



# **PERUBAHAN FISIOLOGIS DAN METABOLIT BENIH BAWANG PUTIH (*Allium sativum* L.) VARIETAS LUMBU HIJAU DAN LUMBU KUNING PADA PENYIMPANAN SUHU RENDAH**

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

**NURMALIA**



**SEKOLAH PASCASARJANA  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2020**

Bogor Agricultural 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.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural 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.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



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

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis berjudul Perubahan Fisiologis dan Metabolit Benih Bawang Putih (*Allium sativum* L.) varietas Lumbu Hijau dan Lumbu Kuning pada Penyimpanan Suhu Rendah 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 tesis ini.

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

Bogor, Januari 2020

*Nurmalia*  
NIM F152170131

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.

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



## RINGKASAN

NURMALIA. Perubahan Fisiologis dan Metabolit Benih Bawang Putih (*Allium sativum* L.) Varietas Lumbu Hijau dan Lumbu Kuning pada Penyimpanan Suhu Rendah. Dibimbing oleh Y. ARIS PURWANTO dan SOBIR.

Bawang putih merupakan salah satu komoditas hortikultura yang penting dan memiliki nilai ekonomis tinggi. Tingginya tingkat konsumsi dibandingkan dengan produksi memberikan dampak terjadinya impor bawang putih untuk memenuhi kebutuhan nasional. Keadaan ini mendorong pemerintah untuk menargetkan swasembada. Untuk mendukung hal tersebut salah satu upaya adalah mempersiapkan penanganan pascapanen. Penyimpanan adalah cara yang penting untuk mengatasi ketersediaan. Salah satu cara yang dapat digunakan adalah menyimpan benih bawang putih pada suhu rendah. Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji perubahan fisiologis pada dua varietas benih bawang putih (*Allium sativum* L.) pada penyimpanan suhu rendah dan mengkaji pengaruh perubahan metabolit dua varietas benih bawang putih pada penyimpanan suhu rendah.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Kelompok Lengkap Teracak yang terdiri atas 2 faktor yaitu suhu penyimpanan dan varietas. Suhu penyimpanan terdiri atas 3 taraf yaitu suhu 0°C, 5°C dan suhu ruang (25-32°C) dan varietas dengan 2 taraf yaitu Lumbu Hijau dan Lumbu Kuning. Penyimpanan yang dilakukan selama 6 bulan dengan parameter yang diamati adalah kadar air, susut bobot, pertunasan (*sprouting*), kerusakan umbi dan kadar kalsium (Ca).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan suhu dan varietas memberikan pengaruh terhadap susut bobot, kadar air, kerusakan, pertunasan dan perubahan senyawa metabolit. Penyimpanan benih bawang putih selama 6 bulan pada suhu 5°C lebih mampu menekan kerusakan selama penyimpanan dengan kerusakan terendah yaitu 0.98 % pada varietas Lumbu Hijau dan 19.42% pada Lumbu Kuning. Peningkatan senyawa metabolit 3h-1,2 dithiole dan diallyl disulphide pada benih bawang putih varietas Lumbu Kuning yang disimpan selama 6 bulan di suhu 5°C lebih cepat menyebabkan pertunasan.

Kata kunci : benih bawang putih, suhu rendah, varietas

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.

2. Dilarang meminumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.





## SUMMARY

NURMALIA. Physiological and Metabolites changes of Garlic Seeds (*Allium sativum* L.) cv. Lumbu Hijau and Lumbu Kuning at Low Temperature Storage. Supervised by Y. ARIS PURWANTO and SOBIR.

Garlic is one of the important horticultural commodities and has a high economic value. The high level of consumption compared to production has resulted in the import of garlic to meet national needs. This situation prompted the government to target self-sufficiency. To support this, one of the efforts is to prepare post-harvest handling. Storage is an important way to overcome availability. A method that can be used is to store garlic seeds at low temperatures. The purpose of this study were to investigate the physiological changes in two cultivars of garlic seeds (*Allium sativum* L) at low temperature storage and to examine the effect of metabolite changes in two cultivars of garlic seeds at low temperature storage.

This study used a Complete Randomized Group Design consisting of 2 factors, namely storage temperature and Cultivar. Storage temperature consists of 3 levels, namely 0 ° C, 5 ° C and room temperature (25-32 ° C) and cultivar with 2 levels, Lumbu Hijau and Lumbu Kuning. Storage carried out for 6 months with parameters observed were water content, weight loss, sprouting, tuber damage and calcium (Ca) levels.

The results showed that the temperature and variety treatments gave effect to weight loss, water content, damage, sprouting and changes in metabolite compounds. Storage of garlic seeds for 6 months at 5 ° C is more able to reduce damage during storage with the lowest damage is 0.98% cv. Lumbu Hijau and 19.42% Lumbu Kuning. Increased metabolite compounds of 3h-1.2 dithiole and diallyl disulphidein compounds the garlic seeds for the Lumbu Kuning which were stored for 6 months at 5 ° C more quickly sprouting.

Keywords: garlic seeds, low temperature storage, cultivar

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.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun 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.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

## © Hak Cipta Milik IPB, Tahun 2020 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*



# **PERUBAHAN FISIOLOGIS DAN METABOLIT BENIH BAWANG PUTIH (*Allium sativum* L.) VARIETAS LUMBU HIJAU DAN LUMBU KUNING PADA PENYIMPANAN SUHU RENDAH**

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

**NURMALIA**

Tesis

sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Magister Sains  
pada  
Program Studi Teknologi Pascapanen

**SEKOLAH PASCASARJANA  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2020**

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.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Pengantar Luar Komisi pada Ujian Tesis : Dr Ir Emmy Darmawati, MSi

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



Judul Tesis : Perubahan Fisiologis dan Metabolit Benih Bawang Putih  
(*Allium sativum* L.) Varietas Lumbu Hijau dan Lumbu Kuning  
pada Penyimpanan Suhu Rendah

Nama : Nurmalia  
NIM : F152170131

Disetujui oleh

Komisi Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Y. Aris Purwanto, MSc  
Ketua

Prof. Dr. Ir. Sobir, MSi  
Anggota

Diketahui oleh

Ketua Program Studi  
Teknologi Pascapanen

Prof. Dr. Ir. Usman Ahmad, MAgri

Dekan Sekolah Pascasarjana



Prof. Dr. Ir. Anas Miftah Fauzi, MEng

Tanggal Ujian : 13 Januari 2020

Tanggal Lulus : 20 JAN 2020

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

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



## PRAKATA

*Bismillahirrahmanirrahiim*, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia, rahmat dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul “Perubahan Fisiologis dan Metabolit Benih Bawang Putih (*Allium sativum* L.) Varietas Lumbu Hijau dan Lumbu Kuning pada Penyimpanan Suhu Rendah”. Dengan diselesaikannya karya ilmiah ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof Dr Ir Y. Aris Purwanto, MSc selaku ketua komisi pembimbing
2. Prof Dr Ir Sobir, MSi selaku anggota komisi pembimbing.
3. Prof Dr Ir Usman Ahmad, MAgr selaku ketua Ketua Program Studi Teknologi Pascapanen.
4. Dr Ir Emmy Darmawati, MSi selaku dosen penguji luar komisi yang telah banyak memberikan saran perbaikan untuk penulisan tesis.
5. Kepala Pusat Kajian Hortikultura Tropika, Institut Pertanian Bogor atas izin untuk menggunakan laboratorium.
6. Sulassih SP, MSi selaku peneliti pada PKHT atas bantuan dan arahnya selama penelitian berlangsung.
7. Ibu Siti Rusmawati dan Bapak Ahmad Mulyawatulloh atas segala bantuan dan dukungan selama studi di IPB.
8. Kepala Balitbangtan, Sekretaris Balitbangtan, Kepala Balai Besar dan Kepala Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Utara, Kementerian Pertanian atas kesempatan tugas belajar dan arahan selama pelaksanaan studi di Program Pascasarjana IPB.
9. Kedua orang tua Ayah H. Abdullah Daud dan Ibu Hj. Djoherma, kakak dan suami tercinta serta keluarga besar atas segala doa, kasih sayang dan dukungan kepada penulis selama studi.
10. Rekan TPP 2017 tercinta atas kerjasama dan dukungannya sejak awal hingga akhir studi.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penyusunan tesis ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu, penulis mengharapkan kritik dan saran membangun dari semua pihak sebagai upaya perbaikan selanjutnya. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat.

Bogor, Januari 2020

*Nurmalia*





## DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
1 PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Rumusan Masalah	2
Tujuan Penelitian	2
Hipotesis	2
Manfaat Penelitian	2
TINJAUAN PUSTAKA	3
Bawang Putih ( <i>Allium sativum</i> L.)	3
Dormansi dan Perkecambahan	6
Suhu Penyimpanan	6
Senyawa Metabolit	7
METODE	8
Waktu dan Tempat Penelitian	8
Bahan dan Alat	8
Prosedur Penelitian	8
Perancangan Percobaan	13
Analisis Data	14
HASIL DAN PEMBAHASAN	14
Perubahan Kualitas Benih Bawang Putih ( <i>Allium sativum</i> L.) selama Penyimpanan	14
Susut Bobot	15
Kadar Air	17
Kerusakan	19
Pertunasan ( <i>Sprouting</i> )	22
Identifikasi Senyawa Metabolit pada Benih Bawang Putih dengan GC-MS	24
Kadar Kalsium (Ca)	31
Korelasi	32
SIMPULAN DAN SARAN	33
Simpulan	33
Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	37
Riwayat Hidup	56

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

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.

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



## DAFTAR TABEL

1	Varietas benih bawang putih yang dikembangkan	3
2	Deskripsi varietas Lokal Lumbu Hijau dan Lumbu Kuning	4
3	Bentuk umbi, warna umbi dan warna daun dan orientasi daun beberapa klon bawang putih	5
4	Susut bobot benih bawang putih selama penyimpanan	17
5	Kadar air benih bawang putih selama penyimpanan	18
6	Kerusakan total umbi benih bawang putih ( <i>Allium sativum</i> L.)	22
7	Pertunas ( <i>sprouting</i> ) umbi benih bawang putih ( <i>Allium sativum</i> L.) pada perlakuan varietas dan suhu selama penyimpanan 6 bulan.	23
8	Senyawa metabolit yang terdeteksi pada analisis <i>GC-MS</i> benih bawang putih	25
9	Senyawa metabolit yang konsisten muncul pada semua perlakuan penyimpanan pada bulan ke-6 penyimpanan	29
10	Kadar kalsium (Ca) benih umbi bawang putih pada 0,3 dan 6 bulan penyimpanan setiap perlakuan	31
11	Koefisien korelasi parameter selama penyimpanan dengan suhu penyimpanan pada penyimpanan bulan ke-6	32

## DAFTAR GAMBAR

1	Varietas Lumbu Hijau dan Lumbu Kuning	8
2	Kondisi Penjemuran dan Penyimpanan Benih Bawang Putih	9
3	Diagram Alir Penelitian	10
4	Pengamatan Pertunas ( <i>Sprouting</i> )	12
5	Perubahan susut bobot benih umbi bawang putih ( <i>Allium sativum</i> L.) varietas Lumbu Hijau pada beberapa perlakuan suhu selama penyimpanan.	15
6	Perubahan susut bobot benih umbi bawang putih ( <i>Allium sativum</i> L.) varietas Lumbu Kuning pada beberapa perlakuan suhu selama penyimpanan.	16
7	Perubahan kadar air benih umbi bawang putih ( <i>Allium sativum</i> L.) varietas Lumbu Hijau pada beberapa perlakuan suhu selama penyimpanan.	18
8	Perubahan kadar air benih umbi bawang putih ( <i>Allium sativum</i> L.) varietas Lumbu Kuning pada beberapa perlakuan suhu selama penyimpanan.	18
9	Perubahan kerusakan umbi benih bawang putih ( <i>Allium sativum</i> L.) varietas Lumbu Hijau pada beberapa perlakuan suhu selama penyimpanan.	20
10	Perubahan kerusakan umbi benih bawang putih ( <i>Allium sativum</i> L.) varietas Lumbu Kuning pada beberapa perlakuan suhu selama penyimpanan .	21

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.

2. Dilarang meminumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



## DAFTAR GAMBAR (Lanjutan)

11	Pertunas ( <i>sprouting</i> ) benih umbi bawang putih ( <i>Allium sativum</i> L.) varietas Lumbu Hijau pada beberapa perlakuan suhu selama penyimpanan 6 bulan.	23
12	Pertunas ( <i>sprouting</i> ) umbi benih bawang putih ( <i>Allium sativum</i> L.) varietas Lumbu Kuning pada beberapa perlakuan suhu selama penyimpanan.	24
13	<i>Heatmap</i> senyawa metabolit pada benih bawang putih varietas Lumbu Hijau suhu 0° C pada bulan 0,3 dan 6 penyimpanan	26
14	<i>Heatmap</i> senyawa metabolit pada benih bawang putih varietas Lumbu Hijau suhu 5° C pada bulan 0,3 dan 6 penyimpanan	26
15	<i>Heatmap</i> senyawa metabolit pada benih bawang putih varietas Lumbu Hijau suhu ruang pada bulan 0,3 dan 6 penyimpanan	27
16	<i>Heatmap</i> senyawa metabolit pada benih bawang putih varietas Lumbu Kuning suhu 0° C pada bulan 0,3 dan 6 penyimpanan	27
17	<i>Heatmap</i> senyawa metabolit pada benih bawang putih varietas Lumbu Kuning suhu 5° C pada bulan 0,3 dan 6 penyimpanan	28
18	<i>Heatmap</i> senyawa metabolit pada benih bawang putih varietas Lumbu Kuning suhu ruang pada bulan 0,3 dan 6 penyimpanan	28
19	Senyawa 3h-1,2 Dithiole pada Lumbu Hijau dan Lumbu Kuning yang meningkat dan berkontribusi pada perubahan selama penyimpanan	30
20	Senyawa Dially Disulphide pada Lumbu Hijau dan Lumbu Kuning yang meningkat dan berkontribusi pada perubahan selama penyimpanan.	30

## DAFTAR LAMPIRAN

1	Tabel fluktuasi suhu dan RH selama penyimpanan	38
2	Grafik fluktuatif suhu selama penyimpanan	38
3	Grafik fluktuatif RH selama penyimpanan	38
4	Hasil analisis sidik ragam susut bobot selama penyimpanan	39
5	Hasil analisis sidik ragam kadar air selama penyimpanan	39
6	Tabel pengukuran dan perhitungan kerusakan benih umbi bawang putih selama penyimpanan setiap perlakuan	40
7	Gambar kerusakan yang terjadi pada umbi bawang putih selama penyimpanan (a) kopong/hampa, (b) <i>Waxy breakdown</i> (c) hama (d) busuk	41
8	Gambar <i>Sprouting</i> yang terjadi pada umbi bawang putih selama penyimpanan	42
9	Kromatogram hasil <i>GC-MS</i> pada benih bawang putih varietas Lumbu Hijau suhu 0°C pada bulan 0 penyimpanan	43
10	Kromatogram hasil <i>GC-MS</i> pada benih bawang putih varietas Lumbu Hijau suhu 5°C pada bulan 0 penyimpanan	44
11	Kromatogram hasil <i>GC-MS</i> pada benih bawang putih varietas Lumbu Hijau suhu ruang pada bulan 0 penyimpanan	44

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.

2. Dilarang meminumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



## DAFTAR LAMPIRAN (Lanjutan)

12	Kromatogram hasil <i>GC-MS</i> pada benih bawang putih varietas Lumbu Kuning suhu 0°C pada bulan 0 penyimpanan	45
13	Kromatogram hasil <i>GC-MS</i> pada benih bawang putih varietas Lumbu Kuning suhu 5°C pada bulan 0 penyimpanan	45
14	Kromatogram hasil <i>GC-MS</i> pada benih bawang putih varietas Lumbu Kuning suhu ruang pada bulan 0 penyimpanan	46
15	Kromatogram hasil <i>GC-MS</i> pada benih bawang putih varietas Lumbu Hijau suhu 0°C pada bulan 3 penyimpanan	46
16	Kromatogram hasil <i>GC-MS</i> pada benih bawang putih varietas Lumbu Hijau suhu 5°C pada bulan 3 penyimpanan	47
17	Kromatogram hasil <i>GC-MS</i> pada benih bawang putih varietas Lumbu Hijau suhu ruang pada bulan 3 penyimpanan	47
18	Kromatogram hasil <i>GC-MS</i> pada benih bawang putih varietas Lumbu Kuning suhu 0°C pada bulan 3 penyimpanan	48
19	Kromatogram hasil <i>GC-MS</i> pada benih bawang putih varietas Lumbu Kuning suhu 5°C pada bulan 3 penyimpanan	48
20	Kromatogram hasil <i>GC-MS</i> pada benih bawang putih varietas Lumbu Kuning suhu ruang pada bulan 3 penyimpanan	49
21	Kromatogram hasil <i>GC-MS</i> pada benih bawang putih varietas Lumbu Hijau suhu 0°C pada bulan 6 penyimpanan	49
22	Kromatogram hasil <i>GC-MS</i> pada benih bawang putih varietas Lumbu Hijau suhu 5°C pada bulan 6 penyimpanan	50
23	Kromatogram hasil <i>GC-MS</i> pada benih bawang putih varietas Lumbu Hijau suhu ruang pada bulan 6 penyimpanan	50
24	Kromatogram hasil <i>GC-MS</i> pada benih bawang putih varietas Lumbu Kuning suhu 0°C pada bulan 6 penyimpanan	51
25	Kromatogram hasil <i>GC-MS</i> pada benih bawang putih varietas Lumbu Kuning suhu 5°C pada bulan 6 penyimpanan	51
26	Kromatogram hasil <i>GC-MS</i> pada benih bawang putih varietas Lumbu Kuning suhu ruang pada bulan 6 penyimpanan	52
27	Sembilan puluh tiga senyawa metabolit hasil identifikasi <i>GC-MS</i> pada semua perlakuan	52
28	Senyawa metabolit yang konsisten muncul pada seluruh perlakuan pada bulan ke- 6 penyimpanan	53
29	Deskripsi Bawang Putih Varietas Lumbu Hijau	54
30	Deskripsi Bawang Putih Varietas Lumbu Kuning	55

### 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.

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



- 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.

# 1 PENDAHULUAN

## Latar Belakang

Bawang putih merupakan salah satu komoditas hortikultura yang penting dan memiliki nilai ekonomis tinggi. Produktivitas bawang putih pada tahun 2017 adalah 9.09 ton/ha dengan luas panen 2146 Ha dan produksi 19510 Ton (Ditjen Hortikultura 2018). Konsumsi pertahun bawang putih pada tahun 2017 adalah 462.69 ribu ton (BPS 2017). Tingginya tingkat konsumsi perkapita dibandingkan dengan produksi memberikan dampak terjadinya impor bawang putih untuk memenuhi kebutuhan nasional. Ketersediaan bawang putih di Indonesia selama ini di penuhi melalui impor dari Cina dan India dengan total 448.881 ton. Pada tahun 1998 Indonesia mengalami swasembada bawang putih dengan total luas 28.000 ha dan Indonesia impor dibawah 10 %. Namun pada saat ini hampir 95 % dari total kebutuhan nasional yang mencapai 400.000 ton di impor dari negara lain.

Keadaan ini mendorong pemerintah untuk mengatasi ketergantungan bawang putih dengan menargetkan swasembada komoditas bawang putih pada tahun 2021. Sasaran swasembada bawang putih adalah pemenuhan kebutuhan konsumsi dalam negeri, penurunan impor dan mandiri bawang putih. *Roadmap* yang dilakukan dalam upaya pencapaian swasembada dalam produksi dimulai dari pemanfaatan existing (*baseline*), pengembangan sentra perbenihan dan pengaturan impor, perbenihan, ekspansi pengembangan kawasan dan swasembada yang dilakukan secara bertahap dimulai pada tahun 2016 (Ditjen Hortikultura 2017). Untuk mendukung pencapaian produksi yang tinggi, faktor benih menjadi salah satu faktor penting. Saat ini sumber benih yang digunakan adalah benih impor dan untuk mendukung swasembada dikembangkan benih lokal seperti varietas sangga sembalun, lumbu hijau dan lumbu kuning yang diperoleh dari penangkar benih di 4 provinsi yaitu NTB, Jawa Tengah, Jawa Timur dan Sumatera Barat.

Untuk mendukung upaya swasembada bawang putih diperlukan persiapan dalam segala aspek mulai dari budidaya hingga pascapanen. Salah satu upaya yang perlu dilakukan adalah mempersiapkan penanganan pascapanen utamanya terhadap benih bawang putih agar pada saat produksi melimpah dapat tertangani dengan baik. Bawang putih mempunyai sifat yang mudah rusak (*perishable*) serta sulit dipertahankan kesegarannya dalam waktu yang lama. Penyimpanan adalah salah satu cara yang penting untuk mengatasi ketersediaan. Dengan penyimpanan yang baik dan benar maka stok akan terkendali secara kontinu dengan mutu yang sesuai dengan permintaan pasar. Menurut Sadjad (1977) yang berkaitan dengan proses kemunduran benih selama penyimpanan adalah kemunduran yang bersifat kronologis yang berkaitan dengan waktu dan kemunduran fisiologis yang berkaitan dengan faktor lingkungan. Kemunduran benih adalah mundurnya mutu fisiologis yang dapat meyebabkan perubahan menyeluruh baik fisik, fisiologis maupun kimiawi (Sadjad 1999 ; Yuniarti *et al.* 2013).

Selama ini benih bawang putih disimpan selama 6 bulan untuk memecah dormansi agar dapat tumbuh dengan baik. Dormansi adalah kondisi organ tanaman yang tidak dapat tumbuh dalam kondisi dibawah optimum. Bawang putih membutuhkan suhu kondisi penyimpanan yang baik agar mutunya relatif bertahan.



Suhu yang terlalu tinggi menyebabkan tingginya susut bobot dan menyebabkan umbi menjadi kisut. Sedangkan kelembaban yang tinggi memberikan peluang bagi pertumbuhan jamur dan kapang serta merangsang tumbuhnya tunas dan akar (Medina *et al.* 2007). Salah satu cara yang umum digunakan adalah menyimpan produk pertanian segar pada suhu rendah untuk memperpanjang masa simpan dan kualitas produk. Penyimpanan benih bawang putih pada suhu rendah dapat mengurangi kehilangan air pada umbi, menjaga laju respirasi agar stabil dan memperlambat terjadinya metabolisme.

### **Rumusan Masalah**

Metode penyimpanan pada benih bawang putih memiliki pengaruh terhadap mutu benih bawang putih. Sentra produksi benih bawang putih saat ini umumnya terdapat pada daerah dataran tinggi ( $\pm 1200$  mdpl). Penyimpanan yang umum dilakukan adalah penyimpanan pada suhu 18-29°C, RH lingkungan. Benih bawang putih membutuhkan masa dormansi sebelum ditanam untuk itu dibutuhkan metode penyimpanan yang dapat memecah dormansi sekaligus menjaga kualitas benih bawang putih.

### **Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penerapan metode penyimpanan benih bawang putih pada suhu rendah pada penelitian ini adalah :

1. Mengkaji perubahan fisiologis pada dua varietas benih bawang putih (*Allium sativum* L.) pada penyimpanan suhu rendah.
2. Mengkaji pengaruh perubahan metabolit dua varietas benih bawang putih (*Allium sativum* L.) pada penyimpanan suhu rendah.

### **Hipotesis**

Hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penyimpanan suhu rendah mempengaruhi terhadap perubahan fisiologis dua varietas benih bawang putih
2. Penyimpanan suhu rendah mempengaruhi terhadap perubahan metabolit dua varietas benih bawang putih

### **Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah memberikan informasi terkait penyimpanan benih bawang putih pada suhu rendah dan pengaruhnya terhadap susut bobot, kadar air, kerusakan serta pertunasan (*sprouting*). Informasi yang diperoleh akan bermanfaat bagi petani dan berbagai pihak yang terkait dalam penyimpanan benih bawang putih pada suhu rendah.



## 2 TINJAUAN PUSTAKA

### Bawang Putih (*Allium sativum* L.)

Bawang Putih (*Allium sativum* L.) adalah salah satu jenis bawang asal Asia Tengah. Bawang putih berasal dari divisi *Magnoliophyta*, kelas *Liliopsida* bangsa *allieae*, genus *Allium* dan spesies *Allium sativum* L. Bawang putih termasuk jenis tanaman umbi lapis yang terdiri atas 8-20 siung. Bawang putih mengandung senyawa organosulfur berupa alliin dan  $\gamma$ -glutamilsistein, allicin, diallyl sulfide (DAS) dan diallyl disulfide (DADS) yang memiliki kemampuan aktivitas biologi pengobatan.

Bawang putih membentuk umbi lapis. Satu umbi terdiri atas 8-20 siung. Antar siung dipisahkan oleh kulit tipis serta membentuk kesatuan yang rapat dan kuat. Didalam siung terdapat lembaga yang dapat tumbuh menerobos pucuk siung sehingga menjadi tunas yang baru serta daging pembungkus lembaga yang berfungsi sebagai pelindung dan gudang persediaan makanan (Santoso 2000). Menurut Medina *et al.* (2007) terdapat dua tipe bawang putih *hardneck* dan *softneck*. Bawang putih yang mempunyai tangkai bunga merupakan tipe *hardneck* sedangkan bawang putih tanpa tangkai bunga merupakan tipe *softneck*. Keunggulan dari jenis *hardneck* adalah memiliki aroma kuat, ukuran siung besar bentuk siung seragam dan mudah dikupas.

Saat ini ada lima varietas lokal yang telah dilepas oleh Kementerian Pertanian (Tabel 1) Varietas –varietas tersebut telah dikembangkan dan ditanam yang disesuaikan dengan daerah penanamannya.

Tabel 1 Varietas benih bawang putih yang dikembangkan

No	Varietas	No. Kepmentan	Asal Lokasi
1.	Lumbu Hijau	894/Kpts/TP.240/11/1984	Malang
2.	Lumbu Kuning	895/Kpts/TP.240/11/1984	Malang
3.	Lumbu Putih	273/Kpts/TP.240/4/1988	D.I Yogyakarta
4.	Tawangmangu Baru	771/Kpts/TP.240/11/1989	Karanganyar
5.	Sangga Sembalun	79/Kpts/TP.240/11/1989	Lombok Timur

Sumber : Ditjen Hortikultura 2017

Varietas–varietas lokal ini mulai dikembangkan. Beberapa deskripsi varietas lokal yang dikembangkan untuk mendukung pencapaian swasembada (Tabel 2).

Tabel 2 Deskripsi varietas Lokal Lumbu Hijau dan Lumbu Kuning

Deskripsi	Lumbu Hijau	Lumbu Kuning
Asal	Batu, Malang	Batu, Malang
Umur	Panen 112-120 Hari	Panen 105-116 Hari
Bentuk Umbi	Bulat telur, ujung meruncing dan dasar datar (rata)	Bulat telur, ujung meruncing dan dasar datar (rata)
Besar Umbi	Diameter 3,3-3,9 cm Panjang 2,6-2,8 cm	Diameter 3,0-3,8 cm Panjang 2,5-2,8 cm
Warna Umbi	Putih Keunguan	Putih Agak Keunguan
Jumlah siung per umbi	13-20 buah	14-17 buah
Produksi	8-10 ton umbi kering/ha	6-8 ton umbi kering/ha
Susut Bobot Umbi (Basah-Kering)	43 %	40 %

Sumber : Kementerian Pertanian (1984)

Beberapa spesies *Allium*, seperti bawang putih, bawang merah dan sebagian besar tanaman hias, diperbanyak secara vegetatif dari umbi aksiler, *bulblets* pada stolon pembagian rimpang, dan atasan (Stavelikova 2008). Mempertahankan tanaman yang diperbanyak secara vegetatif membutuhkan upaya lebih daripada tanaman yang diperbanyak secara generatif. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan penyimpanan suhu yang sangat rendah. Selama penyimpanan dalam suhu sangat rendah, aktivitas kehidupan sel dikurangi untuk menghentikan semua proses fisiologis dalam bahan yang disimpan.

Produksi bawang putih dibatasi oleh ketersediaan benih bawang putih, karena umbi bawang putih memerlukan waktu dormansi lebih dari tiga bulan setelah panen. Dormansi menyebabkan bawang putih tidak dapat segera digunakan sebagai benih karena penggunaan umbi sebagai benih sebelum selesainya periode dormansi menyebabkan bawang putih tumbuh tidak merata. Tumbuhnya umbi terutama dipengaruhi oleh suhu dan periode penyimpanannya. Selama penyimpanan, sukrosa dan pati dikonsumsi pada kandungan tinggi dan bagian dari karbohidrat yang tidak dikonsumsi menyebabkan akumulasi glukosa dari jaringan bawang putih sehingga meningkatkan *sprouting*. Umbi yang disimpan pada 10 °C selama 30 hari suhu penyimpanan meningkatkan persentase pertunasan (Woldeyes *et al.* 2016).

Hardiyanto *et al.* (2007) melaporkan bahwa karakter morfologi masing-masing klon bawang putih pada umumnya tidak menunjukkan perbedaan yang cukup besar terutama jika dilihat dari bentuk umbi, warna umbi dan siung, warna daun dan orientasi daun (Tabel 3).

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.
2. Dilarang memunculkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Tabel 3 Bentuk umbi, warna umbi dan warna daun dan orientasi daun beberapa klon bawang putih

Klon (clones)	Bentuk Umbi (Bulb shape)	Warna umbi (Bulb color)	Warna Siung (Clove color)	Warna Daun (Leaf color)	Orientasi daun (Leaf orientation)
Saigon	Flat globe	Putih keunguan	Putih Keunguan	Hijau	Menyebar
Lumbu Kuning	Flat globe	Ungu tua	Putih Keunguan	Hijau Kekuningan	Menyebar
Krisik	Flat globe	Putih Keunguan	Putih Keunguan	Hijau Keabu-abuan	Setengah Tegak
Sanggah	Flat globe	Ungu	Putih Keunguan	Hijau Muda	Tegak
Lumbu Hijau	Flat globe	Ungu Muda	Ungu Muda	Hijau Muda	Menyebar
Tiongkok	Globe	Krem	Krem	Hijau Keabu-abuan	Menyebar
Tawangmangu	Flat globe	Putih Keunguan	Putih Keunguan	Hijau keabu-abuan	Setengah Tegak
NTT	Flat globe	Ungu	Putih Keunguan	Hijau	Tegak
Teki	Flat globe	Putih keunguan	Putih Keunguan	Hijau Muda	Tegak
Ciwidey	Flat globe	Putih keunguan	Putih Keunguan	Hijau tua	Tegak

Sumber : Hardiyanto *et al.* (2007)

Bawang putih mengandung senyawa belerang, beberapa enzim dan mineral germanium, kalsium, tembaga, besi, kalium, magnesium, selenium dan seng, vitamin A, B1 dan C, serat, air dan mengandung asam amino yang terdiri atas lisin, histidin, arginin, treonin, asam aspartat, glutamin, prolin, glisin, alanin, sistein, valin, metionin, isoleusin, leusin, triptofan dan fenilalanin (Gebreyohannes *et al.* 2013; Josling 2005). Bawang putih memiliki konsentrasi senyawa belerang yang lebih tinggi daripada spesies *Allium* lainnya yang berperan sebagai penyebab bau tajam pada bawang putih. Salah satu senyawa yang paling aktif secara biologis dalam bawang putih adalah allicin (diallyl thiosulfinate atau diallyl disulfide). Senyawa sulfur yang paling banyak dalam bawang putih adalah alliin (S-allylcysteine sulfoxide), yaitu sebesar 10 dan 30 mg/g dalam bawang putih segar dan kering (Gebreyohannes *et al.* 2013). Kegiatan seperti memotong, mengiris dan menghancurkan pada bawang putih menyebabkan S-allyl cysteine sulfoxide (alliin) dengan bantuan enzim allinase dengan cepat mengkonversi ke dialil tiosulfinat, yang mengeluarkan aroma khas bawang putih (Gebreyohannes *et al.* 2013 ; Pedrazza-Chaverri *et al.* 2006).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

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.
2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

## Dormansi dan Perkecambahan

Dormansi benih adalah usaha benih untuk menunda perkecambahannya, hingga waktu dan kondisi lingkungan memungkinkan untuk melangsungkan perkecambahan seperti kelembaban suhu dan cahaya yang sesuai. Beberapa perlakuan dapat diberikan pada benih sehingga tingkat dormansinya dapat diturunkan dan persentase kecambahnya tetap tinggi (Yuniarti *et al.* 2015). Dormansi benih dapat dibedakan beberapa tipe dan pada satu jenis benih terdapat lebih dari satu tipe dormansi. Tipe dormansi dapat dibagi menjadi dormansi embrio, dormansi kulit benih dan dormansi kombinasi keduanya. Dormansi bisa disebabkan karena sifat fisik kulit benih, keadaan fisiologis dari embrio atau interaksi dari keduanya.

Benih bawang putih memiliki masa dormansi. Dormansi bawang putih termasuk dalam dormansi sekunder yaitu dormansi dimana embrionya belum sempurna secara keseluruhan sehingga memerlukan jangka waktu tertentu sehingga dapat berkecambah. Benih bawang putih merupakan benih rekalsitran yang memiliki kadar air tinggi. Untuk itu dalam penyimpanan sangat penting diperhatikan faktor lingkungan yang mempengaruhi yaitu kelembaban, suhu dan cahaya.

### Suhu Penyimpanan

Bawang putih sangat mudah rusak, kerusakan yang terjadi seperti pelunakan umbi, keriput, umbi kosong, busuk, pertumbuhan akar, dan tumbuhnya kapang. Bawang putih yang rusak biasanya ditandai dengan tekstur yang lunak, aroma yang busuk dan coklat kehitaman untuk itu perlu dilakukan usaha penyimpanan dengan suhu dan kondisi yang terkendali. Umbi bawang putih perlu untuk disimpan selama beberapa bulan setelah panen untuk memastikan ketersediaannya bagi konsumen, kondisi penyimpanan sangat penting untuk mencegah hilangnya umur simpan dan kualitas, seperti perubahan warna permukaan, hilangnya kelembaban, tumbuh dan berakar. Dalam suhu penyimpanan tertentu mempengaruhi pemutusan dormansi dan perkembangan tunas dan akar (Ichikawa 2006).

Umbi yang disimpan pada suhu ruang sekitar 20-30°C akan menghasilkan umbi yang kuat selama sekitar 60 hari. Namun setelah itu akan mengerut karena kehilangan air. Sementara itu pada suhu dingin 5-18°C ketika mencapai hari 90-120 penyimpanan akan menyebabkan dormansi hilang dan terjadi pertunasan, atau dalam kondisi dingin 0°C menyebabkan pertumbuhan internal atau istirahat dormansi, sehingga umbi tetap stabil untuk waktu yang lama (Hughes *et al.* 2006). Untuk penyimpanan jangka panjang, bawang putih paling baik dijaga pada suhu 1-0°C dengan kelembaban relatif rendah yaitu 60-70%. Aliran udara yang baik juga diperlukan untuk mencegah akumulasi kelembaban. Dalam kondisi ini bawang putih dapat disimpan lebih dari 9 bulan, mengakibatkan bawang putih akhirnya akan kehilangan dormansi, ditandai oleh perkembangan internal dari tunas (Medina *et al.* 2007). Selain mempengaruhi umbi, suhu penyimpanan mempengaruhi kecepatan tumbuh tanaman, kekuatan pertumbuhan dan bentuk tanaman setelah tumbuh. Suhu dan lama penyimpanan dingin harus cukup

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.

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



membantu pembungaan dan memutuskan dormansi. Umbi yang disimpan pada suhu 5°C akan tumbuh dengan cepat menghasilkan tanaman dengan daun dan leher yang lebar, sedangkan pada suhu 0°C terjadi penundaan pertunasan, tetapi ketika tanaman ditanam akan menghasilkan tanaman yang ramping dan lebih tinggi (Brewster 2008).

Soedomo (2006) melaporkan bahwa bawang putih tidak dapat ditanam segera setelah panen karena bawang putih memerlukan periode dormansi sebelum melanjutkan pertumbuhan. Periode dormansi bervariasi tergantung pada variasi dan suhu penyimpanan. Dengan suhu rendah memiliki potensi untuk memutuskan dormansi dan mempercepat perkecambahannya. Suhu penyimpanan optimum untuk tunas bawang putih adalah 5 °C. Volk (2004) menyatakan umbi bawang putih (*Allium sativum* L.) yang dipanen di musim panas dan disimpan pada suhu kamar antara waktu panen dan pengawetan, baik untuk konsumsi atau penanaman di musim selanjutnya, menunjukkan bahwa kualitas umbi biasanya memburuk hingga 6 bulan setelah panen. Umbi bawang putih yang ditempatkan pada suhu 0 atau 5°C selama 6 bulan menunjukkan tingkat pemanjangan tunas yang lebih tinggi selama penyimpanan daripada umbi yang disimpan pada -3°C.

### Senyawa Metabolit

Pada setiap tanaman terdapat dua jenis senyawa metabolit yaitu metabolit primer dan metabolit sekunder. Metabolit sekunder berperan langsung terhadap pertumbuhan dan metabolit sekunder tidak berperan secara langsung dalam pertumbuhan tanaman. Metabolit primer tersedia dalam jumlah yang terbatas namun merupakan faktor penting untuk pertumbuhan dan kehidupan makhluk hidup. Sementara metabolit sekunder lebih banyak diproduksi dalam keadaan tanaman stres (Nofriani 2008). Senyawa metabolit sekunder dihasilkan dalam jumlah berlebih oleh tanaman pada keadaan tertentu dan memiliki keunikan pada setiap species (Setyorini dan Yusnawan 2016). Senyawa metabolit sekunder pada tanaman memiliki beberapa fungsi, diantaranya sebagai antraktan (penarik serangga penyerbuk), melindungi dari stres lingkungan, pelindung dari serangan hama/penyakit (fitoaleksin), sebagai zat pengatur tumbuh dan untuk bersaing dengan tanaman lain (alelopati) (Mariska 2013).

Metabolit sekunder yang terdapat dalam bawang putih membentuk suatu sistem kimiawi yang kompleks dan merupakan pertahanan diri dari kerusakan akibat mikroorganisme lainnya sistem tersebut juga ikut perkembangan tanaman melalui pembentukan tunas (Amagase *et al.*2001; Hermawan dan Setyawan 2003).

Kandungan metabolit pada benih bawang putih dapat diketahui dengan melakukan analisis metabolomik. Analisis metabolomik adalah analisis kualitatif dan kuantitatif senyawa metabolit (sekunder) organisme pada waktu atau kondisi tertentu. Analisis metabolomik merupakan pendekatan awal untuk mengetahui profil metabolit suatu organisme (Abu Hanifah 2017). Profil metabolit dari sampel yang dianalisis dapat diketahui dengan GC-MS yang menggunakan pendekatan analisis metabolik tak tertarget yang banyak digunakan sebagai langkah awal dalam penelitian yang lebih mendalam. Analisis metabolomik tak tertarget bertujuan untuk mengetahui informasi sebanyak mungkin terkait senyawa yang terkandung dalam sampel biologis (De Vos *et al.*2007)

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.
2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

### 3 METODE

#### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2018 sampai Januari 2019 bertempat di Laboratorium Pusat Kajian Hortikultura Tropika, Institut Pertanian Bogor, Laboratorium tanah, air dan tanaman Balai Penelitian Tanah dan Laboratorium Kesehatan, DKI Jakarta.

#### Bahan dan Alat

Sampel benih bawang putih yang digunakan dalam penelitian ini adalah varietas Lumbu Kuning dan Lumbu Hijau (Gambar 1). Varietas Lumbu Kuning dipanen pada umur 105-116 hari setelah tanam (HST) dan Lumbu Hijau dengan umur panen 112-120 HST. Kemasan yang digunakan untuk penyimpanan adalah kemasan rajut plastik, bobot benih bawang putih setiap kemasan adalah 500 g. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *cold storage* merk JetFrost, *hygrometer* merk XON MED, timbangan analitik merk OHAUS dan alat pengering oven merk Memmert.



Gambar 1 Varietas Lumbu Hijau dan Lumbu Kuning

#### Prosedur Penelitian

##### Panen dan Pascapanen Bawang Putih

Pemanenan bawang putih dilakukan jika warna daun berubah menjadi kekuningan, batang melengkung dan tanaman rebah. Benih bawang putih yang telah dipanen dibersihkan dari kotoran yang menempel dan dilakukan sortasi

untuk memisahkan benih yang rusak. Setelah dipanen benih bawang putih dikeringkan dengan cara penjemuran langsung dengan sinar matahari. Kemudian setelah kering untuk memudahkan penanganan setelah pemanenan bawang putih diikat pa batangnya dan kemudian dikeringkan dengan cara digantung atau diletakkan pada rak-rak pengeringan.

**Penyiapan Benih Bawang Putih**

Benih dikeringkan dengan cara dijemur selama 10-15 hari sampai kondisi kadar air mencapai 60 % (Gambar 2). Benih bawang putih dijemur bersama batang dan daun. Benih dijemur dengan cara diikat dan digantung pada rak-rak pengeringan. Saat dikeringkan, sekaligus dilakukan penyortiran terhadap benih yang rusak, luka dan lapis kulit ari yang mengering dan dilakukan pengukuran kadar air untuk memastikan kadar air awal mencapai 60 %. Selanjutnya batang dan daun dipotong dengan menyisakan batang ± 3-5 cm.

Untuk mengetahui kondisi awal penyimpanan, pengukuran kadar air awal, berat awal, identifikasi senyawa metabolit yang terdapat pada benih bawang putih dengan *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS) dan pengukuran kandungan senyawa kalsium serta pertunasan (*sprouting*).



Gambar 2 Kondisi Penjemuran dan Penyimpanan Benih Bawang Putih

**Penyimpanan Benih Bawang Putih**

Benih yang telah dikeringkan dan disortasi dikemas dalam kemasan jaring plastik dengan berat masing-masing sampel 500 g. Selanjutnya dilakukan penyimpanan dalam *cold storage* dengan perlakuan suhu 0°C, 5°C (RH 50-70%) dan suhu ruang (25-32°C) dengan RH ruang. Penyimpanan dilakukan selama 6 bulan dalam kondisi gelap (*darknest condition*). Setiap bulan dilakukan pengamatan parameter meliputi kadar air, susut bobot, pertunasan (*sprouting*), kerusakan umbi selama penyimpanan berupa umbi hampa, busuk dan serangan hama. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar (3).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

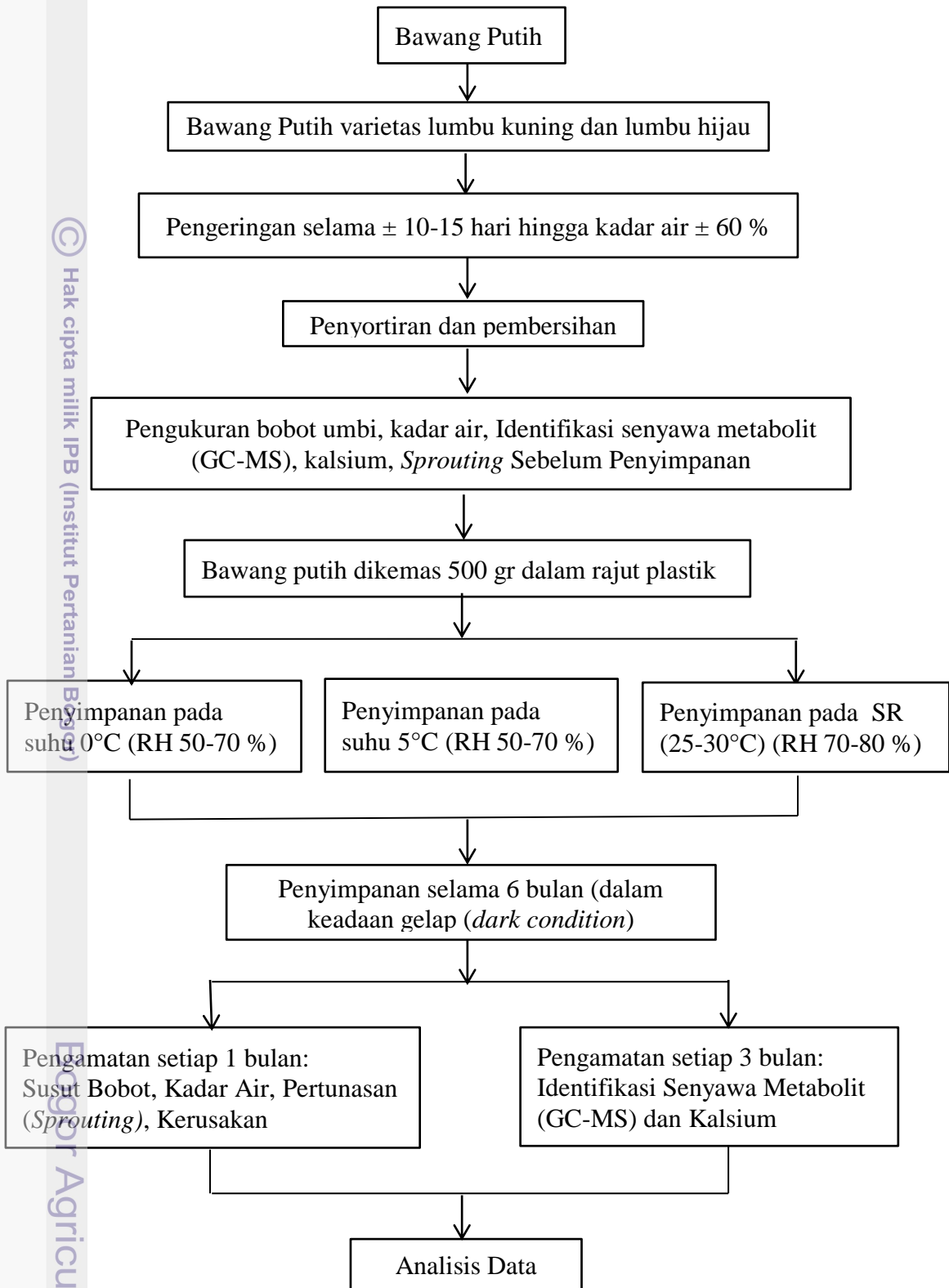
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang memurnikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang (Institut Pertanian Bogor) Bogor Agricultural 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.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Gambar 3 Diagram Alir Penelitian



## Parameter Pengamatan

### Susut Bobot

Pengukuran susut bobot dilakukan dengan mengukur bobot awal sebelum penyimpanan. Selanjutnya, sampel bawang putih sebanyak 500 g disimpan selama 6 bulan. Setiap bulan bobot bawang putih diukur. Pengukuran menggunakan timbangan digital. Kemudian dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$\text{Susut bobot (\%)} = \frac{BB-BK}{BB} \times 100 \% \quad (1)$$

Keterangan:

BB = berat awal sebelum penyimpanan (g)

BK = berat akhir setelah penyimpanan (g)

### Kadar Air Metode Oven

Pengukuran kadar air dilakukan dengan menggunakan metode oven (ISTA 2015). Persentase kadar air yang terkandung dalam benih yang diukur berdasarkan berat air yang hilang karena pemanasan oven suhu konstan terhadap berat awal contoh benih. Bawang putih ditimbang sebanyak  $\pm 5$  g dalam cawan yang telah diketahui berat kosongnya. Selanjutnya, dikeringkan dalam oven dengan suhu 105 °C selama 16 jam (berat konstan). Setelah itu dihitung kadar air dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kadar air (\% bk)} = \frac{M2-M3}{M2-M1} \times 100 \quad (2)$$

Keterangan:

M1 = berat cawan kosong (g)

M2 = berat cawan + sampel awal (g)

M3 = berat cawan + sampel akhir setelah dikeringkan (g)

### Persentase Kerusakan

Nilai persentase kerusakan benih yang dimaksud dalam penelitian ini adalah perbandingan banyaknya benih yang rusak dengan benih yang normal. Kerusakan yang dimaksud adalah kopong/hampa, busuk dan terkena penyakit selama penyimpanan

$$\text{Persentase kerusakan (\%)} = \frac{BR}{BS} \times 100 \% \quad (3)$$

Keterangan:

BR= benih bawang putih yang rusak

BS= benih bawang putih yang disimpan

### Pertunasan (*Sprouting*)

Nilai persentase pertunasan atau *sprouting* bertujuan untuk mengetahui jumlah umbi yang mengalami pertunasan selama periode penyimpanan. Umbi yang mengalami pertunasan (*sprouting*) ditandai dengan munculnya tunas pada

siung benih bawang putih. Tunas ini akan tumbuh dan berkembang hingga menembus siung. Untuk dapat melihat mengukur panjangnya pertunasan dilakukan dengan cara membelah siung benih bawang putih kemudian diukur panjang tunas yang telah muncul sepanjang *basal plate* dengan menggunakan penggaris, seperti pada Gambar 4 berikut :



Gambar 4 Pengamatan Pertunasan (*Sprouting*)

Selanjutnya dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Pertunasan (\%)} = \frac{BT}{BS} \times 100 \% \tag{4}$$

Keterangan:

BT = benih bawang putih yang bertunas

BS = benih bawang putih yang disimpan

### Pengujian Senyawa Metabolit pada Benih Bawang Putih dengan *Gas Chromatography- Mass Spectrometry (GC-MS)*

Kromatografi gas-spektrometer massa (GC-MS) adalah metode yang mengkombinasikan kromatografi gas dan spektrometri massa untuk mengidentifikasi senyawa yang berbeda dalam analisis sampel. Identifikasi dilakukan menggunakan GCMS *Agilent Technologies 7890 Gas Chromatograph with auto sampler and 5975 Mass Selective Detector and Chemstation data system* yang dilengkapi dengan *capillary column Agilent 7890 HP Ultra 2* (panjang 30 m x 0.20 mm I.D ketebalan film 0.11 μm). Kondisi GC yang digunakan sebagai berikut : suhu injector 250°C, *carier gas* dengan *flow rate* 1.2 mL/menit. Kondisi oven 80 °C (*hold time* 0 menit), 150°C pada *rate* 3°C/ menit (*hold time* 1 menit). Kemudian 280°C pada *rate* 20°C/menit (*hold time* 26 menit). Kondisi GC-MS untuk sampel benih bawang putih yaitu suhu *ion source* 230°C, suhu *quadropole* 140°C, *energy* 70e V dan *carrier gas* menggunakan helium.

Preparasi sampel diawali pengeringan umbi bawang putih dengan menggunakan oven ± 3 hari sampai benar-benar kering. Kemudian setelah kering, sampel diblender sampai halus dan di maserasi dengan metanol pro- analisis selama ± 5 hari. Setelah maserasi, 10 ml ekstrak dituangkan kedalam tabung dan dikeringkan pada suhu 60°C selama 1 jam. Setelah pengeringan, ekstrak dilarutkan lagi dengan sisa ekstrak sebanyak 200 μ L dan kemudian ekstrak

diinjeksi ke GC-MS. Senyawa metabolit yang teridentifikasi sebagai hasil pembacaan data dari sistem GCMS ditampilkan dalam bentuk kromatogram. Identifikasi senyawa metabolit pada GC-MS dilakukan menggunakan *Chemstation data system* dengan basis data Wiley.

**Analisa Kalsium (Ca)**

**Preparasi sampel**

Bahan ditimbang 0,5 g kedalam tabung digest dan ditambahkan 5 ml asam sitrat p.a dan 0,5 ml asam perklorat p.a, didiamkan selama satu malam. Setelah didiamkan selama satu malam, selanjutnya dipanaskan pada suhu 100°C selama 1 jam 30 menit, kemudian suhu ditingkatkan menjadi 130°C selama 1 jam, suhu ditingkatkan lagi menjadi 150°C selama 2 jam 30 menit (sampai uap kuning habis, bila masih terdapat uap kuning maka waktu pemanasan ditambah lagi), setelah uap kuning habis suhu ditingkatkan menjadi 200°C selama 1 jam (hingga terbentuk uap putih). Destruksi selesai dengan terbentuknya endapan putih atau sisa larutan jernih sekitar 0,5 ml. Ekstrak didinginkan kemudian diencerkan dengan air bebas ion menjadi 50 ml, lalu dikocok hingga homogen dan dibiarkan selama 1 malam. Ekstrak jernih selanjutnya digunakan untuk pengukuran unsur makro Kalsium (Ca).

**Pengukuran Kalsium (Ca)**

Pengukuran Ca dilakukan dengan mengambil ekstrak 1 ml dan deret standar masing-masing kedalam tabung kimia dan ditambahkan 9 ml larutan La 0,25 %. Ekstrak yang telah dicampur kemudian dikocok dengan menggunakan pengocok tabung sampai homogen. Kemudian diukur dengan (Spektrofotometer serapan Atom) SSA dengan deret standar sebagai pembanding (Balitbangtan 2012).

**Perhitungan**

$$\begin{aligned} \text{Kadar Ca (\%)} &= \text{ppm kurva} \times \text{ml ekstra} / 1000 \text{ ml} \times 100 / \text{mg contoh} \times (\text{B.A.P}) / \text{B.M.} \\ &\quad \text{PO}_4 \times \text{fp} \times \text{fk} \\ &= \text{ppm kurva} \times 50 / 1000 \times 100 / 500 \times 31 / 95 \times \text{fk} \\ &= \text{ppm kurva} \times 0.01 \times 31 / 95 \times \text{fk} \end{aligned}$$

Keterangan :

- ppm kurva = kadar contoh yang didapat dari kurva hubungan antara kadar deret standar dengan pembacaannya setelah dikoreksi blanko
- 100 = Faktor Koreksi ke %
- 1000 = faktor konversi ke ppm (mg kg-1)
- fp = faktor pengenceran (jika ada)
- fk = faktor koreksi kadar air = 100 / (100 - % kadar air)

**Perancangan Percobaan**

Percobaan penyimpanan benih bawang putih menggunakan Rancangan Kelompok Lengkap Teracak (RKLK) dengan dua faktor. Faktor pertama adalah suhu penyimpanan dengan 3 taraf yaitu suhu 0 °C, 5° C dan ruang (ambient) dan Faktor kedua adalah varietas yang terdiri dari dua taraf yaitu Lumbu Hijau dan Lumbu Kuning. Kombinasi dari kedua faktor menghasilkan 6 perlakuan dan tiap

perlakuan diulang 3 kali sehingga diperoleh 18 satuan percobaan dengan tiap ulangnya berisi 500 gr bawang putih. Pengamatan akan dilakukan selama 6 bulan.

Model linier yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \rho_k + \varepsilon_{ijk}$$

Keterangan :

- $Y_{ijk}$  : Nilai pengamatan parameter yang diamati pada faktor suhu penyimpanan ke-i, varietas ke-j, dan kelompok ke-k
- $\mu$  : rata-rata umum
- $\alpha_i$  : pengaruh suhu penyimpanan ke-i
- $\beta_j$  : pengaruh varietas ke-j
- $(\alpha\beta)_{ij}$  : pengaruh interaksi suhu penyimpanan dan varietas
- $\rho_k$  : pengaruh kelompok ke-k
- $\varepsilon_{ijk}$  : pengaruh acak suhu penyimpanan ke-i, varietas ke-j, kelompok ke-k.

### Analisis Data

Data-data yang diperoleh akan disajikan dalam bentuk grafik dan tabel dan dianalisa menggunakan *Analisis of Varian* (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang dinyatakan dengan nilai beda. Jika terdapat beda nyata antara perlakuan maka analisis dilanjutkan dengan uji lanjut DMRT pada taraf nyata 5 %. Data penelitian diolah dengan *software* SAS dan Microsoft Excel © 2010.

Analisis senyawa metabolit dengan GC-MS diawali dengan tabulasi data menggunakan Microsoft Excel. Analisis data dilakukan dengan *Hierarchical Clustering Analysis* (HCA) menggunakan R Studi ver 3.5.1. Analisis HCA dilakukan untuk menentukan kelompok dan perubahan senyawa metabolit yang berkontribusi dalam perubahan fisiologis yang terjadi selama penyimpanan varietas Lumbu Hijau dan Lumbu Kuning pada suhu rendah. Hasil analisis HCA ditampilkan dalam bentuk *heatmap*.

## 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perubahan Kualitas Benih Bawang Putih (*Allium sativum* L.) selama Penyimpanan

Setelah benih umbi bawang putih dipanen maka benih akan mengalami proses penurunan kualitas jika tidak ditangani dengan tepat. Salah satu hal yang sangat penting setelah proses pemanenan adalah penyimpanan. Penyimpanan yang baik dibutuhkan untuk menjaga mutu benih umbi bawang putih. Kondisi penyimpanan yang tidak menguntungkan akan menyebabkan kemunduran kualitas benih yang cukup besar. Perubahan kualitas benih umbi bawang putih sangat dipengaruhi oleh suhu penyimpanan dan varietas. Dalam penelitian ini faktor suhu dan varietas dianggap dapat memberikan pengaruh terhadap perubahan fisiologis benih umbi bawang putih yaitu susut bobot, kadar air,



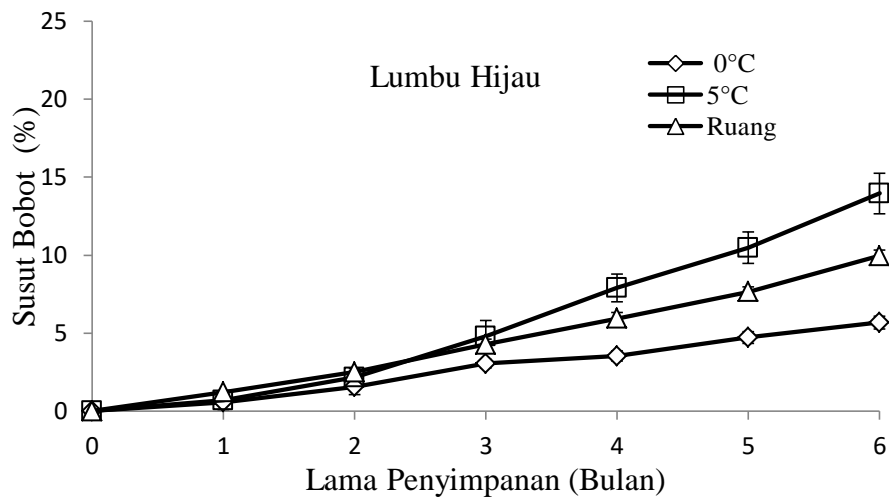
kerusakan, pertunasan (*sprouting*), kandungan kalsium (Ca) dan senyawa metabolit yang terkandung selama penyimpanan.

### Susut Bobot

Susut bobot selama penyimpanan adalah salah satu parameter yang mempengaruhi kualitas benih umbi bawang putih. Nilai susut bobot akan semakin meningkat selama penyimpanan. Susut bobot selama penyimpanan dapat disebabkan oleh terjadinya proses pembusukan, kerusakan dan kehilangan air. Hal ini yang berperan penting pada penurunan kualitas benih disebabkan oleh pengaruh kelembaban (RH) lingkungan dan suhu penyimpanan (Doijode 2001).

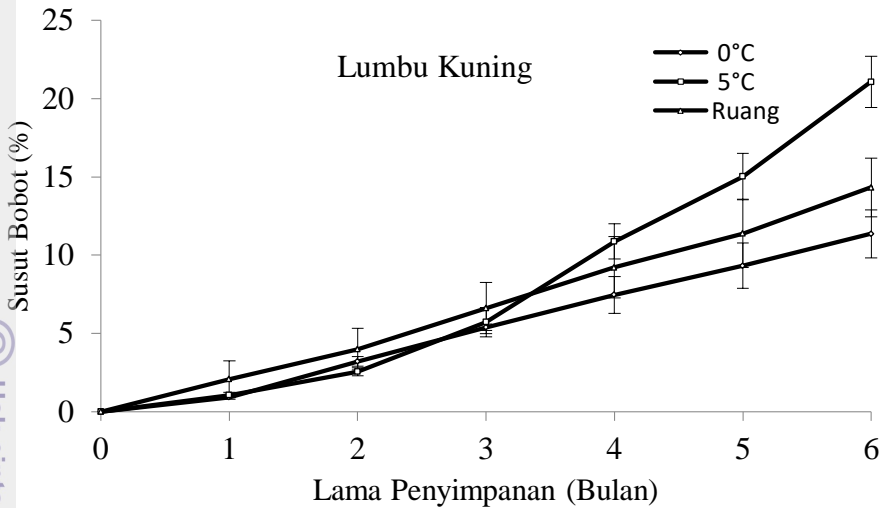
Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa faktor tunggal varietas menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap susut bobot umbi benih bawang putih pada seluruh bulan penyimpanan (Lampiran 4). Varietas Lumbu kuning menjadi varietas dengan susut bobot tertinggi dan varietas Lumbu Hijau dengan susut bobot terendah. Sementara itu faktor suhu memberikan pengaruh yang nyata terhadap susut bobot pada bulan ke 1,4,5 dan 6 penyimpanan. Persentase susut bobot pada masing-masing varietas Gambar 5 dan 6 meningkat seiring masa penyimpanan baik pada suhu 0°, 5° dan suhu ruang. Hal ini disebabkan karena selama penyimpanan benih bawang putih mengalami proses metabolisme.

Pada gambar 5 untuk varietas Lumbu hijau menunjukkan persentase susut bobot tertinggi setelah penyimpanan 6 bulan terjadi pada suhu 5 °C sebesar 13.97 %, diikuti pada penyimpanan suhu ruang 9.97 % dan susut bobot terendah terjadi pada suhu 0° yaitu 5.69 %. Gambar 6 pada varietas Lumbu Kuning memperlihatkan susut bobot tertinggi terjadi pada suhu 5°C sebesar 21.08 %, diikuti pada penyimpanan suhu ruang 14.33 % dan susut bobot terendah terjadi pada penyimpanan suhu 0°C yaitu 11.37 %.



Gambar 5 Perubahan susut bobot benih umbi bawang putih (*Allium sativum* L.) varietas Lumbu Hijau pada beberapa perlakuan suhu selama penyimpanan.

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



Gambar 6 Perubahan susut bobot benih umbi bawang putih (*Allium sativum* L.) varietas Lumbu Kuning pada beberapa perlakuan suhu selama penyimpanan

Berdasarkan dari hasil diatas dapat diketahui bahwa pada penyimpanan suhu 5°C baik pada varietas Lumbu Hijau dan Lumbu Kuning mengalami susut bobot terbesar. Hal ini terjadi disebabkan suhu pada 5°C pada saat penyimpanan banyak terjadi pertumbuhan tunas. Terutama pada varietas Lumbu kuning sebesar 21.08%. Pertumbuhan tunas ini mempengaruhi kualitas benih umbi bawang putih. Penyimpanan pada suhu ruang juga memberikan nilai susut yang besar pada kedua varietas yaitu 9.97% untuk Lumbu Hijau dan 14.37% untuk Lumbu Kuning. Penyusutan benih umbi bawang putih pada suhu ruang diakibatkan oleh adanya proses transpirasi dan respirasi yang banyak menyebabkan kehilangan air. Kehilangan air menyebabkan umbi menjadi kisut dan tingkat kesegaran menurun. Rubatzky dan Yamaguchi (1998) menyatakan bahwa semakin tinggi suhu penyimpanan maka laju respirasi akan meningkat dan kadar air akan menurun, sehingga akan semakin tinggi susut bobot yang dihasilkan.

Penyimpanan pada suhu 0°C menyebabkan kehilangan susut bobot terkecil dari kedua varietas. Hal ini disebabkan suhu 0°C dapat menekan proses metabolisme berupa respirasi sehingga susut bobot dapat menjadi lebih rendah karena penyimpanan suhu rendah dapat menekan kecepatan respirasi dan transpirasi sehingga proses dapat berjalan lebih lambat.

Hasil uji DMRT menunjukkan faktor tunggal yaitu suhu dan varietas memberikan pengaruh terhadap susut bobot. Faktor tunggal suhu berpengaruh signifikan terhadap susut bobot pada bulan ke 1, 4, 5, dan 6 penyimpanan. Penyimpanan suhu 0°C dan 5°C berbeda nyata pada bulan ke 1. Sedangkan pada bulan ke 4, 5, dan 6 susut bobot berbeda nyata antar perlakuan suhu, suhu 0°C berbeda nyata dengan suhu 5°C dan berbeda nyata dengan suhu ruang. Bawang putih yang disimpan pada suhu 5°C dengan varietas yang berbeda memiliki persentase susut bobot tertinggi diantara perlakuan lainnya (Tabel 4). Hal ini disebabkan pada suhu 5°C terjadi kerusakan berupa *waxy breakdown* dan pertunasan yang menyebabkan kehilangan kadar air dan susut bobot.

Tabel 4 Susut bobot benih bawang putih selama penyimpanan

Suhu	Susut Bobot (%)						
	Penyimpanan Bulan ke-						
	0	1	2	3	4	5	6
0	0	0.746 <sup>a</sup>	2.386 <sup>a</sup>	4.218 <sup>a</sup>	5.495 <sup>c</sup>	7.018 <sup>c</sup>	8.523 <sup>c</sup>
5	0	0.877 <sup>b</sup>	2.357 <sup>a</sup>	5.263 <sup>a</sup>	9.386 <sup>a</sup>	12.756 <sup>a</sup>	17.521 <sup>a</sup>
Ruang	0	1.645 <sup>a</sup>	3.243 <sup>a</sup>	5.451 <sup>a</sup>	7.583 <sup>b</sup>	9.510 <sup>b</sup>	12.143 <sup>b</sup>

Varietas	Susut Bobot (%)						
	Penyimpanan Bulan Ke-						
	0	1	2	3	4	5	6
Lumbu Hijau	0	0.831 <sup>b</sup>	2.080 <sup>b</sup>	4.047 <sup>b</sup>	5.796 <sup>b</sup>	7.616 <sup>b</sup>	9.869 <sup>b</sup>
Lumbu Kuning	0	1.348 <sup>a</sup>	3.244 <sup>a</sup>	5.907 <sup>a</sup>	9.179 <sup>a</sup>	11.907 <sup>a</sup>	15.589 <sup>a</sup>

Keterangan : angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT taraf 5%

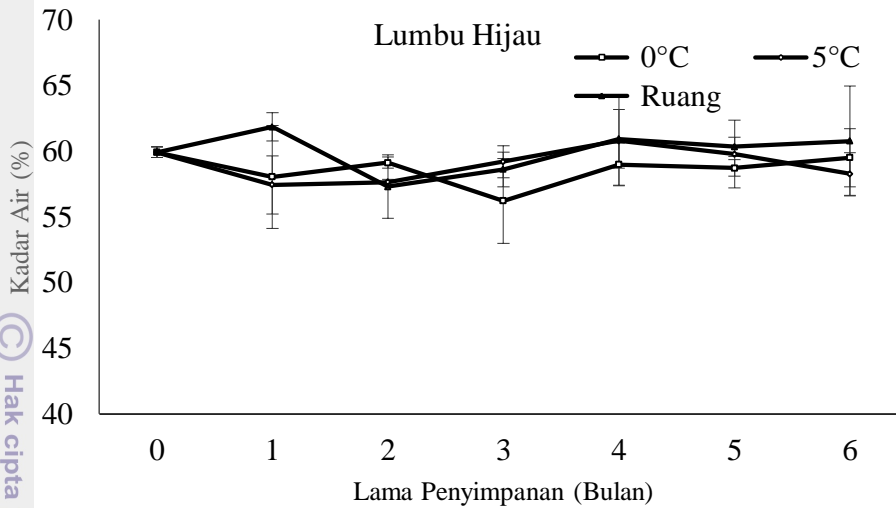
### Kadar Air

Air merupakan salah satu komponen penting dalam komoditas pertanian dan mempengaruhi terhadap kualitas selama penyimpanan. Meningkat atau menurunnya jumlah air dalam bahan pangan akan memberikan dampak kerusakan disebabkan oleh adanya proses mikrobiologis, kimiawi dan enzimatis.

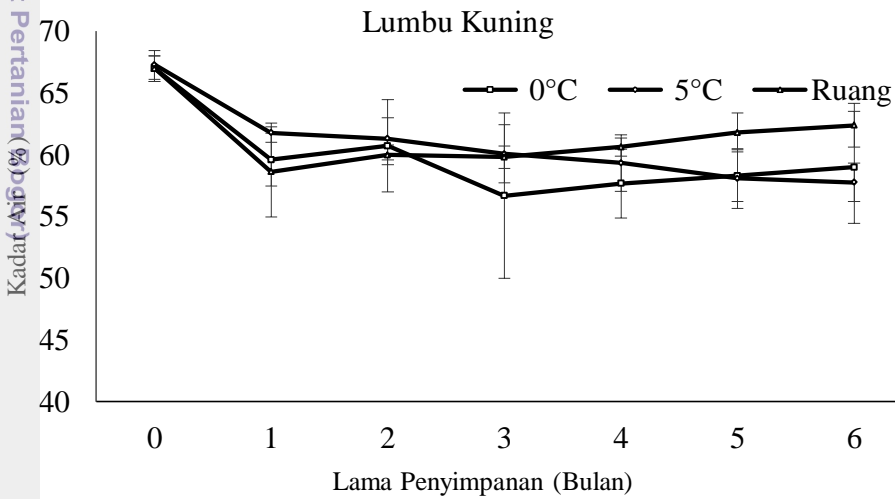
Gambar 7 dan 8 memperlihatkan perubahan persentase kadar air benih bawang putih selama penyimpanan pada varietas Lumbu Hijau dan Lumbu Kuning dengan berbagai perlakuan suhu. Pada grafik tersebut dapat dilihat terjadinya fluktuasi persentase kadar air selama penyimpanan benih bawang putih, baik pada suhu 0°, 5°C dan suhu ruang pada varietas Lumbu Hijau maupun Lumbu Kuning.

Kadar air penyimpanan awal varietas Lumbu Hijau dan Lumbu Kuning adalah adalah 60-67 %. Pada seluruh perlakuan suhu dan varietas persentase kadar air mengalami fluktuasi mulai dari bulan pertama penyimpanan hingga bulan ke-6 penyimpanan. Penyimpanan pada suhu 0°C dengan varietas Lumbu Hijau hingga akhir penyimpanan menurun dari 59.92% menjadi 59.51%, pada suhu 5°C mengalami penurunan dari 59.92 % menjadi 58.26 %. Sedangkan pada suhu ruang pada akhir penyimpanan mengalami peningkatan dari 59.92% menjadi 60.77%. Penyimpanan pada suhu 0°C untuk varietas Lumbu Kuning menunjukkan penurunan persentase kadar air hingga akhir penyimpanan dari 66.96% menjadi 58.97%. Pada suhu 5°C terjadi penurunan hingga bulan ke -6 penyimpanan dari 67.26 % menjadi 57.75 %. Untuk penyimpanan pada suhu ruang pada varietas Lumbu Kuning terjadi penurunan dari 66.96% menjadi 62.37 %.

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



Gambar 7 Perubahan kadar air benih umbi bawang putih (*Allium sativum* L.) varietas Lumbu Hijau pada beberapa perlakuan suhu selama penyimpanan .



Gambar 8 Perubahan kadar air benih umbi bawang putih (*Allium sativum* L.) varietas Lumbu Kuning pada beberapa perlakuan suhu selama penyimpanan .

Tabel 5 Kadar air benih bawang putih selama penyimpanan

Suhu	Kadar Air (%)						
	Penyimpanan Bulan ke-						
	0	1	2	3	4	5	6
0	63.44 <sup>a</sup>	58.81 <sup>a</sup>	59.92 <sup>a</sup>	56.45 <sup>a</sup>	58.32 <sup>a</sup>	58.50 <sup>b</sup>	59.24 <sup>a</sup>
5	63.59 <sup>a</sup>	59.60 <sup>a</sup>	59.46 <sup>a</sup>	59.63 <sup>a</sup>	60.05 <sup>a</sup>	58.92 <sup>ab</sup>	58.00 <sup>a</sup>
Ruang	63.44 <sup>a</sup>	60.23 <sup>a</sup>	58.63 <sup>a</sup>	59.20 <sup>a</sup>	60.77 <sup>a</sup>	61.06 <sup>a</sup>	61.57 <sup>a</sup>

Varietas	Kadar Air (%)						
	Penyimpanan Bulan Ke-						
	0	1	2	3	4	5	6
Lumbu Hijau	59.92 <sup>b</sup>	59.10 <sup>a</sup>	58.02 <sup>b</sup>	58.01 <sup>a</sup>	60.23 <sup>a</sup>	59.60 <sup>a</sup>	59.61 <sup>a</sup>
Lumbu Kuning	67.05 <sup>a</sup>	59.98 <sup>a</sup>	58.84 <sup>a</sup>	59.19 <sup>a</sup>	59.19 <sup>a</sup>	59.38 <sup>a</sup>	59.69 <sup>a</sup>

Keterangan : angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT taraf 5 %

Interaksi antara suhu dan varietas tidak memberikan pengaruh nyata terhadap perubahan kadar air benih umbi bawang putih selama penyimpanan. Benih bawang putih yang disimpan pada suhu 0°C dan 5 °C mengalami perubahan pada penyimpanan bulan ke- 5. Sedangkan pada suhu ruang tidak terjadi perubahan selama penyimpanan. Perubahan kadar air benih umbi bawang putih selama penyimpanan berfluktuatif. Penurunan maupun perubahan kadar air ini sangat dipengaruhi oleh kondisi penyimpanan yaitu suhu dan kelembaban (RH). Kelembaban yang rendah akan mempercepat proses pengeriputan (*shriveling*), sedangkan kelembaban yang tinggi akan mempercepat proses pembusukan terutama jika terjadi perubahan temperatur. Kelembaban yang tepat adalah kelembaban yang tidak menyebabkan kehilangan air akibat penyerapan oleh udara namun tetap menjaga kondisi bahan aman dari pertumbuhan mikroba (Komar *et al.* 2011).

Berdasarkan analisis sidik ragam faktor varietas memberikan pengaruh nyata pada taraf ( $p < 0,05$ ) terhadap kadar air pada bulan penyimpanan ke-0 dan 2 (Tabel 5). Hal ini diduga karena masing-masing varietas memiliki kondisi fisiologis yang berbeda sebelum atau saat setelah disimpan.

### Kerusakan

Parameter kerusakan merupakan salah satu parameter yang penting untuk menentukan kualitas dari benih umbi bawang putih yang disimpan. Kerusakan yang terjadi dapat disebabkan oleh berbagai hal seperti terbawanya mikroorganisme lapang saat penyimpanan. Selain itu perubahan fisiologis akibat proses metabolisme juga mempengaruhi kondisi benih umbi bawang putih selama penyimpanan.

Pada Gambar 9 dan 10 menunjukkan kondisi kerusakan penyimpanan benih umbi bawang putih varietas Lumbu Hijau dan Lumbu Kuning pada berbagai perlakuan suhu yaitu suhu 0°C, 5°C dan suhu ruang. Persentase kerusakan tertinggi pada varietas Lumbu Hijau terjadi pada suhu penyimpanan 0°C sebesar 24.98%, diikuti oleh suhu ruang sebesar 3.14% dan terendah pada suhu 5°C yaitu sebesar 0.98 %. Untuk benih umbi bawang putih varietas Lumbu Kuning peningkatan kerusakan juga terjadi pada masing-masing suhu hingga bukan ke-6 penyimpanan.

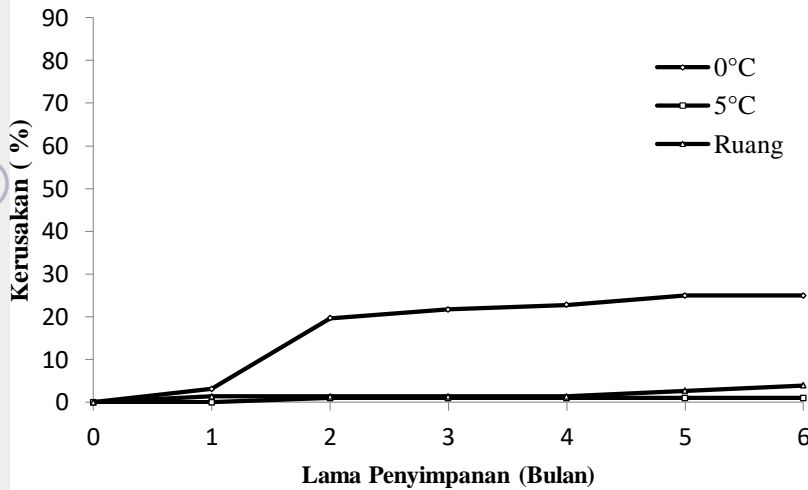
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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.
2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak cipta © Institut Pertanian Bogor (IPB) Bogor Agricultural University



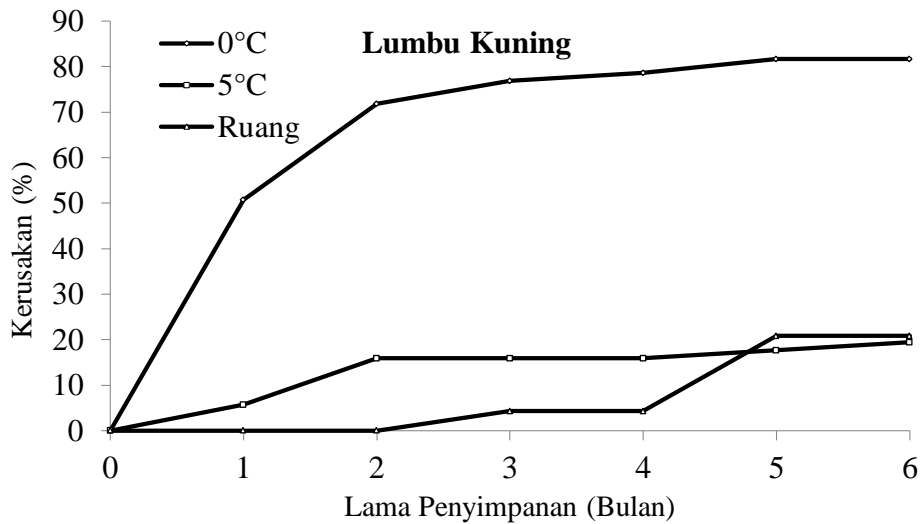
Tingkat kerusakan tertinggi terjadi pada suhu penyimpanan 0°C sebesar 81.66%, diikuti oleh suhu ruang sebesar 20.83% dan suhu 5°C sebesar 19.42%.



Gambar 9 Perubahan kerusakan umbi benih bawang putih (*Allium sativum* L.) varietas Lumbu Hijau pada beberapa perlakuan suhu selama penyimpanan.

Kerusakan pada benih umbi bawang putih yang terjadi selama penyimpanan meliputi umbi kopong, *waxy breakdown*, serangan hama dan umbi busuk (Lampiran 6). Masing-masing jenis kerusakan setiap perlakuan suhu dan varietas menunjukkan persentase yang berbeda. Untuk varietas Lumbu Hijau pada suhu 0°C jenis kerusakan tertinggi selama penyimpanan berupa *waxy breakdown* sebesar 24.98%. *Waxy breakdown* merupakan kerusakan fisiologis yang bukan disebabkan oleh mikroorganisme. Kerusakan *waxy breakdown* memiliki ciri seperti warna siung yang berubah seperti transparan/translucent (Lampiran 8). Penyebabnya diduga akibat suhu yang tinggi selama pertumbuhan atau setelah pemanenan. Fenomena *waxy breakdown* pada bawang disebut skala tembus (Shock *et al.* 2007).

Fenomena serupa *waxy breakdown* telah banyak dilaporkan terjadi pada jenis buah-buahan dan gejala yang ditimbulkan bergantung jenis buahnya. Seperti pada manggis disebut dengan *Translucent Flash Disorder* (TFD). TFD merupakan gangguan fisiologis utama yang terjadi pada manggis. Gejala TFD ditandai dengan daging buah yang tampak transparan atau basah dan pada keadaan yang lebih parah lagi menjadi keras dan garing (Matra *et al.* 2019). Beberapa penelitian juga menunjukkan perubahan pada dinding sel yang terkena TFD, dimana dinding sel menjadi kehilangan disintegrasi antara lamela tengah dan dinding sel primer dan terjadi pembengkakan (Paopun, *et al.* 2013). Jenis kerusakan *waxy breakdwon* secara fisik terlihat seperti kerusakan yang disebabkan oleh *chiling injury*. Kondisi umbi menjadi transparan seperti jelly. Penyebab utama *chiling injury* adalah kerusakan membran sel yang memicu reaksi sekunder.



Gambar 10 Perubahan kerusakan umbi benih bawang putih (*Allium sativum* L.) varietas Lumbu Kuning pada beberapa perlakuan suhu selama penyimpanan.

Pada suhu 5 °C kerusakan yang terjadi berupa umbi kopong dengan nilai 0.98 % dan pada suhu ruang kerusakan yang terjadi berupa umbi kopong sebesar 1.90 % dan umbi busuk 1.23 %. Pada suhu ruang umbi kopong dan busuk terjadi oleh serangan hama yang menyerang umbi selama penyimpanan.

Persentase jenis kerusakan terbesar pada varietas Lumbu Kuning suhu 0°C sama dengan yang terjadi pada varietas Lumbu Hijau yaitu *waxy breakdown* sebesar 81.66 %. Kerusakan ini terjadi mulai bulan kedua penyimpanan dan terus meningkat hingga bulan ke- 6 penyimpanan. Kemudian diikuti oleh kerusakan pada suhu ruang dengan jenis kerusakan kopong sebesar 6.63 %, hama 14.31 % dan busuk 2.22 % . . Persentase kerusakan terendah terjadi pada suhu 5°C dengan jenis kerusakan busuk sebesar 28.11 % dan *waxy breakdwon* 3.98 %.

Kerusakan kopong disebabkan oleh suhu yang tinggi sehingga tingginya proses penguapan bawang putih pada saat penyimpanan dan menyebabkan banyak kehilangan air. Selain itu penyebab kerusakan kopong/hampa juga disebabkan hal yang sama dengan kerusakan busuk yaitu meningkatnya aktivitas mikroorganisme. Hal ini sesuai dengan pendapat El-Marzoky *et al.* ( 2013) bahwa umbi bawang putih rentan terhadap pembusukan *Fusarium*, *Penicillium* dan *Botrytis*, terutama jika umbi rusak. Sementara menurut Ghangaonkar (2013) mencatat bahwa *Aspergillus niger*, *Fusarium oxysporum*, *Macrophomina Phaseolina*, *Botrytis alli*, *Penicillium corymbiferum*, *Aspergillus flavus*, *Rhizopus stolonifer*, *Chaetomium globosum* secara khusus ditemukan pada umbi dari penyimpanan.

Pada penelitian ini jenis kerusakan serangan hama berupa *Botrytis porri* yang dicirikan dengan busuk atau adanya jamur. Kerusakan ini dapat terjadi saat dilapangan atau di penyimpanan.

Tabel 6 Kerusakan total umbi benih bawang putih (*Allium sativum* L.)

Varietas	Periode simpan	Suhu Penyimpanan		
		0°C	5°C	Ruang
Lumbu Hijau	0	0.00	0.00	0.00
	1	3.09	0.00	1.33
	2	19.62	0.98	1.33
	3	21.71	0.98	1.33
	4	22.75	0.98	1.33
	5	24.98	0.98	2.67
Lumbu Kuning	0	0.00	0.00	0.00
	1	50.72	5.73	0.00
	2	71.85	15.91	0.00
	3	76.87	15.91	4.31
	4	78.63	15.91	4.31
	5	81.66	17.66	20.83
	6	81.66	19.42	20.83

### Pertunasan (*Sprouting*)

Parameter lain yang diamati selama periode penyimpanan adalah tumbuhnya pertunasan (*sprouting*) pada benih umbi bawang putih. Masing-masing varietas dan suhu penyimpanan memberikan respon yang berbeda terhadap munculnya tunas (Tabel 7). Pada Gambar 11 menunjukkan pertunasan awal terjadi pada bulan ke -5 untuk varietas Lumbu Hijau pada suhu 5°C sedangkan pertunasan pada varietas Lumbu Kuning terjadi pada bulan ke-4 penyimpanan pada suhu 5°C (Gambar 12). Menurut Hurtado *et al.* (2015) pertunasan dipengaruhi oleh suhu, ada atau tidak adanya dormansi, RH dan lama penyimpanan. Umbi bawang putih mempertahankan kualitasnya selama 120 hari, disertai dengan penurunan susut bobot. Setelah itu, fase *sprouting* dimulai, ditandai dengan kemunduran yang cepat yang ditunjukkan dengan hilangnya tekstur, berat dan rasa (Pellegrini *et al.* 2000). Persentase tertinggi pertunasan sampai akhir penyimpanan bulan ke-6 terjadi pada varietas Lumbu Kuning dengan nilai yaitu sebesar 23.46 % sedangkan Lumbu Hijau sebesar 10.9 %. Pematahan dormansi dapat terjadi pada penyimpanan dengan suhu 5°C sampai 10 °C (Brewster 2008). Berdasarkan data hasil penelitian menunjukkan bahwa Lumbu Kuning mengalami pematahan dormansi lebih awal dan mengalami pertunasan tertinggi.

Menurut Rahma *et al* (2003) bahwa varietas memberikan respon berbeda terhadap perlakuan suhu penyimpanan sebelum ditanam. Perlakuan suhu yang berbeda memiliki potensi untuk pematahan dormansi dan mempercepat pertumbuhan. Penyimpanan pada suhu 5°C menyebabkan patahnya dormansi



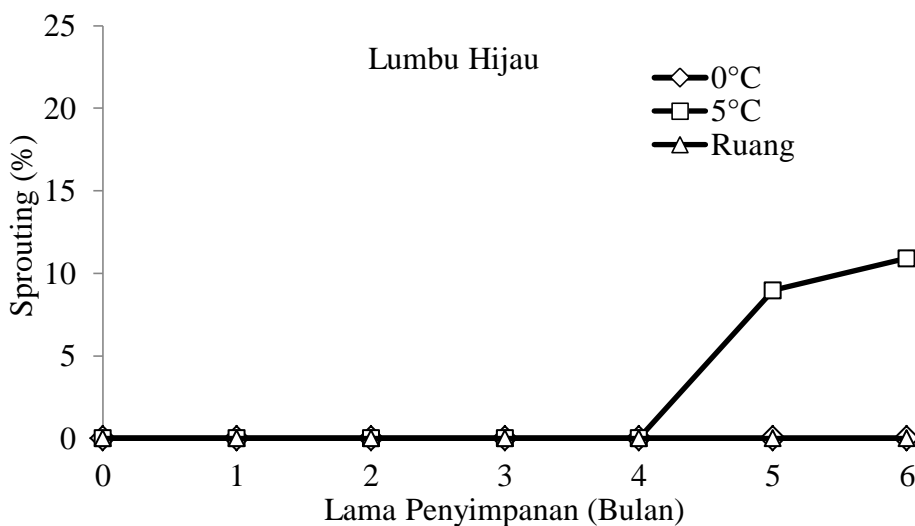
sementara penyimpanan pada suhu 35°C tidak menyebabkan pertunas.

Tabel 7 Pertunas (*sprouting*) umbi benih bawang putih (*Allium sativum* L.) pada perlakuan varietas dan suhu selama penyimpanan 6 bulan.

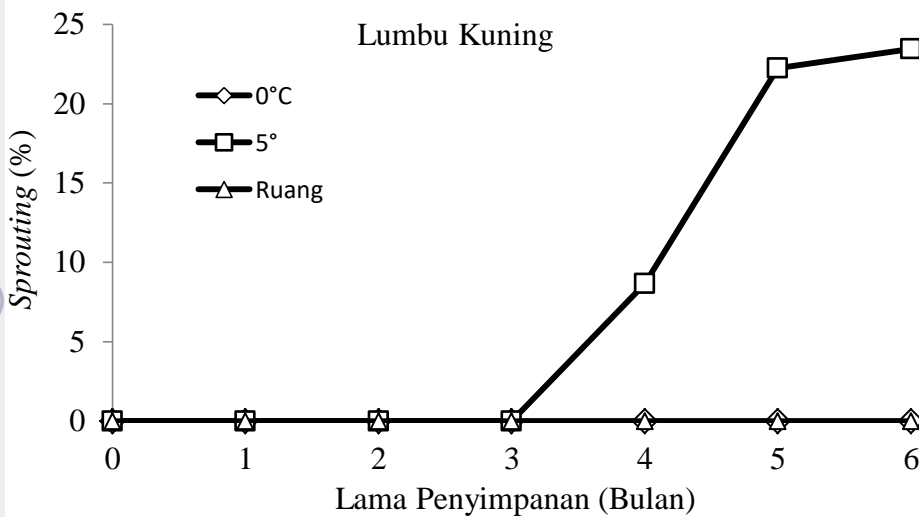
Bulan Penyimpanan	Pertunas ( <i>Sprouting</i> ) (%)					
	Lumbu Hijau			Lumbu Kuning		
	0°C	5°C	Ruang	0°C	5°C	Ruang
0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	8.64	0
5	0	8.97	0	0	22.22	0
6	0	10.90	0	0	23.46	0

Menurut Woldeyes *et al.* (2017) pertunas dipengaruhi oleh suhu dan periode penyimpanan. Umbi yang disimpan pada suhu 10°C selama 30 hari akan meningkatkan persentase pertunas (Yousef 2013). Dalam percobaan lain pada berbagai suhu penyimpanan 5°C, 10°C dan 15°C bawang putih bertunas lebih awal dan banyak kehilangan atau susut (Rees *et al.* 2012).

Selama penyimpanan, sukrosa dan pati dikonsumsi pada kadar yang tinggi dan sebagian dari karbohidrat yang tidak dikonsumsi menyebabkan akumulasi glukosa dari jaringan bawang putih sehingga meningkatkan kecambah. Selain itu asam giberelin juga aktif dan menstimulasi proses perkecambahan. Cantwell *et al.* (2003) menyatakan bahwa. Penyimpanan bawang putih pada suhu 5 hingga 10°C dan 25°C telah meningkatkan laju respirasi selama penyimpanan dan munculnya tunas.



Gambar 11 Pertunas (*sprouting*) benih umbi bawang putih (*Allium sativum* L.) varietas Lumbu Hijau pada beberapa perlakuan suhu selama penyimpanan .



Gambar 12 Pertunasan (*sprouting*) umbi benih bawang putih (*Allium sativum* L.) varietas Lumbu Kuning pada beberapa perlakuan suhu selama penyimpanan .

### Identifikasi Senyawa Metabolit pada Benih Bawang Putih dengan GC-MS

Bawang putih merupakan salah satu tanaman yang banyak digunakan untuk menambah nilai citarasa makanan dan berguna untuk pengobatan. Bagian bawang putih yang umum digunakan dan paling berkhasiat adalah umbi (Hernawan dan Setyawan 2003). Pendekatan senyawa non-target untuk uji kualitas tanaman dapat dilakukan dengan penerapan teknik metabolisme melalui komponen profil (metabolomik) seperti volatil, lipid dan metabolit sekunder. Profil metabolomik tidak hanya menyediakan sebuah pendekatan untuk karakterisasi fisiologi tanaman tetapi juga penilaian kualitas pada bahan mentah makanan.

Analisis metabolomik melalui pendekatan GC-MS telah banyak dilakukan pada bawang putih untuk berbagai tujuan. Keles *et al.* (2014) telah melakukan studi perbandingan kandungan senyawa volatil dua varietas (Kastamono dan Chinese) dengan menggunakan GC-MS. Selain itu Clemente *et al.* (2011) juga telah melakukan analisis komponen utama dari berbagai varietas bawang putih. Sedangkan Park *et al.* (2017) menganalisis komponen volatil dalam ekstrak etanol bawang putih untuk mengkonfirmasi aktivitas mikroba dari senyawa organosulfur yang dihasilkan dalam ekstraksi bawang putih. Dalam penelitian ini dilakukan identifikasi kandungan senyawa metabolit pada 2 varietas yaitu Lumbu Hijau dan Lumbu Kuning yang disimpan pada suhu rendah (0° dan 5°C) dan suhu ruang pada bulan ke 0, 3 dan 6 penyimpanan. Komponen senyawa metabolit menggunakan basis data *Willey* dan *Pubchem*

Berdasarkan analisis dengan menggunakan GC-MS pada benih bawang putih dengan 2 varietas dan berbagai suhu pada bulan 0, 3 dan 6 penyimpanan terdapat 93 senyawa (Lampiran 28). Untuk mempertajam analisis maka dilakukan *Hierarchical Cluster Analysis* (HCA) yang ditampilkan dalam bentuk grafik *heatmap* (Gambar 13,14,15,16,17,18). Berdasarkan hasil HCA teridentifikasi 23

senyawa metabolit yang signifikan dan konsisten muncul pada semua perlakuan (Tabel 8) yang mempengaruhi selama penyimpanan. Senyawa-senyawa metabolit tersebut tergolong dalam kelompok *alkohol, aldehid, furan, pyrazin, organosulfur, sulfur, senyawa heteosiklik, alkana, piran, keton, alkana dan lainnya.*

Tabel 8 Senyawa metabolit yang terdeteksi pada analisis *GC-MS* benih bawang putih

Kode	Nama	Formula	Kelompok
C02	Ethanol, 2-(Dimethylamino)-	C <sub>4</sub> H <sub>11</sub> NO	Alkohol
C03	1,3,6-Trioxocane	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O <sub>3</sub>	-
C04	Diethylcarbamoyl Isopropoxy Sulfide	C <sub>8</sub> H <sub>17</sub> NO <sub>2</sub> S	-
C05	2-Furan-Carboxaldehyde	C <sub>5</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	Aldehid
C06	2-Furanmethanol	C <sub>5</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	Furan
C07	Pyrazine, Methyl-	C <sub>5</sub> H <sub>6</sub> N <sub>2</sub>	Pyrazin
C08	3h-1,2-Dithiole	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> S <sub>2</sub>	Organosulfur
C09	Trisulfide, Dimethyl	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> S <sub>3</sub>	Sulfur
C10	Benzeneacetaldehyde	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O	Aldehid
C11	2,5-Dimethylfuran-3,4(2H,5H)-Dione	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	-
C12	Diallyl Disulphide	C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> S <sub>2</sub>	Organosulfur
C13	Pyrrolidine, 1-Hydroxy-2-Phenyl-	C <sub>10</sub> H <sub>13</sub> NO	Senyawa Heterosiklik
C14	Trisulfide, Methyl 2-Propenyl	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> S <sub>3</sub>	Alkana
C15	2,3-Dihydro-3,5-Dihydroxy-6-Methyl-4h-Pyran-4-One	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>4</sub>	Piran
C16	4h-1,2,3-Trithiine	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> S <sub>3</sub>	-
C17	3-Vinyl-3,4-Dihydro-1,2-Dithiine	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> S <sub>2</sub>	Sulfur
C18	7-(Methylthio)-3H-Azepine	-	Senyawa Heterosiklik
C19	4-Hydroxy-3-Methylacetophenone	C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	Keton
C20	1-Propene, 3,3'-Thiobis-/ Diallyl Sulfide	C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> S	Organosulfur
C21	5-Methyl-1,2,3,4-Tetrathiane	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> S <sub>4</sub>	-
C22	1H-Indolizino[8,7-B]Indole-2-Propanol, 2-Ethyl-2,3,5,6,11,11b-Hexahydro-, Trans-	C <sub>19</sub> H <sub>26</sub> N <sub>2</sub> O	-
C23	5-(Hydroxymethyl)-2-Furaldehyde	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>	Aldehid
C25	2-Vinyl-9-[.Beta.-D-Ribofuranosyl]Hypoxanthine	C <sub>12</sub> H <sub>14</sub> N <sub>4</sub> O <sub>4</sub>	Alkana

Sumber : Data Pubchem on line

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.

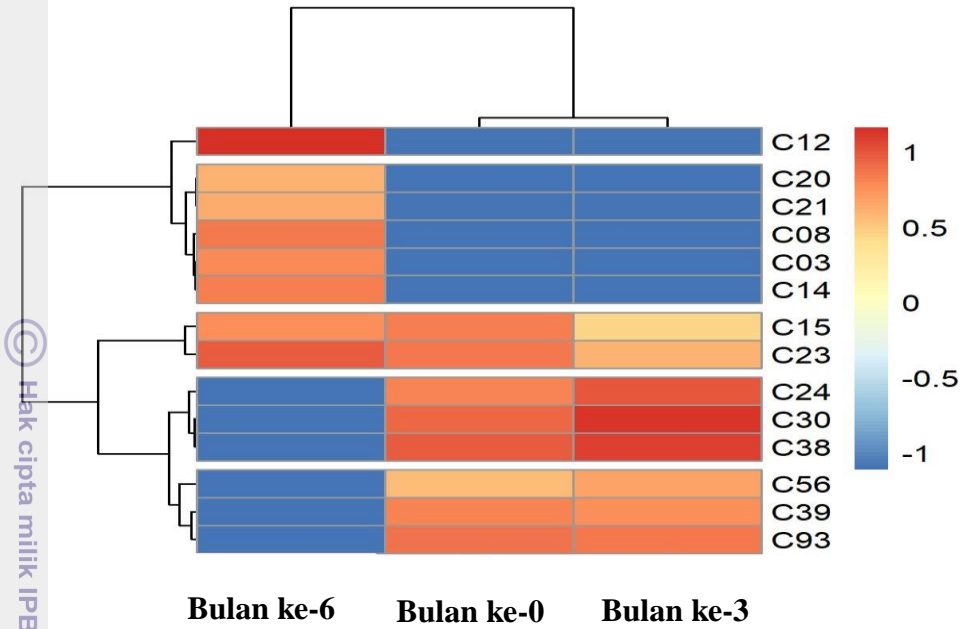
2. Dilarang memurnikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

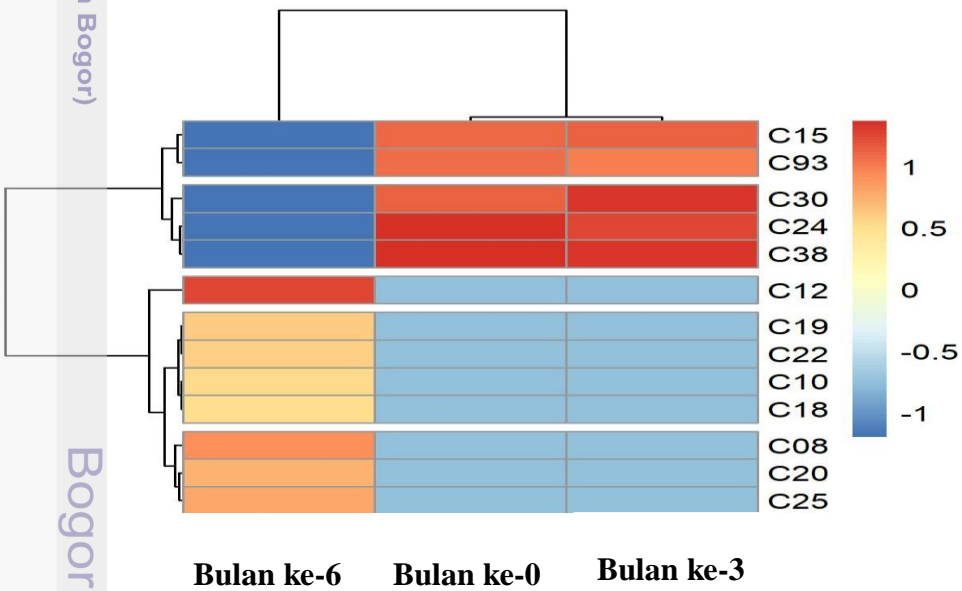
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang memunculkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

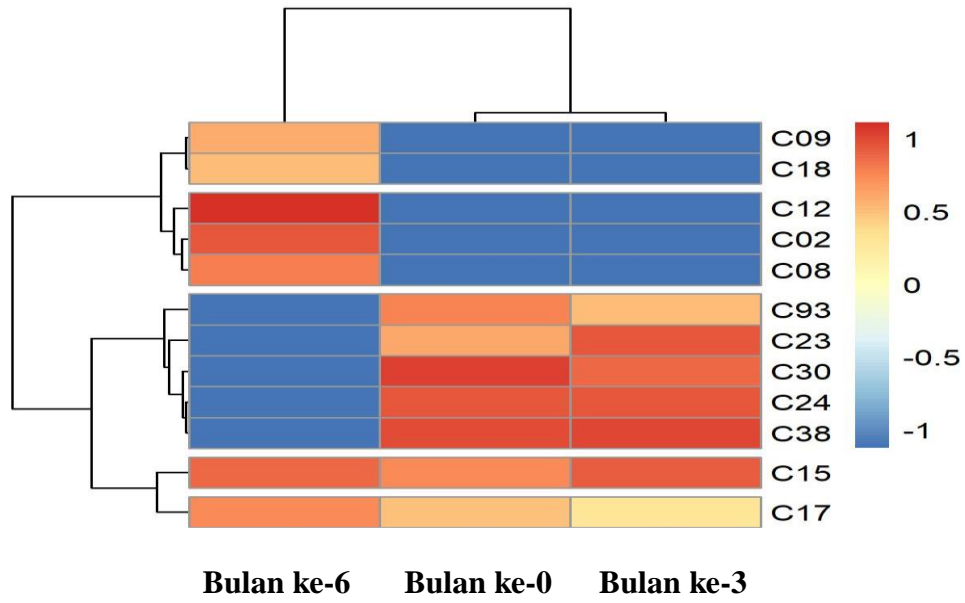
Bogor Agricultural University



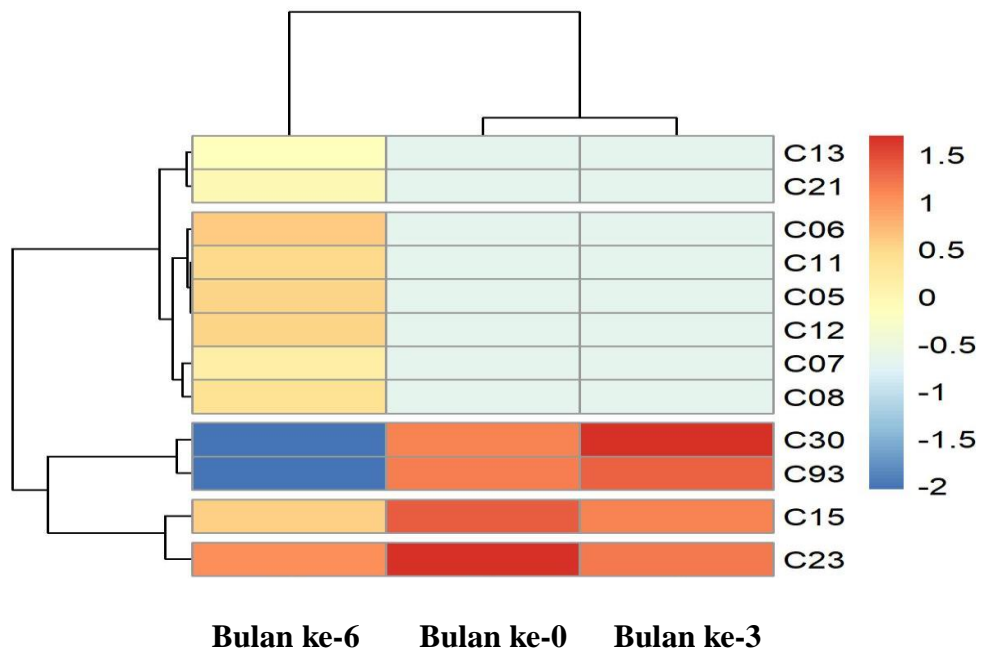
Gambar 13 *Heatmap* senyawa metabolit pada benih bawang putih varietas Lumbu Hijau suhu 0° C pada bulan 0,3 dan 6 penyimpanan



Gambar 14 *Heatmap* senyawa metabolit pada benih bawang putih varietas Lumbu Hijau suhu 5° C pada bulan 0,3 dan 6 penyimpanan



Gambar 15 *Heatmap* senyawa metabolit pada benih bawang putih varietas Lumbu Hijau suhu ruang pada bulan 0,3 dan 6 penyimpanan



Gambar 16 *Haetmap* senyawa metabolit pada benih bawang putih varietas Lumbu Kuning suhu 0° C pada bulan 0,3 dan 6 penyimpanan

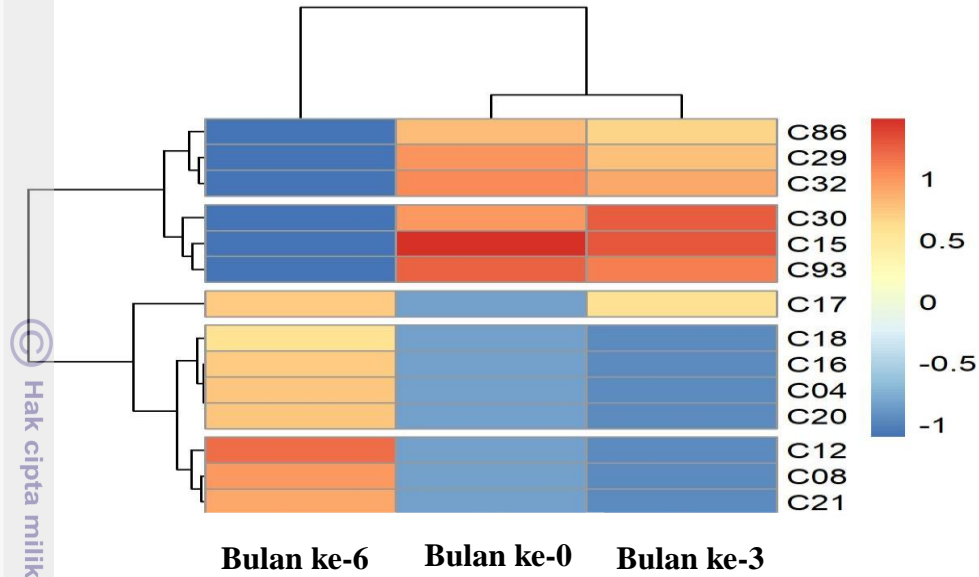
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

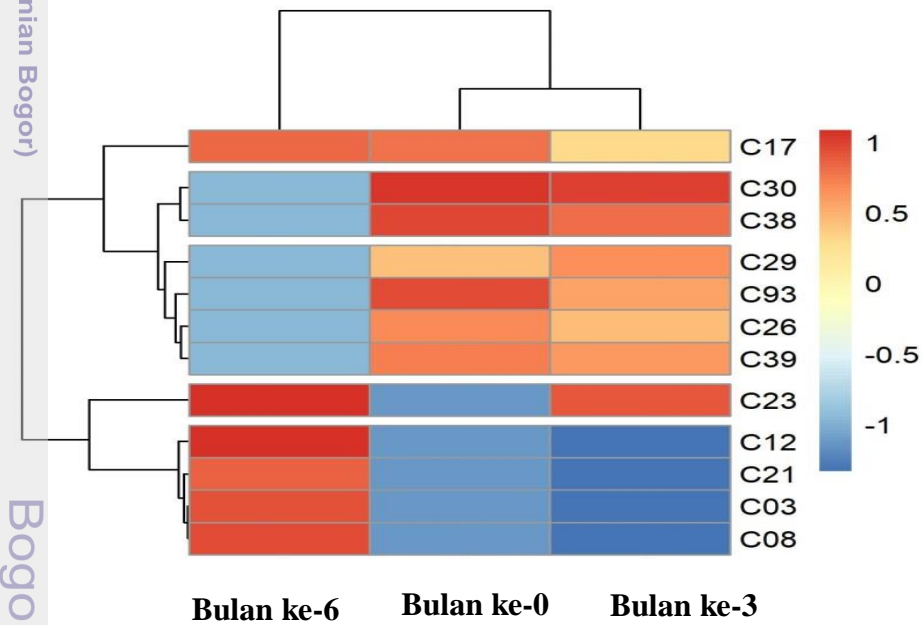
Bogor Agricultural University

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.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.





Gambar 17 *Heatmap* senyawa metabolit pada benih bawang putih varietas Lumbu Kuning suhu 5° C pada bulan 0,3 dan 6 penyimpanan



Gambar 18 *Heatmap* senyawa metabolit pada benih bawang putih varietas Lumbu Kuning suhu ruang pada bulan 0,3 dan 6 penyimpanan

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.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Berdasarkan hasil grafik *heatmap* ditunjukkan kenaikan dan penurunan pada masing-masing metabolit selama penyimpanan. *Heatmap* yang ditampilkan berdasarkan varietas yang diuji coba yaitu varietas Lumbu Hijau dan Lumbu Kuning pada masing-masing suhu penyimpanan yaitu 0°, 5° dan Ruang selama penyimpanan 0,3 dan 6 bulan.. Analisis HCA didasarkan pada jarak Euclidian dengan algoritma Ward dan dilakukan untuk memudahkan membaca data dalam dua dimensi sehingga dapat dikelompokkan senyawa metabolit yang berkontribusi dalam perubahan selama penyimpanan yang ditunjukkan dengan metabolit yang ditemukan (Devy L 2019).

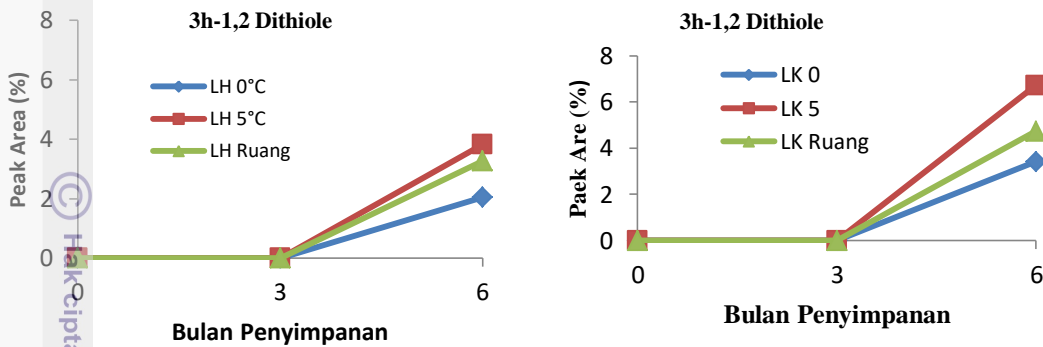
Berdasarkan hasil HCA teridentifikasi dua senyawa yang konsisten muncul dan mengalami peningkatan pada Varietas Lumbu Hijau dan Kuning baik pada suhu 0°C, 5°C dan ruang. Penurunan dan peningkatan kedua senyawa ini menunjukkan respon perubahan senyawa metabolit selama penyimpanan. Senyawa metabolit yang teridentifikasi pada setiap perlakuan berdasarkan Heatmap diatas disajikan pada tabel 9.

Tabel 9 Senyawa metabolit yang konsisten muncul pada semua perlakuan penyimpanan pada bulan ke – 6 penyimpanan

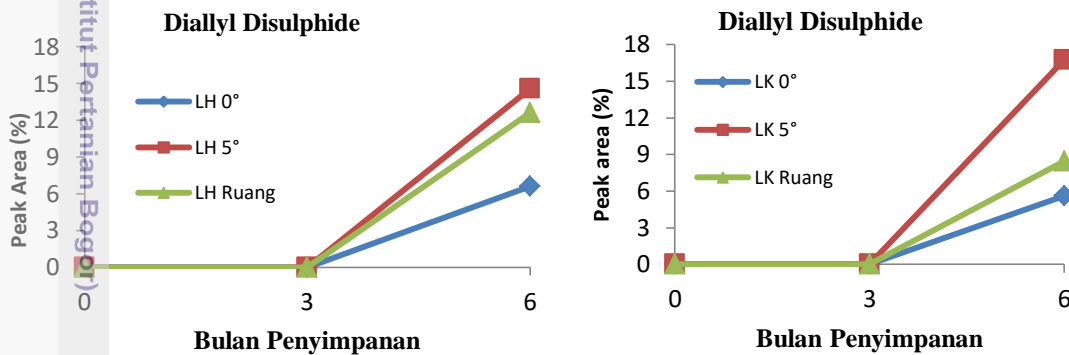
Kode	Nama Senyawa	Varietas	Suhu	Peak Area (%)		
				Bulan Penyimpanan		
				0	3	6
C08	3h-1,2-Dithiole	Lumbu Hijau	0°	0.000	0.000	2.037
			5°	0.000	0.000	3.831
			Ruang	0.000	0.000	3.266
		Lumbu Kuning	0°	0.000	0.000	3.425
			5°	0.000	0.000	6.718
			Ruang	0.000	0.000	4.723
C12	Diallyl Disulphide	Lumbu Hijau	0°	0.000	0.000	6.614
			5°	0.000	0.000	14.569
			Ruang	0.000	0.000	12.609
		Lumbu Kuning	0°	0.000	0.000	5.594
			5°	0.000	0.000	16.757
			Ruang	0.000	0.000	8.443

Senyawa 3h-1,2-dithiole dan diallyl disulphide teridentifikasi meningkat dimasing-masing varietas baik itu Lumbu hijau dan Lumbu kuning pada semua perlakuan suhu pada bulan ke -6 penyimpanan (Gambar 19, 20). Kedua senyawa diatas merupakan senyawa golongan organosulfur. Terdapat dua senyawa organosulfur paling penting pada umbi bawang putih yaitu asam amino non volatil  $\gamma$ -glutamyl-S-alk(en)il-L-sistein dan minyak atsiri S-alk(en)il sistein sulfoksida (ACSOs) atau alliin. Senyawa S-alk(en)il sistein sulfoksida (ACSOs) dengan reaksi enzimatis akan menghasilkan banyak turunan melalui dua cabang reaksi yaitu jalur pembentukan thiosulfinat dan S-allil sistein (SAC). Jalur thiosulfinat akan menghasilkan senyawa allisin yang selanjutnya akan dibentuk kelompok allil sulfida, dithiin, ajoene dan senyawa sulfur lain. Allisin adalah prekursor pembentukan allil sulfida seperti diallil disulfida (DADS), diallyl

trisulfida (DATS) dan diallil sulfida (DAS) (Mouliya, *et al.* 2018). Menurut Ramirez *et al.* (2017) keberadaan allisin yang merupakan senyawa organosulfur sebesar 70-80 % dari total thiosulfinat.



Gambar 19 Senyawa 3h-1,2 Dithiole pada Lumbu Hijau dan Lumbu Kuning yang meningkat dan berkontribusi pada perubahan selama penyimpanan



Gambar 20 Senyawa Diallyl Disulphide pada Lumbu Hijau dan Lumbu Kuning yang meningkat dan berkontribusi pada perubahan selama penyimpanan.

Berdasarkan nilai persentase area puncak (*percentage peak area*) dari senyawa 3h-1,2 dithiole dan diallyl disulphide dari masing-masing varietas dapat terlihat bahwa peningkatan senyawa terjadi pada bulan ke-6 penyimpanan. Kedua senyawa ini merupakan senyawa metabolit sekunder yang pada benih bawang putih yang merupakan respons terhadap penyimpanan yang dilakukan. Metabolomik merupakan jalur kimiawi yang sangat kompleks tidak hanya mengatur fungsi dasar seluler tetapi juga mengendalikan respon suatu organisme terhadap adanya perubahan lingkungan (Roman *et al.* 2010). Berdasarkan analisis senyawa metabolit GC-MS dari masing-masing varietas dengan perlakuan suhu penyimpanan menunjukkan profil senyawa metabolit sebagai respon terhadap penyimpanan pada suhu rendah. Menurut Borlinghaus *et al.* (2014) allisin (diallylthiosulfinate) adalah molekul pertahanan dari bawang putih (*Allium sativum* L.) dengan berbagai aktivitas biologis. Allisin yang terbentuk sangat tidak stabil sehingga dapat berubah dengan cepat menjadi senyawa belerang lainnya seperti diallyl disulphide. Allisin aktif secara fisiologis dalam sel mikroba,

tumbuhan, dan mamalia. Hal ini juga sesuai dengan pernyataan Gonzales *et al.* (2011) bahwa ketika jaringan bawang putih rusak enzim alliinase dengan cepat menghidrolisis ACSOs sitosolik, termasuk alliin, untuk membentuk tiosulfinat menyediakan rasa dan bau khas), piruvat dan amonia.

### Kadar Kalsium (Ca)

Kalsium sangat berperan penting pada suatu tanaman. Kalsium merupakan komponen penting lamela tengah dari dinding sel sebagai Ca-pektat yang berfungsi berfungsi memperkokoh jaringan tanaman. Kalsium merupakan bagian dari enzim amilase dan terdapat dalam bentuk kristal oksalat dan Ca-karbonat. Dalam pertanian kekurangan Ca berakibat pada terhambatnya pertumbuhan akar, akar rusak dan berubah warna( Djukri,2009). Menurut Huang *et al.* (2008), kalsium merupakan komponen utama yang berperan sebagai sifat mekanis dan jaringan tumbuhan.

Tabel 10 Kadar kalsium (Ca) benih umbi bawang putih pada 0,3 dan 6 bulan penyimpanan setiap perlakuan

Bulan Penyimpanan	Kadar Kalsium (Ca) (%)					
	Lumbu Hijau			Lumbu Kuning		
	0°C	5°C	Ruang	0°C	5°C	Ruang
0	1.22	1.22	1.22	1.61	1.61	1.61
3	0.05	0.04	0.03	0.02	0.03	0.04
6	0.07	0.05	0.08	0.03	0.05	0.04

Berdasarkan Tabel 10 kadar kalsium pada benih bawang putih dari kedua varietas yaitu Lumbu Hijau dan Lumbu Kuning yang menunjukkan bahwa terjadi penurunan kadar kalsium dari sebelum penyimpanan hingga akhir penyimpanan. Kadar kalsium dari kedua varietas sebelum disimpan adalah 1.22 % untuk Lumbu Hijau dan 1.61 % untuk varietas Lumbu Kuning. Pengamatan pada pada bulan ke 3 penyimpanan mengalami yaitu 0.02-0.04%. Sedangkan pada bulan ke 6 menunjukkan sedikit kenaikan dengan kisaran nilai 0.03 %-0.08 %. Kenaikan ini diduga karena adanya hubungan peningkatan dan penurunan kadar air selama penyimpanan. Varietas Lumbu Hijau yang disimpan pada suhu ruang memiliki kandungan kalsium yang paling tinggi dari semua suhu yang disimpan hingga akhir penyimpanan. Kandungan kalsium juga dipengaruhi respon dari masing-masing varietas terhadap suhu dalam penyimpanan.

Kalsium berperan penting dalam siklus fisiologis tanaman yaitu sebagai penyusun dinding sel tanam, pengatur sintesis protein, merangsang titik tumbuh pucuk baru daun dan akar. Aplikasi pupuk kalsium pada saat pertanam sangat penting dan berpengaruh terhadap kualitas buah yang dihasilkan saat panen. Unsur kalsium yang berperan mengatur proses sintesis protein menyebabkan buah hasil panen memiliki daya simpan lebih lama.

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

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
 Institut Pertanian Bogor  
 Bogor Agricultural University

## Korelasi

Analisis korelasi bertujuan untuk mengetahui hubungan antar karakter. Pada analisis ini beberapa peubah menunjukkan adanya interaksi selama bulan penyimpanan. Hasil analisis korelasi ditampilkan pada tabel 11.

Tabel 11 Koefisien korelasi parameter selama penyimpanan dengan suhu penyimpanan pada penyimpanan bulan ke-6

	Suhu	Kalsium	Kadar Air	Susut Bobot	Tunas	Rusak	3h-1,2 Dithiole
Kalsium	0.24						
Kadar Air	0.44	0.04					
Susut Bobot	0.06	-0.48*	-0.19				
Tunas	-0.28	-0.17	-0.33	0.81*			
Rusak	0.44	-0.56*	-0.09	-0.08	-0.23		
3h-1,2 Dithiole	0.13	-0.43	-0.13	0.96**	0.75*	-0.12	
Diallyl Disulphide	0.14	0.14	-0.24	0.77**	0.77**	-0.64*	0.65*

Keterangan : \*= beda nyata, \*\*= sangat berbeda nyata

Berdasarkan hasil korelasi menunjukkan pertunasan berkorelasi positif terhadap susut bobot. Peningkatan susut bobot terjadi beriringan dengan peningkatan pertunasan. Hal ini sesuai dengan penelitian Mutia *et al.* 2014 pada komoditas bawang merah, dimana umbi bawang merah yang bertunas mengalami penurunan susut bobot. Hal ini disebabkan karena cadangan makanan yang terdapat dalam umbi digunakan untuk pertunasan dan metabolisme. Kemudian kerusakan berkorelasi negatif terhadap kalsium. Semakin tinggi tingkat kerusakan maka kalsium semakin berkurang dalam jaringan tanaman. Hal ini disebabkan terjadinya metabolisme kalsium sehingga menyebabkan disintegrasi sel. Defisiensi kalsium dapat menyebabkan dinding sel rapuh dan mudah rusak (Purnama *et al.* 2013)

Selanjutnya senyawa metabolit yang konsisten muncul pada seluruh perlakuan pada bulan ke-6 penyimpanan adalah 3h-1,2 dithiole dan diallyl disulphide berkorelasi positif terhadap susut bobot dan pertunasan. Peningkatan kedua senyawa tersebut diiringi dengan munculnya tunas dan dipengaruhi juga oleh suhu penyimpanan. Berdasarkan hasil penelitian Hornícková *et al.* (2010) mengamati peningkatan S-alk(en)il sistein sulfoksida seperti alliin, methiin dan isoalliin hingga 30%, ketika umbi bawang putih dari 58 genotipe disimpan pada suhu 5°C. Menurut Ichikawa (2006) bahwa penyimpanan suhu rendah menginduksi konversi  $\gamma$ -glutamyl peptida yang merupakan salah satu senyawa organosulfur spesifik yang menjadi sulfoksida atau aliin karena aktivasi  $\gamma$ -glutamyl peptidase yang menyertai pemecahan dormansi selama penyimpanan 4°C sebagai suhu optimal untuk menginduksi pertunasan dan perakaran.



## 5 SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Penyimpanan benih bawang putih selama 6 bulan pada suhu 5°C lebih mampu menekan kerusakan selama penyimpanan dengan kerusakan terendah yaitu 0.98 % pada varietas Lumbu Hijau dan 19.42% pada Lumbu Kuning. Peningkatan senyawa metabolit 3h-1,2 dithiole dan diallyl pada benih bawang putih varietas Lumbu Kuning yang disimpan selama 6 bulan di suhu 5°C lebih cepat menyebabkan pertunasan.

### Saran

Penyimpanan pada suhu 0°C tidak dianjurkan untuk penyimpanan pada varietas Lumbu Hijau dan Lumbu Kuning karena menyebabkan kerusakan berupa *waxy breakdown*. Penambahan unsur hara berupa kalsium selama proses penanaman perlu dilakukan untuk meningkatkan daya simpan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abu Hanifah. 2017. Analisis metabolomik dan morfologi beberapa aksesori terung (*Solanum melongena* L.) [tesis]. Bogo (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Amgase H, 2006. Clarifying the Real Bioactive Constituents of Garlic. *J. Nutrition* 136 :716S-725S
- [Balitbangtan] Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2012. *Petunjuk Teknis Edisi 2 Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Bogor (ID) : Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Borlinghaus J, Albrecht F, Gruhlke MCH, Nwachukwu ID, Slusarenko AJ. 2014. Allicin chemistry and biological properties. *J Molecules* 19:12591-12618. doi:10.3390/molecules190812591.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2017. Konsumsi per kapita dalam rumah tangga setahun menurut Susenas. [http://aplikasi2.pertanian.go.id /konsumsi /tampilsusenas\\_kom2\\_th.php](http://aplikasi2.pertanian.go.id/konsumsi/tampilsusenas_kom2_th.php) [3 Desember 2018]
- Brewster JL. 2008. Onions and Other Vegetable Alliums. London (UK) : Biddles Ltd, King's Lynn.
- Cantwell MI, Kang J, Hong G, 2003. Heat Treatments Control Sprouting and Rooting of Garlic Cloves. *J. Postharvest Biology and Technology* 30 :57-65.
- Clemente JG, Williams JD, Cross M. Chambers CC. 2011. Analysis of garlic cultivars using headspace solid phase microextraction Gas Chromatography/Mass Spectroscopy. *J Food Science* 6:1-4
- Djukri. 2009. Regulasi Ion Kalsium (Ca<sup>++</sup>) Dalam Tanaman Untuk Menghadapi Cekaman Lingkungan. *Prosiding Seminar Nasional, Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA*, Fakultas MIPA Universitas Negeri Yogyakarta : B56-B61.

- De Vos RC, Moco S, Lommen A, Keurenjen JJ, Bino RJ, Hall RD. 2007. Untargeted large-scale plant metabolomics using liquid chromatography coupled to mass spectrometry. *J Nat Protoc* 2(4):778-91.
- Devy L. 2019. Studi karakter seleksi kakao mulia (*Theobroma cacao* L.) penghasil produk Java Fine Flavor Cocoa di Indonesia [disertasi]. Bogor (ID) : Institut Pertanian Bogor.
- Direktorat Jenderal Hortikultura. 2017. Pengembangan Bawang Putih Nasional. Jakarta. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Doijode, S.D. 2001. Seed Storage of Horticultural Crops. London (UK) : Food Products Press, An Imprint of the Haworth Pres. Inc. Binghamton.
- El-Marzoky, Hanan A, Shaban WI. 2013. Studies on some garlic diseases during storage in Egypt. *J Applied Plant Protection* 2:15-20.
- Gebreyohannes G, Gebreyohannes M. 2013. Medicinal values of garlic : A Review. *Int. J Med. Med. Sci.* 5(9) :401-408.
- Ghangaonkar NM. 2013. Incidence of mycoflora on garlic (*Allium Sativum* L) bulbs. *J Biological Sciences* 2(7): 64-66.
- Gonzalez R, Verpoorte R, Klinkhamer GL. 2011. A metabolomics approach torips resistance in tomato. Zutphen (NL): Wörhman Print Service.
- González RE, Burba JI, Camargo AB. 2011. A physiological indicator to estimate allicin content in garlic during storage. *J.Food Biochemistry* :1-7. doi:10.1111/j.1745-4514.2011.00647.x.
- Hardiyanto FN, Devvy, Supriyanto A. 2007. Eksplorasi, karakterisasi, dan evaluasi beberapa klon bawang putih lokal. *J Hort.* 17 (4):307-313.
- Hernawan UE, Setyawan AD, 2003. Senyawa organosulfur bawang putih (*Allium sativum* L.) dan aktivitas biologinya. *J Biofarmasi* 1(2): 65-76.
- Hornická J, Kubec R, Cejpek K, Velíšek J, Ovesná J, Stavelíková H. 2010. Profiles of S-alk(en)ylcysteine sulfoxides in various garlic genotypes. *J Food Sciences.* 28(4), 298–308.
- Huang L, Bell RW, Dell B. 2008. Evidence of phloem boron transport and response to interrupted boron supply in white lupi (*Lupinus albus* L. Cv. Kiev Mutant) at the reproductive stage. *J Exp. Botany* 59(3):575-83.
- Hughes J, Collin HA, Tregova A, Tomsett AB, Cosstick R, Jones MG. 2006. Effect of Low Storage Temperature on Some of the Flavour Precursors in Garlic (*Allium Sativum*). *Plant Foods fo Human Nutrition* 61: 81-85.
- Hurtado MD, Ocampo JA, Pacheco AB, La Rosa AP, Silva EM. 2015. Low temperature Conditioning of Garlic (*Allium sativum* L.) “ Seed” Cloves Induces Alterations in Aprouts Proteome. *Frontiers in Plant Science* 6 (332) : 1-15.
- Ichikawa M, Ide N, Ono K. 2006. Changes in organosulfur compounds in garlic cloves during storage. *J Agric. Food Chem* 54 (13): 4849-4854.
- [ISTA]. International Seed Testing Association. 2015. Introduction to the ISTA Rules Chapter 1-19. Switzerland (CH) : The International Seed Testing Association. doi.org/10.15258/istarules.2015.F
- Josling PA. 2005. The heart of Garlic Nature’s aid to Healing the Human Body. Chicago Illinois (US) : HEC Publishing.
- Keles D, Taskin H, Baktemur G, Kafkas E, Buyukalaca S. 2014. Comparative study on volatil aroma compounds of two different garlic types ( Kastamonu and Chines) using Gas Chromatography Mas Spectrometry (HS-GC/MS)

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.

2. Dilarang memungut dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Technique. *J Traditional, Complementary and Alternative Medicines* 11(3):217-220.

[Kementan] Kementerian Pertanian.1984. Deskripsi Bawang Putih Varietas Lumbu Hijau. <http://varitas.net/dbvarietas/deskripsi/2027.pdf> [2 Desember 2018].

[Kementan] Kementerian Pertanian.1984. Deskripsi Bawang Putih Varietas Lumbu Kuning. <http://varitas.net/dbvarietas/deskripsi/2028.pdf> [2 Desember 2018].

Komar N, Rakhmationo S, Kurnia L. 2001. Teknik penyimpanan bawang merah pasca panen di Jawa Timur. *J Teknologi Pertanian* 2 (2):79-95.

Mariska I. 2013. Metabolit sekunder : Jalur pembentukan dan kegunaan. [Internet]. [diunduh 16 Januari 2019]. Tersedia pada <http://biogen.litbang.pertanian.go.id/>.

Matra DD, Kozaki T, Ishii K, Poerwanto R, Inove E. 2019. Comparative transcriptome analysis of translucent flesh disorder in mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) fruits in response to different water regimes. *J Pone* 14(7):1-20.

Medina, JD, Garcia H, 2007. Garlic: Post-Harvest Operations. INPho-Post Harvest Compendium. Instituto Tecnológico de Veracruz : 1-43.

Mouilia MN, Syarif R, Iriani ES, Kusumaningrum HD, Suyatna NE, 2018. Antimikroba ekstrak bawang putih. *J Pangan*. 27(1) : 55-66.

Mutia AK, Purwanto YA, Pujantoro L. 2014. Perubahan kualitas bawang merah (*Allium sativum* L.) selama penyimpanan pada tingkat kadar air dan suhu yang berbeda. *J Pascapanen* 11 (2) :108-115.

Nofiani R. 2008. Artikel ulas balik: Urgensi dan mekanisme biosintesis metabolit sekunder mikroba laut. *J. Natur Indonesia* 10 (2): 120-125

Paopun Y, Umrung P, Thanomchat P. 2013. Cell Wall of Translucent Cells of Mangosteen Fruit. *Acta Hort*. 984: 421-426.

Park NH, Jang HR, Le SJ, Boby N, Park SC. 2017. Gas Chromatography-Mass Spectrometry analysis anti microbial and antioxidant effect of ethanolic garlic extract. *J Phytomedicine* 9: 324-331.

Pedrazza-Chayerri J, Tapia E, Medina-Campos ON, de Los Angeles Granados M, Franco M. 2006. Garlic prevents hypertension induced by chronic inhibition of nitric oxide synthesis. *Life Sci*. 62 :71-77.

Pellegrini CN, Croci CA, Orioli GA. 2000. Morphological Changes Induced by Different doses of Gamma Irradiation in Garlic Sprouts. *J. Radiation Physics and Chemistry* 57 : 8-11

Purnama T, Poerwanto R, Efendi D. 2013. Aplikasi kalsium dan boron untuk pengendalian cecairan getah kuning pada buah manggis. *J Hort*. 23(4):350-357.

Rahman MH, Haque MH, Ahmed M. 2003. Pre-planting temperature treatments for breaking dormancy of garlic cloves. *J Plant Sciences* 2 (1):126-123.

Ramirez DA, Locatelli DA, Gonzalez RE, Cavagnato PF. 2017. Analytical methods for bioactive sulfur compounds in *Allium*: An integrated review and future directions. *J Food Composition and Analysis*. 61:4-19. Doi:10.106/j.jfca.2016.09.012.

Rees D, Farrell G, Orchard J. 2012. Crop Post-Harvest : Science and Technology Perishables. India (IN): Spi Publisher Services, Pondicherry.

Rubatzky VE, Yamaguchi M. 1998. Prinsip, Produksi, dan Gizi Sayuran Dunia. Bandung (ID) : Institut Teknologi Bandung.

- Sadjad S. 1999. Parameter Pengujian Vigor Benih dari Komparatif ke Simulatif. Jakarta (ID): Grasindo
- Sadjad S. 1977. Penyimpanan Benih-Benih Tanaman Pangan. Bogor (ID) : Institut Pertanian Bogor.
- Santoso HB, 2000. Bawang Putih, Edisi Ke-12. Yogyakarta (ID) : Penerbit Kanisius
- Setyorini SD, Yusnawan E. 2016. Peningkatan kandungan metabolit sekunder tanaman aneka kacang sebagai cekaman biotik. *J Iptek Tanaman Pangan* 11(2) : 167- 174.
- Shcok CC, Feibert EBG, Saunders LD. 2007. Short-duration water stress decreases onion single center without causing translucent scale. *Hort Science* 42(6): 1450-1455.
- Soedomo R.P. 2006. Pengaruh kemasan terhadap daya simpan umbi bibit, pertumbuhan dan hasil bawang putih. *J. Hort.*16 (4) :283-289.
- Stavelinkova H, 2008. Morphological characteristics of garlic (*Allium sativum* L.) genetic resources collection – Information. *J. Hort. Sci* (Prague) 35 (3) : 130-135.
- Tasneem A. 2004. Postharvest Treatments to Reduce Chilling Injury Symptoms in Storage Mangoes. Canada (CA) : Departement of Bioresources Engineering, McGill University.
- Volk GM, Rotindo KE. 2004. Low-temperature storage of garlic for spring planting. *J Hort Science* 39(3) :571-573.
- Woldeyes F, Wtsadik K, Tabor G. 2017. Emergence of garlic (*Allium sativum* L.) is influenced by low storage temperature and gibberellic acid treatments. *J of Agriculture And Ecology Research International* 10 (2) : 1-7.
- Yuniarti N, Syamsuwida D, Aminah A. 2013. Dampak perubahan fisiologi dan biokimia benih eboni (*Diospyros celebica* Bakh.) selama penyimpanan. *J Penelitian Hutan Tanaman* 10 (2) : 65-71.
- Yuniarti N, Djaman DF. 2015. Teknik pematangan dormansi untuk mempercepat perkecambahan benih kourbaril (*Hymenaea coubaril*). *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia* 1 (6) :1433-1437.
- Youssef NS. 2013. Growth and bubling of garlic as influenced by low temperature and storage period treatment. *J World Rural Observation* 5 (2) :47-57.

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.

2. Dilarang memurnikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.





## LAMPIRAN

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

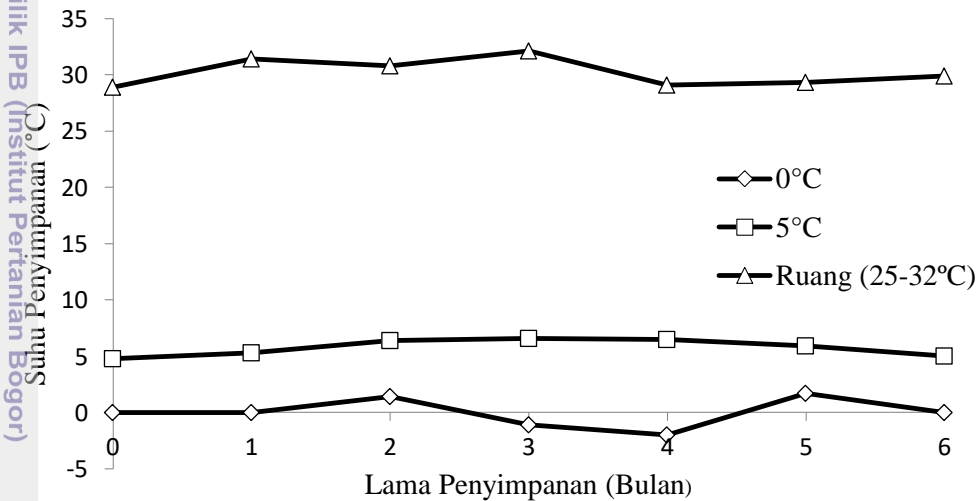
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



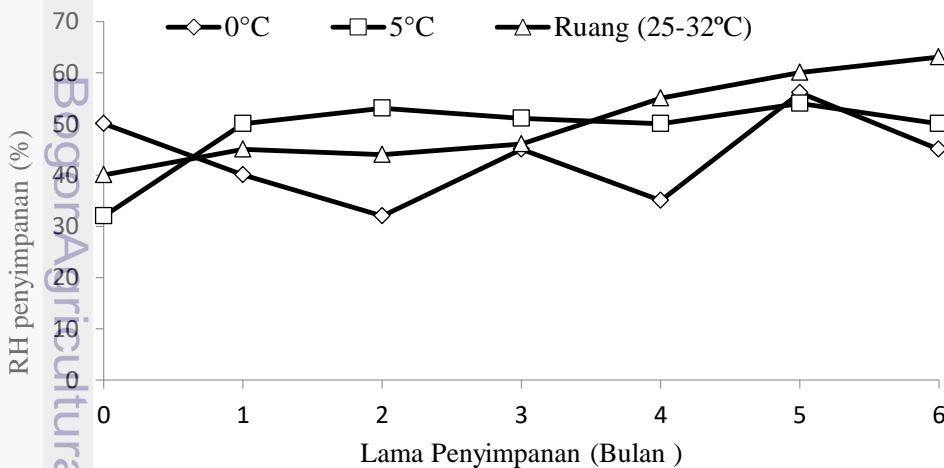
Lampiran 1 Tabel fluktuasi suhu dan RH selama penyimpanan

Bulan Ke-	0°C		5°C		Ruang (25-32°C)	
	Suhu	Rh	Suhu	Rh	Suhu	Rh
0	0	50	4.8	32	28.9	40
1	-0,5	40	5.3	50	31.4	45
2	1.4	32	6.4	53	30.8	44
3	-1.1	45	6.6	51	32.1	46
4	-2	35	6.5	50	29.1	55
5	1.7	56	5.9	54	29.3	60
6	0	45	5	50	29.9	63

Lampiran 2 Grafik fluktuatif suhu selama penyimpanan



Lampiran 3 Grafik fluktuatif RH selama penyimpanan



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

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.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 4 Hasil analisis sidik ragam susut bobot selama penyimpanan

Bulan Ke-	Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung	Pr>F
1	Varietas	1	0.27029	0.27029	5.10*	0.0474
	Suhu	2	0.57759	0.28879	5.45*	0.0250
	Varietas*Suhu	2	0.00852	0.00426	0.08 <sup>tn</sup>	0.9233
	Blok	2	0.02751	0.01375	0.26 <sup>tn</sup>	0.7763
2	Varietas	1	0.57346	0.57346	15.40*	0.0028
	Suhu	2	0.26536	0.13268	3.56 <sup>tn</sup>	0.0679
	Varietas*Suhu	2	0.13532	0.06766	1.82 <sup>tn</sup>	0.2122
	Blok	2	0.02578	0.01289	0.35 <sup>tn</sup>	0.7155
3	Varietas	1	15.56073	15.56073	16.69*	0.0022
	Suhu	2	5.29412	2.64706	2.84 <sup>tn</sup>	0.1056
	Varietas*Suhu	2	1.96580	0.98290	1.05 <sup>tn</sup>	0.3842
	Blok	2	0.34174	0.17087	0.18 <sup>tn</sup>	0.8353
4	Varietas	1	51.49094	51.49094	37.96*	0.0001
	Suhu	2	45.49147	22.74573	16.77*	0.0006
	Varietas*Suhu	2	0.70440	0.35220	0.26 <sup>tn</sup>	0.7764
	Blok	2	1.47683	0.73841	0.54 <sup>tn</sup>	0.5965
5	Varietas	1	82.87989	82.87989	46.39*	<.0001
	Suhu	2	99.32997	49.66498	27.80*	<.0001
	Varietas*Suhu	2	0.71152	0.35576	0.20 <sup>tn</sup>	0.8226
	Blok	2	2.43275	1.21637	0.68 <sup>tn</sup>	0.5282
6	Varietas	1	147.2533	147.2533	77.95*	<.0001
	Suhu	2	245.9866	122.9933	65.11*	<.0001
	Varietas*Suhu	2	5.66784	2.8339	1.50 <sup>tn</sup>	0.2693
	Blok	2	2.18550	1.0927	0.58 <sup>tn</sup>	0.5785

Keterangan : tn = tidak berbeda nyata \*= berbeda nyata

Lampiran 5 Hasil analisis sidik ragam kadar air selama penyimpanan

Bulan Ke-	Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung	Pr>F
0	Varietas	1	229.25828	229.25828	417.32*	<.0001
	Suhu	2	0.09241	0.04620	0.08 <sup>tn</sup>	0.9200
	Varietas*Suhu	2	0.09241	0.04620	0.08 <sup>tn</sup>	0.9200
	Blok	2	2.45559	1.22779	2.23 <sup>tn</sup>	0.1576
1	Varietas	1	3.47776	3.47776	0.53 <sup>tn</sup>	0.4816
	Suhu	2	6.03886	3.01943	0.46 <sup>tn</sup>	0.6417
	Varietas*Suhu	2	44.18799	22.09399	3.39 <sup>tn</sup>	0.0750
2	Varietas	1	31.19853	31.19853	7.49*	0.0209
	Suhu	2	5.10442	2.55221	0.61 <sup>tn</sup>	0.5610
	Varietas*Suhu	2	3.16247	1.58123	0.38 <sup>tn</sup>	0.6935
	Blok	2	5.51253	2.75626	0.66 <sup>tn</sup>	0.5371

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

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.
2. Dilarang memunculkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Bulan Ke-	Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung	Pr>F
3	Varietas	1	3.13458	3.13458	0.49 <sup>tn</sup>	0.5011
	Suhu	2	35.80799	17.90399	2.78 <sup>tn</sup>	0.1095
	Varietas*Suhu	2	0.40491	0.20245	0.03 <sup>tn</sup>	0.9691
	Blok	2	65.52210	32.76105	5.09 <sup>tn</sup>	0.0299
4	Varietas	1	4.85294	4.85294	0.84 <sup>tn</sup>	0.3815
	Suhu	2	18.98177	9.49088	1.64 <sup>tn</sup>	0.2423
	Varietas*Suhu	2	1.18828	0.59414	0.10 <sup>tn</sup>	0.9034
	Blok	2	7.37538	3.68769	0.64 <sup>tn</sup>	0.5491
5	Varietas	1	0.22754	0.22754	0.08 <sup>tn</sup>	0.7878
	Suhu	2	22.56094	11.28047	3.79 <sup>tn</sup>	0.0596
	Varietas*Suhu	2	7.61114	3.80557	1.28 <sup>tn</sup>	0.3203
	Blok	2	10.78195	5.39097	1.81 <sup>tn</sup>	0.2132
6	Varietas	1	0.15193	0.15193	0.02 <sup>tn</sup>	0.9035
	Suhu	2	39.34882	19.67441	2.00 <sup>tn</sup>	0.1855
	Varietas*Suhu	2	4.52883	2.26441	0.23 <sup>tn</sup>	0.7982
	Blok	2	3.76417	1.88208	0.19 <sup>tn</sup>	0.8286

Keterangan : tn= tidak berbeda nyata \*= berbeda nyata

Lampiran 6 Tabel pengukuran dan perhitungan kerusakan benih umbi bawang putih selama penyimpanan setiap perlakuan

Varietas	Bulan Ke-	Perlakuan Suhu	Kerusakan (%)			
			Kopong	Waxy <i>breakdown</i>	Hama	Busuk
Lumbu Hijau	0	0°C	0.00	0.00	0.00	0.00
		5°C	0.00	0.00	0.00	0.00
		Ruang	0.00	0.00	0.00	0.00
	1	0°C	0.00	3.09	0.00	0.00
		5°C	0.00	0.00	0.00	0.00
		Ruang	0.95	0.00	0.00	0.00
	2	0°C	0.00	19.62	0.00	0.00
		5°C	0.98	0.00	0.00	0.00
		Ruang	0.95	0.00	0.00	0.00
3	0°C	0.00	21.71	0.00	0.00	
	5°C	0.98	0.00	0.00	0.00	
	Ruang	0.95	0.00	0.00	0.00	
4	0°C	0.00	22.75	0.00	0.00	
	5°C	0.98	0.00	0.00	0.00	
	Ruang	0.95	0.00	0.00	0.00	
5	0°C	0.00	24.98	0.00	0.00	
	5°C	0.98	0.00	0.00	0.00	
	Ruang	1.90	0.00	0.00	0.00	

Varietas	Bulan Ke-	Perlakuan Suhu	Kerusakan (%)			
			Kopong	<i>Waxy breakdown</i>	Hama	Busuk
Umbu Kuning	6	0°C	0.00	24.98	0.00	0.00
		5°C	0.98	0.00	0.00	0.00
		Ruang	1.90	0.00	0.00	0.00
	0	0°C	0.00	0.00	0.00	0.00
		5°C	0.00	0.00	0.00	0.00
		Ruang	0.00	0.00	0.00	0.00
	1	0°C	0.00	50.72	0.00	0.00
		5°C	0.00	0.00	0.00	5.73
		Ruang	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	0°C	0.00	71.85	0.00	0.00
		5°C	0.00	3.98	0.00	11.93
		Ruang	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	0°C	0.00	76.87	0.00	0.00
		5°C	0.00	3.98	0.00	11.93
		Ruang	0.00	0.00	4.31	0.00
	4	0°C	0.00	78.63	0.00	0.00
		5°C	0.00	3.98	0.00	11.93
		Ruang	0.00	0.00	4.31	0.00
	5	0°C	0.00	81.66	0.00	0.00
		5°C	0.00	3.98	0.00	13.68
		Ruang	6.53	0.00	14.31	0.00
	6	0°C	0.00	81.66	0.00	0.00
		5°C	0.00	3.98	0.00	28.11
		Ruang	6.53	0.00	14.31	2.22

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Lampiran 7 Gambar kerusakan yang terjadi pada umbi bawang putih selama penyimpanan (a) kopong/hampa, (b) *Waxy breakdown* (c) hama (d) busuk



(a)



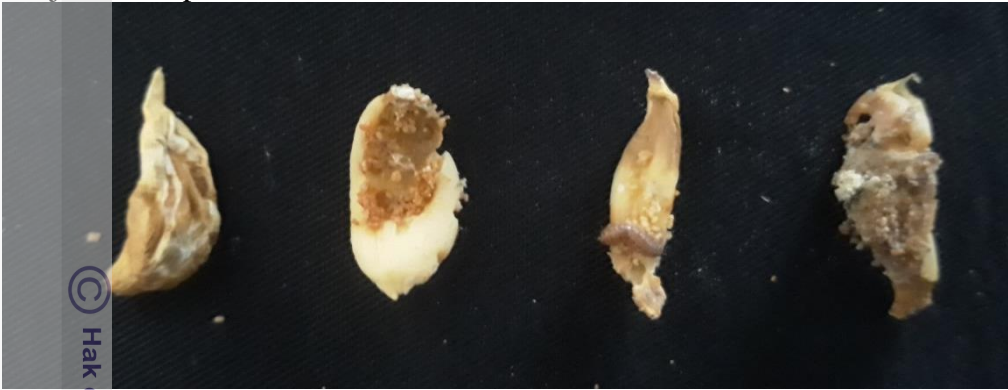
(b)



Lanjutan Lampiran 7

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)



(c)



(d)

Lampiran 8 Gambar *Sprouting* yang terjadi pada umbi bawang putih selama penyimpanan



a

b

Pertunasan (*sprouting*) varietas Lumbu Hijau pada suhu 5°C yang terjadi pada (a) bulan ke-5 dan (b) bulan ke -6 penyimpanan

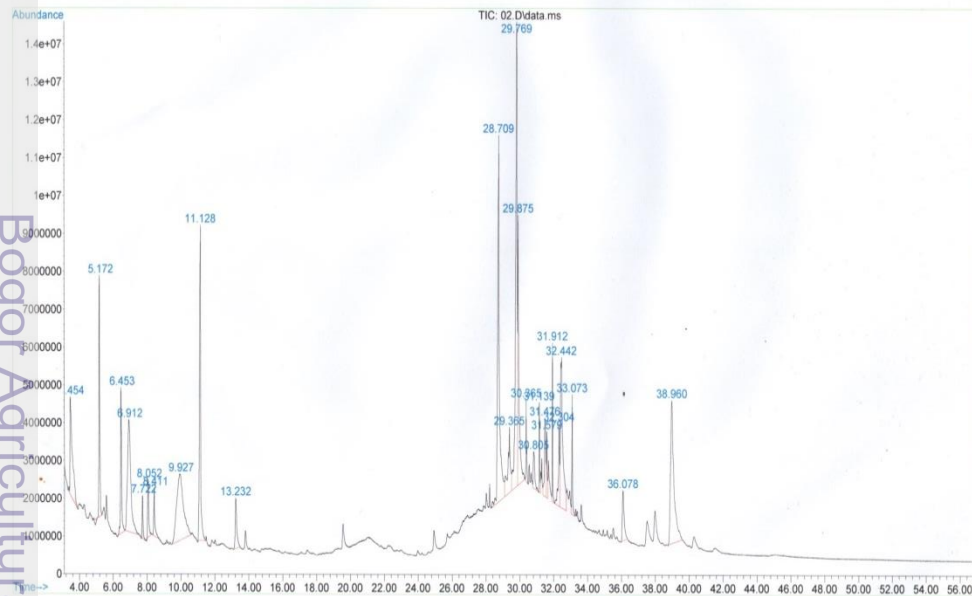
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.





Pertunasan (*sprouting*) varietas Lumbu Kuning pada suhu 5°C yang terjadi pada (c) bulan ke-4 dan (d) bulan ke -5 dan (e) bulan ke-6 penyimpanan

Lampiran 9 Kromatogram hasil GC-MS pada benih bawang putih varietas Lumbu Hijau suhu 0°C pada bulan 0 penyimpanan



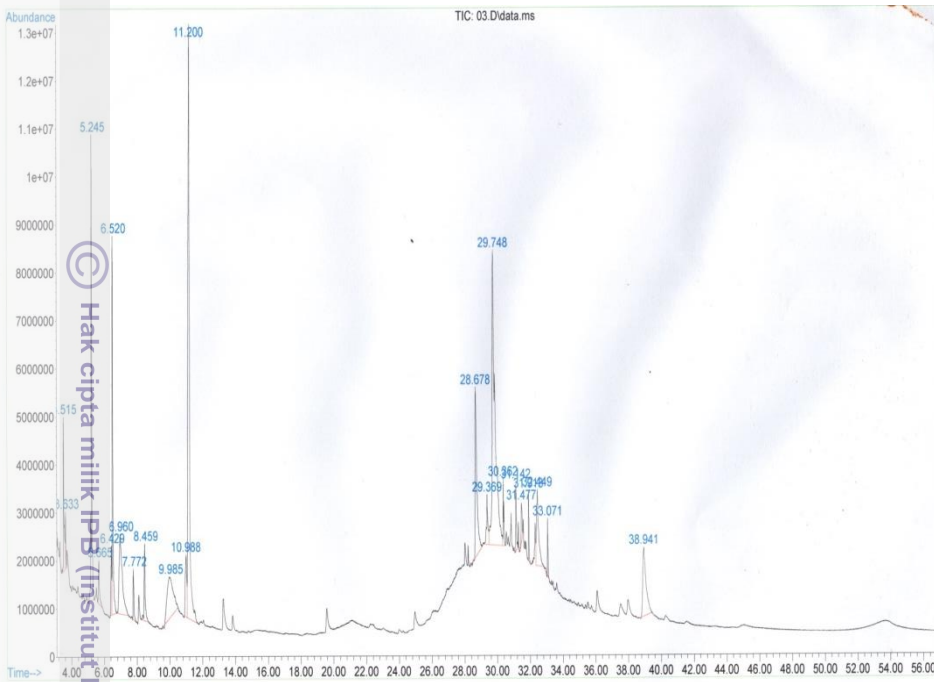
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

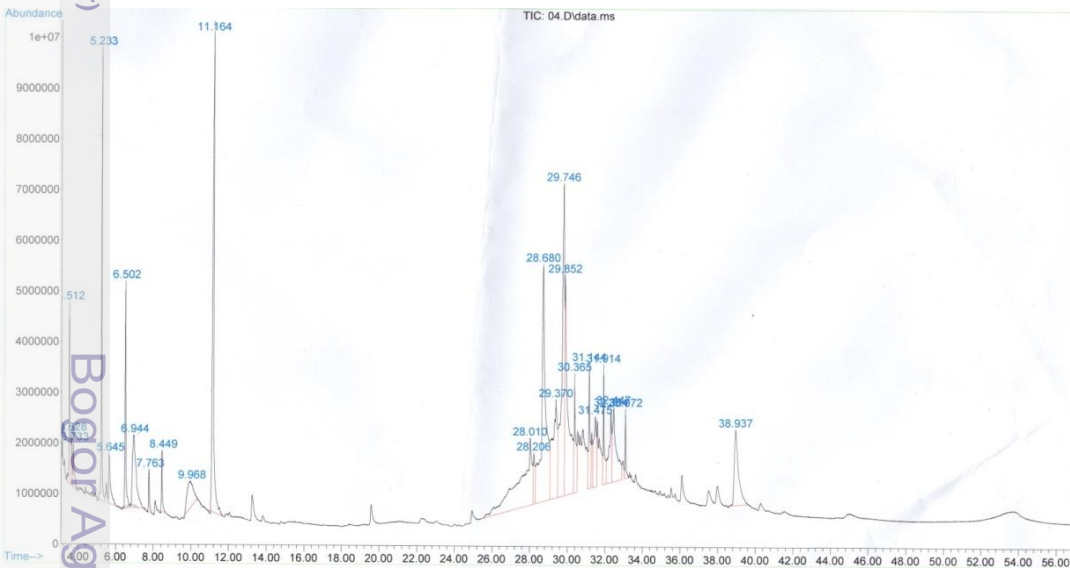
© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Lampiran 10 Kromatogram hasil GC-MS pada benih bawang putih varietas Lumbu Hijau suhu 5°C pada bulan 0 penyimpanan



Lampiran 11 Kromatogram hasil GC-MS pada benih bawang putih varietas Lumbu Hijau suhu ruang pada bulan 0 penyimpanan



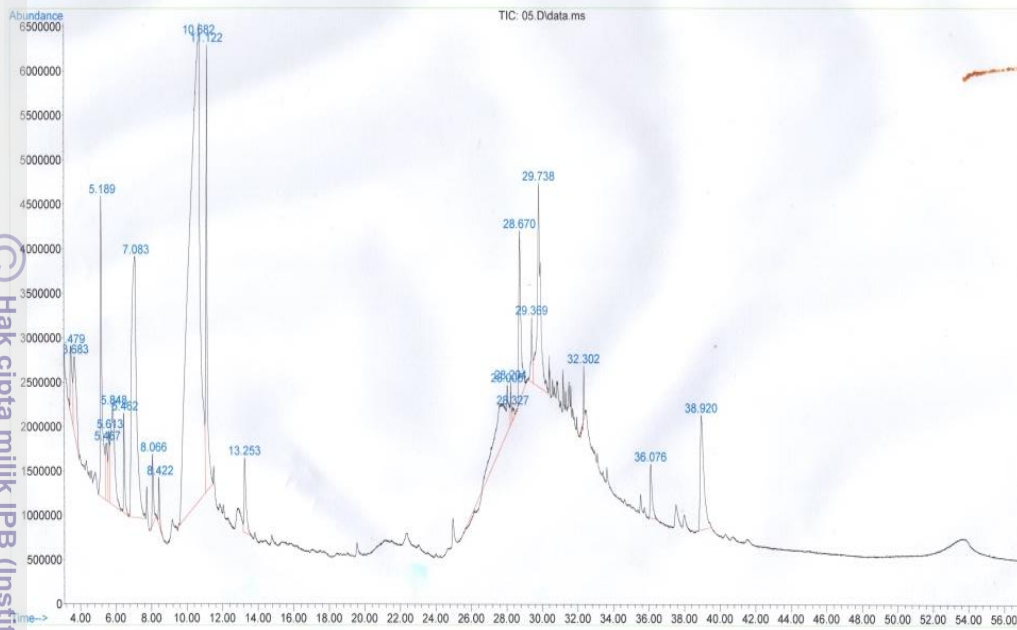
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

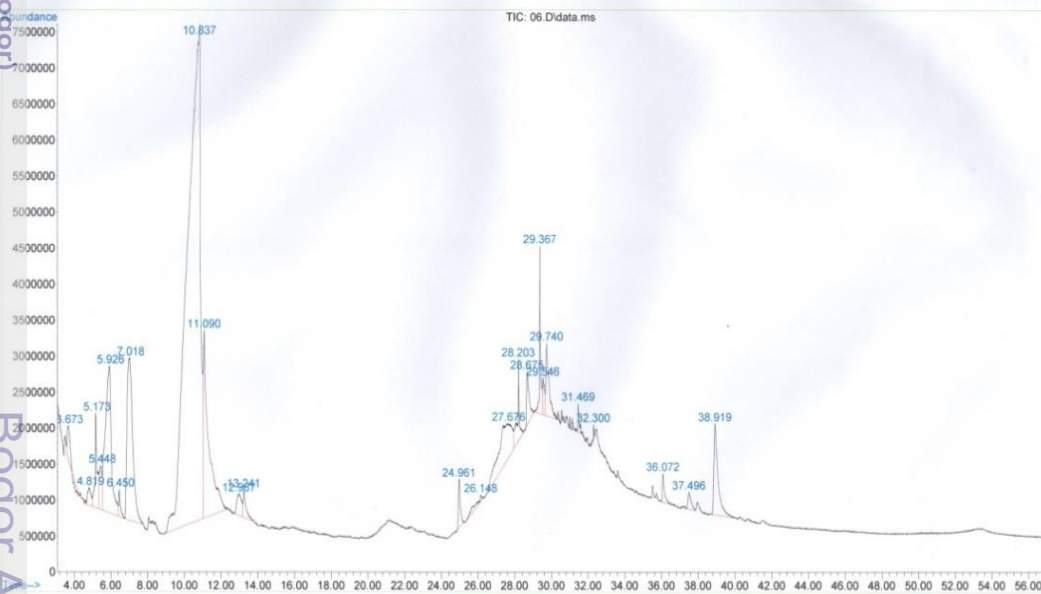
Bogor Agricultural University

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

Lampiran 12 Kromatogram hasil GC-MS pada benih bawang putih varietas Lumbu Kuning suhu 0°C pada bulan 0 penyimpanan



Lampiran 13 Kromatogram hasil GC-MS pada benih bawang putih varietas Lumbu Kuning suhu 5°C pada bulan 0 penyimpanan



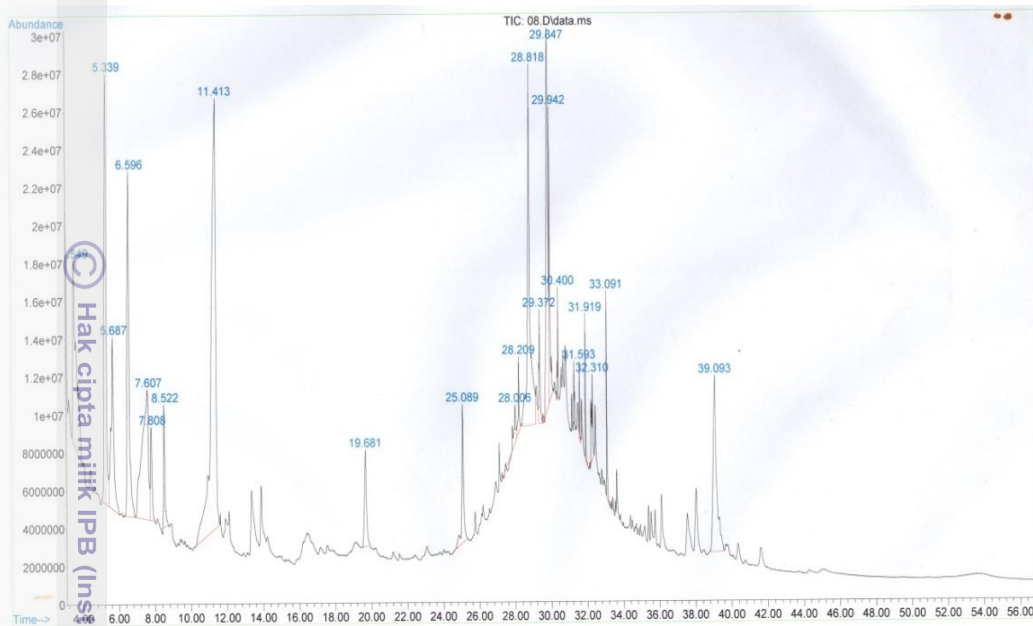
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

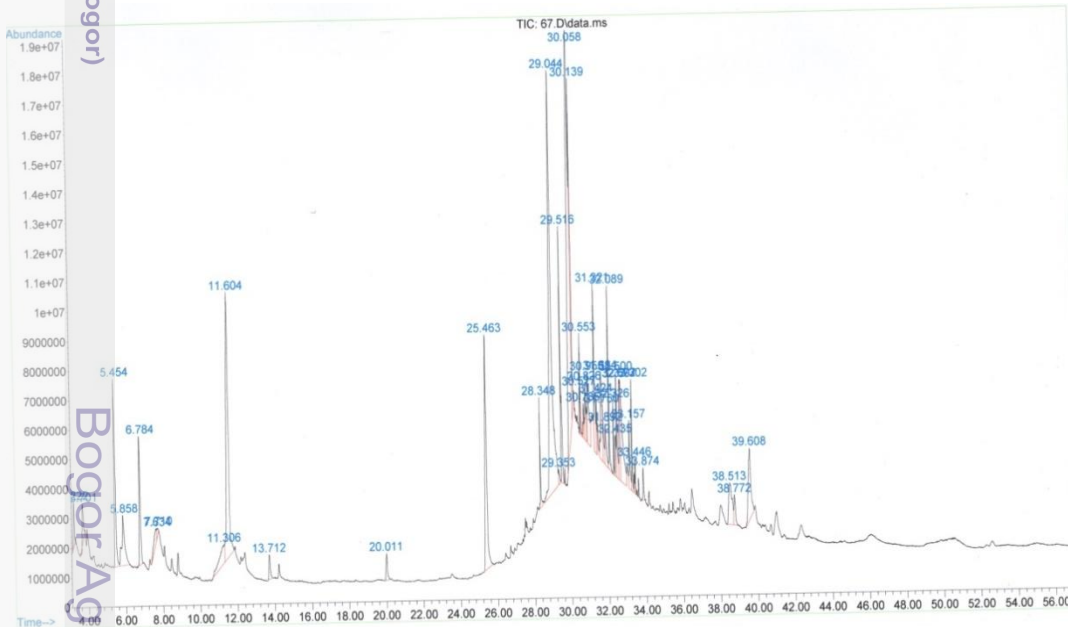
Bogor Agricultural University

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.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 14 Kromatogram hasil GC-MS pada benih bawang putih varietas Lumbu Kuning suhu ruang pada bulan 0 penyimpanan



Lampiran 15 Kromatogram hasil GC-MS pada benih bawang putih varietas Lumbu Hijau suhu 0°C pada bulan 3 penyimpanan



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

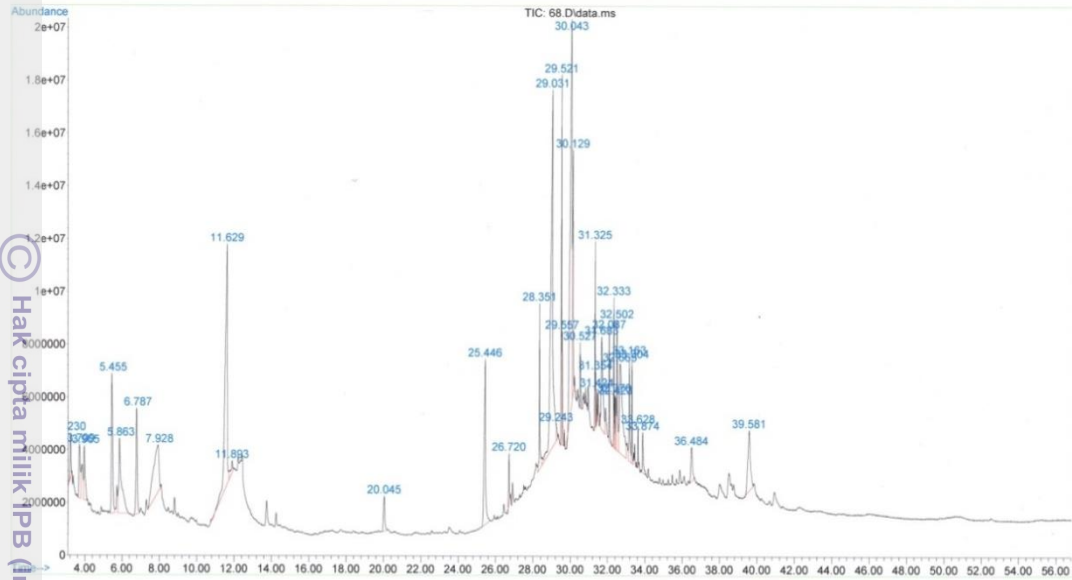
Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

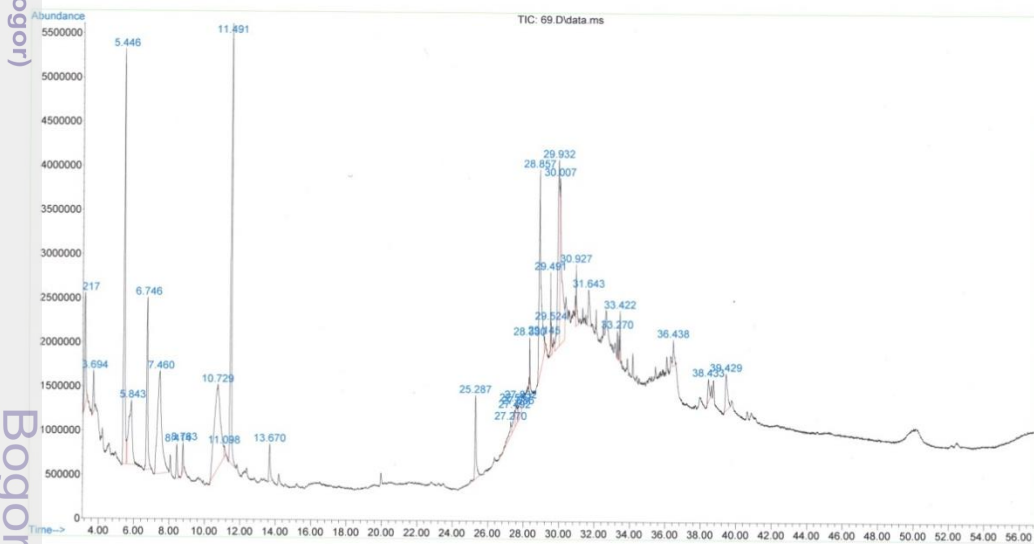
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang memurnikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Lampiran 16 Kromatogram hasil GC-MS pada benih bawang putih varietas Lumbu Hijau suhu 5°C pada bulan 3 penyimpanan



Lampiran 17 Kromatogram hasil GC-MS pada benih bawang putih varietas Lumbu Hijau suhu ruang pada bulan 3 penyimpanan



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

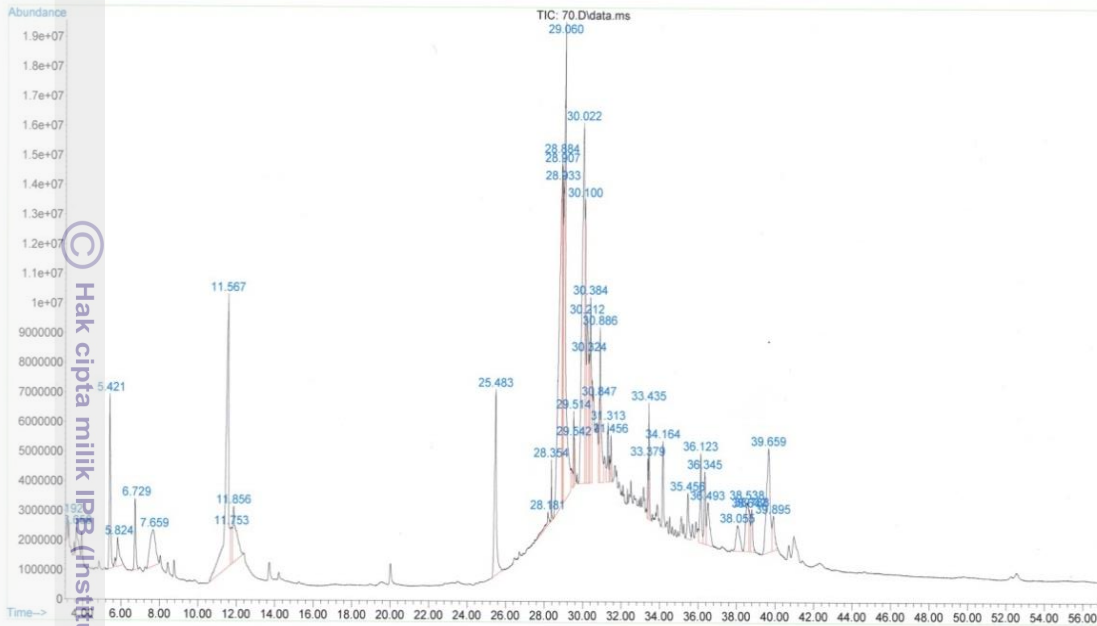
Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

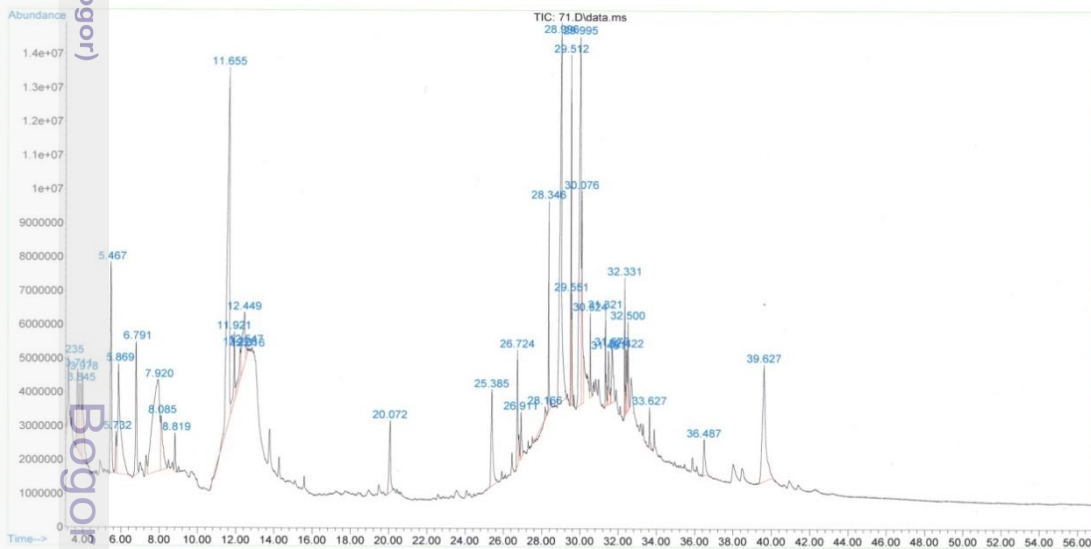
1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Lampiran 18 Kromatogram hasil GC-MS pada benih bawang putih varietas Lumbu Kuning suhu 0°C pada bulan 3 penyimpanan



Lampiran 19 Kromatogram hasil GC-MS pada benih bawang putih varietas Lumbu Kuning suhu 5°C pada bulan 3 penyimpanan



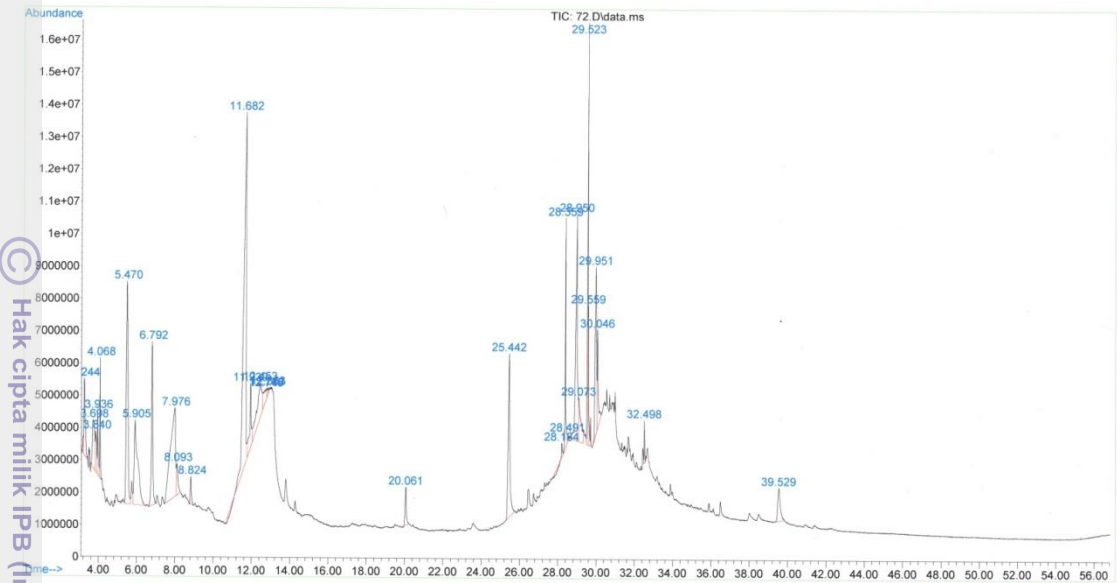
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

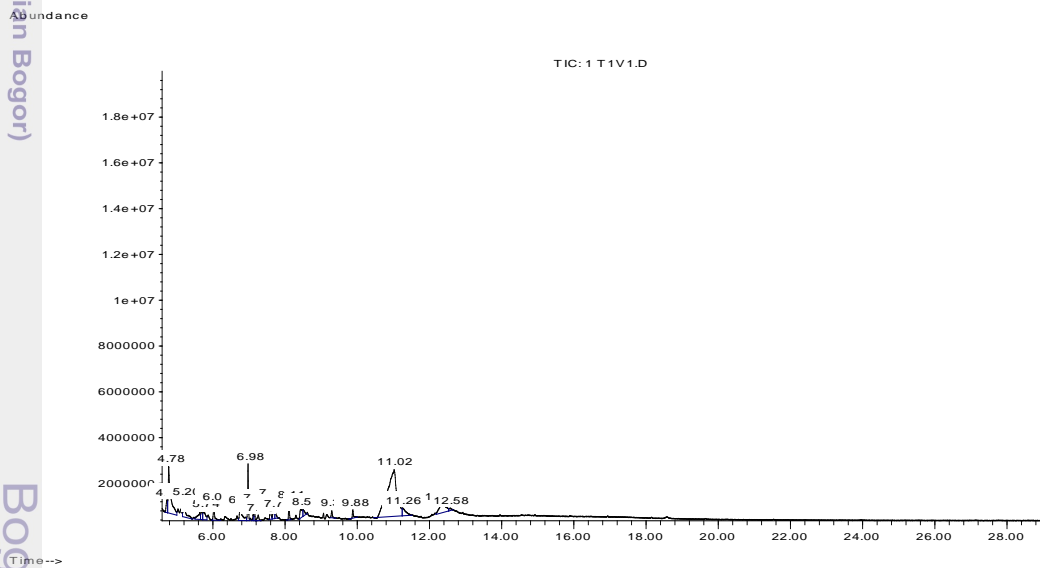
Bogor Agricultural University

1. Diarangi 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.
2. Diarangi mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 20 Kromatogram hasil GC-MS pada benih bawang putih varietas Lumbu Kuning suhu ruang pada bulan 3 penyimpanan



Lampiran 21 Kromatogram hasil GC-MS pada benih bawang putih varietas Lumbu Hijau suhu 0°C pada bulan 6 penyimpanan

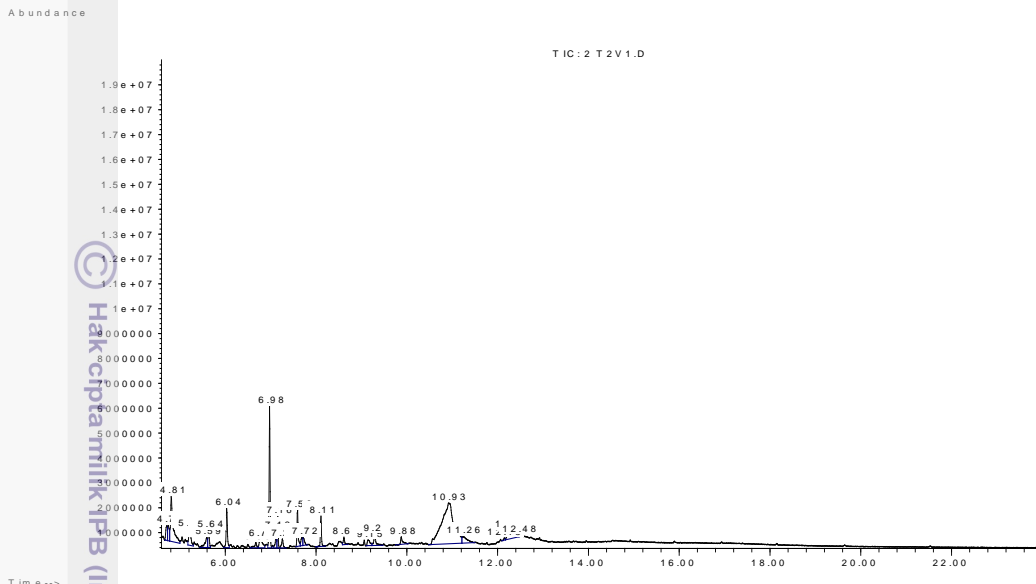


Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

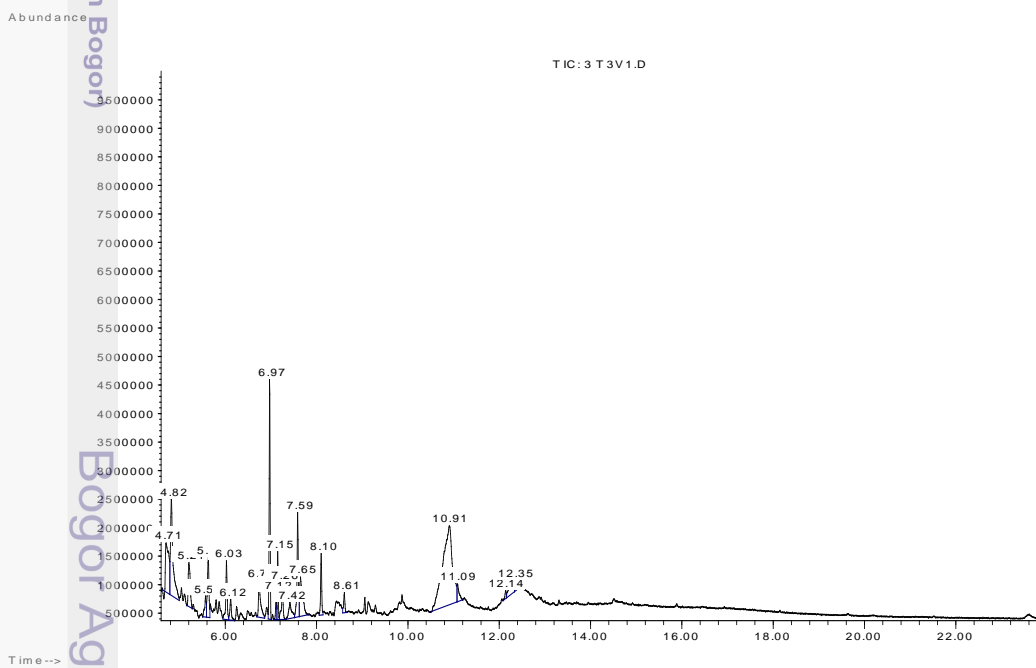
Bogor Agricultural University

- 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.
  2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 22 Kromatogram hasil GC-MS pada benih bawang putih varietas Lumbu Hijau suhu 5°C pada bulan 6 penyimpanan



Lampiran 23 Kromatogram hasil GC-MS pada benih bawang putih varietas Lumbu Hijau suhu ruang pada bulan 6 penyimpanan



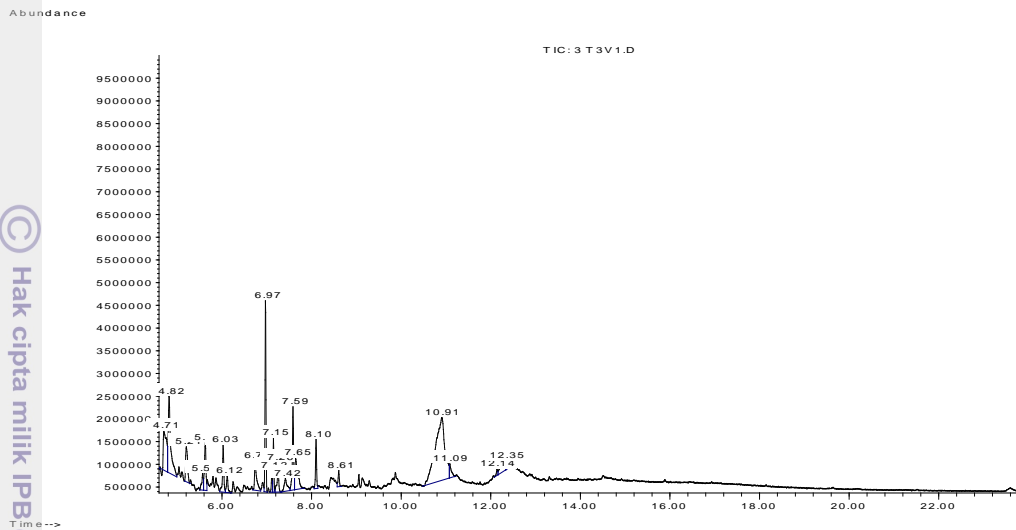
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

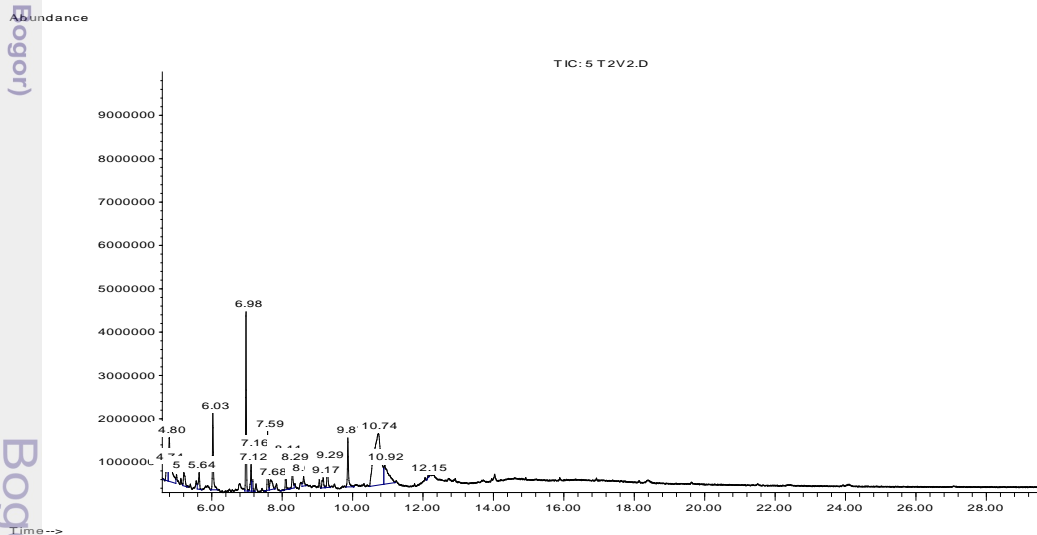
Bogor Agricultural University

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

Lampiran 24 Kromatogram hasil *GC-MS* pada benih bawang putih varietas Lumbu Kuning suhu 0°C pada bulan 6 penyimpanan



Lampiran 25 Kromatogram hasil *GC-MS* pada benih bawang putih varietas Lumbu Kuning suhu 5°C pada bulan 6 penyimpanan



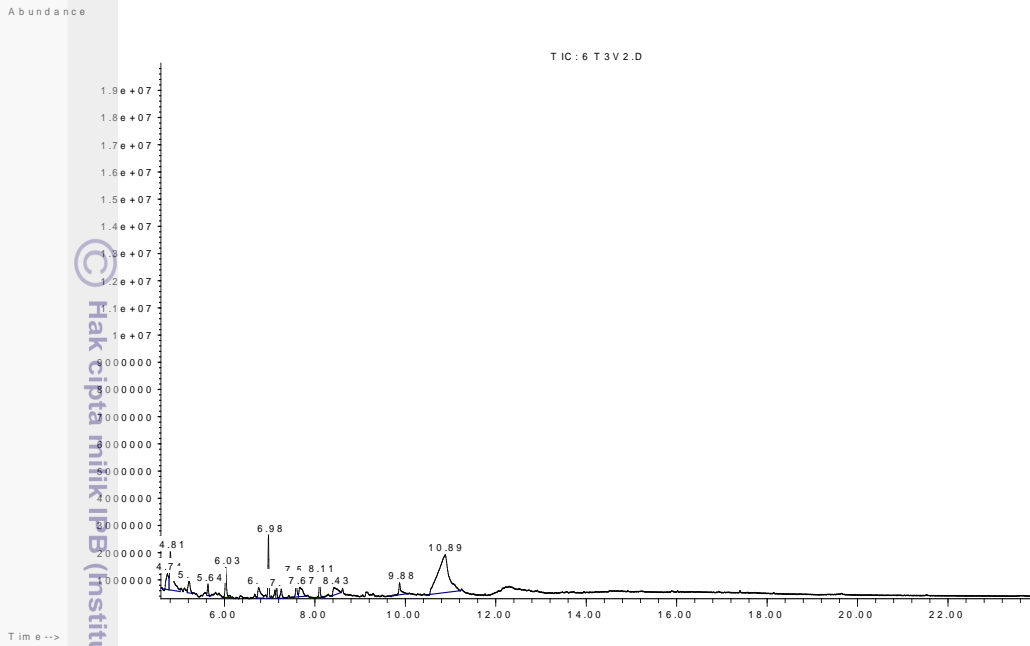
© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

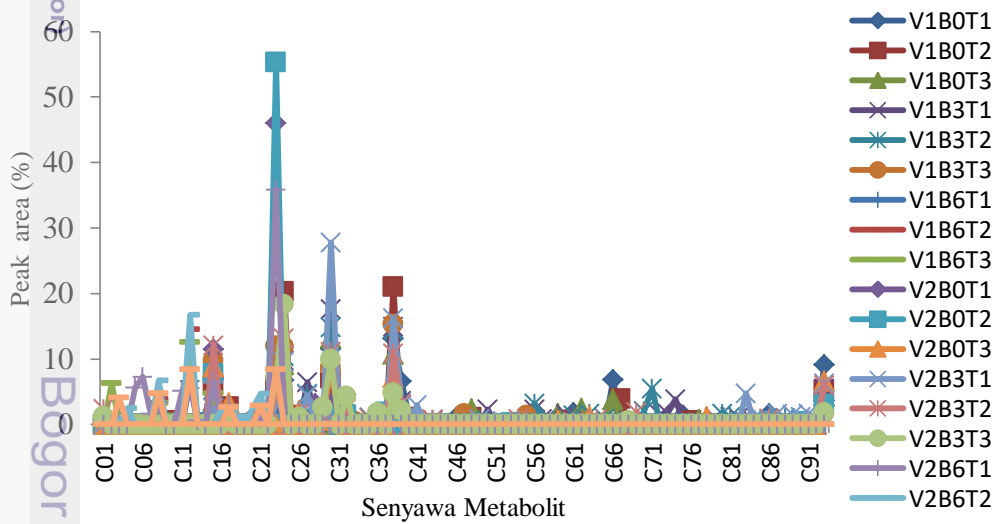
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

Lampiran 26 Kromatogram hasil GC-MS pada benih bawang putih varietas Lumbu Kuning suhu ruang pada bulan 6 penyimpanan



Lampiran 27 Sembilan puluh tiga senyawa metabolit hasil identifikasi GC-MS pada semua perlakuan

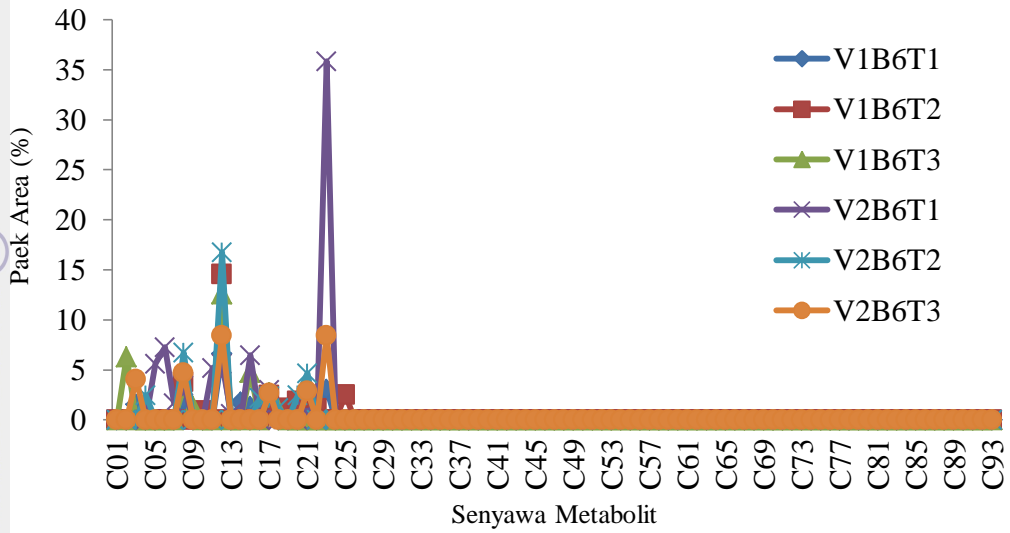


Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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



Lampiran 28 Senyawa metabolit yang konsisten muncul pada seluruh perlakuan pada bulan ke- 6 penyimpanan



Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural 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.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

## Lampiran 29 Deskripsi Bawang Putih Varietas Lumbu Hijau

### LAMPIRAN SURAT KEPUTUSAN MENTERI PERTANIAN

NOMOR : 894/Kpts/TP.240/11/1984

TANGGAL : 12 Nopember 1984

### DESKRIPSI BAWANG PUTIH VARIETAS LUMBU HIJAU

Asal	: lokal Batu, Malang
Umur	: panen 112 – 120 hari
Tinggi tanaman	: 63 – 75 cm
Diameter batang semu	: 1,0 – 1,2 cm
Kemampuan berbunga	: tidak dapat berbunga
Bentuk daun	: silindris, pipih - panjang 48,6 – 52,4 cm  - lebar 1,9 – 2,1 cm
Warna daun	: hijau muda, agak ungu kemerahan
Banyak daun	: 7 – 9 helai per tanaman
Habitus tanaman	: berserak (roset)
Bentuk umbi	: bulat telur, ujung meruncing dan dasar datar (rata)
Besar umbi	: diameter 3,3 – 3,9 cm, panjang 2,6 – 2,8 cm
Warna umbi	: putih keunguan
Jumlah siung per umbi	: 13 – 20 buah
Bentuk siung	: panjang 2,1 cm, lebar 1,1 – 1,2 cm
Warna siung	: putih keunguan
Bau dan aroma	: kuat
Produksi umbi	: 8 – 10 ton umbi kering/ha
Susut bobot umbi (basah-kering)	: 43 %
Ketahanan terhadap penyakit	: -
Kepekaan terhadap penyakit	: peka terhadap penyakit <i>Alternaria sp</i>
Keterangan	: baik untuk daerah dengan ketinggian 900 – 1.100 m di atas permukaan laut
Peneliti	: Surachmat Kusumo, Dasi D.W. dan Aliudin

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.

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

Lampiran 30 Deskripsi Bawang Putih Varietas Lumbu Kuning

**LAMPIRAN SURAT KEPUTUSAN  
MENTERI PERTANIAN**

NOMOR : 895/Kpts/TP.240/11/1984

TANGGAL : 12 Nopember 1984

**DESKRIPSI BAWANG PUTIH VARIETAS LUMBU KUNING**

Asal	: lokal Batu, Malang
Umur	: panen 105 – 116 hari
Tinggi tanaman	: 57 – 58 cm
Diameter batang semu	: 0,9 – 1,1 cm
Kemampuan berbunga	: tidak dapat berbunga
Bentuk daun	: silindris, pipih - panjang 43 – 44 cm  - lebar 1,8 cm
Warna daun	: hijau muda, agak kekuningan
Banyak daun	: 7 – 8 helai per tanaman
Habitus tanaman	: berserak (roset), agak tegak
Bentuk umbi	: bulat telur, ujung meruncing dan dasar datar (rata)
Besar umbi	: diameter 3,0 – 3,8 cm panjang 2,5 – 2,8 cm
Warna umbi	: putih agak keunguan
Jumlah siung per umbi	: 14 – 17 buah
Bentuk siung	: panjang 2,0 – 2,1 cm, lebar 1,04 – 1,1 cm
Warna siung	: putih keunguan
Bau dan aroma	: kuat
Produksi umbi	: 6 – 8 ton umbi kering/ha
Susut bobot umbi (basah-kering)	: 40 %
Ketahanan terhadap penyakit	: -
Kepekaan terhadap penyakit	: peka terhadap penyakit <i>Alternaria sp</i>
Keterangan	: baik untuk daerah dengan ketinggian 600 – 900 m di atas permukaan laut
Peneliti	: Winarno dan Aliudin

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural 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.

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

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kota Langsa, Provinsi Aceh pada 14 Desember 1984, merupakan anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan Bapak H. Abdullah Daud dan Ibu Hj. Djoherma. Tahun 2002 penulis menyelesaikan pendidikan di SMAN 1 Langsa, pada tahun yang sama penulis melanjutkan studi tingkat Sarjana (S1) di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala Banda Aceh hingga tahun 2008. Penulis melanjutkan studi tingkat Magister (S2) pada tahun 2017 di Program Studi Teknologi Pascapanen, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor (IPB). Selama studi di IPB, penulis berada di bawah bimbingan Prof Dr. Ir. Y. Ari Purwanto, M.Sc dan Prof Dr Ir Sobir MSi. Penulis telah menyusun jurnal ilmiah pada IOP conference series : Materials Science and Engineering 557 (2019) dengan judul Effect of Low Temperature and Period of Storage on the Quality of Garlic Seeds (*Allium sativum* .L)

### 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.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.