KARAKTERISTIK WEB I-JOIST DARI TIGA JENIS BAMBU DENGAN VARIASI DIAMETER DAN POLA PELETAKAN

LASTIUR EVA PANGGABEAN

PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan 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.

Perpustakaan IPB University

IPB University
Bogor Indonesia

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul "Karakteristik *Web I-Joist* dari Tiga Jenis Bambu dengan Variasi Diameter dan Pola Peletakan" 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 thesis ini.

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

Bogor, Agustus 2026

Lastiur Eva Panggabean
E2501231015

@Hak cipta milik IPB University
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.
Perpustakaan IPB University

IPB University
Bogor Indonesia

RINGKASAN

LASTIUR EVA PANGGABEAN. Karakteristik *Web I-Joist* dari Tiga Jenis Bambu dengan Variasi Diameter dan Pola Peletakan (*Characteristics of I-Joist Webs Made from Three Bamboo Species with Variations in Web Diameter and Arrangement Pattern*). Dibimbing oleh NARESWORO NUGROHO, I WAYAN DARMAWAN, DEDE HERMAWAN.

Pemanfaatan bambu sebagai material struktural terus berkembang karena memiliki pertumbuhan cepat, bobot relatif ringan, serta potensi mekanis yang baik. Salah satu bentuk pemanfaatannya adalah sebagai elemen *web* pada balok *I-joist.* Pada struktur *I-joist, flange* berfungsi sebagai elemen penahan dan penyalur beban, sedangkan *web* berperan menjaga kestabilan serta meneruskan beban antar *flange.* Namun, kinerja mekanis *I-joist* berbasis bambu sangat dipengaruhi oleh jenis bambu, diameter *web,* serta pola peletakan *web.* Oleh karena itu, kajian mengenai kombinasi penyusunan *web* bambu diperlukan untuk memperoleh konfigurasi yang kuat, stabil, dan sesuai untuk aplikasi struktural ringan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sifat fisis, kuat tekan, dan pola kerusakan balok I-joist dengan variasi jenis bambu, diameter bambu, dan pola penyusunan *web.* Jenis bambu yang digunakan terdiri atas bambu siam, bambu krisik, dan bambu kuning, sedangkan diameter *web* yang digunakan adalah 2 cm dan 3 cm. Pola penyusunan *we*b dibuat dalam empat variasi. Sampel *I-joist* dibuat menggunakan *flange* dari kayu akasia dan *web* bambu, kemudian diuji sifat fisisnya meliputi kadar air dan kerapatan. Pengujian kuat tekan dilakukan untuk memperoleh nilai kerusakan awal dan beban maksimum. Nilai kuat tekan dihitung berdasarkan tiga bidang acuan, yaitu luas alas plat, luas *flange*, dan luas permukaan *web*. Data dianalisis secara statistik untuk mengetahui pengaruh jenis bambu, diameter, pola peletakan, serta interaksinya terhadap kuat tekan. Selain itu, pengamatan visual dilakukan untuk mengevaluasi bentuk kerusakan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis bambu, pola peletakan, dan diameter bambu berpengaruh terhadap kuat tekan *I-joist.* Bambu siam menunjukkan performa terbaik dibandingkan bambu krisik dan bambu kuning, khususnya pada diameter 3 cm. Kombinasi bambu siam diameter 3 cm dengan pola peletakan 4 menghasilkan kuat tekan tertinggi, yaitu 176,12 kgf/cm² berdasarkan luas plat dan 33,39 kgf/cm² berdasarkan luas flange. Hal ini menunjukkan bahwa bambu siam memiliki karakteristik yang lebih mendukung sebagai elemen *web*. Berdasarkan pengamatan visual, kerusakan *I-joist* menunjukkan pola kegagalan bertahap. Kerusakan diawali oleh deformasi lokal pada daerah sambungan antara *web* dan *flange,* kemudian berkembang menjadi tekuk, retak, atau patah pada *web*, serta pada beberapa sampel berlanjut menjadi retak pada *flange*. Pola peletakan 3 dan 4 cenderung lebih stabil dibandingkan pola 1 dan 2 karena mampu membentuk jalur penyaluran beban yang lebih merata. Namun, pada diameter *web* yang lebih besar, gaya yang diteruskan ke *flang*e juga meningkat sehingga konsentrasi tegangan pada daerah sambungan dapat memicu kerusakan *flange.* Secara keseluruhan, konfigurasi terbaik dalam penelitian ini adalah bambu siam diameter 3 cm dengan pola peletakan 4.

Kata kunci: Bambu, *I-joist, web,* kuat tekan, pola peletakan

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.
Perpustakaan IPB University

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

SUMMARY

LASTIUR EVA PANGGABEAN. Characteristics of I-Joist Webs from Three Bamboo Species with Variations in Web Diameter and Arrangement Pattern. Supervised by NARESWORO NUGROHO, I WAYAN DARMAWAN, and DEDE HERMAWAN.

The utilization of bamboo as a structural material continues to develop because of its rapid growth, relatively light weight, and good mechanical properties. One form of its utilization is as a web element in I-joist beams. In an I-joist structure, the flanges function as load-resisting and load-transferring elements, while the web maintains stability and transfers loads between the flanges. However, the mechanical performance of bamboo based I-joists is strongly influenced by bamboo species, web diameter, and web arrangement pattern. Therefore, a study of bamboo web arrangement combinations is required to obtain a strong and stable configuration suitable for light structural applications.

This study aimed to analyze the physical properties, compressive strength, and failure patterns of I-joist beams with variations in bamboo species, bamboo diameter, and web arrangement pattern. The bamboo species used were siam bamboo, krisik bamboo, and yellow bamboo, with web diameters of 2 cm and 3 cm. The web arrangements consisted of four patterns. The I-joist specimens were made from acacia wood flanges and bamboo webs and tested for their physical properties, including moisture content and density. Compressive strength testing was conducted to determine the initial failure load and maximum load. Compressive strength values were calculated based on three reference areas: the plate area, flange area, and web surface area. The data were statistically analyzed to determine the effects of bamboo species, diameter, arrangement pattern, and their interactions on compressive strength. In addition, visual observations were conducted to evaluate the forms of failure.

The results showed that bamboo species, arrangement pattern, and bamboo diameter affected the compressive strength of the I-joists. Siam bamboo showed the best performance compared with krisik bamboo and yellow bamboo, particularly at a diameter of 3 cm. The combination of 3 cm diameter siam bamboo with arrangement pattern 4 produced the highest compressive strength, namely 176.12 kgf/cm² based on the plate area and 33.39 kgf/cm² based on the flange area. This result indicates that siam bamboo has characteristics that are more suitable for use as a web element. Based on visual observations, the I-joist failures exhibited a progressive failure pattern. Failure began with local deformation at the web-flange connection, then progressed to buckling, cracking, or fracture of the web, and, in several specimens, to cracking of the flange. Arrangement patterns 3 and 4 tended to be more stable than patterns 1 and 2 because they formed a more evenly distributed load transfer path. However, at larger web diameters, the force transferred to the flange also increased, resulting in stress concentrations at the connection area that could initiate flange failure. Overall, the best configuration in this study was 3 cm diameter siam bamboo with arrangement pattern 4.

Keywords: Bamboo, I-joist, web, compressive strength, web arrangement

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

© Hak Cipta milik IPB, Tahun 2026
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.

KARAKTERISTIK WEB I-JOIST DARI TIGA JENIS BAMBU DENGAN VARIASI DIAMETER DAN POLA PELETAKAN

LASTIUR EVA PANGGABEAN

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan

PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

IPB University
Bogor Indonesia
@Hak cipta milik IPB University
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.
Perpustakaan IPB University

Tim Penguji pada Ujian Tesis :
Prof. Dr. Ir. Imam Wahyudi, MS.

@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.

Perpustakaan IPB University

Judul Tesis : Karakteristik *Web I-Joist* Dari Tiga Jenis Bambu Dengan Variasi Diameter dan Pola Peletakan
Nama : Lastiur Eva Panggabean
NIM : E2501231015

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Naresworo Nugroho, M.S

Pembimbing 2:
Prof. Dr. Ir. I Wayan Darmawan, M.Sc.F.Trop

Pembimbing 3:
Prof. Dr. Ir. Dede Hermawan, M.Sc.F.Trop

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Ir. I Wayan Darmawan, M.Sc.F.Trop
NIP. 196602121991031002

Dekan Fakultas Kehutanan dan Lingkungan:
Prof. Dr. Ir. Dodik Ridho Nurrochmat, M.Sc.F.Trop
NIP. 197003291996081001

Tanggal Ujian: 10 Agustus 2026

Tanggal Lulus: 14 AUG 2026

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah ini dengan judul "Karakteristik *Web I-Joist* dari Tiga Jenis Bambu dengan Variasi Diameter dan Pola Peletakan". Penelitian ini dilaksanakan sejak bulan Januari hingga September 2025 sebagai bagian dari proses akademik pada Program Magister Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, IPB University.

Penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada para pihak yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan semangat selama proses penyusunan tesis ini:

- Prof. Dr. Ir. Naresworo Nugroho, M.S, Prof. Dr. Ir. I Wayan Darmawan, M.Sc , dan Prof. Dr. Ir. Dede Hermawan, M.Sc selaku komisi pembimbing yang penuh sabar memberikan bimbingan, arahan, masukan, serta motivasi selama proses penelitian dan penyusunan tesis ini.
- Seluruh sivitas akademika Program Studi Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, IPB University atas ilmu, fasilitas dan arahan yang telah diberikan sepanjang masa studi.
- Penguji luar komisi pembimbing Prof. Dr. Ir. Imam Wahyudi, MS, moderator seminar Dr. Arinana, S.Hut, M.Si, serta moderator sidang Tesis Dr. Irsan Alipraja, S.Hut., M.Si. yang telah memberikan saran dan masukan yang sangat berharga bagi penyempurnaan Tesis ini.
- Kementrian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia melalui Beasiswa Program Magister menuju Doktor untuk Sarjana Unggul Batch ke VII yang telah memberikan dukungan dana dan fasilitas selama masa studi dan penelitian Tesis ini.
- Keluarga tercinta – Bapak Gindo Panggabean dan Ibu Ulfah Tampubolon– yang senantiasa menjadi sumber kekuatan melalui doa, cinta, dan dukungan yang tiada henti. Calon suami penulis –Hosea N– yang dengan penuh kasih senantiasa memberikan segala dukungan, doa, serta selalu hadir untuk mendengarkan keluh kesah penulis selama proses penyelesaian studi dan penyusunan tesis ini.
- Rekan dari PMDSU Batch VII IPB University, sahabat penulis semasa SMA dan S1, Alumni Fahutan USU 2018 yang melanjutkan studi di IPB University, serta rekan-rekan Pascasarjana ITHH IPB –Awanda, Abdus Syukur, M. Ilham Aulia, dan M. Imam Bursya– atas kebersamaan, bantuan, dukungan, semangat, dan doa yang telah diberikan selama masa studi.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, namun telah memberikan kontribusi yang berarti selama proses penyelesaian tesis ini. Penulis berharap karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang teknologi hasil hutan, serta menjadi berkat bagi banyak pihak

Bogor, Agustus 2026

Lastiur Eva Panggabean

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL		xi
DAFTAR GAMBAR		xi
DAFTAR LAMPIRAN		xi
I	PENDAHULUAN	1
1.1	Latar Belakang	1
1.2	Rumusan Masalah	2
1.3	Tujuan	3
1.4	Manfaat	3
II	TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1	*I-Joist*	4
2.2	Bambu	5
2.3	Kayu Akasia	7
III	METODE	8
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	8
3.2	Alat dan Bahan	8
3.3	Prosedur Kerja	8
3.4	Analisis Data	11
IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	12
4.1	Kadar Air	12
4.2	Kerapatan	13
4.3	Kuat Tekan	14
4.4	Analisa Kerusakan Struktur *I-joist*	18
V	SIMPULAN DAN SARAN	22
5.1	Simpulan	22
5.2	Saran	22
DAFTAR PUSTAKA		23
LAMPIRAN		29
RIWAYAT HIDUP		40

IPB University
Bogor Indonesia
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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

IPB University
Bogor Indonesia

DAFTAR TABEL

1 Analisis keragaman sifat fisis sampel *I-joist* kombinasi penyusunan *web* 12
2 Analisis keragaman kuat tekan sampel *I-joist* kombinasi penyusunan *web* 17

DAFTAR GAMBAR

1 Contoh balok *I-Joist* 4
2 Bagan alir penelitian 8
3 Persiapan bahan baku (*flange* dan *web*) 9
4 Pola penyusunan struktur *sandwich* dengan diameter berbeda. 9
5 Sampel balok *I-Joist* 10
6 Grafik kadar air *I-joist* 12
7 Grafik kerapatan pada *I-joist* 14
8 Grafik kuat tekan menggunakan luas alas plat dengan nilai: a). Patahan pertama (P1). b). Kuat tekan maksimal (Pmaks) 15
9 Grafik kuat tekan menggunakan luas alas *flange* dengan nilai kuat tekan maksimal (Pmaks) 16
10 Grafik kuat tekan menggunakan luas alas *web* dengan nilai kuat tekan maksimal (Pmaks) 17
11 Tipe kerusakan struktur *I-joist* 19
12 Kerusakan struktur *I-Joist* pada pola I 19
13 Kerusakan struktur *I-Joist* pada pola II 19
14 Kerusakan struktur *I-Joist* pada pola III 20
15 Kerusakan struktur *I-Joist* pada pola IV 20
16 Kerusakan flange pada *I-Joist* 20

DAFTAR LAMPIRAN

1 Pengolahan data sifat fisis: kerapatan *I-joist* 30
2 Analisis statistik pada hasil sifat fisis *I-joist* 32
3 Analisis statistik pada hasil sifat mekanis *I-joist* 34
4 Dokumentasi Penelitian 38

@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.
IPB University
Perpustakaan 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.

Perpustakaan IPB University