

MULTIPLIKASI TUNAS DAN TERMOTERAPI UNTUK ELIMINASI *BANANA BUNCHY TOP VIRUS* PADA PISANG CV MAS KIRANA SECARA *IN VITRO*

NAILUL SA'ADAH



PROGRAM STUDI PEMULIAAN DAN BIOTEKNOLOGI TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024



@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 saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Multiplikasi Tunas dan Termoterapi untuk Eliminasi *Banana bunchy top virus* pada Pisang cv Mas Kirana secara *In Vitro*” 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 2024

Nailul Sa'adah
A2503201008



RINGKASAN

NAILUL SA'ADAH. Multiplikasi Tunas dan Termoterapi untuk Eliminasi *Banana bunchy top virus* pada Pisang cv Mas Kirana secara *In Vitro*. Dibimbing oleh DINY DINARTI, AWANG MAHARIJAYA, dan SRI HENDRASTUTI HIDAYAT.

Pisang (*Musa acuminata* C.) cv. Mas Kirana merupakan salah satu kultivar pisang yang banyak dibudidayakan, terutama di daerah Lumajang. Kultivar Mas Kirana mempunyai beberapa keunggulan, antara lain warna buah menarik, rasa daging buah manis dan segar, teksturnya renyah, dan ukuran buah yang kecil (± 9 cm) dengan bobot per buah 71 g. Karakter tersebut menjadikan Mas Kirana cocok disajikan sebagai pisang meja atau buah segar. Permasalahan dalam budidayanya, secara genetik pisang Mas Kirana mempunyai anakan yang relatif sedikit, 1-3 anakan per rumpun. Hal ini menjadi kendala bagi penyediaan benih berupa anakan untuk perluasan pengembangan tanaman di lapangan. Permasalahan lain dalam budidaya pisang yaitu penyakit kerdil yang disebabkan oleh *Banana bunchy top virus* (BBTV). Penyakit mampu menurunkan hasil panen hingga sebesar 100% karena tanaman yang terinfeksi tidak mampu menghasilkan tandan pisang. Penelitian ini bertujuan untuk mengonfirmasi BBTV pada pisang cv Mas Kirana yang akan digunakan sebagai eksplan untuk kultur jaringan dan mengonfirmasi BBTV pada tunas hasil kultur jaringan, mendapatkan jenis dan konsentrasi optimal sitokinin untuk multiplikasi tunas pisang cv Mas Kirana secara *in vitro*, serta mendapatkan suhu optimal termoterapi untuk metode eliminasi BBTV pada pisang Mas Kirana.

Tahapan penelitian terdiri dari tiga percobaan. Percobaan dilakukan di kebun percobaan sukamantri IPB, Laboratorium Virologi Departemen Proteksi Tanaman IPB, dan Laboratorium Kultur Jaringan Pusat Kajian Hortikultura Tropika (PKHT). Percobaan dilakukan dari bulan Maret 2023 - Februari 2024. Tiga tahapan percobaan yaitu konfirmasi insidensi BBTV pada bahan eksplan kultur jaringan, percobaan optimasi media untuk multiplikasi tunas, dan percobaan eliminasi virus menggunakan termoterapi.

Hasil dari pengamatan insidensi penyakit di lapangan menunjukkan bahwa insidensi penyakit kerdil pada pisang cv Mas Kirana di kebun percobaan IPB Sukamantri antara 24,13– 34,14% dari total tanaman yang diamati pada setiap blok. Gejala infeksi BBTV yang ditemukan di lapangan adalah tanaman pisang yang kerdil, daun tumbuh mengumpul atau membentuk roset di bagian ujung tanaman, dan terjadi klorosis yang disertai adanya nekrosis di sepanjang tepi daun. DNA berukuran sekitar 240 pb berhasil teramplifikasi menggunakan pasangan primer spesifik BBTV sebanyak 10 dari total 24 sampel tanaman. Deteksi dengan menggunakan metode PCR mengkonfirmasi adanya infeksi BBTV pada tanaman yang bergejala dan tidak bergejala *bunchy top disease*.



Multiplikasi tunas pisang cv Mas Kirana menggunakan jenis dan konsentrasi sitokinin yang berbeda hanya berpengaruh nyata pada jumlah tunas. BAP 2 mg L^{-1} mampu menghasilkan jumlah tunas dengan rata-rata 3,5 tunas. Persentase *browning* pada semua perlakuan yaitu sebesar 33,33–50%. Hasil amplifikasi PCR tunas kultur jaringan menunjukkan bahwa planlet kultur jaringan masih terinfeksi BBTV. Tunas hasil kultur jaringan yang terkonfirmasi BBTV.

Perlakuan termoterapi yang diujikan belum mampu mengeliminasi BBTV pada tunas pisang mas kirana. Hal ini diduga karena ukuran tunas yang digunakan terlalu besar dan subkultur yang dilakukan masih kurang. Tunas mampu bertahan hidup pada suhu $22 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $30 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $35 \text{ }^{\circ}\text{C}$, dan $40 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Semakin tinggi suhu, semakin banyak jumlah eksplan yang mengalami kematian. Perlakuan dengan suhu tertinggi $40 \text{ }^{\circ}\text{C}$ membuat tunas bertahan hidup hanya 16,67% dan nodul yang terbentuk berwarna putih.

Kata kunci: BAP, insidensi penyakit, jumlah Tunas, PCR, tanaman bebas virus, tanpa gejala

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.



SUMMARY

NAILUL SA'ADAH. Shoot Multiplication and Thermoherapy for Elimination of Banana Bunchy Top Virus in Banana cv Mas Kirana In Vitro. Supervised by DINY DINARTI, AWANG MAHARIJAYA, and SRI HENDRASTUTI HIDAYAT.

Banana (*Musa acuminata* C.) cv Mas Kirana is one of the most widely cultivated banana cultivars, especially in the Lumajang area. Mas Kirana cultivar has several advantages, including attractive fruit color, sweet and fresh taste, crunchy texture, and small fruit size of ± 9 cm with a weight of 71 grams/fruit. These characteristics make Mas Kirana suitable for serving as table banana or fresh fruit. The problem in its cultivation is that genetically, Mas Kirana has relatively few tillers, 1-3 tillers per clump. This is an obstacle to the provision of seedlings for the expansion of plant development in the field. Another problem in banana cultivation is the dwarf disease caused by Banana bunchy top virus (BBTV). The disease can reduce yields by up to 100% because infected plants are unable to produce banana bunches. This study aims to confirm BBTV in banana cv Mas Kirana which will be used as explants for tissue culture and confirm BBTV in the shoots resulting from tissue culture, obtain the optimal type and concentration of cytokinin for the multiplication of banana cv Mas Kirana shoots in vitro, and obtain the optimal temperature of thermoherapy for BBTV elimination method in banana cv Mas Kirana.

The research was carried out in Sukamantri Research Station of IPB, Plant Virology Laboratory of the Department of Plant Protection IPB, and the Tissue Culture Laboratory of the Center for Tropical Horticulture Studies (PKHT) from March 2023 to February 2024. The research consisted of three main activities: confirmation of BBTV in banana cv Mas Kirana as tissue culture explant material, the effect of cytokinin treatment on shoot growth of banana cv Mas Kirana in vitro, and thermoherapy for BBTV elimination in banana cv Mas Kirana.

Results from observations of disease incidence in the field showed that the incidence of dwarf disease on banana cv Mas Kirana in the IPB Sukamantri Research ranged 24.13- 34.14% of the total plants observed in each block. Symptoms of BBTV infection found in the field were drawing banana plants, leaves that grew clumped or formed a rosette at the tip of the plant, and chlorosis accompanied by necrosis along the edges of the leaves. DNA of approximately 240 pb was amplified using BBTV-specific primer pairs in 10 of the 24 plant samples. PCR detection confirmed BBTV infection in symptomatic and asymptomatic plants.

Shoot multiplication of banana cv Mas Kirana using different types and concentrations of cytokinin only significantly affected the number of shoots. BAP 2 mg L^{-1} treatment produced the highest number of shoots, leaves, and roots compared to other treatments. However, the treatment with the highest number of roots was the BAP 2 mg L^{-1} treatment with an average root number of 4,17. The treatment with the highest number of leaves was also in the treatment of BAP 2 mg L^{-1} with an average number of leaves of 2,33 strands. The percentage of browning in all treatments was 33,33-50%. The results of PCR amplification of tissue culture shoots showed that tissue culture planlets still have the potential for

BBTV infection. The BBTV-confirmed tissue culture shoots will be used as material for thermotherapy experiments.

The thermotherapy treatments tested have not eliminated BBTV in mas kirana banana shoots. This is thought to be due to the size of the shoots used being too large and the subculture still lacking. The shoots were able to survive at temperatures of 22 °C, 30 °C, 35 °C, and 40 °C. The higher the temperature, the greater the number of explants that died. The treatment with the highest temperature of 40 °C made the shoots survive only 16,67%, and the nodules formed were white.

Keywords: Asymptomatic, BAP, disease incidence, PCR, shoots number, virus free plant

@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

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.

MULTIPLIKASI TUNAS DAN TERMOTERAPI UNTUK ELIMINASI *BANANA BUNCHY TOP VIRUS* PADA PISANG CV MAS KIRANA SECARA IN VITRO

NAILUL SA'ADAH

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains pada
Program Studi Pemuliaan dan Bioteknologi Tanaman

**PROGRAM STUDI PEMULIAAN DAN BIOTEKNOLOGI TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



@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.



Judul Tesis : Multiplikasi Tunas dan Termoterapi untuk Eliminasi *Banana bunchy top virus* pada Pisang cv Mas Kirana secara *In Vitro*
Nama : Nailul Sa'adah
NIM : A2503201008

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Ir. Diny Dinarti, M.Si

Pembimbing 2:
Prof. Dr. Awang Maharijaya, S.P., M.Si

Pembimbing 3:
Prof. Dr. Ir. Sri Hendrastuti Hidayat, M.Sc

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Dewi Sukma, S.P., M.Si
NIP 197004041997022001

Dekan Fakultas Pertanian
Prof. Dr. Ir. Suryo Wiyono, M.Sc. Agr.
NIP 196902121992031003

Tanggal Ujian:
02 Agustus 2024

Tanggal Lulus: 08 AUG 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

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. Judul penelitian tesis yang dilaksanakan sejak bulan Maret 2023 sampai bulan Februari 2024 ini ialah “Multiplikasi Tunas dan Termoterapi untuk Eliminasi *Banana bunchy top virus* pada Pisang cv Mas Kirana secara *In Vitro*”.

Penulis menyadari tanpa bimbingan, dukungan, dan bantuan berbagai pihak, penulis tidak dapat berbuat maksimal dalam menyelesaikan tesis ini. Oleh karena itu, terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing Dr. Ir. Diny Dinarti, M.Si, Prof. Dr. Awang Maharijaya, S.P, M.Si, dan Prof. Dr. Ir. Sri Hendrastuti Hidayat, M.Sc yang telah membimbing dan banyak memberi saran.

Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Prof. Dr. Dewi Sukma, S.P., M.Si selaku ketua program studi, Prof. Dr. Ir. Didy Sopandie, M. Agr selaku moderator kolokium, Prof. Dr. Ir. Satriyas Ilyas, MS selaku moderator seminar hasil, Prof. Dr. Ir. Sobir, M.Si selaku penguji luar komisi saat ujian tesis, dan Prof. Dr. Ir. Darda Efendi, M.Si selaku dosen program studi saat ujian tesis. Selain itu ungkapan terima kasih tak lupa penulis sampaikan kepada staf lapangan Kebun Percobaan Sukamantri IPB, staf laboratorium Pusat Kajian Hortikultura Tropika (PKHT), dan staf Laboratorium Virologi Tumbuhan Departemen Proteksi Tanaman IPB yang telah membantu penulis selama penelitian. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada orangtua, kakak, dan teman-teman yang telah memberikan dukungan serta doa.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2024

Nailul Sa'adah

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
1.6 Hipotesis	4
II Tinjauan Pustaka	6
2.1 Pisang cv Mas Kirana	6
2.2 <i>Banana bunchy top virus</i> (BBTV)	7
2.3 Multiplikasi Tunas secara <i>In Vitro</i>	8
2.4 Termoterapi untuk Pembebasan Virus pada Tanaman	10
III KONFIRMASI BBTV PADA PISANG CV MAS KIRANA SEBAGAI BAHAN EKSPLAN KULTUR JARINGAN	12
3.1 Abstrak	12
3.2 Pendahuluan	13
3.3 Metode	13
3.3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	13
3.3.2 Insidensi Penyakit	13
3.3.3 Konfirmasi BBTV dengan metode PCR	14
3.4 Hasil dan Pembahasan	14
3.4.1 Insidensi Penyakit Kerdil pada Pisang cv Mas Kirana di lapangan	14
3.4.2 Konfirmasi BBTV pada Pisang Mas Kirana di Kebun Percobaan Sukamantri IPB	16
3.5 Simpulan	18
IV PENGARUH PERLAKUAN SITOKININ TERHADAP PERTUMBUHAN TUNAS PISANG CV MAS KIRANA SECARA <i>IN VITRO</i>	19
4.1 Abstrak	19
4.2 Pendahuluan	19
4.3 Metode	20
4.3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	20
4.3.2 Pelaksanaan Percobaan	20
4.4 Hasil dan Pembahasan	22
4.4.1 Pengaruh Sitokinin terhadap Jumlah Tunas dan Jumlah Daun	22
4.4.2 Pencoklatan (<i>Browning</i>)	27
4.4.3 Konfirmasi BBTV pada Pisang Mas Kirana Hasil Kultur Jaringan	28
4.5 Simpulan	29
V TERMOTERAPI UNTUK ELIMINASI BBTV PADA PISANG CV MAS KIRANA	30
5.1 Abstrak	30
5.2 Pendahuluan	30

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.

5.3 Metode	31
5.3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	31
5.3.2 Termoterapi	31
5.3.3 Konfirmasi BBTV pada Tunas Mikro dengan Metode PCR	32
5.4 Hasil dan Pembahasan	32
5.5 Simpulan	34
VI PEMBAHASAN UMUM	35
VII KESIMPULAN DAN SARAN	37
7.1 Kesimpulan	37
7.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	47
RIWAYAT HIDUP	51



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 TABEL

1	Insidensi penyakit kerdil pisang pada tanaman pisang cv Mas Kirana di Kebun Percobaan Sukamantri	14
2	Jenis gejala penyakit yang ditemukan di Kebun Percobaan Sukamantri IPB dan hasil konfirmasi infeksi BBTV dengan metode PCR	17
3	Rekapitulasi sidik ragam pengaruh perlakuan sitokinin terhadap jumlah tunas dan jumlah daun pada 8, 12, dan 16 MST	21
4	Pengaruh berbagai media perlakuan pada umur 4, 8, 12, dan 16 MST terhadap jumlah tunas	21
5	Pengaruh berbagai media perlakuan pada umur 4, 8, 12, dan 16 MST terhadap jumlah daun	26
6	Pengaruh berbagai media perlakuan terhadap persentase <i>browning</i> pada 16 MST	27
7	Pengaruh berbagai perlakuan suhu termoterapi terhadap persentase hidup, persentase tunas, dan rata-rata jumlah tunas	33

DAFTAR GAMBAR

1	Diagram alur penelitian multiplikasi tunas dan termoterapi untuk eliminasi <i>Banana Bunchy Top Virus</i> pada pisang Mas Kirana	4
2	Tanaman pisang cv Mas Kirana yang bergejala penyakit dan sehat	6
3	Tanaman pisang cv Mas Kirana yang bergejala penyakit dan sehat	15
4	Fragmen DNA hasil amplifikasi menggunakan primer spesifik BBTV dari sampel daun tanaman pisang cv Mas Kirana	17
5	Sumber eksplan pisang cv Mas Kirana	22
6	Pembentukan tunas pada minggu ke-8 pada berbagai perlakuan media multiplikasi	24
7	Pengaruh perlakuan sitokinin terhadap jumlah tunas dan daun pada 16 minggu setelah tanam	25
8	Pembentukan jumlah akar tertinggi pada 16 minggu setelah tanam pada berbagai perlakuan media multiplikasi	25
9	Pembentukan jumlah daun tertinggi pada 16 minggu setelah tanam	27
10	Eksplan yang mengalami <i>browning</i> hingga 16 minggu setelah tanam	28
11	Fragmen DNA hasil amplifikasi menggunakan primer spesifik BBTV dari sampel planlet kultur jaringan	29
12	Pengaruh perlakuan termoterapi terhadap morfologi tunas pada 6 MST	33
13	Fragmen DNA hasil amplifikasi menggunakan primer spesifik BBTV dari sampel termoterapi	34

DAFTAR LAMPIRAN

1	Deskripsi pisang cv Mas Kirana	48
2	Komposisi Media <i>Murashige and Skoog</i> (MS)	50



@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.