



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

PENGEMBANGAN KONSEP EKONOMI SIRKULAR UNTUK MENINGKATKAN KEBERLANJUTAN AGROINDUSTRI BERBASIS SALAK

FHADEL MUHAMAD AFEBRI



**TEKNIK INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

- 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.



@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 TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA*

Dengan ini menyatakan bahwa tesis berjudul “Pengembangan Konsep Ekonomi Sirkular untuk Meningkatkan Keberlanjutan Agroindustri Berbasis Salak” adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi 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 dibagian akhir tesis ini.

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

Bogor, Desember 2025

Fhadel Muhamad Afebri
F3501232032

@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.

RINGKASAN

FHADEL MUHAMAD AFEBRI. Pengembangan Konsep Ekonomi Sirkular untuk Meningkatkan Keberlanjutan Agroindustri Berbasis Salak. Dibimbing oleh SUPRIHATIN dan SUGIARTO.

Buah salak (*Salacca edulis* Reinw) merupakan buah tropis khas Indonesia dengan kulit bersisik yang kaya akan antioksidan, senyawa fenolik, vitamin, dan mineral. Produksi salak nasional tergolong tinggi dan menempatkannya sebagai salah satu komoditas buah utama di Indonesia. Kabupaten Sleman dan Kabupaten Magelang memiliki kontribusi signifikan melalui luas lahan yang besar dan tingkat produksi yang tinggi. Kondisi ini mendorong berkembangnya sektor Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) pengolahan salak. Tingginya produksi terutama saat panen raya juga memicu terjadinya kelebihan hasil panen yang tidak terserap pasar sehingga berpotensi menjadi limbah organik. Seiring dengan perkembangan industri pengolahan salak, muncul pula tantangan terkait dampak lingkungan yang berasal dari penggunaan bahan baku dan energi, yang menghasilkan limbah padat dan limbah cair pada berbagai tahapan proses mulai dari persiapan bahan baku hingga distribusi. Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan bahan, energi, dan limbah yang lebih baik untuk menekan dampak lingkungan melalui pengembangan konsep ekonomi sirkular.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi tahapan proses agroindustri salak (budidaya hingga pengolahan), mengevaluasi dampak lingkungan yang dihasilkan pada setiap tahapan proses, menganalisis permasalahan serta potensi pemanfaatan limbah, dan merumuskan strategi penerapan ekonomi sirkular berbasis kerangka 9R dengan mempertimbangkan aspek ekonomi, lingkungan, dan sosial. Fokus penelitian diarahkan pada UMKM pengolahan keripik, manisan, dan dodol salak di Kabupaten Sleman dan Kabupaten Magelang.

Metode penelitian meliputi pengumpulan data primer melalui observasi lapangan dan wawancara dengan pelaku UMKM serta petani salak, serta data sekunder dari literatur dan dokumen pendukung. Analisis aliran material, air, dan energi dilakukan pada setiap tahapan produksi. Dampak lingkungan pada proses pengolahan produk juga dievaluasi menggunakan pendekatan *Life Cycle Assessment* (LCA) dengan batasan sistem *Cradle-to-Gate* dan unit fungsi 1 kg produk olahan salak. Alternatif penerapan ekonomi sirkular dikembangkan berdasarkan prinsip 9R, kemudian dianalisis kelayakannya dari aspek ekonomi menggunakan indikator kelayakan usaha serta ditinjau secara kualitatif dari aspek sosial dan lingkungan.

Berdasarkan unit fungsional 1 kg produk, hasil penilaian siklus hidup menunjukkan bahwa keripik salak memiliki total dampak lingkungan tertinggi sebesar $5,39 \times 10^0$ kg CO₂-eq dengan dominasi *Eutrophication Potential* (EP) sebesar 72,13% yang terutama dipicu oleh penggunaan minyak goreng. Manisan salak menghasilkan total dampak $3,08 \times 10^{-1}$ kg CO₂-eq dengan kontribusi terbesar pada *Global Warming Potential* (GWP) sebesar 37,80% dan *Acidification Potential* (AP) sebesar 36,68% yang berasal dari penggunaan gula sebagai bahan baku utama. Dodol salak menunjukkan total dampak $7,10 \times 10^{-1}$ kg CO₂-eq, dengan

Acidification Potential (AP) sebagai dampak paling dominan sebesar 60,17% yang dipicu oleh penggunaan gula.

Penerapan konsep ekonomi sirkular pada agroindustri salak mencakup seluruh rantai produksi mulai dari tahap budidaya hingga pengolahan produk, dengan memanfaatkan berbagai jenis limbah padat dan cair yang dihasilkan. Berdasarkan analisis tingkat sirkularitas dan kelayakan implementasi, strategi *repurpose* (R7) menjadi prioritas utama karena memberikan manfaat ekonomi, lingkungan, dan sosial paling signifikan melalui penciptaan produk inovatif bernilai jual dan pengurangan timbulan limbah, diikuti oleh *reduce* (R2) melalui efisiensi penggunaan air dan bahan baku, serta *recycle* (R8) sebagai pendukung. Secara keseluruhan, penerapan ekonomi sirkular pada agroindustri salak berpotensi meningkatkan keberlanjutan sistem produksi dengan menekan dampak lingkungan, memperkuat ekonomi lokal, dan mendorong pemberdayaan masyarakat.

Kata kunci : agroindustri salak, analisis dampak lingkungan, ekonomi sirkular keberlanjutan lingkungan

SUMMARY

FHADEL MUHAMAD AFEBRI. Development of a Circular Economy Concept to Enhance the Sustainability of Salak-Based Agroindustry. Supervised by SUPRIHATIN and SUGIARTO.

Salak (*Salacca edulis* Reinw) is a tropical fruit native to Indonesia, characterized by its scaly skin and rich content of antioxidants, phenolic compounds, vitamins, and minerals. National salak production is relatively high, positioning it as one of Indonesia's major fruit commodities, with Sleman Regency and Magelang Regency contributing significantly due to their extensive cultivation areas and high production levels. This condition has stimulated the growth of Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) engaged in salak processing. However, high production volumes, particularly during peak harvest seasons, often lead to surplus yields that are not fully absorbed by the market and subsequently become organic waste. Alongside the expansion of salak processing industries, environmental challenges have emerged, mainly due to the intensive use of raw materials and energy, which generates solid and liquid waste at various stages of production, from raw material preparation to distribution. Therefore, improved management of materials, energy, and waste is required to mitigate environmental impacts through the development of a circular economy concept.

This study aims to identify the stages of the salak agroindustry process from cultivation and transportation to processing; to evaluate the environmental impacts generated at each stage; to analyze existing problems and the potential utilization of by-products; and to formulate circular economy implementation strategies based on the 9R framework while considering economic, environmental, and social aspects. The research focuses on MSMEs producing salak chips, candied salak, and salak dodol in Sleman and Magelang Regencies.

The research methodology involved the collection of primary data through field observations and interviews with MSME actors and salak farmers, as well as secondary data from the literature and supporting documents. Material, water, and energy flow analyses were conducted at each production stage. Environmental impacts associated with product processing were evaluated using the Life Cycle Assessment (LCA) approach with a cradle-to-gate system boundary and a functional unit of 1 kg of processed salak products. Circular economy alternatives were developed based on the 9R principles and subsequently assessed for economic feasibility using business feasibility indicators, along with qualitative evaluations of social and environmental aspects.

The impact assessment results indicate that the production stage is the main contributor to environmental impacts across all salak processed products compared to the cultivation and transportation stages. Based on a functional unit of 1 kg of product, the life cycle assessment results indicate that salak chips generate total environmental impacts of 5.39×10^0 kg CO₂-eq, with Eutrophication Potential (72.13%) identified as the main *hotspot*, predominantly driven by the use of cooking oil; candied salak results in total impacts of 3.08×10^{-1} kg CO₂-eq, with *hotspots* in GWP (37.80%) and AP (36.68%), mainly attributable to sugar as the primary raw material; meanwhile, salak dodol exhibits total environmental impacts

of 7.10×10^{-1} kg CO₂-eq, where Acidification Potential (60.17%) is the most dominant impact category due to the use of sugar.

The implementation of a circular economy concept in the salak agroindustry encompasses the entire production chain, from cultivation to product processing, by utilizing various types of generated solid and liquid waste. Based on the analysis of circularity *levels* and implementation feasibility, the repurpose strategy (R7) was identified as the top priority, as it provides the most significant economic, environmental, and social benefits through the development of innovative, value-added products and waste reduction. This is followed by the reduce strategy (R2) through improved efficiency in water and raw material use, with recycle (R8) serving as a supporting strategy. Overall, the adoption of circular economy practices in the salak agroindustry has strong potential to enhance production system sustainability by reducing environmental impacts, strengthening the local economy, and promoting community empowerment.

Keywords: salak agroindustry, circular economy, environmental impact assessment, environmental sustainability



© 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 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.

**PENGEMBANGAN KONSEP EKONOMI SIRKULAR UNTUK
MENINGKATKAN KEBERLANJUTAN AGROINDUSTRI
BERBASIS SALAK**

FHADEL MUHAMAD AFEBRI

Tesis

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Teknik pada
Program Studi Teknik Industri Pertanian

**TEKNIK INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

@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.

@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.

Penguji pada Ujian Tesis:
Prof. Dr. Ono Suparno, S.T.P., M.T

Judul Penelitian : Pengembangan Konsep Ekonomi Sirkular untuk
Meningkatkan Keberlanjutan Agroindustri Berbasis Salak
Nama : Fhadel Muhamad Afebri
NIM : F3501232032

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ing. Ir Suprihatin, IPU.



Pembimbing 2:
Dr. Ir. Sugiarto, M.Si



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Eng. Ir. Taufik Djatna, M.Si.
NIP.197006141995122001



Dekan Fakultas Teknologi Pertanian :
Prof. Dr. Ir. Slamet Budijanto, M. Agr
NIP. 196105021986031002



Tanggal Ujian :
24 Desember 2025

Tanggal Lulus :
24 Desember 2025

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Februari 2025 sampai bulan Juni 2025 ini ialah keberlanjutan pada agroindustri berbasis salak, dengan judul "Pengembangan Konsep Ekonomi Sirkular untuk Meningkatkan Keberlanjutan Agroindustri Berbasis Salak". Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Komisi Pembimbing, Prof. Dr.-Ing. Ir. Suprihatin, IPU. Selaku Ketua Komisi Pembimbing dan Dr, Ir. Sugiarto M.Si selaku Anggota Komisi Pembimbing, atas segala bimbingan, arahan, saran dan masukan yang diberikan selama proses penelitian hingga penyusunan tesis dapat diselesaikan tepat waktu.

Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada moderator seminar Prof. Dr. Eng. Ir. Taufik Djatna, M.Si dan penguji luar komisi Prof. Dr. Ono Suparno, S.TP, M.T, dan seluruh dosen beserta staf Program Studi Teknik Industri Pertanian atas dukungan dan fasilitas yang diberikan selama masa studi. Tak lupa terima kasih kepada UMKM Produk Olahan Salak yang ada di Kabupaten Sleman dan Kabupaten Magelang serta para Petani yang telah memberikan izin dan kerja sama selama proses pengambilan data di lokasi masing-masing.

Penulis menyampaikan terima kasih kepada orang tua, Bapak Rafindo, Ibu Elwami, abang Novicco Wara, kakak Putri Rhamatika, Shepia Putri Widara Findah, kepada kerabat Zahra Abidina Pintaito, serta seluruh rekan-rekan seperjuangan S2 TIP 2023 dan 2024 yang telah memberikan dukungan dan doa. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Salak	4
2.2 Pengolahan Salak	5
2.3 Ekonomi Sirkular	9
III METODE PENELITIAN	12
3.1 Kerangka Pemikiran	12
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	13
3.3 Jenis dan Sumber Data	13
3.4 Metode dan Pengumpulan Data	13
3.5 Tahapan Penelitian	14
3.6 Pengolahan dan Penyajian Data	18
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Gambaran Umum Agroindustri Salak	19
4.3 Analisis Dampak Lingkungan Agroindustri Salak	37
4.4 Permasalahan dan Potensi Pemanfaatan	59
4.5 Penerapan Konsep Ekonomi Sirkular	61
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	69
5.1 Simpulan	69
5.2 Saran	69
DAFTAR PUSTAKA	70
LAMPIRAN	75

DAFTAR TABEL

1	Taksonomi tanaman salak (<i>Salacca zalacca</i>)	4
2	Profil perkebunan pemasok bahan baku salak untuk UMKM	19
3	Deskripsi UMKM pengolahan keripik salak	20
4	Deskripsi UMKM pengolahan manisan salak	21
5	Deskripsi UMKM pengolahan dodol salak	22
6	Data input-output dan Produktivitas budidaya salak per kebun	23
7	Data transportasi salak dari perkebunan ke UMKM pengolahan	24
8	Perbandingan jumlah penggunaan air dan limbah produksi keripik salak	30
9	Penggunaan energi untuk produksi dan non produksi keripik salak	30
10	Neraca massa proses produksi keripik salak	31
11	Perbandingan jumlah penggunaan air dan limbah produksi manisan salak	32
12	Neraca massa proses produksi manisan salak	33
13	Penggunaan energi untuk produksi dan non produksi manisan salak	34
14	Perbandingan jumlah penggunaan air dan limbah dalam dodol salak	35
15	Neraca massa proses produksi dodol salak	36
16	Penggunaan energi untuk produksi dan non produksi dodol salak	37
17	Data inventori budidaya per 1 bulan produksi keripik salak	38
18	Data inventori proses produksi untuk kebutuhan produksi keripik salak	39
19	Data inventori budidaya untuk kebutuhan 1 bulan produksi manisan salak	40
20	Data inventori proses produksi untuk 1 bulan produksi manisan salak	41
21	Data inventori budidaya untuk kebutuhan 1 bulan produksi dodol salak	41
22	Data inventori proses produksi untuk 1 bulan produksi dodol salak	42
23	Nilai karakterisasi dan normalisasi dampak budidaya salak salak	43
24	Nilai karakterisasi dan normalisasi dampak transportasi salak salak	44
25	Nilai karakterisasi dan normalisasi dampak produksi keripik salak	44
26	Nilai karakterisasi dan normalisasi dampak budidaya manisan salak	45
27	Nilai karakterisasi dan normalisasi dampak transportasi manisan salak	45
28	Nilai karakterisasi dan normalisasi dampak produksi manisan salak	46
29	Nilai karakterisasi dan normalisasi dampak budidaya manisan salak	46
30	Nilai karakterisasi dan normalisasi dampak transportasi dodol salak	47
31	Nilai karakterisasi dan normalisasi dampak produksi dodol salak	47
32	Total nilai dampak UMKM keripik salak	48
33	Total nilai dampak UMKM manisan salak	51
34	Total nilai dampak UMKM dodol salak	55
35	Hotspot dan sumber dampak pada produk olahan salak	59
36	Permasalahan pada agroindustri pengolahan salak	59
37	Karakteristik limbah cair UMKM pengolahan salak	60
38	Pemilihan prioritas skema ekonomi sirkular pada UMKM pengolahan salak	65

DAFTAR GAMBAR

1	Tanaman salak dan buah salak	4
2	Pohon industri salak	5
3	Diagram alir konseptual proses produksi keripik salak	6
4	Diagram alir proses produksi manisan salak	7
5	Diagram alir proses produksi dodol salak	8
6	Kerangka 9R	10
7	Kerangka pemikiran penelitian	12
8	Tahapan analisis dampak lingkungan dengan LCA	15
9	Perkebunan salak UMKM pengolahan salak	23
10	Penerimaan salak dari pemasok	24
11	Produk keripik salak	25
12	Diagram alir pembuatan keripik salak	26
13	Diagram alir pembuatan manisan salak	27
14	Produk manisan salak	27
15	Diagram alir proses produksi dodol salak pada UMKM	28
16	Produk manisan salak	29
17	Batasan sistem <i>Cradle-to-Gate</i> pada sistem produksi UMKM	38
18	Total nilai kontribusi dampak produk keripik salak	48
19	Kontribusi <i>input</i> bahan terhadap dampak EP pada keripik salak	48
20	Kontribusi <i>input</i> bahan terhadap dampak GWP keripik salak	49
21	Kontribusi <i>input</i> bahan terhadap dampak AP keripik salak	50
22	Kontribusi <i>input</i> bahan terhadap dampak ODP keripik salak	51
23	Total nilai kontribusi dampak produk manisan salak	52
24	Kontribusi <i>input</i> bahan terhadap dampak GWP manisan salak	52
25	Kontribusi <i>input</i> bahan terhadap dampak AP manisan salak	53
26	Kontribusi <i>input</i> bahan terhadap dampak EP manisan salak	54
27	Kontribusi <i>input</i> bahan terhadap dampak ODP manisan salak	55
28	Total nilai kontribusi dampak produk dodol salak	56
29	Kontribusi <i>input</i> bahan terhadap dampak GWP pada dodol salak	56
30	Kontribusi <i>input</i> bahan terhadap dampak AP pada dodol salak	57
31	Kontribusi <i>input</i> bahan terhadap dampak EP pada dodol salak	58
32	Kontribusi <i>input</i> bahan terhadap dampak ODP pada dodol salak	58
33	Skema pemanfaatan hasil samping agroindustri pengolahan salak	62
34	Skema ekonomi sirkular agroindustri salak	64
35	Tingkatan <i>level</i> pengelolaan limbah UMKM manisan salak	66
36	Tingkatan <i>level</i> pengelolaan limbah UMKM dodol salak	67
37	Tingkatan <i>level</i> pengelolaan limbah UMKM dodol salak	67

DAFTAR LAMPIRAN

1	Tingkat sirkularitas alternatif potensi penerapan konsep ekonomi sirkular	75
2	Dokumentasi alat pengolahan produk olahan salak	80
3	Perhitungan analisis ekonomi produk kopi dari limbah biji salak	81
4	Perhitungan analisis ekonomi produk briket dari limbah biji salak	84
5	Perhitungan analisis ekonomi produk masker dari limbah biji salak	86
6	Perhitungan analisis ekonomi produk teh dari limbah kulit salak	89

@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.