



**STUDI *IN VITRO* DAN *IN SILICO* INHIBISI ENZIM LIPASE  
PANKREAS OLEH EKSTRAK ETANOL DAUN SIRIH  
MERAH (*Piper crocatum* var. Ruiz & Pav) ASAL  
BERBAGAI DAERAH DI INDONESIA**

**GUSNIA MEILIN GHOLAM**



**PROGRAM STUDI BIOKIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2024**



@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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Studi *In Vitro* dan *In Silico* Inhibisi Enzim Lipase Pankreas oleh Ekstrak Etanol Daun Sirih Merah (*Piper crocatum* var. Ruiz & Pav) asal Berbagai Daerah di Indonesia” 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, Juli 2024

Gusnia Meilin Gholam  
G8501222015

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



## RINGKASAN

GUSNIA MEILIN GHOLAM. Studi *In Vitro* dan *In Silico* Inhibisi Enzim Lipase Pankreas oleh Ekstrak Etanol Daun Sirih Merah (*Piper crocatum* var. Ruiz & Pav) asal Berbagai Daerah di Indonesia. Dibimbing oleh MEGA SAFITHRI dan DIMAS ANDRIANTO.

Obesitas adalah suatu kondisi pada tubuh manusia yang mengalami kelebihan lemak dan ketika tidak segera ditangani dengan baik, maka akan mengalami komplikasi kesehatan yang serius bagi tubuh manusia. Enzim lipase pankreas menjadi target yang menjanjikan dalam mencegah terjadinya obesitas karena enzim tersebut bertanggung jawab dalam pencernaan triasilgliserol dari makanan didalam usus. Sirih merah secara *in silico* diprediksi menghambat lipase pankreas. Disisi lain, ekstrak daun sirih merah telah terbukti menurunkan bobot tikus secara *in vivo*. Namun, sirih merah yang digunakan hanya berasal pada daerah tertentu. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis sirih merah yang berasal dari berbagai daerah di Indonesia untuk upaya pencarian kandidat antiobesitas berbasis herbal dengan menginhibisi enzim lipase pankreas melalui pendekatan *in vitro* dan *in silico*. Penelitian dimulai dengan mengukur kadar alkaloid dan terpenoid total pada ekstrak etanol 70 % daun sirih merah yang berasal dari 9 daerah di Indonesia. Penghambatan aktivitas lipase pankreas secara *in vitro* dilakukan dengan menilai aktivitas enzim dalam unit (U) dan dihitung persen inhibisi-nya. Setelah itu, penelitian dilanjutkan dengan studi komputasi *in silico* yang meliputi evaluasi sisi aktif enzim lipase pankreas (kode PDB 1LPB), penambatan molekuler dinamika molekuler, profil ADMET-*druglikeness* dan MM-PBSA. Studi *in vitro* dan *in silico* menggunakan orlistat sebagai kontrol positif. Hasil menunjukkan pada 9 sampel yang berasal dari berbagai daerah, kadar alkaloid total diketahui mempunyai rentang  $0.95 \pm 0.01$  sampai  $1.1 \pm 0.01$  mg CE/g bobot kering. Kadar terpenoid total 9 sampel mempunyai rentang  $0.85 \pm 0.08$  sampai  $3.46 \pm 0.34$  mgUAE/g. Hasil uji penghambatan enzim lipase secara *in vitro* oleh ekstrak etanol 70 % daun sirih merah menghasilkan rentang penghambatan aktivitas enzim dari 23.8 sampai 226.3 U. Ekstrak etanol 70 % daun sirih merah (1000 ppm) yang berasal dari sembilan daerah di Indonesia terbukti secara *in vitro* mempunyai daya inhibisi dengan rentang nilai  $85.6 \pm 0.2$  sampai  $98.4 \pm 0.6\%$ . Ekstrak etanol daun sirih merah (1000 ppm) asal Banda Aceh, Bogor, Bandung, Yogyakarta, Solo, Samarinda, Kendari, dan Jayapura tidak berbeda nyata ( $p < 0.05$ ) dengan orlistat 100 ppm. Kadar alkaloid dan terpenoid tidak berkorelasi positif dengan inhibisi enzim lipase. Senyawa bioaktif yang berperan dalam menghambat enzim lipase berdasarkan penambatan molekuler selain golongan alkaloid dan terpenoid, juga terdiri atas golongan flavonoid, tanin, fenolik, dan steroid. Penambatan molekuler terhadap enzim lipase menunjukkan terdapat 49 senyawa yang memiliki energi ikatan lebih besar dibandingkan dengan orlistat. Simulasi molekuler dinamika meunjukkan hasil terbaik adalah senyawa pyropheophorbide berdasarkan parameter metode MM-PBSA. Dengan demikian, ekstrak etanol 70 % daun sirih merah yang berasal dari sembilan daerah di Indonesia dapat menghambat aktivitas enzim lipase berdasarkan uji *in vitro* dan *in silico*.

Kata kunci: *In vitro* Lipase Pankreas, Komputasi *In silico*, Obesitas, *P. crocatum*

## SUMMARY

GUSNIA MEILIN GHOLAM. *In Vitro* and *In Silico* Studies of Pancreatic Lipase Inhibition by Ethanol Extract of Red Betel Leaf (*Piper crocatum* var. Ruiz & Pav) from Various Regions in Indonesia. Supervised by MEGA SAFITHRI and DIMAS ANDRIANTO.

Obesity is a condition characterized by excessive body fat, which, if not properly managed, can lead to serious health complications. Pancreatic lipase enzyme is a promising target for preventing obesity, as it is responsible for digesting dietary triacylglycerols in the intestine. *In silico* predictions suggest that red betel leaf inhibits pancreatic lipase. Additionally, red betel leaf extract has been proven to reduce the weight of rats *in vivo*. However, the red betel used in studies originates from specific regions only. This research aimed to analyze red betel from various regions in Indonesia to identify herbal anti-obesity candidates by inhibiting pancreatic lipase through *in vitro* and *in silico* approaches. The study begins by measuring the total alkaloid and terpenoid content in 70 % ethanol extracts of red betel leaves from nine Indonesian regions. *In vitro* inhibition of pancreatic lipase activity is assessed by measuring enzyme activity in units (U) and calculating the percent inhibition. Following this, *in silico* studies include evaluating the active site of pancreatic lipase (PDB ID 1LPB), molecular docking, molecular dynamics, ADMET-druglikeness profiling, and MM-PBSA. Orlistat serves as a positive control in both *in vitro* and *in silico* studies. Results indicate that the total alkaloid content of the nine samples ranges from  $0.95 \pm 0.01$  to  $1.1 \pm 0.01$  mg CE/g dry weight, while total terpenoid content ranges from  $0.85 \pm 0.08$  to  $3.46 \pm 0.34$  mg UAE/g. *In vitro* enzyme inhibition assays show that 70 % ethanol extracts of red betel leaves inhibit enzyme activity in a range of 23.7 to 226.3 U. Ethanol extract of 70 % red betel leaf (1000 ppm) from nine regions in Indonesia has been proven *in vitro* to exhibit inhibitory activity with inhibition values ranging from  $85.6 \pm 0.2$  to  $98.4 \pm 0.6\%$ . The ethanol extract of red betel leaf (1000 ppm) from Banda Aceh, Bogor, Bandung, Yogyakarta, Solo, Samarinda, Kendari, and Jayapura did not significantly differ ( $p < 0.05$ ) from orlistat 100 ppm. Alkaloid and terpenoid contents showed no positive correlation with lipase inhibition, as evidenced by *in silico* testing. Bioactive compounds responsible for inhibiting lipase enzymes based on molecular docking include not only alkaloids and terpenoids but also flavonoids, tannins, steroids, and phenolics. Molecular docking against the lipase enzyme revealed that there are 49 compounds with binding energies greater than orlistat. Molecular dynamics simulations indicated that the best result was for the compound pyropheophorbide based on the MM-PBSA method parameters. Therefore, the 70 % ethanol extract of red betel leaves from nine regions in Indonesia can inhibit lipase enzyme activity based on *in vitro* and *in silico* studies.

**Keywords:** *In vitro* Pancreatic Lipase, *In silico* Computational Analysis, Obesity, *P. crocatum*.



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 2024<sup>1</sup>  
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.*



**STUDI *IN VITRO* DAN *IN SILICO* INHIBISI ENZIM LIPASE  
PANKREAS OLEH EKSTRAK ETANOL DAUN SIRIH  
MERAH (*Piper crocatum* var. Ruiz & Pav) ASAL  
BERBAGAI DAERAH DI INDONESIA**

**GUSNIA MEILIN GHOLAM**

Tesis  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Magister pada  
Program Studi Biokimia

**PROGRAM STUDI BIOKIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2024**

- 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 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Tesis:

1 Dr. Popi Asri Kurniatin, S.Si., Apt., M.Si.



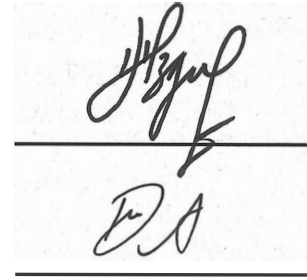
Judul Tesis : Studi *In vitro* dan *In silico* Inhibisi Enzim Lipase Pankreas oleh Ekstrak Etanol Daun Sirih Merah (*Piper crocatum* var. Ruiz & Pav) asal Berbagai Daerah di Indonesia

Nama : Gusnia Meilin Gholam  
NIM : G8501222015

Disetujui oleh

Pembimbing 1:  
Dr. Mega Safithri, S.Si., M.Si.

Pembimbing 2:  
Dr. Dimas Andrianto, S.Si., M.Si.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi Biokimia:  
Prof. Dr. drh. Hasim, DEA  
NIP 196103281986011002  
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu  
Pengetahuan Alam :  
Dr. Berry Juliandi, S.Si, M.Si  
NIP 197807232007011001



Tanggal Ujian: 22 Juli 2024

Tanggal Lulus:



@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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat beserta karunia-Nya, penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan penyusunan tesis yang berjudul “Studi *In vitro* dan *In silico* Inhibisi Enzim Lipase Pankreas Oleh Ekstrak Etanol Daun Sirih Merah (*Piper crocatum* var. Ruiz & Pav) Asal Berbagai Daerah Di Indonesia”. Penelitian ini merupakan salah satu syarat untuk melakukan penelitian dalam rangka tugas akhir Magister di Program Studi Biokimia. Terima kasih penulis sampaikan kepada Dr. Mega Safithri, S.Si, M.Si sebagai pembimbing I dan Dr. Dimas Andrianto, S.Si, M.Si sebagai pembimbing II yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Riset ini dibiayai dari Program *Promoting Research and Innovation Through Modern and Efficient Science and Techno Park* (PRIME STeP) Tahun 2023 dengan judul 'Scale Up Produksi dan Komersialisasi SIJAKA sebagai Obat Herbal Tradisional AntiDiabetes' dengan nomor kontrak 13469/IT3.L1/HK.07.00/P/B/2023 an. Dr. Mega Safithri, S.Si., M.Si.

Tesis ini penulis persembahkan untuk kedua orang tua, Suharno, S.Pd., M.M dan Ida Elyyati yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayang kepada penulis. Penulis sangat bersyukur mempunyai kedua orang tua tersebut karena setiap perbuatan mereka terhadap penulis tidak ternilai harganya. Semoga seluruh kebaikan kedua orang tua penulis mendapatkan balasan yang sangat adil dan penulis berdoa agar kedua orang tua penulis diberikan ampunan oleh Allah SWT. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada Maheswari Alfira Dwicesaria atas seluruh dukungan moril maupun materiil. Terima kasih penulis sampaikan kepada Eka Wahyu P, Rara Annisaur R, Riyan Alifbi Putera I, Ridwan Putra F, Alfari Andiqa M, Fachrur Rizal M, Raihan Permana P, Ramadhani Malik A, Dzikri Anfasa F, Fatmawati, Ayu Tri N, Nurul Khairani, Mikael Kristiadi, dan Novian Liwanda atas seluruh kebaikan dan mereka membagikan ilmu untuk dapat menyelesaikan studi ini. Penulis juga menyampaikan kepada teman-teman yang tidak dapat disebutkan satu-persatu karena telah membantu penulis menyelesaikan studi ini.

Bogor, Juli 2024

*Gusnia Meilin Gholam*



@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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
1.5 Hipotesis	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Sirih Merah ( <i>Piper crocatum</i> Var. Ruiz & Pav)	4
2.2 Enzim Lipase Pankreas	6
2.3 Obesitas	9
2.4 Alkaloid dan Terpenoid	12
2.5 <i>In silico</i>	13
III METODE	15
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	15
3.2 Alat dan Bahan	15
3.3 Prosedur Kerja	16
IV HASIL	21
4.1 Kadar Alkaloid Total	21
4.2 Kadar Terpenoid Total	21
4.3 Inhibisi Enzim Lipase	22
4.4 Korelasi Alkaloid dan Terpenoid terhadap Persen Inhibisi Lipase	23
4.5 Situs Pengikatan Ligan pada Lipase Pankreas	25
4.6 Penambatan Molekuler	26
4.7 Interaksi Ligan dengan Enzim Lipase	27
4.8 Profil ADMET dan <i>Drug-likeness</i>	29
4.9 Simulasi Dinamika Molekuler (MD)	29
V PEMBAHASAN	32
5.1 Kadar Total Alkaloid	32
5.2 Kadar Total Terpenoid	33
5.3 Korelasi Kadar Alkaloid dan Terpenoid Total terhadap Enzim	34
5.4 Inhibisi Enzim Lipase Pankreas	35
5.5 Rongga Pengikatan Ligan pada Lipase Pankreas	36
5.6 Penambatan Molekuler dan Analisis Interaksi Ligan dengan Enzim	37
5.7 Profil ADMET dan <i>Drug-likeness</i>	39
5.8 Simulasi Dinamika Molekuler (MD)	40
VI SIMPULAN DAN SARAN	44
6.1 Simpulan	44
6.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	55
RIWAYAT HIDUP	68



## DAFTAR TABEL

1	Aktivitas enzim lipase pankreas	23
2	Prediksi druggability pada rongga pengikatan enzim lipase dengan menggunakan CavityPlus	26
3	Residu asam amino potensial, luas area dan estimasi <i>surface area</i> dan volume rongga pengikatan PPL pada cavity nomer 2	26
4	Energi ikatan senyawa bioaktif dari <i>Piper crocatum</i> var. Ruiz & Pav terhadap lipase pankreas	27
5	Profil ADMET dan <i>druglikeness</i> pada senyawa terpilih dari sirih merah	29

## DAFTAR GAMBAR

1	Daun sirih merah ( <i>Piper crocatum</i> Ruiz & Pav.) koleksi dari Pusat Studi Biofarmaka Tropika (TropBRC) IPB	4
2	Ilustrasi penargetan lipase pankreas untuk pengurangan akumulasi asam lemak	6
3	Struktur tersier enzim lipase pankreas manusia (PDB.1LPB)	7
4	Ilustrasi efek penghambatan lipase pankreas dalam mengganggu penyerapan lemak. (a) lipase tidak dihambat, sehingga lipase berada di saluran pencernaan menghidrolisis trigliserida (lemak) menjadi asam lemak bebas, dan diserap oleh mukosa duodenum. (b) lipase yang dihambat, memberikan efek terganggunya penguraian lemak menjadi molekul yang lebih kecil, sehingga lemak dapat berjalan keluar	8
5	Obesitas yang menyebabkan berbagai komplikasi penyakit degeneratif	10
6	Ilustrasi yang menggambarkan jalur metabolisme lemak dalam tubuh manusia	11
7	Struktur alkaloid sebagai inhibitor lipase pankreas	12
8	Mekanisme alkaloid dalam menarget metabolisme lipid untuk pengobatan obesitas melalui jalur AMPK	13
9	Visualisasi dari hasil prediksi pengikatan, penambatan molekuler, dan simulasi MD	14
10	Kadar total alkaloid terhadap kesembilan ekstrak etanol 70 % daun sirih merah	21
11	Kadar total terpenoid terhadap kesembilan ekstrak etanol 70 % daun sirih merah	22
12	Inhibisi ekstrak daun sirih merah dengan konsentrasi 1000 ppm dan orlistat dengan konsentrasi 100 ppm	23
13	Uji normalitas pada data alkaloid total, terpenoid total, dan persen inhibisi	24
14	Matriks plot kadar alkaloid dan kadar terpenoid terhadap persen inhibisi enzim lipase	25
15	Visualisasi 2D hasil penambatan molekuler. Visualisasi dilakukan terhadap top 5 hasil penambatan dan 1 kontrol obat orlistat. (A) 2D kompleks pyropheophorbide-1LPB. (B) kompleks schisandrin C-1LPB.	

	(C) kompleks Apigetrin -1LPB. (D) kompleks delta-corlin -1LPB. (E) kompleks glabridin-1LPB. (F) kompleks orlistat-1LPB	28
16	Simulasi dinamika molekuler pada kompleks senyawa sirih merah-1LPB selama lintasan 5 ns. (A) Nilai RMSD produksi 5 ns. (B) Nilai Rg produksi 5 ns. (C) Nilai MM-PBSA produksi 5 ns. (D) Nilai SASA produksi 5 ns. (E) Nilai RMSF produksi 5 ns. (F) Nilai Jumlah H-bond produksi 5 ns	31

## DAFTAR LAMPIRAN

1	Kurva standar kafein	57
2	Kurva standar asam ursolat	57
3	Evaluasi waktu inkubasi optimum enzim lipase pankreas	57
4	Perhitungan aktivitas dan persen inhibisi enzim pada Banda Aceh	58
5	Residu asam amino potensial dan estimasi <i>surface area</i> dan volume rongga pengikatan PPL	58
6	Penambatan molekuler senyawa bioaktif ekstrak etanol 70 % daun sirih merah terhadap lipase pankreas	59
7	Analisis interaksi senyawa terpilih terhadap lipase pankreas kode PDB: 1LPB dengan melihat interaksi residu, kategori, tipe dan interaksi kimianya	64



@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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.