



KAJIAN SIFAT FUNGSIONAL BERAS PECAH KULIT BERPIGMENT DAN TANPA PIGMEN FERMENTASI

BUDI SUARTI



ILMU PANGAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2021

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang menyalin 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.



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

PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA*

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi berjudul Kajian Sifat Fungsional Beras Pecah Kulit Berpigmen dan tanpa Pigmen Fermentasi 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 di bagian akhir disertasi ini.

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

Bogor, September 2021

Budi Suarti
NIM F261160061

@Hak cipta milik IPB University

IPB University





RINGKASAN

BUDI SUARTI, Kajian Sifat Fungsional Beras Pecah Kulit Berpigmen dan tanpa Pigmen Fermentasi, dibimbing oleh SLAMET BUDIJANTO, SUKARNO, dan ARDIANSYAH.

Beras Pecah Kulit (BPK) adalah butir padi yang kulitnya sudah dilepaskan, tetapi belum disosoh. BPK selain mempunyai zat gizi tinggi juga mengandung komponen bioaktif. Kandungan komponen bioaktif BPK dipengaruhi oleh varietas, faktor genetik, dan kondisi lingkungan. Senyawa fenolik pada beras, pada umumnya terikat dengan senyawa makromolekul lain di dinding sel yang terkonsentrasi di bagian bekatulnya. Ikatan tersebut dapat dihidrolisis dengan enzim *lignosellulase* yang dihasilkan oleh kapang pada saat fermentasi media padat. Penelitian ini diharapkan dapat melihat pengaruh *Solid State Fermentation* (SSF) menggunakan kapang dalam meningkatkan komponen bioaktif dan aktivitasnya serta pengaruh pemanasan terhadap komponen bioaktifnya. Tujuan penelitian ini adalah : 1) Melakukan karakterisasi sifat fungsional BPK berpigmen dan tanpa pigmen, 2) Melakukan kajian pengaruh fermentasi padat pada peningkatan aktivitas komponen bioaktif BPK berpigmen dan tanpa pigmen, dan 3) Melakukan kajian pengaruh panas terhadap perubahan komponen bioaktif BPK.

Penelitian ini dilakukan beberapa tahap, tahap pertama penelitian menggunakan metode rancangan acak lengkap dengan satu faktor yaitu varietas BPK, tahap kedua penelitian menggunakan metode rancangan acak lengkap faktorial dengan dua faktor yaitu varietas BPK (Mentik Wangi Susu, Cempo Merah, dan Jowo Melik) dan waktu fermentasi (0, 24, 48, dan 72 jam). Sedangkan tahap ketiga penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan satu faktor yaitu metode pemanasan (pemanggangan suhu 150°C, 10 menit, pengukusan suhu 85°C, 20 menit, dan *microwave* 220 V, 50 Hz, 3 menit)

Karakterisasi sifat fungsional BPK tanpa pigmen memiliki tingkat kecerahan lebih tinggi dengan nilai L^* (71,45±0,10). BPK berpigmen hitam (Jowo Melik) memiliki sifat fisik warna dengan nilai b^* (1,05±0,05), selain itu BPK Jowo Melik memiliki kandungan lemak (4,49±0,14 %), amilosa (26,32±0,60 %), serat pangan total (29,78±0,26%), TSF (4380,61±120,55 µg GAE/g), antosianin (2331,49±59,00 µg/g), proantosianidin (36,78±0,10 mg CE/g), dan *oryzanol* (692,33±21,64 µg/g), lebih tinggi daripada BPK tanpa pigmen. Pengujian secara *in vitro* BPK berpigmen memiliki daya cerna pati lebih rendah juga aktivitas penghambatan α -glukosidase yang lebih tinggi daripada BPK tanpa pigmen.

Proses fermentasi BPK berpigmen dan tanpa pigmen dapat meningkatkan komponen bioaktif, aktivitas antioksidan, dan aktivitas inhibisi α -glukosidase. Hasil terbaik ditemukan pada fermentasi 72 jam yaitu BPK Jowo Melik dengan kandungan TSF (366,55±10,75 µg GAE/g), proantosianidin (22,52±0,30 mg CE/g), dan aktivitas antioksidan (1,43±0,03 mg TEAC/g).

Metode pemanasan dengan *microwave* menyebabkan kerusakan komponen bioaktif yang paling kecil dibandingkan dengan 2 metode pemanasan lainnya yaitu metode pemanggangan dan pengukusan. Kandungan komponen bioaktif BPK Jowo Melik fermentasi setelah pemanasan, dengan *microwave*

memiliki TSF ($2472,23 \pm 13,50$ $\mu\text{g GAE/g}$), antosianin ($1075,02 \pm 6,18$ $\mu\text{g/g}$), aktivitas antioksidan ($24,58 \pm 0,14$ mg TEAC/g), daya cerna pati ($33,46 \pm 0,02$ %), dan inhibisi α -glukosidase ($28,59 \pm 0,18$ %) lebih terjaga dan efektif.

Berdasarkan hasil keseluruhan penelitian ini BPK berpigmen terutama BPK berpigmen hitam mengandung komponen bioaktif, aktivitas antioksidan dan secara uji *in vitro* (inhibisi α -glukosidase) lebih tinggi daripada BPK tanpa pigmen. Proses fermentasi BPK berpigmen dan tanpa pigmen dapat meningkatkan zat gizi, komponen bioaktif, serat pangan, aktivitas antioksidan, dan inhibisi α -glukosidase. Pemanasan dengan menggunakan *microwave* menyebabkan kerusakan komponen bioaktif BPK Jowo Melik fermentasi paling kecil.

Kata kunci: Antioksidan, beras pecah kulit, fermentasi, komponen bioaktif, inhibisi α -glukosidase

@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.





SUMMARY

BUDI SUARTI, Study of Functional Properties of Pigmented and Non-Pigmented Fermented Brown Rice, supervised by SLAMET BUDIJANTO, SUKARNO, and ARDIANSYAH.

Brown Rice (BR) is a whole grain rice with the inedible outer hull removed, but has not been ground. In addition to having high nutritional value, BR also contains bioactive components. The content of bioactive components of BR is influenced by varieties, genetic factors, and environmental conditions. Phenolic compounds in grains, including rice, are generally bound to other macromolecules in cell walls, which are concentrated in the bran. These bonds can be hydrolyzed by the lignocellulase enzyme produced by fungi during solid media fermentation. This study was expected to explain the effect of Solid State Fermentation (SSF) using fungi in increasing the bioactive components and their activities, as well as the effect of heating on their bioactive components. The aims of this study were: 1) to characterize the functional properties of pigmented and non-pigmented BR, 2) to investigate the effect of solid fermentation in increasing the bioactive components' activity of pigmented and non-pigmented BR, and 3) to study changes in bioactive components from the solid fermentation process by heating treatments.

The method in this study used several stages. The first stage of this study used a completely randomized design method with one factor of the BR variety, while the second stage used a full factorial design method with two factors of the BR variety (Mentik Wangi Susu, Cempo Merah, and Jowo Melik) and fermentation time (0, 24, 48, and 72 hours). The third stage of the study used a completely randomized design method with one factor of the heating treatment (roasting with temperature at 150 °C for 10 minutes, steaming with temperature at 85 °C for 20 minutes, and microwave at 220 V, 50 Hz for 3 minutes).

Characterization of the functional properties showed that non-pigmented BR had a higher brightness level with a value of L^* ($71,45 \pm 0,10$). Black pigmented BR (Jowo Melik) had color physical properties with a value of b^* ($1,05 \pm 0,05$). In addition, Jowo Melik contained fat ($4,49 \pm 0,14$ %), amylose ($26,32 \pm 0,60$ %), total dietary fiber ($29,78 \pm 0,26$ %), TSF ($4380,61 \pm 120,55$ $\mu\text{g GAE/g}$), anthocyanin ($2331,49 \pm 59,00$ $\mu\text{g/g}$), proanthocyanidin ($36,78 \pm 0,10$ mg CE/g), and oryzanol ($692,33 \pm 21,64$ $\mu\text{g/g}$), that were higher than non-pigmented BR. *In vitro* testing showed that pigmented BR had lower starch digestibility and higher α -glucosidase inhibitory activity than non-pigmented BR.

Fermentation process of pigmented and non-pigmented BR can increase nutrients, bioactive components, antioxidant activity, and α -glucosidase inhibition activity. The best results were found in 72 hours fermentation of black pigmented BR (Jowo Melik) containing TSF ($366,55 \pm 10,75$ $\mu\text{g GAE/g}$), proanthocyanidin ($22,52 \pm 0,30$ mg CE/g), and antioxidant activity ($1,43 \pm 0,03$ mg TEAC/g).

The microwave heating method caused the least damage to the bioactive components compared to the other 2 heating methods, namely roasting and steaming methods. The content of bioactive components of BPK Jowo Melik fermented after microwave heating were : TSF ($2472,23 \pm 13,50$ $\mu\text{g GAE/g}$),

anthocyanin ($1075,02 \pm 6,18 \mu\text{g/g}$), antioxidant activity ($24,58 \pm 0,14 \text{ mg TEAC/g}$), starch digestibility ($33,46 \pm 0,02 \%$), and α -glucosidase inhibition activity ($28,59 \pm 0,18 \%$), which were more maintained and effective.

Based on the overall results of this study, pigmented BR, especially black pigmented BR, contained higher nutrients, bioactive components, dietary fiber, antioxidant activity and *in vitro* (α -glucosidase inhibition) than non-pigmented BR. The fermentation process of pigmented and non-pigmented BR can increase bioactive components, antioxidant activity, and α -glucosidase inhibition activity. Microwave heating caused the least damage to bioactive components, antioxidant activity, and α -glucosidase inhibitory activity in fermented Jowo Melik.

Keywords: Antioxidant, bioactive components, brown rice, fermentation, α -glucosidase inhibition

@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 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 2021 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



KAJIAN SIFAT FUNGSIONAL BERAS PECAH KULIT BERPIGMENT DAN TANPA PIGMENT FERMENTASI

BUDI SUARTI

Disertasi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Doktor pada
Program Studi Ilmu Pangan

**ILMU PANGAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2021**

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

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tertutup Disertasi:

1. Dr.-Ing. Azis Boing Sitanggang S.TP., M.Sc
2. Dr. Bram Kusbiantoro

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Terbuka Disertasi :

1. Dr.-Ing. Azis Boing Sitanggang S.TP., M.Sc
2. Dr. Bram Kusbiantoro

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

Judul Disertasi : Kajian Sifat Fungsional Beras Pecah Kulit Berpigmen dan tanpa Pigmen Fermentasi
Nama : Budi Suarti
NIM : F261160061

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Slamet Budijanto, M.Agr.



Digitally signed by
Slamet Budijanto
(17264510194206)
Date: 15 Sep 2021 04:37:33 WIB

Pembimbing 2:
Dr. Ir. Sukarno, M.Sc.



Digitally signed by
Sukarno
(483378564162211)
Date: 15 Sep 2021 16:27:50 WIB
Verify at: digsig.ipb.ac.id

Pembimbing 3:
Ardiansyah, Ph.D



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Ir. Harsi Dewantari Kusumaningrum
NIP 19640502 199303 2 004



Digitally signed by

(196405020004)
Date: 17 Sep 2021 09:50:51 WIB
Verify at: digsig.ipb.ac.id

Dekan Sekolah Pascasarjana:
Prof. Dr. Ir. Anas Miftah Fauzi, M.Eng
NIP 19600419 198503 1 002



Digitally signed by
Anas Miftah Fauzi
(196004190004)
Date: 17 Sep 2021 09:50:51 WIB
Verify at: digsig.ipb.ac.id

Tanggal Ujian Tertutup : 29 Juni 2021
Tanggal Sidang Promosi : 7 September 2021

Tanggal Lulus: 07 SEP 2021



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Disertasi dengan judul “Kajian Sifat Fungsional Beras Pecah Kulit Berpigmen dan tanpa Pigmen Fermentasi”. Disertasi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Doktor pada Program Studi Ilmu Pangan Sekolah Pascasarjana IPB.

Terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya penulis ucapkan kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Slamet Budijanto, M.Agr selaku ketua pembimbing, anggota pembimbing Bapak Dr. Ir. Sukarno, M.Sc, dan Bapak Ardiansyah, Ph.D yang telah banyak memberikan arahan, bimbingan dan motivasi. Ucapan terima kasih juga kepada kementerian Riset dan Teknologi Beasiswa Unggulan Dosen Indonesia (BUDI-DN) Dikti Tahun 2016-2020.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ketua Program Studi Ilmu Pangan, seluruh dosen Ilmu Pangan atas semua ilmu yang diberikan serta seluruh staf, seluruh laboran ITP FATETA IPB, F-Technopark FATETA IPB, dan *SEAFast Center* untuk seluruh bantuannya kepada penulis selama menjadi mahasiswa hingga terselesaikan studi ini.

Terima kasih kepada Rektor IPB dan Dekan SPs IPB beserta jajarannya atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk melanjutkan studi program Doktor di IPB. Kepada Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Dekan Fakultas Pertanian UMSU, Ketua dan Sekretaris Prodi Teknologi Hasil Pertanian UMSU.

Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Ayahanda Zainal abidin dan Ibunda Darmi, serta seluruh keluarga atas doa, dukungan dan kasih sayangnya, Kakanda Dra. Jamilah/Drs Zulfitri Marpaung, M.Pd, Dra. Zahara/Darman A, Herita Suarni, SP., M.Pd, Dahlia, S.Si, M.Pd, Adinda Usman, ST/Syahdinul, dan Khadijah, S.Kep/Budi Mulia, ST, keponakan tersayang Bunga Adzkiah Utami, Miftahul Jannah, Irdina Najla Lubis, Faeza Ehsan Lubis, dan Fariz Naufal Lubis.

Teman-teman S3 Ilmu Pangan stambuk 2016, Ibu dan bapak Kos H. Makmur, Kumalasari dan keluarga, dan seluruh teman Kos di Bogor atas semangat dan motivasinya.

Penulis menyadari bahwa disertasi ini masih jauh dari kesempurnaan. Segala kritik dan saran akan diterima dengan kelapangan hati, agar mendapatkan hasil yang lebih baik. Akhirnya penulis berharap semoga karya ilmiah ini memberikan manfaat untuk perkembangan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang.

Bogor, September 2021

Budi Suarti



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.6 Kebaruan Penelitian	3
1.7 Hipotesis Penelitian	4
II. KARAKTERISASI SIFAT FUNGSIONAL BERAS PECAH KULIT BERPIGMENT DAN TANPA PIGMENT	5
2.1 Pendahuluan	5
2.2 Metode Penelitian	6
2.3 Hasil dan Pembahasan	11
2.4 Simpulan	22
III. KARAKTERISASI SIFAT FUNGSIONAL BERAS PECAH KULIT BERPIGMENT DAN TANPA PIGMENT FERMENTASI	23
3.1 Pendahuluan	23
3.2 Metode Penelitian	23
3.3 Hasil dan Pembahasan	26
3.4 Simpulan	44
IV. PENGARUH PEMANASAN TERHADAP KOMPONEN BIOAKTIF BERAS PECAH KULIT HITAM FERMENTASI	45
4.1 Pendahuluan	45
4.2 Metode Penelitian	46
4.3 Hasil dan Pembahasan	48
4.4 Simpulan	53
V. PEMBAHASAN UMUM	54
VI. SIMPULAN UMUM DAN SARAN	60
6.1 Simpulan	60
6.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	75
RIWAYAT HIDUP	82

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

2.1	Warna BPK berpigmen dan tanpa pigmen	11
2.2	Profil <i>pasting</i> BPK berpigmen dan tanpa pigmen	12
2.3	Komposisi proksimat BPK berpigmen dan tanpa pigmen	14
2.4	Komposisi kimia BPK berpigmen dan tanpa pigmen	15
2.5	Komposisi serat pangan BPK berpigmen dan tanpa pigmen	16
2.6	Komponen fitokimia BPK berpigmen dan tanpa pigmen	17
2.7	Aktivitas inhibisi α -glukosidase BPK berpigmen dan tanpa pigmen	21
3.8	Pengaruh varietas dan waktu fermentasi terhadap warna BPK berpigmen dan tanpa pigmen	27
3.9	Pengaruh varietas dan waktu fermentasi terhadap profil <i>pasting</i> BPK berpigmen dan tanpa pigmen	29
3.10	Pengaruh varietas dan waktu fermentasi terhadap kandungan proksimat BPK berpigmen dan tanpa pigmen	32
3.11	Pengaruh varietas dan waktu fermentasi terhadap kandungan kimia BPK berpigmen dan tanpa pigmen	37
3.12	Pengaruh varietas dan waktu fermentasi terhadap kandungan serat pangan BPK berpigmen dan tanpa pigmen	36
3.13	Pengaruh varietas dan waktu fermentasi terhadap kandungan fitokimia BPK berpigmen dan tanpa pigmen	37
3.14	Pengaruh varietas dan waktu fermentasi terhadap uji <i>in vitro</i> (daya cerna pati dan aktivitas inhibisi α -glukosidase) BPK berpigmen dan tanpa pigmen	43
4.15	Metode pemanasan BPK hitam fermentasi	47
4.16	Pengaruh pemanasan terhadap kandungan fitokimia BPK hitam fermentasi	48
4.17	Pengaruh pemanasan terhadap aktivitas inhibisi α -glukosidase BPK hitam fermentasi	53

DAFTAR GAMBAR

2.1	Profil <i>pasting</i> BPK berpigmen dan tanpa pigmen	12
2.2	Aktivitas antioksidan BPK berpigmen dan tanpa pigmen	19
2.3	Daya cerna pati BPK berpigmen dan tanpa pigmen	20
4.4	Pengaruh pemanasan terhadap aktivitas antioksidan BPK hitam fermentasi	50
4.5	Pengaruh pemanasan terhadap daya cerna pati BPK hitam fermentasi	52
5.6	PCA BPK berpigmen (var. Jowo Melik dan Cempo Merah) dan tanpa pigmen (var. Mentik Wangi Susu)	57
5.7	PCA BPK fermentasi Mentik Wangi Susu, Cempo Merah, dan Jowo Melik	58
5.8	PCA pengaruh pemanasan terhadap komponen bioaktif BPK hitam fermentasi	59



DAFTAR LAMPIRAN

1	Korelasi Pearson's komponen bioaktif dan aktivitas antioksidan BPK berpigmen dan tanpa pigmen	75
2	Korelasi Pearson's komponen bioaktif dan aktivitas antioksidan BPK berpigmen dan tanpa pigmen fermentasi	76
3	Korelasi Pearson's komponen bioaktif dan aktivitas antioksidan dari pemanasan BPK hitam fermentasi	77
4	Beras pecah kulit berpigmen dan tanpa pigmen	78
5	Fermentasi BPK berpigmen dan tanpa pigmen	79
6	Orisinalitas objek penelitian beras (Mentik Wangi Susu, Cempo Merah, Jowo Melik)	80
7	Sertifikasi beras organik	81

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.