a higher likelihood of disease outbreaks. One of the major diseases affecting catfish is motile aeromonad septicemia caused by *Aeromonas hydrophila*, which can lead to up to 100% mortality in fry. To mitigate the impact of infections, various strategies have been employed, including the use of immunostimulants, vaccines, bacteriophages, and the development of resistant fry through genetic selection. Molecular selection based on single nucleotide polymorphisms (SNPs) is considered more efficient than conventional methods because it enables the identification of genetic variation at the individual level. This approach has been applied to several species, including catfish, by selecting individuals based on the lysozyme type-C gene, particularly the second SNP (SNP2), where the TT genotype has been shown to be resistant to *A. hydrophila*, while the CC genotype is susceptible and CT is intermediate. Research on the first generation (F1) offspring from TT genotype parents demonstrated that all offspring inherited the TT genotype and showed resistance; however, further testing is required to confirm the stability of this resistance in the next generation.

This study was conducted from July to December 2023, with spawning activities held at the Center for Freshwater Aquaculture Development (BBPBAT) in Sukabumi, and disease resistance tests, blood profile evaluations, and gene expression analyses conducted at the Aquatic Organism Health and Reproduction & Genetics Laboratories at IPB University. Spawning was performed using two pairs of TT genotype broodstock, compared to Sangkuriang catfish sourced from local farmers and BBPBAT. Broodstock genotypes were confirmed using PCR, followed by natural spawning. The larvae were reared in concrete tanks until reaching 8–9 cm in length. Fry were maintained in experimental tanks at IPB with appropriate feeding and biweekly size grading. A total of 30 fry per group were genotyped to observe marker inheritance. Disease resistance against *A. hydrophila* was tested in two stages: LD₅₀ determination using 8–9 cm fish and a challenge test involving 30 fish per treatment, with three replicates over 14 days. Blood samples were taken at 0, 3, 7, and 14 days post-challenge for the analysis of red blood cells, white blood cells, phagocytic activity, and lysozyme activity. Additionally, gene expression of Lys-C, IL-1 β , and MHC-1 α was measured using qPCR. Data were analyzed using ANOVA at a 95% confidence level, followed by Duncan's test to determine significant differences between treatments.

The results showed that all fry in the TTA and TTB treatments had a 100% TT genotype, consistent with the inheritance pattern from homozygous TT broodstock. This genotype was associated with stronger resistance to *A.*



hydrophila infection. The TTA treatment recorded the highest survival rate of 91.67%, while the SB group had the lowest at 51.67%. Red blood cell counts remained stable in the TTA and TTB groups, while fluctuations were observed in the PT and SB treatments. White blood cell counts increased on days 3 and 7 post-infection, indicating an immune response, which corresponded with peak phagocytic activity on day 7. Lysozyme activity also increased on days 3 and 7, especially in the TTA and TTB groups, reflecting the fry's rapid immune response to bacterial infection. Furthermore, higher expression levels of Lys-C, MHC-1 α , and IL-1 β were observed in fry with higher survival rates, suggesting that these genes play critical roles in immune defense. Overall results indicate that resistance traits against *Aeromonas hydrophila* infection in first-generation (G1) catfish are fully inherited (100%) by the second generation (G2), as evidenced by a post-infection survival rate of 91.67%, along with elevated gene expression levels (Lys-C, IL-1 β , MHC-1 α) and enhanced immune responses (leukocyte count, phagocytic activity, and lysozyme activity).

Keywords: *Aeromonas hydrophila*, catfish, immune response, SNP



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.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.

Perpustakaan IPB University

**PEWARISAN MARKA SNP2-LYSC, EKSPRESI GEN DAN
DAYA TAHAN IKAN LELE GENERASI KEDUA TERHADAP
INFEKSI *Aeromonas hydrophila***

YUDHA HANGGARA

Tesis
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains
pada Program Studi Ilmu Akuakultur

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



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.

Tim penguji pada ujian tesis:

1. Prof. Dr. Ir. Sukenda, M.Sc.
2. Prof. Dr. Ir. Widanarni, M.Si.



Judul Tesis : Evaluasi pewarisan marka SNP2-LysC, ekspresi gen dan daya tahan ikan lele generasi kedua terhadap infeksi *Aeromonas hydrophila*
Nama : Yudha Hanggara
NIM : C1501222033

Disetujui oleh

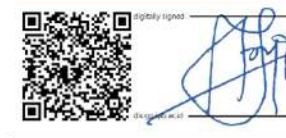
Pembimbing 1:
Prof. Dr. Alimuddin, S.Pi., M.Sc.



Pembimbing 2:
Dr. Ir. Dinar Tri Soelistyowati, DEA.



Pembimbing 3:
Prof. Dr. Sri Nuryati, S.Pi., M.Si.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Ir. Widanarni, M.Si.
NIP 196709271994032001



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



Tanggal Ujian: 28 Juli 2025

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga tesis ini dapat diselesaikan dengan judul “Pewarisan marka SNP2-LysC, ekspresi gen, dan daya tahan ikan lele generasi kedua terhadap infeksi *Aeromonas hydrophila*.” Tesis ini merupakan salah satu bentuk usaha penulis dalam mengembangkan ilmu pengetahuan dan memberikan kontribusi nyata dalam bidang akuakultur.

Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada para pembimbing, yaitu Prof. Dr. Alimuddin, S.Pi., M.Sc., Dr. Ir. Dinar Tri Soelistyowati, DEA., dan Prof. Dr. Sri Nuryati, S.Pi., M.Si., yang dengan penuh kesabaran telah membimbing, mengarahkan, serta memberikan banyak masukan berharga selama proses penyusunan tesis ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Prof. Dr. Ir. Widanarni, M.Si., selaku Ketua Program Studi, serta seluruh staf akademik yang telah memberikan dukungan dan fasilitas yang memadai.

Tidak lupa, penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada keluarga tercinta atas doa, dukungan, dan kasih sayang yang tak pernah putus, menjadi sumber semangat selama menjalani proses ini. Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan di masa mendatang.

Semoga karya ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu dan praktik budidaya ikan lele, serta menjadi motivasi bagi para peneliti selanjutnya.

Bogor, Agustus 2025

Yudha Hanggara

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Hipotesis	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Ikan Lele	3
2.2 Single Nucleotide Polimorphism (SNPs)	3
2.3 Lisozim	4
III METODE	5
3.1 Waktu dan Tempat	5
3.2 Rancangan Percobaan	5
3.3 Produksi Benih	5
3.4 Pemeliharaan Larva	6
3.5 Uji Pewarisan Marka	6
3.6 Uji Daya Tahan Penyakit	6
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	9
4.1 Hasil	9
4.2 Pembahasan	13
V SIMPULAN DAN SARAN	15
5.1 Simpulan	15
5.2 Saran	15
DAFTAR PUSTAKA	16
LAMPIRAN	20
RIWAYAT HIDUP	24

DAFTAR TABEL

1	Kriteria kuantitatif sifat reproduksi	3
2	Skema pemijahan ikan lele	5
3	Hasil pewarisan marka pada benih ikan lele	9

DAFTAR GAMBAR

	Variasi genotipe pada gen Lisozim C SNP type 2 pada ikan lele <i>Clarias gariepinus</i> (Nasrullah <i>et al.</i> 2020).	4
	Persebaran lisozim pada kingdom animalia	4
	Tingkat kelangsungan hidup benih ikan lele G2 yang diuji dengan bakteri <i>A. hydrophila</i> (A). Tingkat kematian harian benih ikan lele G2 yang diuji dengan bakteri <i>A. hydrophila</i> (B). Huruf yang berbeda di atas diagram batang menunjukkan perbedaan yang signifikan (uji Duncan: $p < 0,05$). H0, H3, H7, dan H14 menunjukkan jumlah total sel darah merah setelah uji tantang dengan <i>A. hydrophila</i> . TTA = benih pemijahan induk pasangan A; TTB = benih pemijahan induk pasangan B; PT = benih sangkuriang dari pembudidaya; SB = benih sangkuriang dari balai.	9
4	Total sel darah merah pada ikan lele G2 yang diuji dengan <i>A. hydrophila</i> . Huruf yang berbeda di atas diagram batang menunjukkan perbedaan yang signifikan (uji Duncan: $p < 0,05$). H0, H3, H7, dan H14 menunjukkan jumlah total sel darah merah setelah uji tantang dengan <i>A. hydrophila</i> . TTA = benih pemijahan induk pasangan A; TTB = benih pemijahan induk pasangan B; PT = benih sangkuriang dari pembudidaya; SB = benih sangkuriang dari balai.	10
5	Total sel darah putih pada ikan lele G2 yang diuji dengan <i>A. hydrophila</i> . Huruf yang berbeda di atas diagram batang menunjukkan perbedaan yang signifikan (uji Duncan: $p < 0,05$). H0, H3, H7, dan H14 menunjukkan jumlah total sel darah merah setelah uji tantang dengan <i>A. hydrophila</i> . TTA = benih pemijahan induk pasangan A; TTB = benih pemijahan induk pasangan B; PT = benih sangkuriang dari pembudidaya; SB = benih sangkuriang dari balai.	10
6	Aktivitas fagositosis ikan lele G2 yang diuji dengan <i>A. hydrophila</i> . Huruf yang berbeda di atas diagram batang menunjukkan perbedaan yang signifikan (uji Duncan: $p < 0,05$). H0, H3, H7, dan H14 menunjukkan jumlah total sel darah merah setelah uji tantang dengan <i>A. hydrophila</i> . TTA = benih pemijahan induk pasangan A; TTB = benih pemijahan induk pasangan B; PT = benih sangkuriang dari pembudidaya; SB = benih sangkuriang dari balai.	11
7	Aktivitas lisozim pada ikan lele G2 yang telah diuji tantang dengan <i>A. hydrophila</i> . Huruf yang berbeda di atas diagram batang menunjukkan perbedaan yang signifikan (uji Duncan: $p < 0,05$). H0, H3, H7, dan H14 menunjukkan jumlah total sel darah merah setelah uji tantang dengan <i>A. hydrophila</i> . TTA = benih pemijahan induk pasangan A; TTB = benih pemijahan induk pasangan B; PT = benih sangkuriang dari pembudidaya; SB = benih sangkuriang dari balai.	11
8	Ekspresi gen lisozim-C (A), interleukin-1b (B), dan MHC-1 α (C) pada ikan lele G2 yang diuji dengan <i>A. hydrophila</i> . Huruf yang berbeda di atas	

diagram batang menunjukkan perbedaan yang signifikan (uji Duncan: $p < 0,05$). H0, H3, H7, dan H14 menunjukkan jumlah total sel darah merah setelah uji tantang dengan *A. hydrophila*. TTA = benih pemijahan induk pasangan A; TTB = benih pemijahan induk pasangan B; PT = benih sangkuriang dari pembudidaya; SB = benih sangkuriang dari balai.

12

DAFTAR LAMPIRAN

1	Prosedur ekstraksi DNA Genomic DNA Mini kit	21
2	Ekstraksi RNA menggunakan pereaksi GENEzol™	22
3	Prosedur sintesis cDNA	22
4	Primer qPCR	23



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.

Perpustakaan IPB University