

**PERUBAHAN FISIKO-KIMIA UMBI PORANG (*Amorphophallus muelleri* Blume)  
BERDASARKAN TEMPAT DAN LAMA PENYIMPANAN**

**TESIS**

Oleh  
**PUTRI RABIAH AL ADAWIAH**  
**166090100111021**



**PROGRAM MAGISTER BIOLOGI  
JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2019**

**PERUBAHAN FISIKO-KIMIA UMBI PORANG (*Amorphophallus muelleri* Blume)  
BERDASARKAN TEMPAT DAN LAMA PENYIMPANAN**

**TESIS**

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Magister Sains dalam Bidang Biologi**

**Oleh  
PUTRI RABIAH AL ADAWIAH  
166090100111021**



**PROGRAM MAGISTER BIOLOGI  
JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2019**

**HALAMAN PENGESAHAN TESIS****PERUBAHAN FISIKO-KIMIA UMBI PORANG (*Amorphophallus muelleri* Blume)  
BERDASARKAN TEMPAT DAN LAMA PENYIMPANAN****PUTRI RABIAH AL ADAWIAH  
166090100111021**

Telah dipertahankan di depan Majelis Penguji  
pada tanggal 21 Januari 2019  
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar  
Magister Sains dalam bidang Biologi

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

**Rodiyati Azrianingsih, S.Si., M.Sc., Ph.D.**  
NIP.19700128 199412 2 001

**Ir. Retno Mastuti, M.Agr.Sc., D.Agr.Sc**  
NIP. 19650509 199002 2 001

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Magister Biologi  
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

**Nia Kurniawan, S.Si., MP. D.Sc**  
NIP. 19781025 200312 1 002

repository.ub.ac.id

## SUSUNAN KOMISI PEMBIMBING DAN PENGUJI TESIS

Judul Tesis :

**PERUBAHAN FISIKO-KIMIA UMBI PORANG (*Amorphophallus muelleri* Blume)  
BERDASARKAN TEMPAT DAN LAMA PENYIMPANAN**

Nama : Putri Rabiah Al Adawiah

NIM : 166090100111021

**KOMISI PEMBIMBING :**

Ketua : Rodiyati Azrianingsih, S.Si., M.Sc., Ph.D.

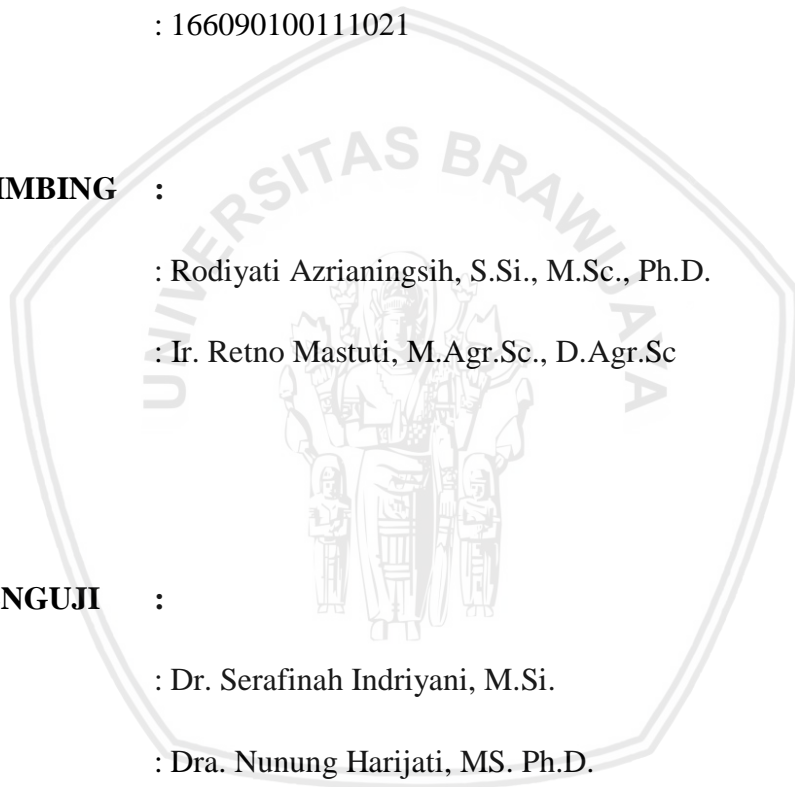
Anggota : Ir. Retno Mastuti, M.Agr.Sc., D.Agr.Sc

**TIM DOSEN PENGUJI :**

Dosen Penguji I : Dr. Serafinah Indriyani, M.Si.

Dosen Penguji II : Dra. Nunung Harijati, MS. Ph.D.

Tanggal Ujian : 21 Januari 2019



## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS TESIS

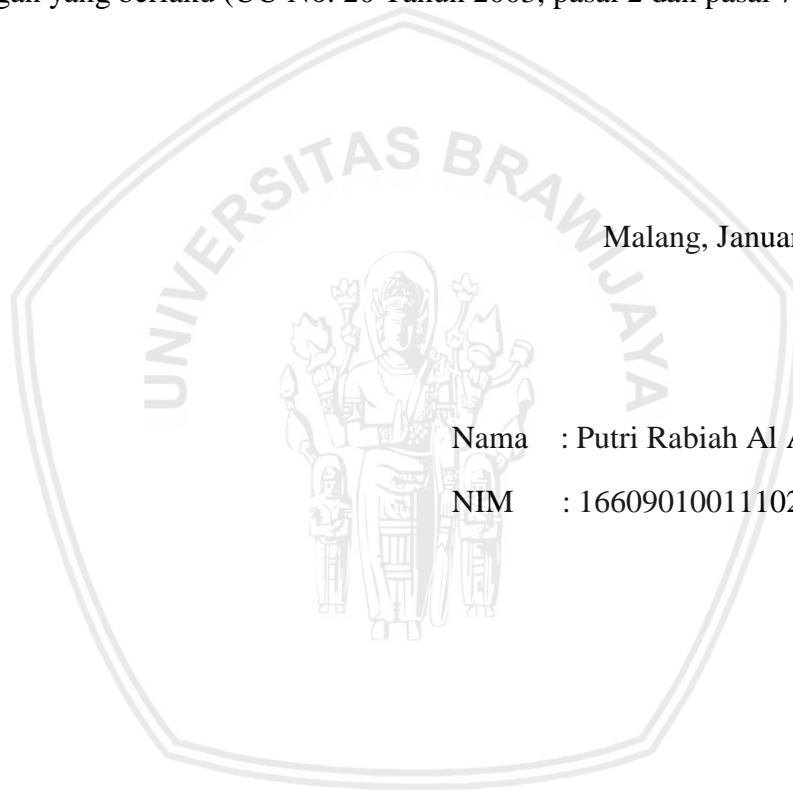
Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam Naskah Tesis ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam Naskah Tesis ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Tesis (MAGISTER) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 2 dan pasal 70).

Malang, Januari 2019

Nama : Putri Rabiah Al Adawiah

NIM : 166090100111021



## RIWAYAT HIDUP

Putri Rabiah Al Adawiah, lahir di Ujung Pandang, 15 Mei 1994, putri dari Bapak Drs. H. Hamir Hamid Aly, M.Si dan Ibu Dra. Syamsuryati. Riwayat Pendidikan: TK Kartika wirabuana, SDN Inpres Tamalanrea lulus tahun 2006, SMP Pondok Pesantren Putri Ummul Mukminin 2009, SMA Pondok Pesantren Putri Ummul Mukminin lulus tahun 2012, SD sampai S1 di Makassar, Sulawesi Selatan. Selanjutnya melanjutkan pendidikan S1 di Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi di Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar lulus pada tahun 2016 dengan tugas akhir berjudul “Isolasi dan Identifikasi Cendawan Indigenous *Rhizosfer* Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Di Buluballea Kelurahan Pattappang Kecamatan Tinggimoncong Kabupaten Gowa”.



## PEDOMAN PENGGUNAAN TESIS

Tesis ini tidak dipublikasikan namun terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Daftar Pustaka diperkenankan untuk dicatat, tetapi pengutipan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai kebiasaan ilmiah untuk menyebutkannya.



## RINGKASAN

### Perubahan Fisiko-Kimia Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Berdasarkan Tempat dan Lama Penyimpanan

Putri Rabiah Al Adawiah, Rodiyati Azrianingsih, Retno Mastuti  
Program Magister Biologi, Jurusan Biologi  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya  
2019

Indonesia merupakan negara yang memiliki sumberdaya alam yang sangat melimpah. Salah satu sumberdaya alam yang dapat ditemui yaitu pada famili Araceae. Beberapa famili Araceae dapat digunakan untuk kebutuhan masyarakat sebagai bahan makanan. Selain itu dapat meningkatkan nilai ekonomi masyarakat karena kandungan glukomanannya. Pemanfaatan glukomanan saat ini terus berkembang. Salah satu umbi yang menghasilkan glukomanan tertinggi yaitu umbi porang. Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) merupakan tanaman yang potensial untuk dikembangkan sebagai komoditi ekspor karena beberapa negara membutuhkan tanaman ini sebagai bahan makanan maupun bahan industri. Tingginya harga jual umbi porang karena mengandung glukomanan hingga 70,70% (Yustino dkk., 2013).

Pengetahuan masyarakat Indonesia mengenai glukomanan dan cara pengolahannya masih sangat terbatas, sehingga masyarakat hanya dapat mengolahnya dalam bentuk *chips* porang. Jepang merupakan negara yang banyak memanfaatkan glukomanan dari umbi porang. Oleh karenanya, negara ini membutuhkan tepung atau *chips* porang lebih dari 1.000 ton/tahun. Peningkatan permintaan untuk tepung porang setiap tahunnya terus mengalami peningkatan, sehingga porang memiliki peluang untuk meningkatkan nilai ekonomi masyarakat, akan tetapi para petani porang memiliki masalah dalam penanganan umbi porang pascapanen yang rentan mengalami kerusakan, sehingga dapat menurunkan kualitas umbi porang. Pembusukan seringkali dapat dilihat berdasarkan perubahan warna, tekstur, dan kandungan nutrisi (P41 UB, 2013).

Menurut Suswono (2013), penyimpanan hasil panen umbi dengan metode yang baik dapat menurunkan kerusakan pascapanen. Hal yang sama diungkapkan oleh Bourne (1999), bahwa untuk menghambat kerusakan pascapanen dapat dilakukan dengan pengawetan, penyimpanan terkontrol, dan pendinginan. Masa penyimpanan umbi juga sebaiknya dipertimbangkan, karena semakin lama umbi disimpan akan menyebabkan penguapan air semakin meningkat, sehingga umbi banyak kehilangan air. Tujuan dari penelitian ini adalah: a) untuk menganalisis perubahan karakter fisik umbi porang yang meliputi susut bobot, warna, bau, berat jenis dan kekerasan umbi selama penyimpanan pada tanah (T), rak (R), dan lantai (L); b) Untuk menganalisis perubahan karakter kimia umbi porang yang meliputi kadar glukomanan, kalsium oksalat, kadar air dan kadar etanol umbi selama penyimpanan pada tanah (T), rak (R), dan lantai (L); c) Menentukan tempat terbaik penyimpanan umbi porang dan masa penyimpanan maksimum; d) Membandingkan kualitas umbi porang hasil penyimpanan dengan standar SNI.

Sampel umbi porang yang digunakan sebanyak 72 umbi segar dengan kriteria berat 800-1900 gram. Variasi tempat penyimpanan yaitu pada tanah (T), rak bambu (R), dan lantai (L) masing-masing tempat terdiri atas 24 umbi. Variasi waktu penyimpanan dirancang selama 14 minggu dengan pengamatan perubahan fisiko-kimia dilakukan dua minggu sekali. Suhu dan kelembaban dicatat harian pada tiga waktu, yaitu pagi, siang dan sore menggunakan detektor [blynk.ub.ac.id/microclimate.php](http://blynk.ub.ac.id/microclimate.php).

Karakteristik fisiko-kimia perubahan gejala busuk umbi yang diamati meliputi perubahan warna (*Munsell colour system*), bau (bau tidak menyengat, bau menyengat, dan bau sangat menyengat), kekerasan (Penetrometer), luas area busuk umbi (Leaf Area Meter), susut bobot



umbi (Asgar dan Rahayu, 2014), perhitungan persentase busuk umbi dan perhitungan persentase umbi yang bertunas (Rini, 2011), berat jenis (Munson dkk, 2004), kadar glukomanan (Chairul dan Chairul, 2006), kandungan oksalat (Sudarmadji dkk, 1997), kandungan air (Pertiwi, 2009), dan kandungan etanol (Day dan Underwood, 1999).

Hasil penelitian perubahan karakter fisik umbi porang berdasarkan perubahan warna pada bagian umbi cacat bervariasi yaitu cokelat (5YR3/4) kering, cokelat berair, hitam berair dan muncul mikroorganisme (jamur putih dan belatung). Pada bagian cacat muncul bau tidak sedap yang semakin lama penyimpanan semakin menyengat. Parameter kekerasan umbi semakin lama penyimpanan kekerasan umbi menurun (3,39 - 2,1 mm/g/detik). Luas area cacat umbi (3,44 - 12,11 cm<sup>2</sup>) dan susut bobot (5,58 - 24,07 %) selama penyimpanan meningkat. Persentase umbi cacat (20 - 100 %) dan bertunas (16 - 100 %) selama penyimpanan meningkat, sedangkan berat jenis umbi porang (7,9 - 12 N/m<sup>2</sup>) berfluktuatif selama penyimpanan. Perubahan karakter kimia yaitu persentase glukomanan (2,6 - 10,9 %), kalsium oksalat (0,12 - 0,22 %) dan kadar air (76,78 - 83,47 %) berfluktuatif selama penyimpanan. Kadar etanol pada umbi semakin meningkat seiring dengan lama penyimpanan (4,5 - 8,5 %). Perubahan fisik yang dibandingkan dengan standar SNI: 7839:2013 yaitu sebaiknya umbi porang disimpan tidak lebih dari dua minggu (M-2) dan diletakkan di rak, karena berdasarkan data hasil penelitian kerusakan di rak lebih lambat dibanding umbi yang disimpan di tanah dan lantai.



## SUMMARY

### **Physico-Chemical Change of Porang Tubers (*Amorphophallus muelleri* Blume) Based on Place and Duration of Storage**

Putri Rabiah Al Adawiah, Rodiyati Azrianingsih, Retno Mastuti  
Biology Magister Program , Biology Department  
Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Brawijaya University  
2019

Indonesia is a country that has abundant natural resources. One of the natural resources that can be found is Araceae family. Some families of Araceae usually used as food ingredients by the community. In addition, it can increase the economic value of the community because of its glucomannan content. The use of glucomannan is currently growing. One of the highest glucomannan production tubers is porang tuber. Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) is a plant that has the potential to be developed as an export commodity because some countries need this plant as food and industrial material. Porang tuber has high selling price because it contains glucomannan up to 70,70% (Yustino et al., 2013).

The knowledge of the Indonesian people regarding glucomannan and its processing methods are still very limited. Indonesian people can only process it into porang chips. Japan is a country that uses a lot of glucomannan from porang tubers. Therefore, this country needs flour or *chips* porang more than 1,000 tons/year. Increasing demand for porang flour every year, makes porang has the opportunity to increase the economic value of the community. However, porang farmers have problems in handling post-harvest porang tubers which are susceptible to damage, thus reducing the quality of porang tubers. Tubers decay can often be seen based on changes in colour, texture, and nutrient content (P41 UB, 2013).

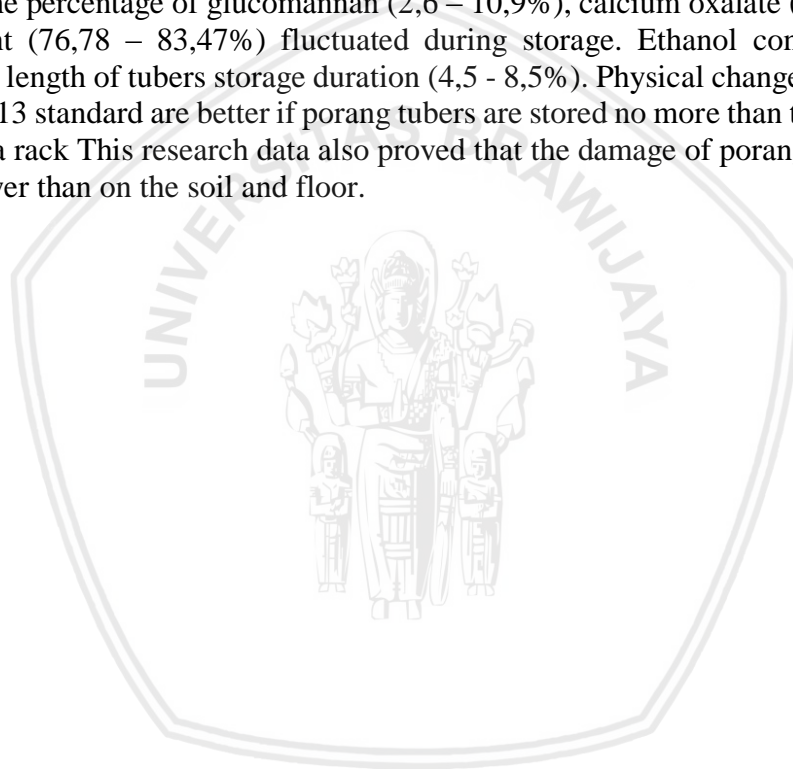
According to Suswono (2013), storing tuber crops with a good method can reduce postharvest damage. The same statement is expressed by Bourne (1999), to inhibit postharvest damage can be done by preservation, controlled storage, and cooling. The storage period for tubers should also be considered, because the longer the tubers storage period, the more evaporation of water increases, therefore the tubers lose a lot of water. The objectives of this study were: a) analyze changes in physical characteristics of porang tubers which included weight loss, color, odor, specific gravity and tuber hardness during storage on soil (S), rack (R), and floor (F); b) analyze changes in the chemical characteristics of porang tubers including levels of glucomannan, calcium oxalate, water content and ethanol levels of tubers during storage on soil (S), rack (R), and floor (F); c) determine the best place for storing porang tubers and maximum storage period; d) comparing the quality of porang tubers from storage with SNI standards.

Seventy two fresh porang tuber samples were used with weight criterion of 800-1900 grams. Variations in storage were on the soil (S), bamboo racks (R), and floor (F), each place consists of 24 tubers. Observation of physico-chemical changes were carried out every two weeks for 14 weeks. Temperature and humidity were recorded daily at three times: morning, afternoon and evening using the [blynk.ub.ac.id/microclimate.php](http://blynk.ub.ac.id/microclimate.php) detector.

The physico-chemical characteristics of changes in tuberous rot symptoms observed including colour change (Munsell color system), odor (the smell was not pungent, the smell

was pungent, and the smell was very strong), hardness (Penetrometer), area of tuber rot (Leaf Area Meter), shrinkage tuber weight (Asgar and Rahayu, 2014), calculation of the tuber rot percentage and calculation of the tubers percentage (Rini, 2011), specific gravity (Munson et al, 2004), glucomannan content (Chairul and Chairul, 2006), oxalate content (Sudarmadji et al, 1997), water content (Pertiwi, 2009), and ethanol content (Day and Underwood, 1999).

The results of this study was the change of the physical characteristics of porang tubers. Discoloration occurred in the part of the deformed tuber were varied: brown (5YR3 / 4) dry, watery brown, watery black and appearing microorganisms (white molds and maggots). In the defective part, there was a bad odor, the longer the storage becomes more stinging. While in the parameter of tuber hardness, the longer the storage duration, the tuber hardness decreased (3,39 – 2,1 mm /g/sec). The area of tuber defect (3,44 – 12,11 cm<sup>2</sup>) and weight loss (5,58 – 24,07%) during the increase of tubers storage duration. The percentage of deformed tubers (20 - 100%) and germination (16 - 100%) during the increase of tubers storage duration, while the specific weight of porang tuber (7,9 - 12 N / m<sup>2</sup>) fluctuated during storage. Changes in chemical characters were the percentage of glucomannan (2,6 – 10,9%), calcium oxalate (0,12 – 0,22%) and water content (76,78 – 83,47%) fluctuated during storage. Ethanol content in tubers increases with the length of tubers storage duration (4,5 - 8,5%). Physical changes compared to the SNI: 7839: 2013 standard are better if porang tubers are stored no more than two weeks (M-2) and placed on a rack This research data also proved that the damage of porang tubers stored in the rack is slower than on the soil and floor.



## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Robbil ‘Aalamiin, dengan ungkapan rasa syukur pada Allah Yang Maha Kuasa akhirnya penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis yang merupakan syarat untuk memperoleh gelar Magister Sains dalam bidang Biologi di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya Malang. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Ibu Rodiyati Azrianingsih, S.Si.,M.Sc.,Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I yang telah mendampingi dan memberi pengarahan serta tambahan ilmu dan saran-saran yang berguna bagi penulis.
2. Ibu Ir. Retno Mastuti, M.Agr.Sc.,D.Agr.Sc selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberi pengarahan serta tambahan ilmu dan saran-saran yang berguna bagi penulis.
3. Ibu Dr. Serafinah Indriyani, M.Si. dan Dr. Nunung Harijati, MS selaku Dosen Penguji yang telah memberi saran yang bermanfaat demi perbaikan penyusunan tesis.
4. Orang tua penulis, Bapak Drs. H. Hamir Hamid Aly, M.Si dan Ibu Dra. Syamsuryati, Saudara kandung Harry Adha Haq S.H, atas segala doa, dukungan, dan motivasi yang tidak terkira.
5. Om unding, Om Ical, Tante Ida, dan keluarga yang tidak bisa disebutkan satu persatu atas segala doa, dukungan, dan motivasi yang tidak terkira.
6. Teman-teman seperjuangan Fitri, Fika A, Nurfitri A, Hafsah, *Porang research group*, WG ELFIL yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, telah membantu dalam pengambilan sampel di lapang maupun analisis di laboratorium, serta diskusi dan saran-saran yang membangun.
7. Rekan-rekan Magister Biologi Angkatan 2016-2017 Genap dan seluruh civitas akademik Jurusan Biologi, Fakultas MIPA Universitas Brawijaya.

Penulisan tesis ini merupakan upaya optimal penulis sebagai sarana terbaik dalam pengembangan ilmu pengetahuan. Saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan untuk menjadikan karya ini semakin bermanfaat.

Malang, 31 Januari 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>RINGKASAN</b> .....	i
<b>SUMMARY</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	x
<b>DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN</b> .....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1 Umbi Porang .....	4
2.2 Penyimpanan Komoditas Umbi .....	5
2.3 Karakter Cacat Umbi dan Perubahan Fisiko-Kimia Umbi Pascapanen.....	8
2.4 Kerangka Konsep .....	10
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	13
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	13
3.2 Rancangan Penelitian .....	13
3.3 Kerangka Operasional .....	13
3.4 Prosedur Penelitian .....	15
3.4.1 Hasil pilihan umbi .....	15
3.4.2 Perlakuan Penyimpanan umbi .....	15
3.4.3 Pengamatan karakter fisik gejala cacat umbi .....	15
3.4.4 Susut bobot umbi .....	16
3.4.5 Perhitungan persentase umbi cacat dan umbi yang bertunas .....	17
3.4.6 Metode pengukuran berat jenis .....	17
3.4.6.1 Jari-jari umbi .....	17
3.4.6.2 Keliling dan tinggi umbi .....	17
3.4.6.3 Volume umbi .....	18
3.4.6.4 Berat jenis umbi .....	18
3.4.7 Analisis Kimia .....	18
3.4.7.1 Analisis kadar glukomanan .....	19
3.4.7.2 Analisis kadar oksalat .....	19
3.4.7.3 Analisis kadar air .....	20
3.4.7.4 Analisis kadar etanol .....	20
3.5 Analisis Data .....	20
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	22
4.1 Perubahan Karakter Fisik .....	22
4.1.1 Karakter perubahan fisik pada bagian umbi yang cacat .....	22



4.1.2 Tingkat kekerasan umbi porang selama penyimpanan .....	23
4.1.3 Luas area cacat umbi porang selama penyimpanan .....	24
4.1.4 Susut bobot dan kadar air pada umbi porang selama penyimpanan .....	25
4.1.5 Persentase cacat dan bertunas pada umbi porang selama penyimpanan .....	26
4.1.6 Berat jenis umbi porang selama penyimpanan.....	28
4.2 Perubahan Karakter Kimia .....	29
4.2.1 Glukomanan pada umbi selama penyimpanan .....	29
4.2.2 Kalsium oksalat pada umbi selama penyimpanan.....	30
4.2.3 Etanol pada umbi porang selama penyimpanan .....	31
4.3 Pengaruh Lama dan Tempat Penyimpanan Terhadap Perubahan Fisiko-Kimia Umbi Porang.....	33
4.4 Kualitas Umbi Porang Selama Penyimpanan (Kualitas Umbi Porang Hasil Penelitian) Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI: 7839:2013) ...	34

## BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan.....	36
5.2 Saran.....	36

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	37
-----------------------------	----

<b>LAMPIRAN</b> .....	43
-----------------------	----



## DAFTAR TABEL

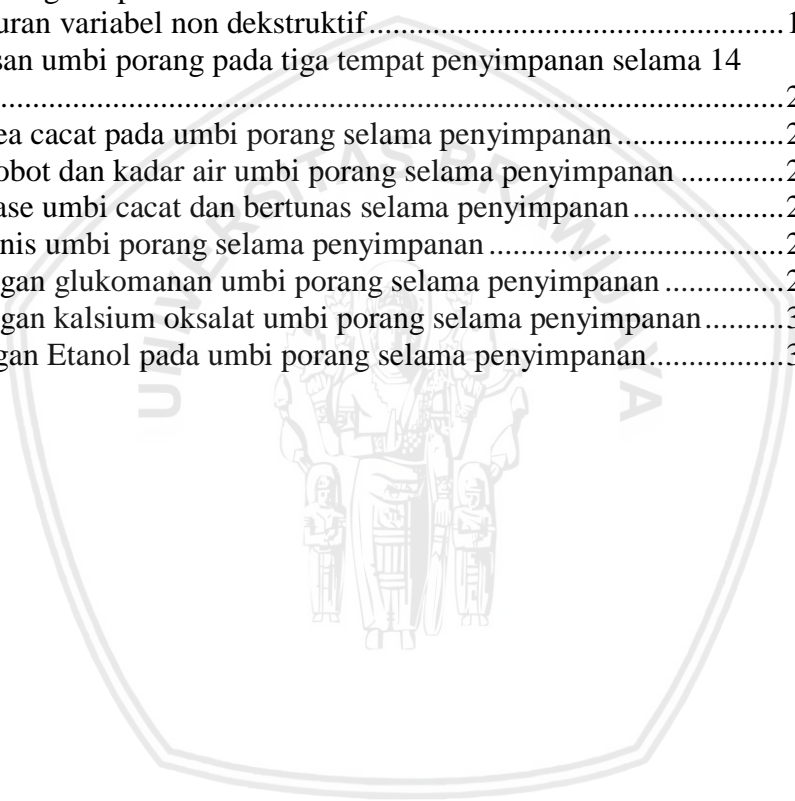
Nomor		Halaman
1.	Perubahan karakter fisiko-kimia berdasarkan lama penyimpanan dan tempat penyimpanan .....	34
2.	Perbandingan Standar Nasional Indonesia (SNI: 7839:2013) dan hasil penelitian .....	35





## DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
1.	Umbi porang.....	4
2.	Penyimpanan gudang terbuka dan ternaung.....	6
3.	Penyimpanan pada rak kayu.....	7
4.	Penyimpanan bawah tanah dengan ventilasi.....	7
5.	Penyimpanan ubi jalar segar pada tiga tempat berbeda.....	8
6.	Kerangka konsep penelitian.....	12
7.	Kerangka operasional penelitian.....	14
8.	Penyimpanan umbi pada tiga tempat penyimpanan.....	15
9.	Standar diagram perubahan warna.....	16
10.	Pengukuran variabel non destruktif.....	17
11.	Kekerasan umbi porang pada tiga tempat penyimpanan selama 14 minggu.....	23
12.	Luas area cacat pada umbi porang selama penyimpanan.....	24
13.	Susut bobot dan kadar air umbi porang selama penyimpanan.....	26
14.	Persentase umbi cacat dan bertunas selama penyimpanan.....	27
15.	Berat jenis umbi porang selama penyimpanan.....	28
16.	Kandungan glukomanan umbi porang selama penyimpanan.....	29
17.	Kandungan kalsium oksalat umbi porang selama penyimpanan.....	30
18.	kandungan Etanol pada umbi porang selama penyimpanan.....	32





## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		Halaman
1.	Rancangan tabel pengamatan umbi porang selama penyimpanan .....	43
2.	Gambar umbi cacat selama penyimpanan .....	44
3.	Hasil analisis statistika perubahan umbi selama penyimpanan .....	51
4.	Persentase umbi cacat dan umbi bertunas selama penyimpanan.....	65
5.	Pengukuran parameter lingkungan lokasi pengambilan sampel Umbi porang .....	67
6.	Pengukuran suhu dan kelembapan selama penyimpanan.....	67



## DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

<u>Simbol/Singkatan</u>	<u>Keterangan</u>
%	Per seratus
ANOVA	<i>Analysis of variance</i>
ATP	Adenosin trifosfat
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	Etanol
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	Glukosa
CH <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	Karbohidrat
cm	Sentimeter
CO <sub>2</sub>	Karbon dioksida
g	Gram
H <sub>2</sub> O	Hydrogen oksida/air
IPA	Isopropil alkohol
O <sub>2</sub>	Oksigen
°C	Derajat celcius
PCDE	<i>Plant Cell Wall-Degrading Enzymes</i>
pH	Derajat keasaman
PPO	<i>Polyphenol oxidases</i>
SNI	Standar Nasional Indonesia
SPSS	<i>Statistical Package for Social Science</i>



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

Indonesia merupakan negara yang memiliki sumberdaya alam yang sangat melimpah. Salah satu sumberdaya alam yang dapat ditemui yaitu pada famili Araceae atau lebih dikenal dengan suku talas-talasan. Famili ini merupakan salah satu suku terbesar pada kelas Monocotyledoneae (Backer dan Brink, 1968). Tumbuhan anggota famili Araceae merupakan herba monokotil tahunan. Biasanya tumbuh liar di hutan-hutan, lereng-lereng bukit, pinggir hutan jati dan belukar, di sepanjang sungai di daerah tropis dan tumbuh baik pada tempat yang ternaungi (Heyne, 1987). Famili Araceae dapat memenuhi kebutuhan masyarakat sebagai bahan makanan, akan tetapi beberapa umbi tidak dapat di konsumsi langsung dikarenakan umbi tersebut mengandung kalsium oksalat yang menyebabkan rasa gatal (Ekowati dkk., 2015). Beberapa anggota famili Araceae baik untuk dikonsumsi karena mengandung karbohidrat yang tinggi dan juga zat-zat lain seperti protein, lemak, vitamin dan mineral. Salah satu komponen karbohidrat dalam famili Araceae adalah glukomanan (Chairul dan Chairul, 2006).

Menurut penelitian Ekowati dkk. (2015) kadar glukomanan umbi segar tertinggi dari beberapa famili Araceae yaitu pada *Amorphophallus muelleri* Blume (Porang) 9,92%, *A. paenifolius* (Suweg) 3,2%, *Colocasia esculenta* (Bentul) 2,4%, *Alocasia macrorrhiza* (Sente) dan kandungan terendah pada *Xanthosoma* sp (Mbote) 0,64 %. Umbi porang yang memiliki kadar glukomanan yang tinggi sering kali diolah menjadi tepung porang yang banyak diminati di berbagai sektor industri dan telah di ekspor diberbagai negara seperti Cina, Taiwan, Jepang, Korea dengan harga yang tinggi yang mencapai Rp 250.000,- per kilogram (P4I UB, 2013). Peningkatan permintaan untuk tepung porang setiap tahunnya terus mengalami peningkatan, sehingga porang memiliki peluang untuk meningkatkan nilai ekonomi masyarakat. Akan tetapi para petani porang memiliki masalah dalam penanganan umbi porang pascapanen yang rentan mengalami kerusakan, sehingga dapat menurunkan kualitas umbi porang. Kerusakan atau cacat umbi sering kali dapat dilihat berdasarkan perubahan bentuk, warna, tekstur, dan kandungan nutrisi (P4I UB, 2013).

Menurut Suswono, (2013), penanganan hasil panen umbi dengan metode yang baik dapat menurunkan kerusakan pascapanen. Hal yang sama diungkapkan oleh Bourne, (1999), bahwa untuk meminimalkan kerusakan pascapanen dapat dilakukan antara lain dengan penyimpanan terkontrol. Mutu suatu produk yang mencitrakan produk tersebut sangat penting untuk dipertimbangkan agar sesuai dengan keinginan konsumen. Penjualan suatu produk akan sangat

bergantung dari kualitas yang dihasilkan, terutama jika produk tersebut selalu tersedia namun distribusi kepada pembeli tidak selalu dapat dilakukan dengan cepat, sehingga dibutuhkan penyimpanan yang sesuai agar mutu tersebut tetap terjaga (David dkk., 2016).

Masa penyimpanan umbi perlu dipertimbangkan, karena semakin lama umbi disimpan umbi banyak kehilangan air dan tekstur umbi semakin melunak karena adanya proses respirasi (Asgar dan Rahayu, 2014). Pada proses respirasi pati dirombak menjadi gula reduksi (glukosa) yang dibantu oleh enzim fosforilase, akibatnya jumlah pati dalam umbi menurun sehingga mengakibatkan umbi menjadi lunak (Ali dan Houshmand, 2010).

Variasi penyimpanan ubi jalar menggunakan tiga macam kemasan plastik dengan berbagai suhu menunjukkan bahwa selama penyimpanan, kemasan plastik mampu menekan susut bobot dan mempertahankan kadar air, kadar pati, dan kekerasan ubi jalar (Pertiwi, 2009). Food and Agricultural Organization (FAO) (1998) menyarankan metode penyimpanan umbi dengan rak kayu, gudang terbuka, gudang yang ditinggikan, penyimpanan bawah tanah dengan ventilasi, dan penyimpanan bawah tanah dengan atap jerami. Akan tetapi penelitian mengenai penyimpanan umbi porang belum banyak dilakukan.

Bantur merupakan salah satu daerah yang masyarakatnya berprofesi sebagai petani porang yang seringkali menyimpan umbi porang pascapanen di lantai atau di tanah tanpa perlakuan khusus dengan jangka waktu yang lama. Semakin banyaknya peminat umbi porang maka budidaya umbi porang semakin menjanjikan, akan tetapi penyimpanan yang terlalu lama dan tanpa metode yang tepat dapat menyebabkan penurunan kualitas umbi porang. Umbi porang juga dapat diolah menjadi *chips* porang tetapi membutuhkan biaya yang lebih mahal karena untuk mendapatkan *chips* yang berkualitas membutuhkan alat yang harganya sangat mahal. Penelitian penyimpanan umbi porang belum banyak diteliti yang nantinya dapat digunakan sebagai standar mutu umbi sehingga menjadi langkah yang tepat untuk mencegah kerusakan umbi.

Umbi porang sebagai komoditas impor tidak hanya dinilai berdasarkan kenampakan visual saja akan tetapi kandungan kimia juga menjadi tolak ukur. Oleh karena itu, perlu diketahui perubahan fisiko-kimia apa saja yang terjadi pada umbi porang pascapanen dengan masa penyimpanan selama 14 minggu pada tempat yang berbeda, yaitu tanah (T), rak (R), dan lantai (L). Adapun parameter fisika yang akan diamati berat jenis, dan susut bobot sedangkan parameter kimia yang diamati adalah glukomanan, kalsium oksalat, kadar air dan etanol. Perubahan secara morfologi yang diamati dalam penelitian ini meliputi warna, bau dan kekerasan.

## 1.2 Rumusan masalah

1. Bagaimana perubahan karakter fisik umbi porang selama penyimpanan pada tanah (T), rak (R), dan lantai (L) yang meliputi susut bobot, warna, bau, berat jenis dan kekerasan umbi?
2. Bagaimana perubahan karakter kimia umbi porang yang meliputi kadar glukomanan, kalsium oksalat, kadar air, dan etanol selama penyimpanan pada tanah (T), rak (R), dan lantai (L)?
3. Metode mana yang baik untuk penyimpanan umbi porang yang disimpan pada tanah (T), rak (R), dan lantai (L) dengan pengamatan perubahan fisiko-kimia selama 14 minggu penyimpanan?
4. Bagaimana strategi penyimpanan yang baik agar kualitas umbi tetap baik?

## 1.3 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis perubahan karakter fisik umbi porang yang meliputi susut bobot, warna, bau dan kekerasan umbi selama penyimpanan pada tanah (T), rak (R) dan lantai (L)
2. Menganalisis perubahan karakter kimia umbi porang yang meliputi kadar glukomanan, kalsium oksalat, kadar air dan etanol selama penyimpanan pada tanah (T), rak (R) dan lantai (L)
3. Menentukan tempat penyimpanan umbi porang dan lama penyimpanan maksimum.
4. Membandingkan kualitas umbi porang hasil penyimpanan dengan standar SNI.

## 1.4 Manfaat

Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu memberi informasi kepada petani porang, pedagang porang, dan pemerintah tentang penyimpanan yang tepat dan lama penyimpanan umbi porang yang baik sehingga dapat digunakan untuk peningkatan pemanfaatan umbi porang.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Umbi Porang

Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) merupakan tanaman *herbaceous* (Heyne, 1987), di beberapa daerah memiliki nama yang berbeda yakni di Jawa menyebutnya iles-iles dan porang (Gambar 2.1). Taksonomi tanaman porang menurut (Dwiyono, 2009) termasuk dalam dunia Plantae, ordo Alismatales, famili Araceae, dan genus *Amorphophallus*. Umbi porang memiliki bentuk bulat pipih (Sumarwoto, 2005). Umbi porang terdiri dari bagian kulit umbi yang berwarna coklat dan daging umbi yang berwarna kuning hingga orange (Sulistiyo dkk., 2015).



(Sumarwoto, 2005)

Gambar 2.1 Umbi porang

Umbi porang mengandung asam oksalat yang merupakan asam dikarboksilat yang memiliki dua atom C pada masing-masing gugus karboksilat. Pada tanaman kalsium oksalat tersimpan dalam dua bentuk yaitu oksalat larut air dan oksalat tidak larut air. Kalsium oksalat pada tanaman berfungsi sebagai pengikat racun oksalat, meregulasi kalsium dan sebagai pertahanan diri terhadap herbivora (Ardhian dan Indriyani, 2013). Selain kalsium oksalat yang terdapat pada umbi porang, glukomanan juga merupakan komponen terpenting umbi porang.

Glukomanan merupakan polisakarida dari jenis hemiselulosa yang terdapat didalam idioblas. Glukomanan terdiri dari ikatan rantai galaktosa, glukosa, dan mannosa. Ikatan rantai utamanya adalah glukosa dan mannosa (Supriyati, 2016). Pemanfaatan kandungan umbi porang yang telah banyak dimanfaatkan salah satunya yaitu Glukomanan. Glukomanan dapat mengembang dengan daya mengembang yang besar, dapat membentuk gel, serta mempunyai sifat cair seperti agar sehingga dapat digunakan sebagai media pertumbuhan mikroorganisme. Glukomanan juga dapat digunakan pada skala industri makanan sebagai bahan pengental/pengemulsi, pada pabrik kertas, kosmetika, pembersih, karena bahan ini di dalam cairan akan membentuk gel yang mempunyai viskositas cukup tinggi (Sufiani, 1992). Pada



repository.ub.ac.id

industri makanan tepung glukomanan ini dibuat aneka produk seperti mie instan, shirataki (mie jepang), dan konyaku (tahu). Pemanfaatan lainnya pada industri farmasi adalah sebagai pembungkus kapsul dan perekat tablet. Selain itu, glukomanan juga dimanfaatkan pada industri sebagai bahan pembuat lem (P4I, 2013).

Tanaman porang dapat tumbuh dengan baik pada intensitas cahaya 60-70%, dengan ketinggian 0 – 700 mdpl. Akan tetapi pada ketinggian 100-600 mdpl merupakan ketinggian yang paling baik. Kondisi lingkungan yang ideal bagi pertumbuhannya adalah pada tanah yang gembur/subur dan tidak becek, tekstur tanah lempung berpasir dan bersih dari alang-alang, pH 6 – 7, memiliki naungan yang ideal yaitu Jati dan Mahoni sono, dan tingkat kerapatan naungan minimal 40% maksimal 60% (P4I, 2013).

## 2.2 Penyimpanan Komoditas Umbi

Penyimpanan merupakan salah satu upaya untuk mengendalikan laju transpirasi dan respirasi, menghindarkan dari infeksi penyakit, dan mempertahankan produk sesuai keinginan konsumen. Umur simpan produk dapat diperpanjang dengan pengendalian penyakit-penyakit pascapanen, pengaturan atmosfer, perlakuan kimiawi, penyinaran, dan pendinginan. Suhu penyimpanan merupakan faktor lingkungan yang terpenting karena suhu merupakan faktor yang mengatur laju semua proses-proses fisiologi dan biokimia (Pantastico, 1986).

Proses penyimpanan dilakukan agar tidak terjadi proses-proses yang tidak dikehendaki, seperti pertunasan, pertumbuhan akar, dan perkecambahan biji (Pantastico, 1986). Penelitian mengenai metode penyimpanan pada ubi jalar pernah dilakukan oleh Narullita dkk., (2013) selama 8 minggu penyimpanan. Penyimpanan umbi tersebut menggunakan metode penyimpanan dengan dua variasi suhu dan kelembaban. Suhu yang digunakan yaitu 30 – 32°C dengan kelembaban 58 - 70%, dan suhu 25 – 26°C dengan kelembaban 80 – 95%. Adapun variabel yang diamati yaitu susut bobot, kadar air, jumlah dan panjang tunas, dan total padatan terlarut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyimpanan dingin (25 – 26°C; RH 85 – 90%) mampu menekan susut bobot dan meningkatkan total padatan terlarut ubi jalar.

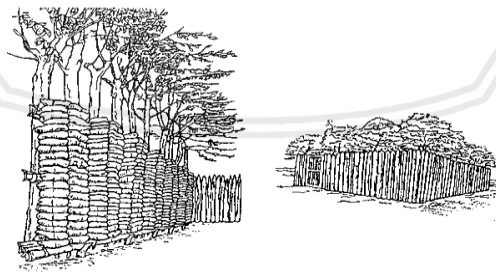
Penyimpanan ubi jalar juga pernah dilakukan Pertiwi (2009) menggunakan variasi perlakuan penyimpanan umbi di dalam tiga macam kemasan plastik yaitu *Low Density Polyethylene* (LDPE), *High Density Polyethylene* (HDPE), dan *Polipropilen* (PP) dan yang tidak menggunakan kemasan plastik sebagai kontrol. Penyimpanan dilakukan selama 14 hari pada variasi suhu ruangan (27 – 29°C) dan suhu dingin (15°C). Variabel yang diamati meliputi

susut bobot, kadar air, pati, kekerasan, dan cacat umbi (pertunasan, perubahan warna daging, dan pembusukan).

Penyimpanan umbi pada (a) Tanah yang kering (b) Lantai ubin (c) Rak yang terbuat dari bambu, dengan berbagai variasi penyimpanan dirancang selama 10 minggu, dengan pengamatan 1x/minggu (Rini, 2016). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tempat penyimpanan umbi porang yang terbaik berdasarkan karakter morfologi gejala busuk umbi adalah di rak, karena umbi yang disimpan di rak tidak menunjukkan adanya perubahan warna menjadi hitam, tekstur bagian umbi yang busuk lebih keras, dan kurang berbau daripada umbi yang disimpan di lantai dan di tanah. Umbi yang disimpan di rak juga menunjukkan proses pembusukan paling lambat dibanding disimpan di tanah dan lantai. Semakin lama waktu penyimpanan umbi porang maka persentase umbi busuk akan semakin meningkat, diameter area busuk umbi akan semakin meluas, dan persentase jumlah pertunasan umbi akan semakin meningkat.

Beberapa metode penyimpanan yang disarankan menurut FAO, (2011):

- a. Gudang terbuka dan ternaung (Gambar 2.2), pada metode ini menggunakan kayu sebagai dinding gudang, di dalam gudang tersebut terdapat pohon hidup berdiameter 5-10 cm tersusun vertikal dengan tinggi 2 hingga 3 meter yang dapat berfungsi sebagai naungan. Penyimpanan umbi diletakkan dan diatur sehingga dapat memaksimalkan sirkulasi udara. Maksimum penyimpanan dengan metode ini adalah 6 bulan, untuk 3 bulan pertama dilaporkan terjadi susut bobot umbi sebesar 10-15% sedangkan setelah bulan ke-6 sebesar 30-50%.

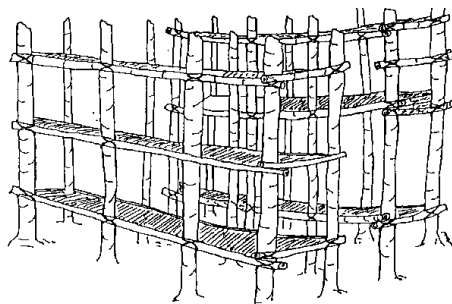


(FAO, 2011)

Gambar 2.2 Penyimpanan pada gudang terbuka dan ternaung

- b. Rak kayu (Gambar 2.3), pada metode ini menggunakan kayu yang tidak hidup dan masih membutuhkan naungan, hampir sama dengan metode pada gudang terbuka yang menggunakan kayu hidup dengan naungan secara langsung didapatkan

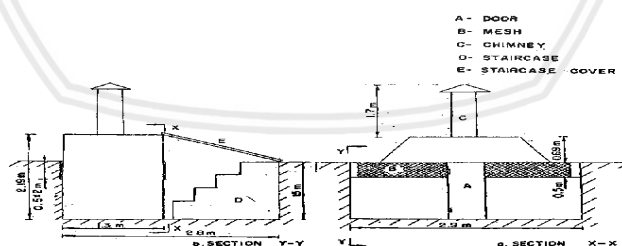




(FAO, 2011)

Gambar 2.3 Penyimpanan pada rak kayu

- c. Gudang umbi yang ditinggikan, setinggi 1 meter. Pada metode ini umbi diletakkan dalam pondok terbuka yang terbuat dari kayu sebagai penyangga pada bagian bawah dan telah dipasang anti tikus sedangkan atapnya terbuat dari jerami kemudian ditutupi dengan rumput lalu diberikan perlakuan insektisida (5% thiabendazole), 2% malathion, dan 1,5% permethrin).
- d. Penyimpanan bawah tanah dengan ventilasi (Gambar 2.4). Pada metode ini umbi diletakkan pada rak kayu di dalam lubang, dengan mendesain atap lengkung terbuat dari seng yang menjaga dari hujan dan panas matahari, dan pintu sebagai sirkulasi udara. Selain itu suhu juga diatur sedemikian konstan antara 21-24°C, kelembaban relatif 83,9 - 93%. Pada tiga bulan penyimpanan dilaporkan terjadi susut bobot umbi sebesar 10-15%, sedangkan setelah enam bulan sebesar 30-50%. Susut bobot umbi yang disimpan dengan metode ini hampir sama dengan metode gudang terbuka, akan tetapi biayanya lebih mahal.

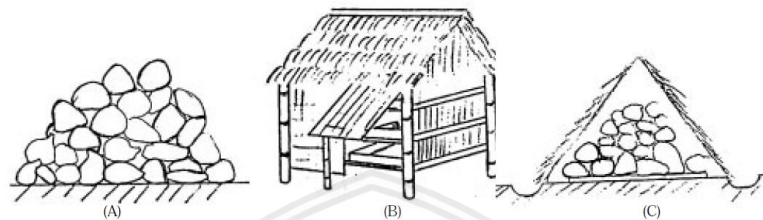


(FAO, 2011)

Gambar 2.4 Penyimpanan bawah tanah dengan ventilasi

Ubi jalar akan mengalami kerusakan setelah 48 jam bila disimpan pada suhu ruangan yang dikarenakan bakteri *Erwinia chrysanthemi* (Kumalaningsih, 1994), selain itu terjadinya perubahan warna coklat yang dikarenakan akibat aktivitas enzim polifenolase, terutama pada umbi yang mengalami luka/cacat. Biasanya para petani menyimpan umbi di atas lantai tanpa

alas, dengan cara ini ubi dapat disimpan sampai 3 bulan. Pada daerah yang bersuhu rendah ( $\pm 20^{\circ}\text{C}$ ) seperti pada daerah Gunung Kawi dan Pacet, Jawa Timur, maka lama penyimpanan dapat mencapai 5 bulan dengan susut bobot sebesar 10-25% (Prasetiaswati dkk., 2004). Penyimpanan ubi jalar segar juga dapat dilakukan dengan menumpuk umbi di atas bambu yang ditutup dengan jerami (Gambar 2.5 C) dengan tingkat kerusakan 4-8% selama 1 bulan berbeda dengan penyimpanan pada gudang berlantai semen dengan kerusakan mencapai 15-18%.



(Mehra dan Dayal, 1991)

Gambar 2.5 Penyimpanan ubi jalar segar pada tiga tempat berbeda (A) ditumpuk dalam gudang (B) ubi di dalam gubuk penyimpanan ditumpuk di atas rak bambu (C) ubi di tumpuk di atas alas bambu dan ditutup dengan jerami

### 2.3 Karakter Cacat Umbi dan Perubahan Fisiko-Kimia Umbi Pascapanen

Cacat pada umbi baik secara morfologi maupun perubahan fisikokimia dapat dilihat karena adanya kerusakan dan terjadinya perubahan bau yang dapat disebabkan pengaruh fisik, kimiawi, mikrobiologis dan fisiologis (Muhtadi dan Anjarsari, 1995). Pada umumnya kerusakan pada umbi seringkali dikarenakan proses panen yang dapat menyebabkan memar, terpotong, ataupun lecet. Sehingga dapat menyebabkan terjadinya perubahan warna coklat dari jaringan yang rusak karena proses enzimatis senyawa fenol (termasuk katekin dan leukoantosianidin) yang terjadi akibat adanya kontak dengan udara (oksigen). Kerusakan fisik dapat memicu kerusakan fisiologis maupun patologis berupa serangan mikroorganisme pembusuk (Imade, 2001).

Penyimpanan buah yang terlalu lama juga dapat menyebabkan terjadinya perombakan pati menjadi gula yang menghasilkan asam-asam organik volatil,  $\text{CO}_2$ , dan air. Asam-asam organik volatil yang dihasilkan tersebut menimbulkan aroma busuk pada buah dan menyebabkan kandungan senyawa pektin pada buah jika semakin lama disimpan akan berubah dari pektin yang tidak larut menjadi larut sehingga mengakibatkan tekstur buah menjadi lunak (Wisnu, 2003). Pada ubi jalar terdapat senyawa yang tidak berbahaya bagi kesehatan tetapi dapat mempengaruhi pandangan konsumen terhadap produk olahannya yaitu senyawa *ipomeamarone*, *furanoterpen*, *koumarin* dan *polifenol* yang dapat terbentuk dalam jaringan ubi jalar yang mengalami luka/cacat yang disebabkan oleh serangga atau kerusakan saat

pengupasan sehingga mengalami kontak langsung dengan oksigen (Onwueme, 1978). Senyawa polifenol juga dapat menyebabkan perubahan warna umbi menjadi lebih gelap/coklat yang dapat menyebabkan menurunnya nilai jual pada produk akhir ubi jalar (Acquaah dkk., 2014).

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mempertahankan mutu ubi jalar yang memiliki kandungan air berkisar antara 75 – 80% adalah dengan menekan kehilangan air dari dalam umbi. Suhu, kelembaban relatif udara, pergerakan udara, dan tekanan udara adalah empat komponen lingkungan yang berpengaruh terhadap laju kehilangan air pada komoditi. Apabila suhu tinggi maka kelembaban relatif udara rendah, pergerakan udara atau penurunan tekanan udara akan meningkatkan laju respirasi dan transpirasi produk (Imade, 2006).

Susut bobot terjadi akibat hilangnya air dalam proses transpirasi dan menguapnya gas-gas hasil penguraian glukosa menjadi karbondioksida dalam proses respirasi selama penyimpanan (Sartika, 2010). Susut bobot umumnya mengalami perubahan setelah 1 hari penyimpanan dan semakin lama maka penyusutan akan semakin nyata. Hal ini disebabkan oleh adanya perombakan atau perubahan-perubahan yang terjadi pada ubi melalui respirasi dan transpirasi (Asgar dan Marpaung, 1998). Menurut Pantastico (1975) zat total padatan akan mempengaruhi tekstur. Padatan terlarut yang tinggi dalam ubi disebabkan proses respirasi yang mengakibatkan perombakan zat – zat terlarut yang menggunakan energi dari timbunan pati yang berubah menjadi gula sederhana untuk metabolisme dan proses ini menggunakan air.

Jumlah air yang terkandung dalam bahan merupakan kadar air dan dapat dinyatakan dalam bentuk persen (%). Kadar air bahan pangan merupakan jumlah keseluruhan air yang terdapat pada bahan pangan yang dapat berupa air yang terdispersi pada permukaan koloid makromolekuler, air bebas, air yang terikat secara fisik dan kimia (Sudarmadji dkk., 1997). Kadar etanol pada umbi juga dapat digunakan sebagai indikator penurunan kualitas umbi. Terjadinya fermentasi gula oleh khamir menghasilkan etanol, proses tersebut terjadi pada kondisi anaerob (tidak ada oksigen) khususnya bagian umbi yang berkontak langsung dengan penyimpanan (Dudley, 2004). Gejala pembusukan pada umbi yang ditandai dengan peningkatan kadar etanol pada umbi sangat jarang ditemui refrensinya. Seringkali pengamatan pada komoditas pertanian berkaitan dengan perubahan yang signifikan dalam hal warna, tekstur, kadar gula, kadar etanol, komponen volatil, dan metabolisme konversi zat pati menjadi gula.

Persentase umbi yang bertunas umumnya juga mengalami peningkatan jika semakin lama disimpan. Peningkatan tersebut dapat disebabkan karena bagian umbi yang mengalami pembusukan hanya sebagian, sehingga bagian umbi yang lain tetap segar dan di dalamnya

repository.ub.ac.id

terjadi proses fisiologis seperti umbi yang normal. Proses respirasi tetap berjalan sehingga dihasilkan energi yang digunakan untuk pertunasan. Namun, bagian umbi yang mengalami pembusukan mengering yang disebabkan karena jaringan mati (Rini, 2016).

Selain itu, umbi porang juga memiliki kandungan kimia berupa glukomanan dan kalsium oksalat. Glukomanan pada umbi porang termasuk salah satu komponen terpenting, yang merupakan polisakarida jenis hemiselulosa (Sumarwoto, 2007). Berdasarkan penelitian Chua dkk. (2013) pada *Amorphophallus konjac* glukomanan terakumulasi dalam *idioblas* berbentuk telur dalam parenkim. Pada pengamatan *Amorphophallus konjac* ketika umbi dalam keadaan dormansi terlihat *idioblas* penuh berisi glukomanan tetapi ketika tunas mulai tumbuh perlahan-lahan glukomanan mulai berkurang seiring dengan pertumbuhan tunas. Ketika umbi *Amorphophallus konjac* telah mengeluarkan daun terlihat *idioblas* glukomanan kembali terisi. Berdasarkan hasil tersebut glukomanan merupakan polisakarida yang digunakan untuk pertumbuhan. Pengamatan perubahan glukomanan pada umbi pascapanen selama penyimpanan belum pernah dilakukan.

Pembentukan kalsium oksalat pada tumbuhan juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan, seperti paparan cahaya matahari. Cahaya matahari berkaitan dengan peningkatan proses metabolisme yang menghasilkan zat prekursor pembentukan oksalat. Apabila terjadi peningkatan intensitas cahaya, maka terjadi peningkatan metabolisme dan pengambilan ion Ca. Ketika metabolisme sel meningkat, maka sintesis asam askorbat dan glioksilat yang merupakan prekursor pembentukan oksalat juga meningkat. Reaksi yang terjadi antara oksalat dan ion Ca dapat menginduksi pembentukan *idioblast* kristal (Cao, 2003).

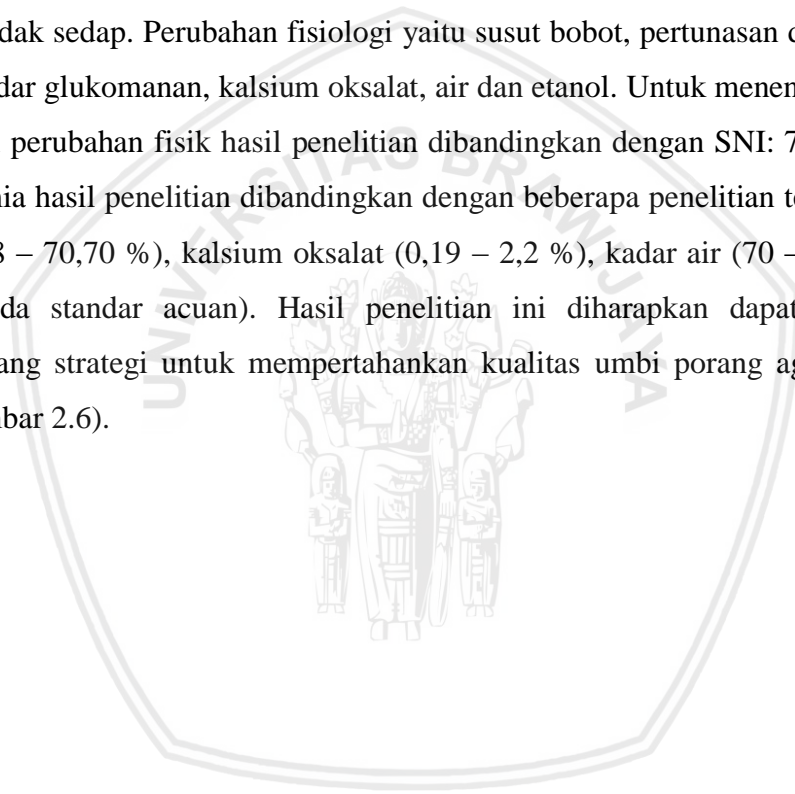
Berdasarkan hasil penelitian Chairiyah dkk. (2011), pembentukan kristal kalsium oksalat diduga terkait dengan peningkatan aktivitas fotorespirasi tanaman porang yang terjadi saat tanaman terpapar sinar matahari dengan produksi glioksilat yang menjadi salah satu prekursor pembentuk oksalat yang apabila berikatan dengan Ca yang diambil dari lingkungan maka akan terbentuk kalsium oksalat.

## 2.5 Kerangka konsep

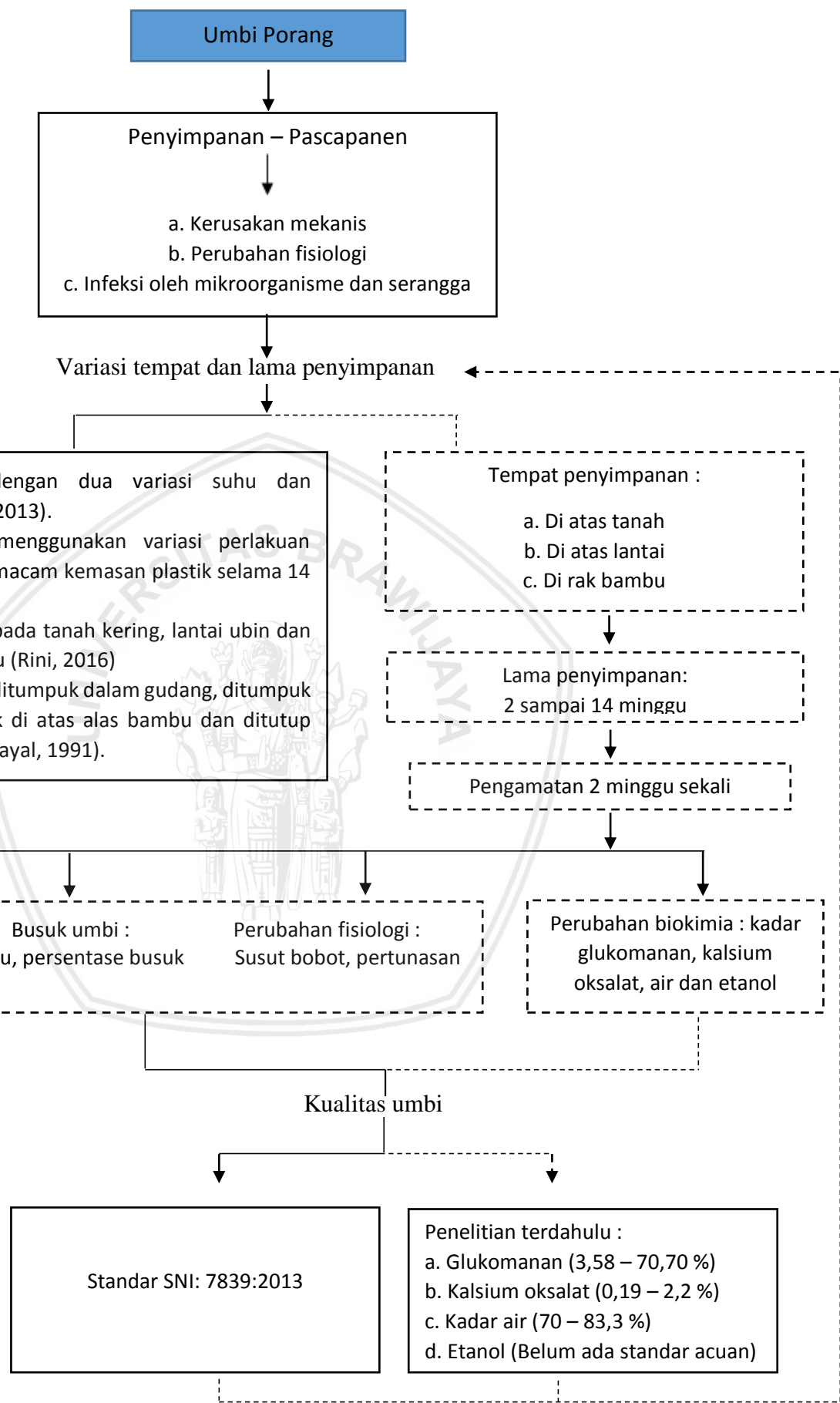
Secara alami umbi segar pasca panen akan mengalami ‘kerusakan’. Selain karena perubahan fisiologi kerusakan umbi pascapanen juga dapat terjadi karena pengaruh mekanis dan infeksi oleh mikroorganisme dan serangga. Menurut Suswono, (2013), penurunan kualitas tanaman pascapanen dapat diminimalkan melalui penanganan pascapanen yang tepat, salah satunya melalui kegiatan penyimpanan pada tempat yang sesuai dan lama penyimpanan yang tepat. Umbi pasca panen banyak disimpan dengan berbagai metode, yaitu pada ubi jalar dengan

metode penyimpanan dua variasi suhu dan kelembaban (Narullita dkk., 2013). Penyimpanan umbi jalar menggunakan variasi perlakuan penyimpanan di dalam tiga macam kemasan plastik selama 14 hari (Pertiwi, 2009). Penyimpanan umbi porang pada tanah kering, lantai ubin dan rak bambu selama 10 minggu (Rini, 2016). Penyimpanan ubi jalar segar juga pernah dilakukan oleh Mehra dan Dayal (1991) pada tempat penyimpanan ditumpuk dalam gudang, ditumpuk diatas rak bambu, ditumpuk di atas alas bambu dan ditutup dengan jerami. Oleh karena itu perlu dianalisis pengaruh tempat penyimpanan yaitu a) di atas tanah b) di atas lantai dan c) di rak bambu dan lama penyimpanan selama 2 - 14 minggu pada umbi porang agar tetap berkualitas.

Kualitas umbi dianalisis dengan melihat perubahan fisik yaitu perubahan warna, kekerasan. Munculnya bau tidak sedap. Perubahan fisiologi yaitu susut bobot, pertunasan dan Perubahan biokimia yaitu kadar glukomanan, kalsium oksalat, air dan etanol. Untuk menentukan kualitas umbi berdasarkan perubahan fisik hasil penelitian dibandingkan dengan SNI: 7839:2013 dan perubahan biokimia hasil penelitian dibandingkan dengan beberapa penelitian terdahulu yaitu glukomanan (3,58 – 70,70 %), kalsium oksalat (0,19 – 2,2 %), kadar air (70 – 83,3 %), dan etanol (Belum ada standar acuan). Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi tentang strategi untuk mempertahankan kualitas umbi porang agar memenuhi standar SNI (Gambar 2.6).







Gambar 2.6 Kerangka konsep penelitian

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2017 – Januari 2019. Penyimpanan umbi porang dilakukan di Perumahan Garden Palma Kota Malang ( $\pm$  2 km dari kampus UB). Pengamatan gejala busuk umbi dilaksanakan di Laboratorium Taksonomi Tumbuhan. Analisis fisiko-kimia umbi porang dilaksanakan di Laboratorium Fisiologi Kultur jaringan dan Mikroteknik, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang.

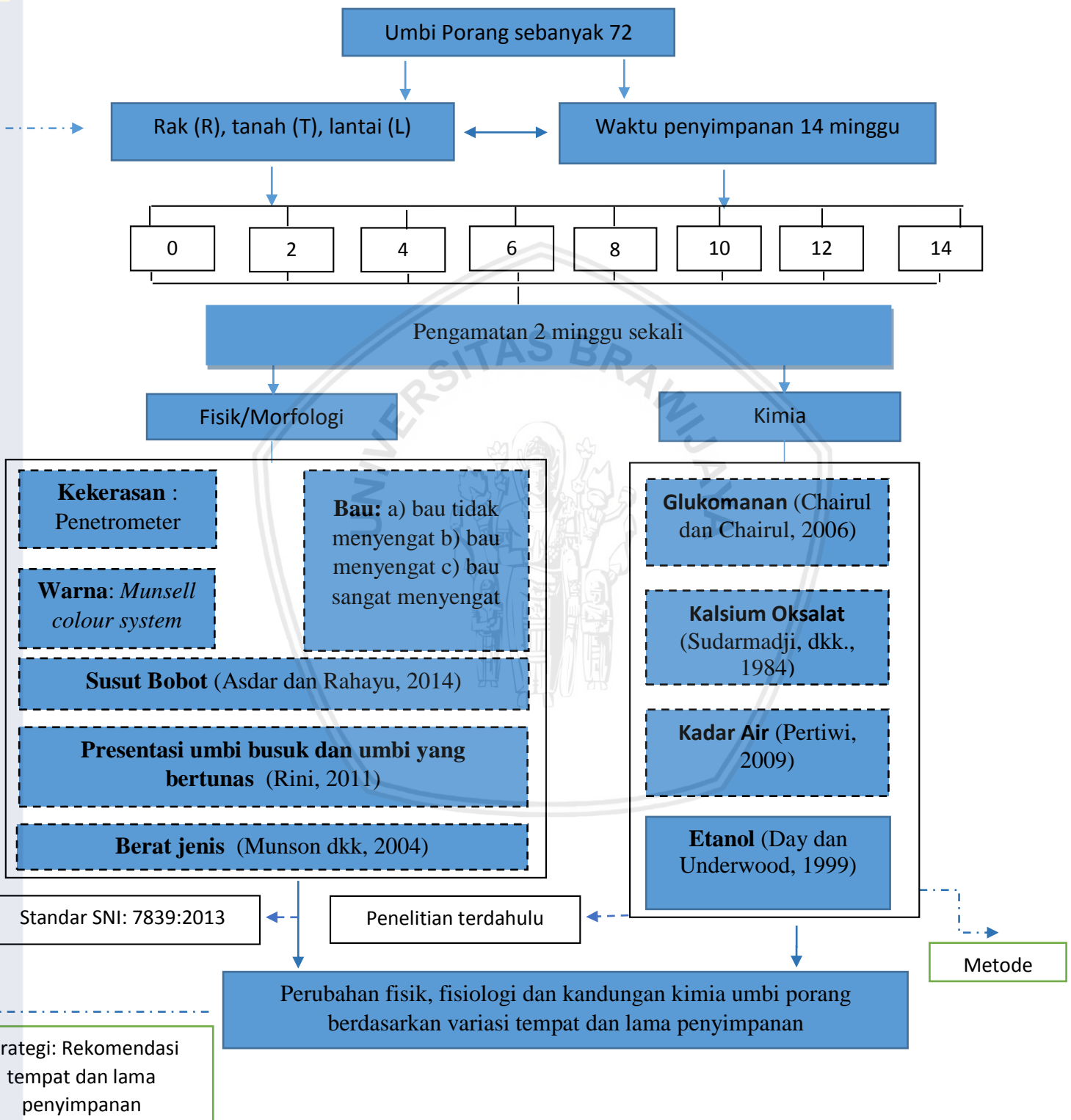
### 3.2 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang dilakukan adalah Rancangan Acak Kelompok menggunakan ulangan sebagai kelompok. Ulangan sampel umbi yang digunakan dikelompokkan menjadi 2. Ulangan 1 dan 2 diamati pada minggu pertama, sedangkan ulangan 3 diamati pada minggu ke dua. Hal ini disebabkan oleh masa panen yang bertahap, sehingga pengambilan sampel umbi dari petani tidak bisa bersamaan. Pada penelitian ini menggunakan variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas adalah waktu dan jenis penyimpanan. Variabel terikat adalah warna, bau, kekerasan, susut bobot, kadar air, kadar glukomanan, kadar kalsium oksalat dan kadar etanol

### 3.3 Kerangka Operasional

Pada penelitian ini sampel umbi porang sebanyak 72 yang berukuran 800-1,900 gram, berumur satu minggu pascapanen diberikan perlakuan penyimpanan dengan variasi tempat penyimpanan (Tanah (T), rak (R), dan lantai(L)) dan waktu penyimpanan (14 minggu). Pengamatan dilakukan dua minggu sekali, mulai dari minggu ke-0 masa penyimpanan sampai minggu ke-14. Kemudian dilakukan pengamatan berupa perubahan fisik yang meliputi tekstur dengan menggunakan penetrometer, bau (bau tidak menyengat, bau menyengat, bau sangat menyengat), warna (*Munsell Colour System*), Susut bobot (Asdar dan Rahayu, 2014), Presentasi umbi busuk dan umbi yang bertunas (Rini, 2011), dan Berat jenis (Munson dkk., 2004) perubahan kimia dengan mengamati perubahan glukomanan dengan metode (Chairul dan Chairul, 2006), perubahan kalsium oksalat dengan metode (Sudarmadji dkk., 1997), kadar etanol (Day dan Underwood, 1999) dan perubahan kadar air dengan metode oven (Pertiwi, 2009). Sehingga didapatkan perubahan fisik kemudian dibandingkan dengan standar SNI dan

kandungan kimia umbi porang yang terbaik selama penyimpanan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi tentang strategi untuk mempertahankan kualitas umbi porang (Gambar 3.1).



Gambar 3.1 Kerangka operasional penelitian



### 3.4 Prosedur Penelitian

#### 3.4.1 Hasil pilihan umbi

Umbi diperoleh dari perkebunan porang di Desa Rejosari, Bantur, Malang. Umbi setelah panen dibersihkan kemudian dipilih sebanyak 72 umbi segar dengan kriteria umbi utuh (tidak cacat: tidak mengalami kerusakan secara fisik atau adanya luka saat pemanenan) dan memiliki variasi berat 800 – 1.900 gram. Umbi diberi label kode tempat penyimpanan (T (tanah) atau R (rak bambu) atau L (lantai)) diikuti minggu pengamatan (0, 2, 4, dst.) dan ulangan (A, B, C) (LT 3.1).

#### 3.4.2 Perlakuan penyimpanan umbi

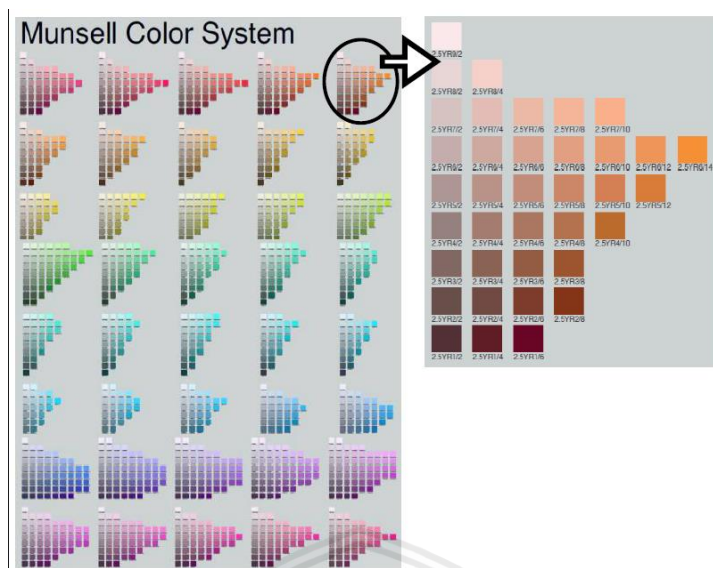
Umbi disimpan menggunakan tiga cara penyimpanan, yaitu penyimpanan dengan cara (A) diletakkan di tanah yang kering dengan sedikit kerikil (T), (B) diletakkan di rak yang terbuat dari bambu (R) dan (C) diletakkan di lantai ubin (L) (Gambar 3.2). Masing-masing tempat penyimpanan terdiri dari 24 umbi yang terbagi menjadi 3 ulangan, sehingga tiap ulangan terdiri dari 8 umbi. Waktu penyimpanan dirancang selama 14 minggu, dengan pengamatan setiap dua minggu sekali (Lampiran 1, LT 1). Ruang tempat penyimpanan berupa ruangan semi terbuka, kondisi ruangan berupa suhu dan kelembaban udara direkam menggunakan program blynk (<http://blynk.ub.ac.id/microclimate.php>) (Lampiran 6).



Gambar 3.2. Penyimpanan umbi pada tiga tempat penyimpanan (a) di atas tanah (b) di atas rak (c) di atas lantai

#### 3.4.3. Pengamatan karakter fisik gejala cacat umbi

- A. Pengamatan karakter morfologi gejala cacat umbi diamati berdasarkan perubahan warna bagian umbi yang cacat (hitam, coklat, dan lain-lain). Perubahan warna dicocokkan dengan menggunakan tabel warna berdasarkan *Munsell Color System* (Gambar 3.3).



(Munsell, 1915)

**Gambar 3.3 Standar diagram perubahan warna**

- B. Kekerasan, diamati dengan memeriksa tingkat kelunakan atau kekerasan umbi dengan menggunakan penetrometer (Asgar dan Rahayu, 2014), umbi diletakkan tepat dibawah jarum penusuk penetrometer. Penusukan dilakukan pada umbi sebanyak 10 kali pada sepuluh tempat, hasil setiap penusukan ditunjukkan dengan angka pada skala penetrometer. Hasil perhitungan dinyatakan dalam mm/100/g/detik.
- C. Bau (aroma), diamati bau yang muncul berdasarkan obyektifitas tiga responden dengan kategori: (A) bau tidak menyengat (B) bau menyengat (C) bau sangat menyengat.
- D. Luasan area busuk umbi menggunakan kertas milimeter yang ditempelkan pada area busuk umbi, kemudian area busuk ditandai menggunakan pulpen kemudian diukur menggunakan Leaf Area Meter.

### 3.4.4 Susut bobot umbi

Massa seluruh umbi sampel ditimbang. Persentase susut bobot dapat ditentukan melalui rumus 1 (Asgar dan Rahayu, 2014) :

$$\% \text{ susut bobot} = \frac{B_0 - B_1}{B_0} \times 100\% \tag{1}$$

Keterangan: B0: Berat awal umbi (g)

B1: Berat akhir umbi (g)

### 3.4.5 Perhitungan persentase umbi cacat dan umbi yang bertunas

Persentase umbi cacat dan umbi yang bertunas dihitung nilainya selama masa penyimpanan. Persentase umbi dihitung setiap dua minggu sekali selama masa penyimpanan dengan rumus 2 (Rini, 2011):

$$\text{Persentasi umbi busuk (\%)} = \frac{\text{Jumlah umbi busuk}}{\text{Total umbi}} \times 100\% \quad (2)$$

Persentase umbi yang bertunas juga dihitung setiap dua minggu sekali minggu selama masa penyimpanan dengan rumus 3 (Rini, 2011):

$$\text{Persentasi umbi bertunas (\%)} = \frac{\text{Jumlah umbi bertunas}}{\text{Total umbi}} \times 100\% \quad (3)$$

### 3.4.6 Metode pengukuran berat jenis

#### 3.4.6.1 Jari-jari umbi

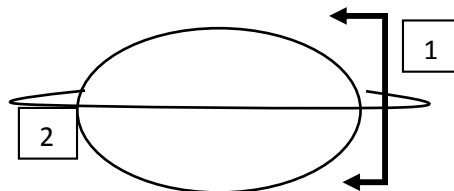
Bagian terluar umbi diukur kelilingnya menggunakan meteran kain. Setelah didapatkan keliling, dihitung jari-jari (r) umbi melalui penghitungan rumus 4 :

$$r = \frac{1}{2} \times d \quad (4)$$

Keterangan : r = jari-jari (cm)  
d = diameter (cm)

#### 3.4.6.2 Keliling dan tinggi umbi

Tinggi umbi porang diukur menggunakan jangka sorong dengan tiga bidang ukur tiap sampel umbi kemudian dirata-rata (Gambar 3.4).



Gambar 3.4 Pengukuran variabel non destruktif (1. Tinggi umbi, 2. Keliling umbi)

### 3.4.6.3 Volume umbi

Volume umbi porang (cm<sup>3</sup>) dihitung melalui rumus 5 (Munson dkk., 2004) :

$$V = \pi r^2 t \quad (5)$$

Keterangan : V = volume umbi (cm<sup>3</sup>)  
 $\pi$  = 3,14  
r = jari-jari (cm)  
t = tinggi (cm)

### 3.4.6.4 Berat jenis umbi

Berat jenis umbi berhubungan dengan kerapatan sel umbi dimana semakin tinggi berat jenis maka kerapatan sel umbi juga semakin besar. Berat jenis dihitung melalui rumus 6 (Munson dkk., 2004)

$$\gamma = \rho g \quad (6)$$

Keterangan :  $\gamma$  = berat jenis (N/m<sup>3</sup>)  
 $\rho$  = massa jenis (massa pervolume) (kg/m<sup>3</sup>)  
g = percepatan gravitasi standar (9,8 m/s<sup>2</sup>)

### 3.4.7. Analisis kimia

Pada penelitian ini dilakukan beberapa analisis kimia yaitu kadar glukomanan yang menyebabkan nilai jual umbi porang menjadi sangat tinggi, maka kadar glukomanan tersebut harus dipertahankan, sehingga pada penelitian ini untuk mengetahui kadar glukomanan pada tempat penyimpanan (T, R, L) dan masa penyimpanan (14 minggu). Kadar oksalat yang menyebabkan umbi porang tidak dapat dikonsumsi langsung karena berdampak pada kesehatan dan juga menyebabkan rasa gatal sehingga dilakukan penelitian ini untuk melihat kadar oksalat pada tempat penyimpanan (T, R, L) dan masa penyimpanan (14 minggu). Kadar air merupakan salah satu komponen penting yang perlu diketahui karena kadar air digunakan pada proses metabolisme umbi sehingga perlu diketahui kadar air pada tempat penyimpanan (T, R, L) dan masa penyimpanan (14 minggu). Kadar etanol terbentuk karena fermentasi gula oleh *yeast*, yang terjadi pada kondisi anaerob (tidak ada oksigen) sehingga ini perlu diteliti khususnya pada daerah umbi yang berkontak langsung dengan tempat penyimpanan, sehingga pada penelitian ini dapat diketahui kadar etanol pada tempat penyimpanan (T, R, L) dan masa penyimpanan (14 minggu). Umbi yang digunakan pada analisis kimia yaitu sebagian dari umbi

utuh yang mengalami penurunan kualitas dengan memotong secara vertikal di beberapa bagian umbi yang tidak mengalami pembusukan.

### 3.4.7.1 Analisis kadar glukomanan

Umbi dibersihkan, bagian umbi yang digunakan ialah sebagian dari umbi utuh dari luar, tengah dan tepi yang mengalami penurunan kualitas dengan memotong secara vertikal di beberapa bagian umbi yang tidak mengalami pembusukan kemudian diparut. Hasil parutan ditimbang sebanyak 50 gram kemudian dimasukkan kedalam baskom ukuran sedang dan ditambah akuades sebanyak 700 ml, setelah itu diremas-remas selama 2-3 menit hingga larutannya menjadi kental. Dilakukan penyaringan, jika perlu dilakukan pemerasan agar patinya keluar. Filtrat ditampung kemudian ditambahkan NaCl 0,35 gram, didiamkan selama 1 x 24 jam pada suhu 4°C. Selanjutnya filtrat ditempatkan pada *tube* sebanyak 1,5 ml, disentrifugasi selama 15 menit dengan kecepatan putaran 14.000 rpm pada suhu 4°C. Hasil sentrifugasi adalah endapan (pelet) dan cairan kental (supernatan). Supernatan diambil 5 ml dan diletakkan pada tabung reaksi. Setelah itu, filtrat digumpalkan dengan isopropil alkohol dengan perbandingan antara filtrat dan isopropil alkohol adalah 1:2. Setelah itu dilakukan penyaringan menggunakan kertas saring. Kemudian kertas saring dioven pada suhu 60-70°C selama lebih dari 48 jam hingga berat kertas konstan. Kertas saring yang telah dioven ditimbang, dihitung selisih dengan berat awal kemudian nilai yang didapatkan digunakan untuk menghitung kadar glukomanan dengan rumus 7 (Chairul dan Chairul, 2006):

$$\text{Glukomanan} = \frac{\text{Berat Kering (K akhir - K awal) (g)} \times \text{Volume Ekstrak (ml)}}{\text{Cuplikan (ml)} \times \text{Berat umbi (g)}} \times 100\% \quad (7)$$

### 3.4.7.2 Analisis kadar oksalat

Umbi Porang dilumatkan dan ditimbang 10 g. Sampel diletakkan pada cawan pengabuan dan diabukan sampai berbentuk abu warna putih. Sementara itu, dibuat larutan CaCl<sub>2</sub> 0,5%. Kemudian dilarutkan beberapa tetes indikator *methyl red* ke dalam 50 ml CaCl<sub>2</sub> 0,5% sampai berbentuk warna merah. Kemudian ditambah beberapa tetes NH<sub>4</sub>OH sampai terjadi perubahan warna menjadi kuning. Sementara itu, abu sampel dilarutkan dengan sedikit HCl pekat sampai terlarut kemudian diencerkan dengan aquades sampai volume 25 ml. Kemudian larutan abu-HCl tersebut ditambahkan ke dalam larutan warna kuning tadi sambil dipanaskan dan diaduk, lalu ditambahkan tetesan NH<sub>4</sub>OH sampai terbentuk endapan Ca-



oksalat, dan dilakukan berulang sampai terbentuk endapan yang sempurna. Setelah itu, endapan yang terbentuk disaring dengan menggunakan kertas saring yang telah diketahui massanya, sambil dilakukan pencucian sampai filtrat mempunyai pH netral. Residu+kertas saring dioven sampai berat konstan, kemudian kertas saring dikeringkan dan ditimbang. Kadar oksalat dihitung dengan rumus 8 (Sudarmadji dkk., 1997)

$$\text{Kadar oksalat} = \frac{\text{Berat akhir} - \text{Berat awal}}{\text{Berat bahan awal}} \times \frac{\text{BM oksalat}}{\text{BM Ca-oksalat}} \times 100\% \quad (8)$$

### 3.4.7.3 Analisis kadar air

Dengan metode oven yaitu daging umbi ditimbang 10 g, setelah itu dioven pada suhu 105°C selama 24 jam, kemudian di desikator selama 15 menit, lalu ditimbang hingga diperoleh berat konstan. Penentuan kadar umbi dihitung menggunakan rumus 9 (Pertiwi, 2009):

$$\% \text{ Kadar air} = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100 \quad (9)$$

Ket: A0: Massa umbi sebelum di oven (g)

A1: Massa umbi setelah di oven (g)

### 3.4.7.4 Analisis kadar etanol

Kadar etanol umbi diamati dengan metode spektrofotometri, sebanyak 0,5 g umbi diparut, dihomogenasi dengan 15 ml akuades, ditambahkan 12,5 ml kalsium kromat ( $K_2CrO_4$ ) 1% di spektrofotometri pada 470 nm menggunakan blanko etanol 96% dan dicatat absorbansinya. Data absorbansi digabungkan untuk tiap perlakuan kemudian dibuat kurva kandungan etanol (Day dan Underwood, 1999). Kurva standar etanol menggunakan larutan etanol P.A.

## 3.5 Analisis Data

Data yang diperoleh dari pengamatan karakter fisik pada perubahan warna dan bau dianalisis secara kuantitatif deskriptif. Untuk perubahan kekerasan, luasan area busuk umbi, susut bobot umbi, berat jenis, presentasi busuk umbi, umbi yang bertunas, kadar glukomanan, kadar oksalat, kadar etanol, dan kadar air dianalisis secara kuantitatif dan kemudian dianalisis varian menggunakan *software* SPSS 16.0. Dilakukan uji normalitas, apabila data berdistribusi normal maka dianalisis varian, sedangkan data yang berdistribusi tidak normal dianalisis menggunakan Kruskal-Wallis. Data yang memiliki varian homogen diuji varian menggunakan

analisis ANOVA, jika terdapat pengaruh antar tempat penyimpanan (R, T, L) dan masa penyimpanan, maka diuji lanjut menggunakan uji Tukey untuk menentukan perlakuan yang memberikan pengaruh berbeda. Data yang memiliki varian heterogen diuji varian menggunakan analisis Brown-Forsythe, jika terdapat pengaruh antar tempat penyimpanan (R, T, L) dan masa penyimpanan maka diuji lanjut menggunakan uji Games-Howell untuk menentukan perlakuan yang memberikan pengaruh beda ( $\alpha$  0.05). Hasil penelitian berupa perubahan fisik umbi porang selama penyimpanan disesuaikan dengan standar SNI: 7839:2013 untuk menentukan strategi tempat dan lama penyimpanan sesuai standar SNI.



## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Perubahan Karakter Fisik

#### 4.1.1 Karakter perubahan fisik pada bagian umbi yang cacat

Kerusakan terjadi pada umbi porang yang disimpan selama empat belas minggu (M-14) di tanah, rak, maupun lantai. Kerusakan tersebut berupa umbi bolong, berkerut, dan keropos (Lampiran 2). Munculnya jamur putih dan belatung pada umbi porang yang cacat diduga sebagai agen penyerta penyebab luka atau rusak pada umbi. Mikroorganisme yang terdapat pada tempat penyimpanan maupun di udara diduga dapat mempengaruhi kualitas komoditas selama penyimpanan. Pembusukan pada umbi dapat disebabkan oleh bakteri. Purwanti dkk. (2008) menyatakan bahwa perubahan warna pada umbi kentang busuk disebabkan adanya bakteri patogen berupa *Citrobacter*, *Phytophthora infestans*, dan *Erwinia carotovora*. Bakteri *Citrobacter* mampu menghasilkan PCDE (*Plant Cell Wall Degrading Enzymes*) yang dapat mengdegradasi dinding sel dan mengakibatkan organela yang berada di dalamnya keluar sehingga muncul lendir.

Umbi yang cacat juga mengalami perubahan bau dan warna yang bervariasi. Perubahan warna tersebut di antaranya cokelat (5YR3/4) kering, cokelat berair, dan hitam berair. Bagian umbi yang cacat memiliki bau tidak sedap yang semakin lama penyimpanan bau semakin menyengat. Perubahan warna kecokelatan pada umbi porang disebabkan adanya luka pada bagian umbi. Luka tersebut menyebabkan enzim *polyphenol oxidases* (PPO) dan senyawa polifenolik, termasuk tannin, mengalami kontak langsung dengan oksigen di udara (Zhao dkk., 2010, Homaida dkk., 2017, Richana dan Sunarti, 2004). Enzim PPO mengkatalis reaksi oksidasi senyawa fenolik menjadi quinone yang selanjutnya terpolimerisasi menjadi pigmen melanin yang berwarna gelap (Friedman, 1996). Sementara itu, Handayani dkk., (2013) menyatakan bahwa munculnya bau disebabkan oleh oksidasi lemak menghasilkan senyawa karbonil yang bereaksi dengan oksigen di udara.

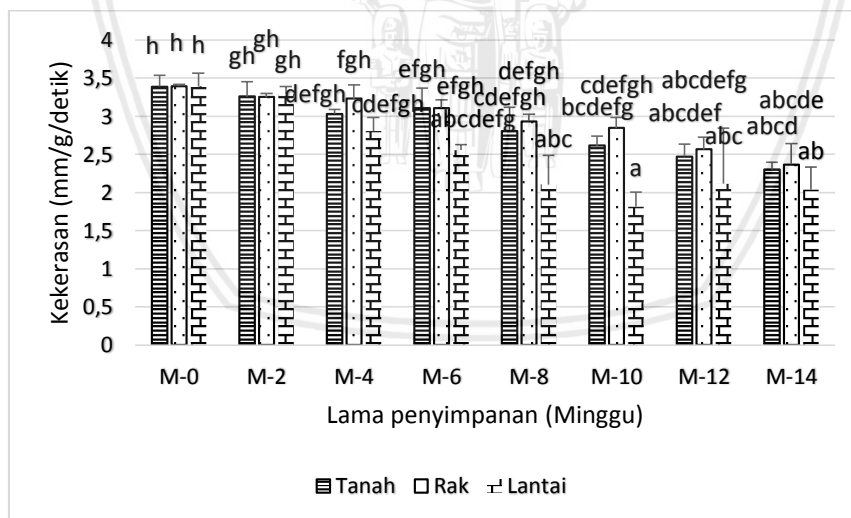
Pembusukan umbi dapat terjadi karena kondisi alami umbi (fisiologis), penanganan selama pertumbuhan dan pascapanen yang kurang tepat. Adanya infeksi oleh mikroorganisme selama penyimpanan dapat menyebabkan kerusakan pada umbi. Pada umbi kentang ditemukan mikroorganisme patogen berupa *Botryodiplodia* dan *Fusarium* spp, yang menyebabkan busuk kering. *Sclerotium rolfsii* Sacc dan *Erwinia* sp, yang menyebabkan busuk hitam dan busuk lunak (Estiasih dkk., 2017).



#### 4.1.2 Tingkat kekerasan umbi porang selama penyimpanan

Berdasarkan hasil ANOVA diketahui bahwa terdapat interaksi signifikan antara tempat dan lama penyimpanan terhadap kekerasan umbi (Lampiran 3.1). Nilai kekerasan umbi pada awal penyimpanan (M-0) yaitu 3,39 mm/g/detik yang tidak berbeda nyata di antara tiga tempat penyimpanan (tanah, rak dan lantai). Kekerasan umbi selama penyimpanan mengalami penurunan tertinggi di minggu kesepuluh (M-10) pada lantai yaitu 1,81±1,58 mm/g/detik. Kekerasan umbi pada tanah dan rak juga mengalami penurunan tetapi tidak berbeda nyata.

Kekerasan umbi pada penyimpanan di lantai meningkat pada minggu kedua belas (M-12) (2,11 ± 0,3 mm/g/detik) dan minggu keempat belas (M-14) (2 ± 0,19 mm/g/detik), tetapi kekerasan umbi pada tempat penyimpanan di tanah dan rak menurun (Gambar 4.1). Penurunan nilai kekerasan selama penyimpanan disebabkan proses respirasi yang merombak pati menjadi gula sederhana, sehingga jumlah pati di dalam umbi menurun dan menyebabkan umbi menjadi lunak (Asgar dan Rahayu, 2014). Peningkatan kekerasan pada M-12 dan M-14 pada lantai diduga karena selama penyimpanan terjadi proses transpirasi yang menyebabkan kadar air dalam umbi berkurang sehingga umbi menjadi keras. Adanya perubahan penurunan dan peningkatan kekerasan umbi porang pada penyimpanan di lantai disebabkan oleh tidak adanya sirkulasi udara yang baik.



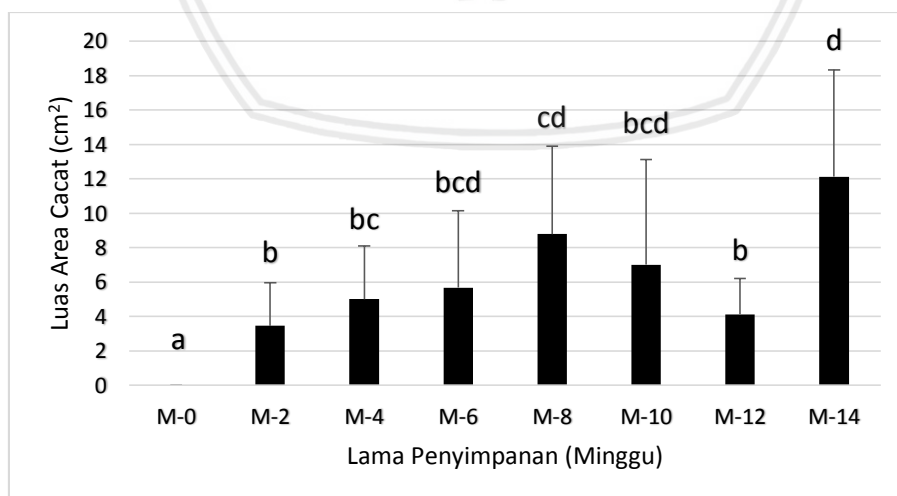
Gambar 4.1 Kekerasan umbi porang pada tiga tempat penyimpanan selama 14 minggu. Notasi untuk membandingkan antar tempat pada satu waktu penyimpanan dan membandingkan satu tempat antar waktu penyimpanan. Huruf yang sama pada setiap balok menunjukkan tidak berbeda nyata pada  $\alpha$  0,05 (n = 3).

Kekerasan umbi dipengaruhi oleh kandungan total zat padat, terutama pati. Tingginya penurunan kekerasan disebabkan oleh tingginya susut bobot dan kerusakan mekanis yang terjadi (Asgar dan Kusdiby, 1997). Pantastico, (1986) menyebutkan bahwa selama penyimpanan, menurunnya nilai kekerasan disebabkan oleh pembongkaran protopektin yang

tak larut menjadi asam pektat dan pektin yang lebih mudah larut. Sementara Salunkhe (1976) menyebutkan bahwa proses pelunakan dapat disebabkan oleh terdegradasinya pati dalam bahan, terutama untuk bahan yang mengandung pati dalam jumlah tinggi dan apabila transpirasi umbi tidak dicegah, maka produk akan menjadi keriput, keras, sehingga tidak layak konsumsi. Penelitian sebelumnya mengenai metode penyimpanan umbi meunjukkan bahwa ubi jalar tanpa kemasan memiliki kekerasan yang rendah dibanding dengan ubi jalar yang disimpan dalam kemasan plastik (Pertiwi, 2009).

#### 4.1.3 Luas area cacat umbi porang selama penyimpanan

Berdasarkan hasil ANOVA lama penyimpanan berpengaruh signifikan pada luas area busuk umbi (Lampiran 3.2). Hasil penelitian (Gambar 4.2) menunjukkan luas area busuk umbi meningkat dari minggu kedua (M-2) hingga minggu kedelapan (M-8), yaitu seluas  $3,44 \text{ cm}^2$  menjadi  $8,78 \pm 5,34 \text{ cm}^2$ . Penurunan luas area busuk umbi terjadi pada minggu kesepuluh (M-10) ( $7 \pm 1,78 \text{ cm}^2$ ) dan minggu keduabelas (M-12) ( $4,11 \pm 4,67 \text{ cm}^2$ ). Luas area busuk tertinggi terlihat pada minggu keempat belas (M-14) ( $12,11 \pm 8 \text{ cm}^2$ ). Terjadinya penurunan luas area busuk pada M-10 dan M-12 disebabkan perubahan gejala busuk pada tiap minggu pengamatan. Umbi mengalami busuk berair pada awal penyimpanan, kemudian menjadi kering (mengkerut) setelah beberapa waktu penyimpanan, sehingga luas area busuk mengecil. Pada umumnya, semakin lama penyimpanan, busuk umbi akan semakin meluas (Rini, 2016). Adanya mikroorganisme yang mengonsumsi hasil perombakan pati selama penyimpanan menyebabkan luas area busuk semakin meningkat.



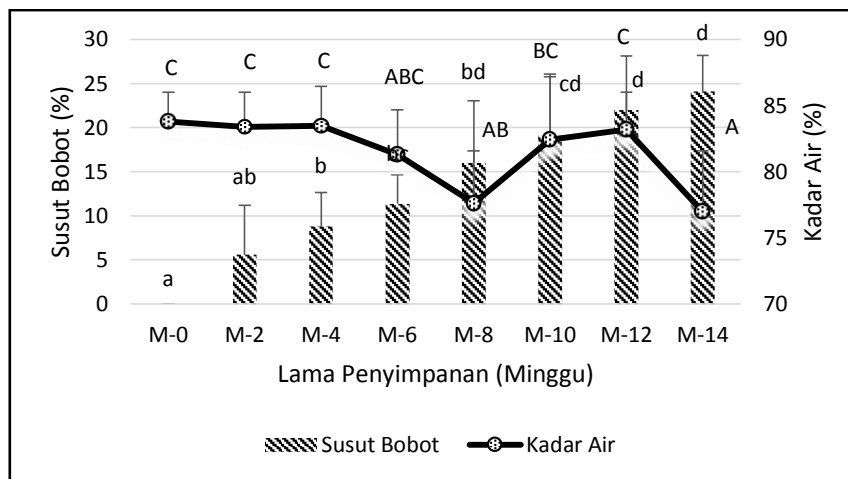
Gambar 4.2 Luas area cacat pada umbi porang selama penyimpanan (14 minggu). Huruf yang sama pada setiap balok menunjukkan tidak berbeda nyata pada  $\alpha 0,05$ . (  $n = 9$  ).

Mikroorganisme penyebab kerusakan pada umbi terdapat di udara maupun tanah. Kerusakan pascapanen yang disebabkan mikroorganisme pada masing-masing komoditas bervariasi, demikian juga waktu berlangsungnya infeksi. Infeksi oleh mikroorganisme dapat terjadi selama pertumbuhan atau setelah pemanenan yang dipicu karena adanya kerusakan fisik pada komoditas, misalnya kulit. Kulit umbi berfungsi sebagai *barier* atau pelindung dari serangan bakteri atau jamur. Apabila kulit rusak, maka infeksi oleh mikroorganisme patogen akan meluas (Estiasih dkk., 2017).

#### 4.1.4 Susut bobot dan kadar air pada umbi porang selama penyimpanan

Berdasarkan hasil ANOVA lama penyimpanan berpengaruh signifikan pada susut bobot umbi dan kadar air (Lampiran 3.3, Lampiran 3.4). Air pada bahan pangan berperan sebagai pelarut selama proses metabolisme. Apabila bahan pangan disimpan terlalu lama, maka kadar air berkurang hingga mengalami pengerutan secara bertahap (Kafiya dkk., 2016). Hal ini juga dialami umbi porang yang menyebabkan pengerutan selama penyimpanan (Gambar 4.5). Susut bobot pada penyimpanan minggu kedua (M-2) sebesar 5,58 % dan terus bertambah hingga minggu keempat belas (M-14) sebesar 24,07 % yang dihitung dari awal penyimpanan umbi (M-0). Susut bobot diikuti dengan penurunan kadar air selama penyimpanan mengalami perubahan fluktuatif. Kadar air tidak berbeda signifikan pada awal penyimpanan (M-0) (83,8 %), minggu kedua (M-2) (83,39 %), dan minggu keempat (M-4) (83,47 %). Akan tetapi kadar air mengalami penurunan pada minggu keenam (M-6) (81,31 %) dan minggu kedelapan (M-8) (77,62 %), kemudian meningkat pada minggu kesepuluh (M-10) (82,43 %) dan minggu keduabelas (M-12) (83,2 %). Kadar air terendah terjadi pada minggu keempat belas (M-14) (76,99 %) (Gambar 4.3).

Fluktuasi kadar air selama penyimpanan disebabkan adanya proses respirasi dan transpirasi. Transpirasi menyebabkan penurunan kadar air, sedangkan respirasi menyebabkan peningkatan kadar air. Semakin lama penyimpanan umbi porang, maka susut bobot semakin meningkat, sedangkan kadar air semakin menurun. Hal ini sesuai dengan hasil analisis korelasi yang menunjukkan adanya korelasi negatif persentase susut bobot dan kadar air sebesar  $-384^{**}$ . Semakin meningkat nilai susut bobot umbi porang, maka kadar airnya semakin menurun.



Gambar 4.3 Susut bobot dan kadar air umbi porang selama penyimpanan (14 minggu). Notasi huruf kecil untuk membandingkan nilai susut bobot (%) dan notasi huruf besar untuk membandingkan nilai kadar air (%) pada umbi porang selama penyimpanan (minggu). Huruf yang sama pada setiap balok menunjukkan tidak berbeda nyata pada  $\alpha$  0,05 (n = 9).

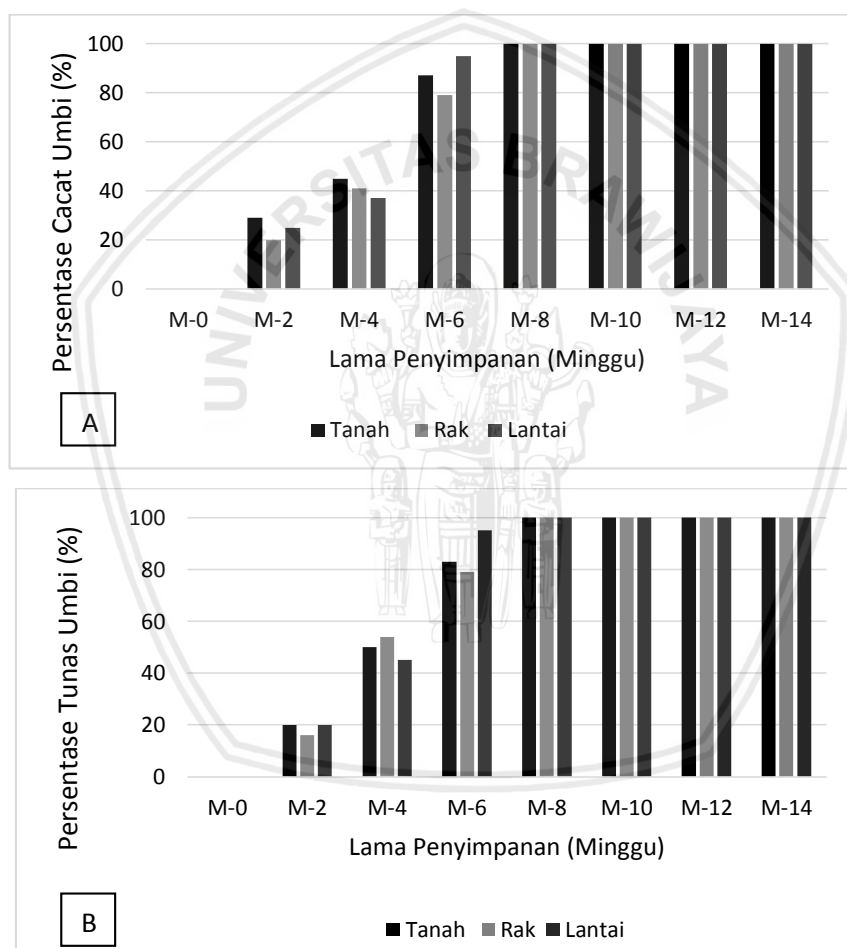
Susut bobot dapat meningkat selama penyimpanan. Penyusutan bobot umbi disebabkan hilangnya air selama proses transpirasi dan penguapan gas-gas hasil penguraian glukosa menjadi karbondioksida selama proses respirasi pada saat penyimpanan (Sartika, 2009). Proses respirasi menghasilkan gas CO<sub>2</sub>, air, dan energi. Energi berupa panas, air dan gas yang dihasilkan akan menguap (Butchbaker dkk., 1973). Susut bobot umbi talas yang disimpan selama 15 hari lebih tinggi dibanding umbi yang disimpan selama 5 dan 10 hari. Penelitian yang dilakukan Asgar dan Rahayu, (2014) pada umbi kentang juga menunjukkan bahwa nilai kadar air selama penyimpanan tidak berbeda nyata, tetapi terdapat kecenderungan bahwa semakin lama umbi disimpan, maka semakin rendah kadar airnya. Kadar air ubi jalar pada saat penyimpanan (kadar air awal sebesar 65,71 %) menurun berturut-turut untuk perlakuan dalam ruang alas terpal, dalam kotak taburan serbuk gergaji, dalam tanah alas tumpukan plastik jerami, dan dalam tanah alas tumpukan pasir-jerami adalah 58,96%, 59,71%, 61,36% dan 61,5% (Kafiya dkk., 2016), Penyusutan ubi jalar pada penyimpanan suhu ruang lebih banyak dibanding penyimpanan pada suhu dingin. Susut bobot ubi jalar Gisting selama delapan minggu penyimpanan di suhu ruang mencapai 16,87 % sedangkan penyimpanan di suhu dingin hanya 10,12 %. Hal yang sama juga terjadi pada ubi jalar Marga penyimpanan suhu ruang mengalami penyusutan mencapai 19,84 % sedangkan susut bobot pada suhu dingin 14,66 % (Narullita dkk., 2013).

#### 4.1.5 Persentase cacat dan bertunas pada umbi porang selama penyimpanan

Persentase umbi cacat dan bertunas selama penyimpanan semakin meningkat pada penelitian ini (Lampiran 4). Pada minggu kedua (M-2) umbi yang disimpan di tanah, rak dan lantai telah mengalami pembusukan dan pertunasan. Pada minggu keempat (M-4) hingga

minggu keenam (M-6), persentase umbi busuk dan umbi bertunas meningkat, kemudian pada minggu kedelapan (M-8), semua umbi pada ketiga tempat penyimpanan mengalami pembusukan dan pertunasan. Semakin lama penyimpanan, selain umbi yang mengalami pembusukan semakin banyak umbi yang mengalami pertunasan juga semakin banyak (Gambar 4.4).

Proses respirasi merombak bahan organik dalam umbi, sehingga umbi kehilangan bahan organik dan menghasilkan energi untuk pertumbuhan. Peningkatan persentase umbi bertunas karena pembusukan yang hanya terjadi pada sebagian bagian umbi. Proses fisiologis, seperti respirasi pada bagian umbi yang tidak mengalami pembusukan tetap berjalan normal. Proses tersebut menghasilkan energi yang digunakan untuk pertunasan.



Gambar 4.4 Presentase umbi cacat dan umbi bertunas selama 14 minggu penyimpanan. (A) Presentase umbi cacat dan (B) Presentase umbi bertunas pada umbi porang selama penyimpanan ( n = 24)

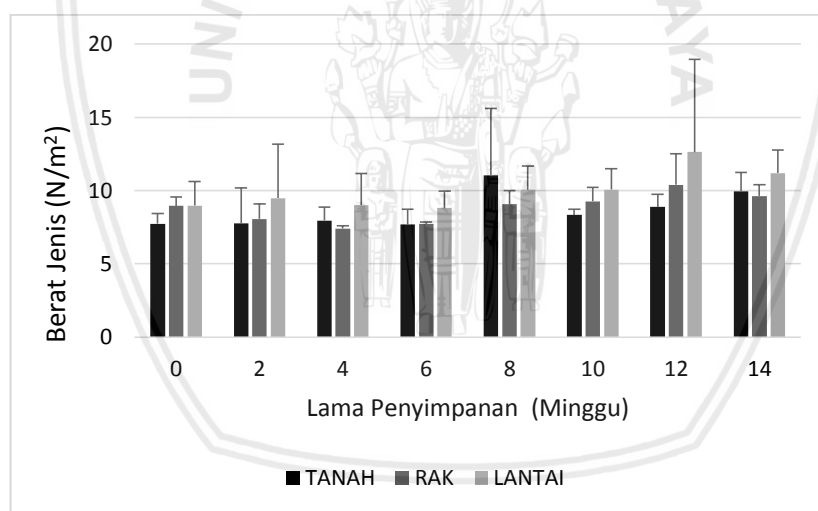
Tunas merupakan bagian tumbuhan yang baru, umumnya akan tumbuh setelah satu minggu penyimpanan pada ubi jalar. Respirasi merupakan proses katabolisme untuk memperoleh energi yang diperlukan untuk pertunasan (pertumbuhan) Selama masa penyimpanan, ubi jalar mengalami pertunasan yang harus dihindari (Narulita dkk., 2013).



#### 4.1.6 Berat jenis umbi porang selama penyimpanan

Berdasarkan hasil ANOVA, tempat dan lama penyimpanan tidak berpengaruh terhadap berat jenis umbi (Lampiran 3.5). Hasil penelitian berat jenis pada minggu keempat (M-4) ( $7,4 \text{ N/m}^2$ ) di rak merupakan berat jenis terendah selama penyimpanan, sedangkan pada minggu kedua belas (M-12) ( $12,62 \text{ N/m}^2$ ) di lantai merupakan berat jenis tertinggi (Gambar 4.5).

Adanya peningkatan dan penurunan berat jenis diduga karena penurunan berat umbi lebih kecil dibandingkan penurunan ukuran/volume. Hal itu mengakibatkan nilai faktor pembagi yaitu ukuran/volume lebih kecil dari nilai faktor yang dibagi yaitu massa, sehingga nilai berat jenis mengalami sedikit peningkatan. Sementara itu, berat jenis yang menurun diduga karena penurunan berat umbi yang lebih besar dibandingkan penurunan ukuran/volume mengakibatkan nilai faktor pembagi yaitu ukuran/volume lebih besar dari nilai faktor yang dibagi yaitu massa, sehingga nilai berat jenis mengalami sedikit penurunan. Berdasarkan hal tersebut diketahui bahwa penurunan berat tidak berbanding lurus dengan penurunan volume selama penyimpanan umbi.



Gambar 4.5 Berat jenis umbi porang pada tiga tempat penyimpanan selama 14 minggu. Huruf yang sama pada setiap balok menunjukkan tidak berbeda nyata pada  $\alpha 0,05$  ( $n = 42$ ).

Berat jenis merupakan kandungan bahan kering dalam umbi termasuk pati. Perbedaan pati dalam umbi dapat mempengaruhi rendemennya. Rendemen yaitu perbandingan antara produk yang dihasilkan dengan banyaknya bahan yang digunakan. Rendemen dipengaruhi oleh berat jenis (Asgar dan Rahayu, 2014). Berat jenis mempunyai korelasi positif dengan kandungan bahan padat, semakin tinggi kandungan bahan padat, maka semakin baik klon tersebut untuk digunakan sebagai bahan baku (Basuki dkk., 2005).

Berat jenis pada umbi kentang digunakan untuk menentukan kandungan bahan kering. Berat jenis yang tinggi menunjukkan kandungan bahan kering yang tinggi pada umbi kentang.

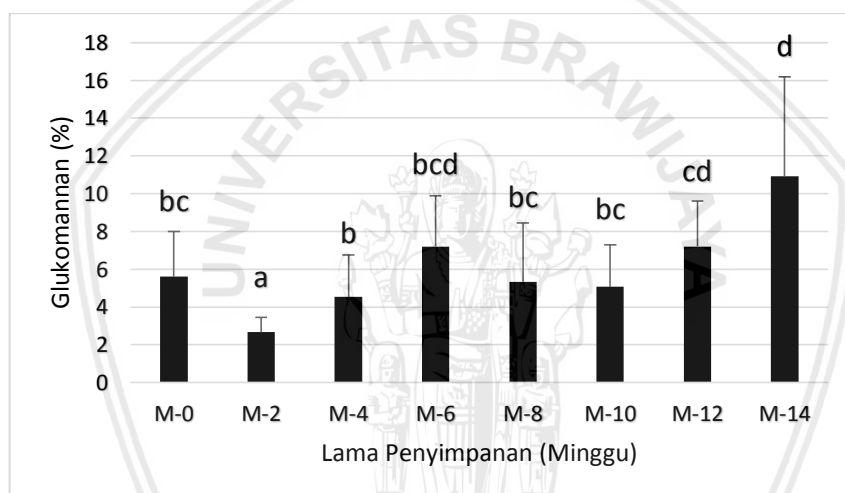


Apabila berat jenis pada umbi kentang lebih dari 1,10, berarti umbi kentang memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi dan bila berat jenis dibawah 1,05 akan memperlihatkan tekstur yang kurang baik. Berat jenis umbi kentang pada kesembilan klon dan Granola tidak berbeda yang berkisar antara 1,032-1,064 (Asgar dkk., 2011). Berat jenis dipengaruhi umur umbi, faktor varietas, cara bercocok tanam dan keadaan tanah tempat tubuh tanaman. Semakin tua umur umbi, maka berat jenisnya semakin tinggi (Asgar dan Kusdiby, 1997).

## 4.2 Perubahan Karakter Kimia

### 4.2.1 Glukomanan pada umbi porang selama penyimpanan (%)

Berdasarkan hasil uji ANOVA, lama penyimpanan berpengaruh signifikan pada kadar glukomanan (Lampiran 3.6) namun hasilnya berfluktuasi (Gambar 4.7).



Gambar 4.7 Kandungan glukomanan umbi porang selama penyimpanan 14 minggu. Huruf yang sama pada setiap balok menunjukkan tidak berbeda nyata pada  $\alpha$  0,05 (n = 9)

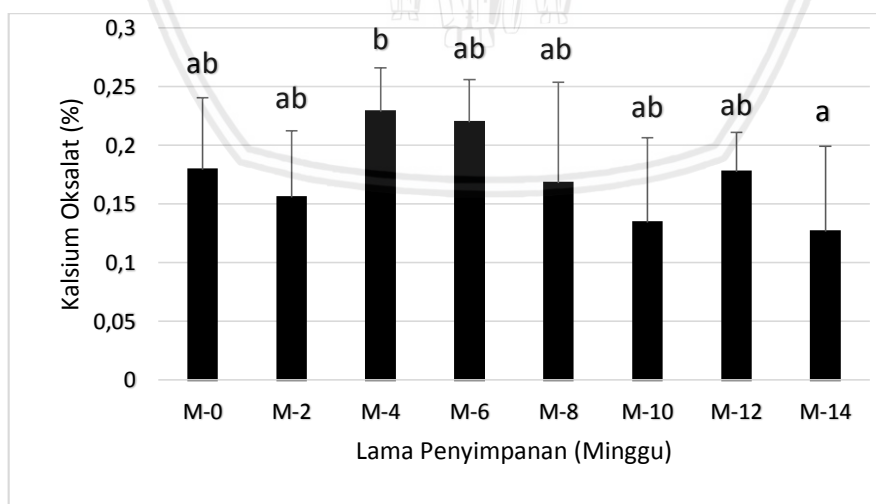
Tidak terdapat kecenderungan pada penelitian ini yang menunjukkan penurunan atau kenaikan kadar glukomanan selama masa penyimpanan, sementara itu pada beberapa penelitian terdahulu, kadar karbohidrat (pati) cenderung menurun yang disebabkan karena proses respirasi selama penyimpanan umbi (Harijono dkk., 2010). Fenomena yang berbeda pada penelitian ini diduga berkaitan dengan proses ekstraksi yang tidak dapat memisahkan glukomannan dengan baik. Ketika penambahan isopropil alkohol (IPA), glukomanan menggumpal di bagian atas akan tetapi pada minggu keempat (M-4) gumpalan glukomanan menyebar kebagian tengah tabung reaksi dan minggu keenam (M-6) hingga minggu empat belas (M-14) terbentuk warna putih namun tidak berada pada bagian atas tetapi menyebar kebagian bawah, hal ini diduga glukomanan sudah terdegradasi menjadi lebih sederhana, namun tetap terdeteksi dengan pemberian IPA dan ketika ditimbang beratnya hampir sama dengan glukomanan yang berada

di atas, sehingga pada penelitian ini diduga kualitas glukomanan pada umbi selama penyimpanan yaitu pada minggu keempat (M-4) – minggu keempat belas (M-14) mengalami penurunan, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut. Enzim glukosidase berfungsi untuk memotong ikatan rantai glukosa dengan manosa sehingga hasil akhir hidrolisis berupa glukosa dan manosa. Peningkatan aktivitas mananase selama pertunasan sejauh ini belum ada yang melaporkan (Harijono dkk., 2010).

Perbedaan kadar glukomanan umbi porang disebabkan oleh berat dan lokasi tumbuh yang berbeda (Wigoeno dkk., 2013), diduga dipengaruhi oleh faktor genetik dan faktor lingkungan (Arumingtyas dan Fatimah, 2015) seperti ketersediaan air, ketersediaan CO<sub>2</sub>, pengaruh cahaya, dan pengaruh suhu (Lakitan, 2008).

#### 4.2.2 Kalsium oksalat pada umbi porang selama penyimpanan

Berdasarkan hasil uji statistika ANOVA, masa penyimpanan berpengaruh signifikan terhadap kadar kalsium oksalat (Lampiran 3.7). Hasil penelitian selama penyimpanan kadar kalsium oksalat berfluktuatif, jika dilihat berdasarkan notasi anova tidak berbeda signifikan kecuali pada minggu keempat (M-4) dan empat belas (M-14) (Gambar 4.8). Penurunan atau peningkatan selama masa penyimpanan pada umbi lebih dipengaruhi pada awal pertumbuhan umbi dikarenakan beberapa faktor yaitu faktor internal dan faktor eksternal (lingkungan) yang mendukung akumulasi kalsium oksalat pada umbi sehingga dibutuhkan suatu metode untuk menurunkan kadar kalsium oksalat yang tidak diinginkan.



Gambar 4.8 Kandungan kalsium oksalat pada umbi selama penyimpanan 14 minggu. Huruf yang sama pada setiap balok menunjukkan tidak berbeda nyata pada  $\alpha$  0,05 (n = 9)

Faktor lingkungan memberi pengaruh terhadap pembentukan kristal kalsium oksalat, seperti paparan cahaya matahari yang berkaitan dengan peningkatan proses metabolisme yang

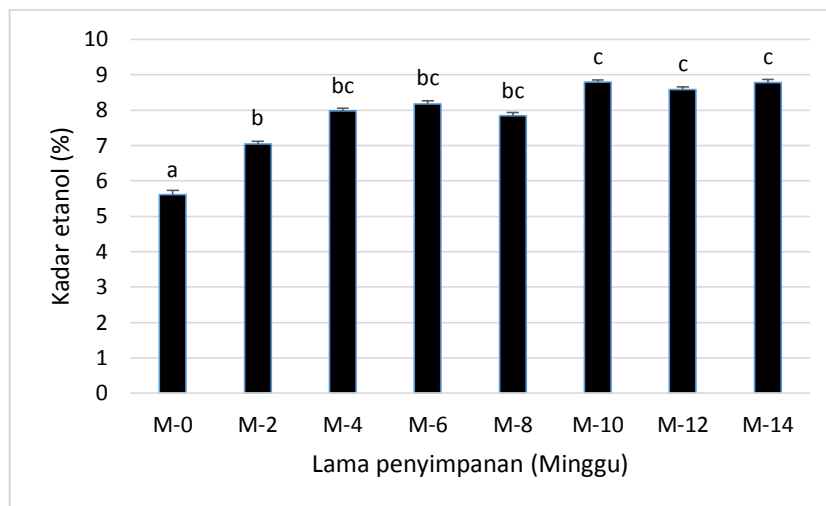
menghasilkan zat prekursor pembentuk oksalat. Ketika intensitas cahaya meningkat, maka kecepatan metabolisme tanaman dan pengambilan ion Ca juga mengalami peningkatan. Jika kecepatan metabolisme sel meningkat, maka sintesis asam askorbat dan glioksilat yang merupakan prekursor pembentukan oksalat juga meningkat. Reaksi yang terjadi antara oksalat dan ion Ca dapat menginduksi pembentukan *idioblast* kristal (Cao, 2003).

Kandungan oksalat pada tanaman bervariasi berdasarkan umur tanaman, musim, cuaca dan jenis tanah (Caliskan, 2000). Kandungan oksalat dan kerapatan idioblast kristal kalsium oksalat umbi porang bervariasi pada periode tumbuh yang berbeda dan terdapat hubungan langsung antara iklim dan unsur hara terhadap kandungan kalsium oksalat pada porang (Indriyani, 2011).

Savage dkk., (2008) mengamati *Oca (Oxalis tuberosa Mol.)* yang disimpan di unibag selama 6 minggu dengan suhu 16,4°C dan kelembaban 69,2% memiliki kandungan oksalat yang tidak berbeda signifikan pada umbi. Belum terdapat Penelitian tentang kalsium oksalat pada umbi porang segar selama penyimpanan, sehingga referensi terkait dengan data yang diperoleh masih sangat sedikit.

#### **4.2.3 Etanol Pada Umbi Porang Selama Penyimpanan**

Berdasarkan hasil ANOVA masa penyimpanan berpengaruh signifikan pada kadar etanol umbi (Lampiran 3.9). Hasil penelitian kadar etanol umbi selama penyimpanan cenderung meningkat dibandingkan pada awal penyimpanan (Gambar 4.9). Peningkatan kadar etanol selama penyimpanan dikarenakan adanya mikroorganisme patogen yang mengkonsumsi hasil respirasi berupa glukosa kemudian dirombak menjadi etanol. Adanya luka atau cacat pada umbi yang dapat memudahkan masuknya mikroorganisme patogen. Peningkatan kadar etanol merupakan suatu gejala pembusukan. Pembusukan menunjukkan perubahan kualitas umbi ke arah yang lebih buruk.



Gambar 4.9 Kandungan etanol pada umbi porang selama penyimpanan 14 minggu. Huruf yang sama setiap balok menunjukkan tidak berbeda nyata pada  $\alpha$  0,05. ( n = 9).

Parameter kadar air yang telah dibahas sebelumnya diketahui kadar air terendah pada minggu keempat belas (M-14) penyimpanan dan kadar etanol pada umbi M-14 meningkat signifikan. Kadar air yang rendah dan adanya peningkatan kadar etanol yang signifikan mengindikasikan terjadinya kebusukan pada umbi.

Etanol merupakan alkohol yang diperoleh dari fermentasi bahan-bahan yang mengandung gula, pati atau selulosa. Etanol dapat diproduksi dari bahan baku tanaman yang mengandung pati seperti ubi kayu, ubi jalar, jagung, sagu dan talas biasanya disebut bioetanol. Produksi etanol dengan bahan baku tanaman yang mengandung pati atau karbohidrat melalui proses konversi karbohidrat menjadi gula (glukosa) larut air (Dudley, 2004). Fermentasi anaerob gula yang dilakukan oleh *yeast* menghasilkan etanol buah (Dudley, 2004). Persamaan 10 merupakan reaksi respirasi anaerob (Jain dan Sharma, 2004) :



Ding dkk., (2006) melakukan penelitian terhadap buah Loquat (*Eriobotrya japonica*) yang disimpan serta mengamati tingkat kebusukan berdasarkan kadar etanolnya. Terdapat kebusukan buah yang berangsur-angsur meningkat seiring lamanya waktu penyimpanan. Kandungan etanol dalam buah Loquat mengalami sedikit peningkatan setelah satu bulan penyimpanan.

### 4.3 Pengaruh Lama dan Tempat Penyimpanan terhadap Perubahan Fisiko-kimia Umbi Porang

Pada penelitian ini umbi porang yang disimpan selama 14 minggu mengalami perubahan warna yaitu cokelat (5YR3/4) kering, cokelat berair, hitam berair. Pada bagian cacat muncul bau yang semakin lama penyimpanan semakin menyengat. Bau busuk umbi semakin menyengat disertai organisme penyerta seperti jamur dan serangga pada minggu-minggu selama penyimpanan. Munculnya bau tidak sedap disebabkan karena oksidasi lemak yang menghasilkan senyawa karbonil yang bereaksi dengan oksigen di udara. Pada minggu kedua (M-2) luas area cacat umbi mulai meningkat pada tempat penyimpanan di lantai yang diikuti penyimpanan di tanah dan rak, ukuran diameter area busuk umbi semakin meluas dengan semakin lamanya penyimpanan. Selain itu umbi porang juga mengalami susut bobot diminggu kedua (M-2) penyimpanan pada penyimpanan di tanah. Semakin lama penyimpanan susut bobot umbi semakin meningkat.

Perubahan karakter berupa munculnya cacat mulai pada minggu kedua (M-2), penyimpanan di tanah merupakan persentase tertinggi, semakin lama penyimpanan persentase cacat umbi semakin meningkat. Perubahan karakter berupa munculnya tunas mulai pada minggu kedua (M-2) penyimpanan, semakin lama penyimpanan persentase umbi bertunas semakin meningkat. Perubahan karakter berupa penurunan kadar glukomanan mulai pada minggu kedua (M-2) terjadi pada ketiga tempat penyimpanan. Kadar glukomanan selama penyimpanan berfluktuasi. Perubahan karakter berupa meningkatnya kadar etanol pada minggu kedua (M-2) terjadi pada tempat penyimpanan di lantai, semakin lama penyimpanan kadar etanol semakin meningkat.

Pada minggu keempat (M-4) umbi porang mengalami perubahan kekerasan pada tempat penyimpanan di lantai. Semakin lama penyimpanan kekerasan umbi semakin menurun. Perubahan karakter berat jenis umbi porang selama penyimpanan berfluktuasi, pada minggu keempat (M-4) memiliki berat jenis terendah pada penyimpanan di rak. Perubahan karakter berupa kadar kalsium oksalat pada umbi porang selama penyimpanan berfluktuasi, pada minggu keempat (M-4) memiliki kadar kalsium oksalat tertinggi pada tempat penyimpanan di lantai. Kadar air baru mengalami perubahan pada minggu keenam (M-6). Kadar air selama penyimpanan berfluktuasi.

Tabel 4.1 Perubahan karakter fisiko-kimia umbi porang berdasarkan lama penyimpanan dan tempat penyimpanan.

NO	Parameter	Muncul Gejala										
		Lama Penyimpanan (Minggu)							Tempat Penyimpanan			
		0	2	4	6	8	10	12	14	Tanah	Rak	Lantai
1	Warna (%)	Cokelat (5YR3/4) kering, cokelat berair, hitam berair dan muncul penyerta (jamur putih dan belatung)										
2	Bau (%)	Muncul bau yang semakin lama penyimpanan semakin menyengat.										
3	Kekerasan (mm/g/detik)			✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓
4	Luas Area Busuk Umbi (cm <sup>2</sup> )		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓
5	Susut bobot (%)		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
6	Kadar Air (%)				✓	✓	✓	✓	✓			✓
7	Persentase umbi busuk		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
8	Persentase umbi bertunas		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
9	Berat Jenis (N/m <sup>2</sup> )			✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
10	Glukomanan (%)		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
11	Kalsium Oksalat (%)			✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓
12	Etanol (%)		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓

Ket : (✓) Perubahan pada umbi

#### 4.4 Kualitas Umbi Porang selama Penyimpanan (Kualitas Umbi Porang Hasil Penyimpanan) berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI: 7839:2013)

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa umbi porang yang disimpan mengalami perubahan karakter baik fisik maupun kimia. Pada SNI umbi porang (SNI: 7839:2013) telah ditetapkan persyaratan umum dan khusus umbi porang agar dapat memenuhi perkembangan pasar yang cukup tinggi. Dari lima persyaratan umum kualitas umbi porang yang ditetapkan hanya tiga yang dapat dipenuhi bila umur penyimpanan tidak lebih dari dua minggu. Setelah disimpan selama dua minggu mulai terdapat bagian umbi yang cacat dan berpenyakit. Sedangkan umbi keriput baru terdeteksi pada minggu kesepuluh. Umbi bertunas juga mulai muncul pada minggu kedua (Tabel 4.4). Menurut SNI: 7839:2013 terdapat beberapa istilah yang digunakan untuk mencerminkan kerusakan umbi, yaitu: Boleng ialah cacat yang disebabkan karena faktor biologis (hama) yang menyebabkan umbi berwarna coklat tua dan tidak merata. Keriput ialah cacat yang disebabkan karena umbi belum saatnya dipanen, ditandai dengan umbi berkerut. Keropos ialah cacat yang disebabkan oleh faktor biologis



(hama) yang menyebabkan umbi berongga-rongga, kering dan berwarna kehitaman. Umbi menghitam ialah cacat yang disebabkan karena serangan penyakit (SNI, 2013).

Berdasarkan persyaratan khusus kualitas umbi porang sebagaimana yang ada di SNI, kerusakan umbi secara mekanis dibandingkan dengan hasil penelitian selama penyimpanan yaitu tidak terdapat kerusakan umbi secara mekanis karena ketika pemilihan umbi porang telah diseleksi dengan baik sehingga berdasarkan SNI dapat diterima. Bobot umbi mulai menurun di minggu kedua penyimpanan (M-2). Umbi mengalami kerusakan biologis pada minggu kedua (M-2). Perubahan fisiologis umbi mulai terjadi pada minggu kedua (M-2) penyimpanan (Tabel 4.4).

Tabel 4.2 Perbandingan Standar Nasional Indonesia (SNI: 7839:2013) dan Hasil Penelitian

No	I. Persyaratan umum kualitas umbi porang				Hasil Penelitian
	1	Bersih dan bebas kotoran			
2	Bebas dari penyakit				Ada penyakit yang mulai muncul pada minggu kedua (M-2)
3	Tidak ada bagian umbi yang busuk				Ada bagian umbi busuk yang mulai muncul pada minggu kedua (M-2)
4	Bebas dari tumbuhnya tunas				Ada tunas yang mulai tumbuh pada minggu kedua (M-2)
5	Umbi utuh, tidak keriput				Ada keriput pada minggu kesepuluh (M-10)
No	II. Persyaratan khusus				Hasil Penelitian
	Kelas Mutu	I	II	III	
1	Bobot (kg)	>2	1-2	0,5 - <1	Ada penyusutan bobot mulai minggu kedua (M-2) penyimpanan, berat akhir umbi di minggu keempat belas (M-14) yaitu 635-1129 kg berarti dapat digolongkan pada mutu II (1-2 kg) dan III (0,5-<1).
2	Kerusakan biologis (%)	≤ 3	> 3 - ≤ 5	> 5 - ≤ 7	Ada kerusakan biologis mulai minggu kedua (M-2) penyimpanan, cacat umbi 20-30%
3	Kerusakan fisiologis (%)				Ada kerusakan fisiologis mulai (M-2) penyimpanan, muncul tunas 17-20%
4	Kerusakan mekanis (%)				Tidak ada kerusakan mekanis

## BAB V PENUTUP

### 5.1 KESIMPULAN

Selama penyimpanan 14 minggu umbi porang mengalami perubahan beberapa karakter fisik. Umbi cacat yang ditandai dengan perubahan warna, bau dan muncul penyerta berupa jamur putih dan belatung. Kekerasan semakin menurun selama penyimpanan. Susut bobot semakin meningkat pada minggu kedua dan semakin meningkat dengan semakin bertambahnya lama penyimpanan. Semakin lama penyimpanan luas area cacat umbi semakin meningkat diiringi dengan bertambahnya susut bobot sedangkan berat jenis umbi porang berfluktuatif. Tunas mulai muncul pada umur penyimpanan dua minggu yang semakin bertambah sampai akhir masa penyimpanan.

Kandungan glukomanan, kalsium oksalat dan air berfluktuatif selama penyimpanan sedangkan etanol pada umbi semakin meningkat seiring dengan lama penyimpanan. Umbi porang sebaiknya disimpan di rak dan tidak lebih dari dua minggu untuk meminimalisir terjadinya kerusakan pascapanen umbi dan memenuhi standar SNI.

### 5.2 SARAN

Pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan analisis glukomanan menggunakan metode yang mampu memisahkan glukomanan yang memiliki kualitas baik dan glukomanan yang sudah terdegradasi pada umbi yang telah disimpan. Selain itu disarankan sebaiknya menggunakan sampel umbi yang memiliki berat seragam dan melakukan penyimpanan dengan kondisi lingkungan terkontrol.

## DAFTAR PUSTAKA

- Acquaah, S. G., G. S. Ayernor., B. B. Amoa., F. K. Saalia & E. O. Afoakwa. 2014. Spatial distribution of total phenolic content, enzymatic activities and browning in white yam (*Dioscorea rotundata*) tubers. *Journal Food Science Technology* 51(10):2833–2838.
- Ali, M. G., & S. Houshmand. 2010. Effects of mechanical damage and temperature on potato respiration rate and weight loss. *World Applied Sciences Journal* 8 (5) : 647-652.
- Ardhian, D. & S. Indriyani. 2013. Kandungan Oksalat Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Hasil Penanaman dengan Perlakuan Pupuk P dan K. *Journal Biotropika*: Edisi 1 No.2.
- Arumingtyas, E. L & A. A. Fatinah. 2015. Sequence variation of CSLA gene responsible for the synthesis of glucomannan in porang (*Amorphophallus muelleri* Blume). Collected from java, Indonesia. *Journal of life sciences and technologies* vol. 3, No.1
- Asgar, A & Kusdiby. 1997. Pengaruh varietas dan umur panen terhadap kualitas umbi kentang (*Solanum tuberosum* L.) sebagai bahan baku pembuatan keripik kentang. *Prosiding Seminar Teknologi Pangan*. 251-262.
- Asgar, A. & L. Marpaung. 1998. Pengaruh Umur Panen dan Lama Penyimpanan Terhadap Kualitas Umur Kentang Goreng. *Journal Hortikultura*. 8(3): 1208-1216.
- Asgar, A., & S. T. Rahayu. 2014. Pengaruh suhu penyimpanan dan waktu pengkondisian untuk mempertahankan kualitas kentang kultivar margahayu. *Berita Biologi* 13 (3) : 283-293.
- Asgar, A., S. T. Rahayu, M. Kusmana, & E. Sofiari. 2011. Uji Kualitas Umbi Beberapa Klon Kentang untuk Keripik. *Journal Hortikultura* 21(1):51-59.
- Backer, C.A. & Van Den Brink, R.C.B 1968. **Flora of Java (Spermatophytes Only) vol.III** Angiospermae family. The Ruksherbarium. Leyden.
- Basuki, R., S, Kusmana, & A. Dimiyati. 2005. Analisis Daya Hasil, Mutu, dan Respons Pengguna Terhadap Klon 380584.3, TS-2, FBA-4, I-1085, dan MF-II Sebagai Bahan Baku Keripik Kentang, *Journal Hortikultura*. Vol 15. 3:160-170.
- Bourne, M. C. 1999. **Overview of postharvest problem in fruits and vegetables, sec. edition**. National Academy Press. Washington DC.
- Butchbaker, A. F., W. J. Promersberger, & D. C. Nelson. 1973. Respiration and Weight Losses of Potatoes During Storage. *Farm Research*.

- Caliskan, M. 2000. The Metabolism of Oxalic Acid. *Turk Journal Zool*: (24) 103–106.
- Cao, H. 2003. **The Distribution of Calcium Oxalate Crystals In Genus *Dieffenbachia Schott*. And The Relationship Between Environmental Factors and Crystal Quantity and Quality.** University Of Florida. Thesis.
- Chairiyah, N., N, Harijati., & R, Mastuti. 2014. Pengaruh Waktu Panen Terhadap Kandungan Glukomanan Pada Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Periode Tumbuh Ketiga. *Research Journal Of Life Science*. V.01 No.01.
- Chairul & S.M. Chairul. 2006. Isolasi Glukomanan dari Dua Jenis Araceae: Talas (*Colocasia esculenta* (L) Schott dan Iles-iles (*Amorphophallus campanulatus* Blumei), *Berita Biologi* 8 (3): 171-178.
- Chua, M., T, J, Hocking., K, Chan., & T, C, Baldwin. 2013. Temporal and Spatial Regulation of Glucomannan Deposition and Mobilization In Corms of *Amorphophallus Konjac* (Araceae). *American Journal of Botany*. 100 (2): 337-345.
- David, J., & K, C, Juliana. 2016. Penanganan Pasca Panen Penyimpanan untuk Komoditas Hortikultura. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian*. Banjarbaru 20 juli 2016.
- Day, R. A. & A. L. Underwood. 1999. **Qualitative Analysis**. Prentice-Hall Of India Pvt. Limited.
- Ding, Z., S. Tian, Y. Wang, B. Li, Z. Chan, J. Han, & Y. Xu. 2006. Physiological Response of oquat Fruit to Different Storage Conditions and Its Storability. *Postharvest Biology and Technology*. Vol. 41, pp. 143-150.
- Dudley, R., 2004. Ethanol, Fruit Ripening, and the Historical Origins of Human Alcoholism in Primate Frugivory. *Integr. Comp. Biol*. Vol. 44, pp. 315-323.
- Dwiyono, K. 2009. **Tanaman iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume) dan beberapa manfaatnya.** *Ilmu dan Budaya* (29) : 16.
- Ekowati, G., B. Yanuwadi & R. Azrianingsih. 2015. Sumber Glukomanan Dari Edible Araceae Di Jawa Timur. *Jurnal Pembangunan dan Alam Lestari*. Vol. 6, No. 1.
- Estiasih, T., W. D. R. Putri., & E. Waziroh. 2017. **Umbi-Umbian & Pengolahannya.** UB Press. Malang.
- Food and Agricultural Organization (FAO). 1998. Storage and Processing of Roots and Tubers in the Tropics. Food and Agriculture Organization of the United Nations Agro-Industries and Post-Harvest Management Service Agricultural Support System Division. Rome.

- repository.ub.ac.id
- Franceschi, V.R. & P.A. Nakata. 2005. Calcium Oxalate in Plants: Formation and Function. *Annual Review of Plant Biology*, 56: 41-71.
- Friedman, M. 1996. Food Browning and Its Prevention: An Overview, *Journal Agricultur. Food Chem.*, 44(3), pp. 631-653.
- Handayani, A., Sriyanto, & I. Sulistyawati. 2013. Evaluasi mutu beras dan tingkat kesesuaian penanganannya (studi kasus di kabupaten Karanganyar). *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah 2* : 1.
- Harijono. T, Estiasih., W, B, Sunarharum & I, S, Rakhmita. 2010. Karakteristik kimia ekstrak polisakarida larut air dari umbi gembili (*Discorea esculenta*) Tuber. *Jurnal Teknologi Pertanian* Vol. 11 (3) 162-169.
- Heyne, K. 1987. **Tumbuhan berguna Indonesia. Edisi Bahasa Indonesia.** (Terjemahan): Badan Litbang Kehutanan Jakarta. Departemen Kehutanan, Jakarta.
- Homaida, M.A., S. Yan., & H. Yang. 2017. Effects of Ethanol Treatment on Inhibiting Fresh-Cut Sugarcane Enzymatic Browning and Microbial Growth, *LWT-Food Science and Technology*, 77, pp. 8-14.
- Imade, S. U. 2001. Penanganan Pascapanen Buah dan Sayuran Segar. Makalah dibawakan pada “Forum Konsultasi Teknologi” Teknologi Pertanian. Universitas Udayana, Denpasar, Bali. 21 November 2001.13.
- Imade, S. U. 2006. Peranan Teknologi Pascapanen Untuk Fresh Produce Retailing. Makalah Dipresentasikan pada Seminar Nasional “Pentingnya Teknologi Pascapanen dalam Meningkatkan Daya Saing Produk Hortikultura Indonesia”. Teknologi Pertanian. Universitas Udayana, Denpasar, Bali. 28 Agustus 2006.15
- Indriyani, S. 2011. **Pola pertumbuhan porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) dan pengaruh lingkungan terhadap kandungan oksalat dan glukomanan.** *Disertasi.* Program Pascasarjana Universitas Airlangga. Surabaya.
- Jain, V. K., & J. P. Sharma, 2004. **Comprehensive Objective Biology.** Golden Bells. New Delhi.
- Kafiya, M., Sutrisno., & R, Syarief. Perubahan Kadar Air dan Pati Ubi Jalar (*Ipomea batatas* L.) Segar Pada Sistem Penyimpanan Sederhana. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian.* Vol. 13 No.3: 136-145.
- Kumalaningsih, S. 1994. Peluang pengembangan agroindustri dari bahan baku industri. hlm 26– 33. *Dalam* A. Winarto, Y. Widodo, S.S. Antarlina, H. Pudjosantoso dan Sumarno



(ed). Risalah Seminar Penerapan Teknologi Produksi dan Pasca Panen Ubi jalar Mendukung Agroindustri. Badan Litbang Pertanian. Balittan. Malang.

Lakitan, B. 2015. **Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan**. Jakarta: Rajawali Pers.

Mehra, S.K. & T.R. Dayal. 1991. Comparing lowcost sweetpotato storage methods in India. *In* Dayal *et. al.*, (eds). Sweetpotato in South Asia: Postharvest handling, processing, storage, and use. International Potato Center (CIP) and Central Tuber Crops Research Institute (CTCRI). p. 125–131.

Muhtadi, D., & B. Anjarsari. 1995. **Meningkatkan nilai tambah komoditas sayuran**. Prosiding.

Munsell, A. H. 1915. **Atlas of The Munsell Colour System**. Smithsonian Libraries, Amerika Serikat.

Munson, B. R., D. F. Young, & T. H. Okiishi. 2004. **Mekanika Fluida**. Erlangga. Jakarta.

Narulita, A., S. Waluyo, & D. D. Novita. 2013. Sifat Fisik Ubi Jalar (Jalar Gisting Kabupaten Tanggamus dan jati Agung Kabupaten Lampung Selatan) Pada Dua Metode Penyimpanan. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung. Vol.2, No. 3, hal.133 – 146*.

Onwueme, I.C. 1978. **The Tropical Tuber Crops Yams, Cassava, Sweet potato and Cocoyam**. John Willey and Sons. New York.

Pantastico, B. 1986. **Fisiologi Pasca Panen. Penanganan dan Pemanfaatan Buahbuahan dan Sayur-sayuran Tropika dan Subtropika**. Terjemahan oleh : Kamariyani. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Pertiwi, C. A. A. L. 2009. **Mutu dan Umur Simpan Ubi jalar Putih (*Ipomea Batatas L*) dalam Kemasan Plastik pada Berbagai Suhu Penyimpanan**. Fakultas Teknologi pertanian. Institut Pertanian Bogor (IPB). Bogor. *Skripsi*.

Prasetyaswati, N., E. Ginting, Y. Widodo & S.A.F. Gatot. 2004. Studi penyimpanan ubi jalar segar di tingkat petani dan pedagang di Jawa Timur. *Dalam* A.K. Makarim, Marwoto, M.M. Adie, A.A. Rahmianna, Heriyanto dan I.K. Tastra (ed). Kinerja Penelitian Mendukung Agribisnis Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. hlm 603–610.

Purwanti, S., R. S. Ferniah., & B. Raharjo. 2008. Pengendalian hayati penyakit lodoh (busuk umbi kentang) dengan agens hayati jamur-jamur antagonis isolat lokal. *Bioma* 2 : 13-19.

Pusat Penelitian dan Pengembangan Porang Indonesia (P4I). 2013. **Modul diseminasi: Budidaya Dan Pengembangan Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) sebagai Salah Satu Potensi Bahan Baku Lokal**. Universitas Brawijaya. Malang.



- repository.ub.ac.id
- Richana, N., & T, C, Sunarti. 2004. Karakterisasi Sifat Fisikokimia Tepung Umbi dan Tepung Pati Dari Umbi Ganyong, Suweg, Ubikelapa dan Gembili. *Journal Pascapanen* 1(1) 29:37.
- Rini, D. C. 2016. **Karakterisasi Morfologi Gejala Busuk Pada Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) dalam Variasi Penyimpanan.** Universitas Brawijaya, Malang. *Skripsi*.
- Salunkhe D. K. 1976. **Storage, Processing, and Nutritional Quality of Fruits and Vegetable.** Ohio, CRC Press: USA.
- Sartika, R. 2010. **Pengaruh Suhu dan Kelembaban Udara Terhadap Shelf-Life dan Karakteristik Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L.) Selama Penyimpanan.** IPB. Bogor. *Skripsi*.
- Savage, G. P., S. L. Mason., dan L. Vanhanen. 2008. The Effect of Storage on The Oxalate Content of New Zealand Grown Oca. *International Journal of Food Science and Technology* 2008, 43, 2130–2133.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 7938: 2013. Umbi Porang. Badan Standardisasi Nasional.
- Sudarmadji, S., H, Bambang., & Suhardi. 1997. **Prosedur Analisis Untuk Bahan Makanan dan Pertanian.** Fakultas Teknologi Pertanian UGM. Yogyakarta.
- Sufiani, S. 1992. Iles-iles (*Amorphophallus*); jenis, syarat tumbuh, budidaya dan standar mutu ekspornya. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat.
- Sulistiyo, R, H., Soetopo, L., & Damanhuri. 2015. Eksplorasi dan identifikasi morfologi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Di jawa timur. Universitas Brawijaya. *Jurnal produksi tanaman*, vol.3(5) : 353-361
- Sumarwoto. 2005. Iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume): deskripsi dan sifat-sifat lainnya. *Biodiversitas*, 3 (3) : 185-190.
- Sumarwoto. 2007. Kandungan Mannan pada Tanaman Iles-Iles (*Amorphophallus muelleri* Blume.). *Bioteknologi* 4 (1): 28-32. ISSN: 0216-6887.
- Supriyati, Y. 2016. Keanekaragaman Iles-Iles (*Amorphophallus* spp.) dan Potensinya untuk Industri Pangan Fungsional, Kosmetik, dan Bioetanol. *Jurnal Litbang Pertanian*: Vol.35.No.2: 69-80.
- Suswono, 2013. Panen, Pascapanen, dan Pengelolaan Bangsa Pascapanen Hortikultura Yang BSAik. Lampiran Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 73/Permentan/Ot.140/7/2013.

Wigoeno, Y, A., R, Azrianingsih., & A, Roosdiana. 2013. Analisis Glukomanan Pada Umbi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Menggunakan Refluks Kondensor. *Jurnal Biotropika*, Vol.1 No.5.

Wisnu, B. 2003. **Teknologi penanganan pascapanen buah untuk pasar**. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta.

Zhao, J., D. Zhang. G. Srzednicki. S. Kanlayanarat & C. Borompichaichartkul. 2010. Development of A Low-Cost Two-Stage Technique For Production of Low-Sulphur Purified Konjac Flour. *International Food Research Journal*. 17, pp. 1113-1124.



LAMPIRAN

**Lampiran 1. Rancangan tabel pengamatan umbi porang selama penyimpanan**



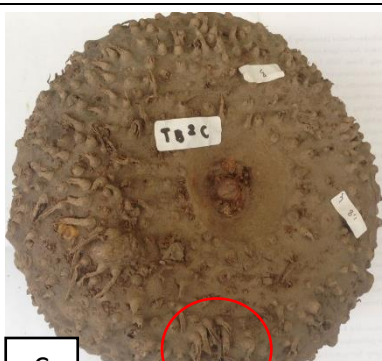



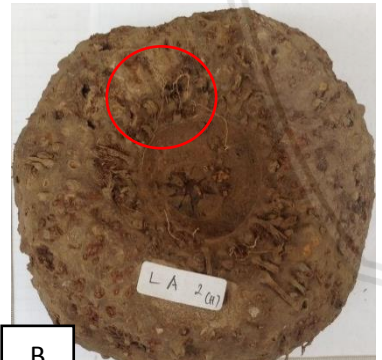
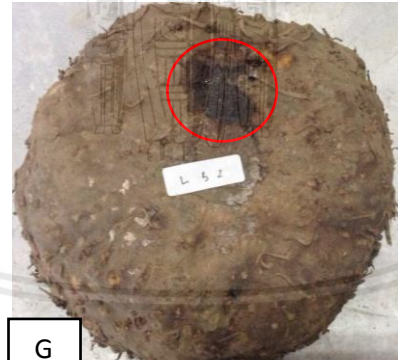
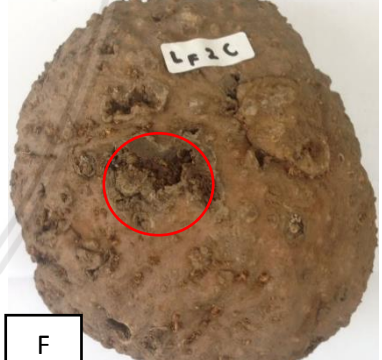
LT 1. Rancangan percobaan perlakuan dan pengamatan umbi porang (untuk setiap parameter)

Minggu	T			R			L		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
<b>0</b>	(TA0)	(TB0)	(TC0)	(RA0)	(RB0)	(RC0)	(LA0)	(LB0)	(LC0)
<b>2</b>									
<b>4</b>									
<b>6</b>									
<b>8</b>									
<b>10</b>									
<b>12</b>									
<b>14</b>									

Keterangan : Perlakuan : L: Lantai  
R: Rak  
T: Tanah  
Ulangan : A: ulangan ke-satu  
B: ulangan ke-dua  
C: ulangan ke-tiga

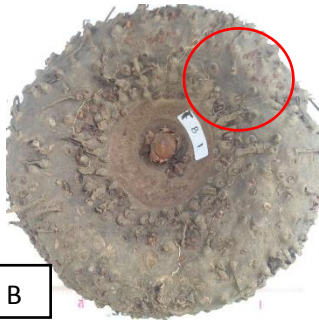








**Lampiran 2. Gambar umbi cacat selama penyimpanan**

LG 2.1 Umbi cacat pada minggu ke-2 di ketiga tempat penyimpanan (tanah, rak, dan lantai)






M-2	I	II	III
Tanah	 <p>F</p>	 <p>F</p>	 <p>C</p>
Rak	 <p>E</p>	 <p>G</p>	 <p>H</p>
Lantai	 <p>B</p>	 <p>G</p>	 <p>F</p>



LG 2.2 Umbi cacat pada minggu ke-4 di ketiga tempat penyimpanan (tanah, rak, dan lantai)



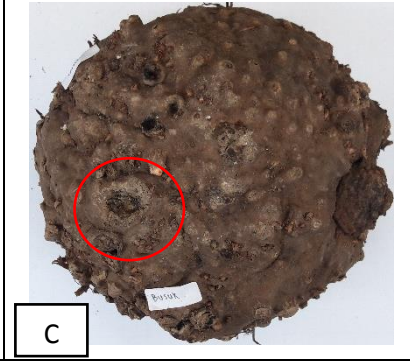
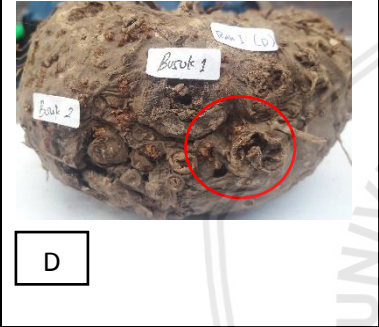

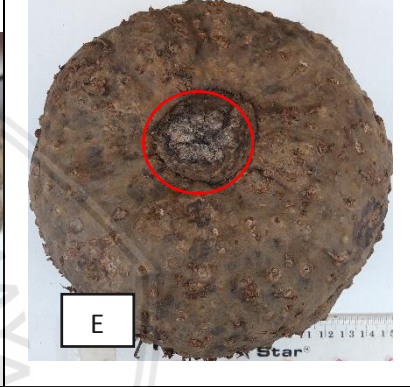
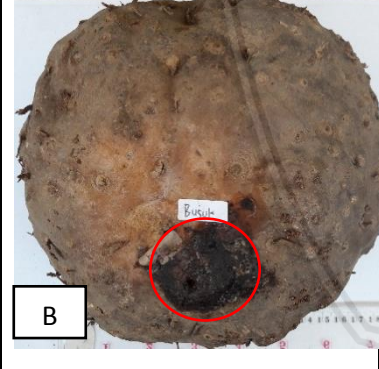

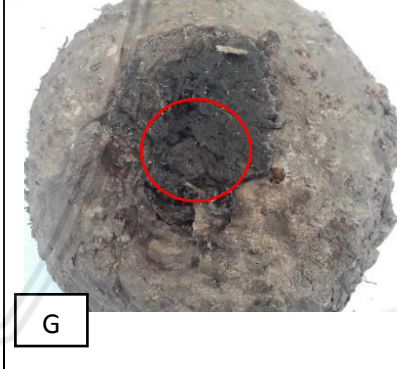
M-4	I	II	III
Tanah	 <p data-bbox="236 600 312 658">B</p>	 <p data-bbox="617 600 694 658">D</p>	 <p data-bbox="1072 600 1149 658">G</p>
Rak	 <p data-bbox="236 1014 312 1072">F</p>	 <p data-bbox="617 1014 694 1072">E</p>	 <p data-bbox="1072 1014 1149 1072">A</p>
Lantai	 <p data-bbox="236 1368 312 1426">G</p>	 <p data-bbox="617 1368 694 1426">E</p>	 <p data-bbox="1072 1368 1149 1426">C</p>

LG 2.3 Umbi cacat pada minggu ke-6 di ketiga tempat penyimpanan (tanah, rak, dan lantai)










M-6	I	II	III
Tanah	 <p>F</p>	 <p>G</p>	 <p>E</p>
Rak	 <p>H</p>	 <p>B</p>	 <p>G</p>
Lantai	 <p>F</p>	 <p>D</p>	 <p>B</p>



LG 2.4 Umbi cacat pada minggu ke-8 di ketiga tempat penyimpanan (tanah, rak, dan lantai)

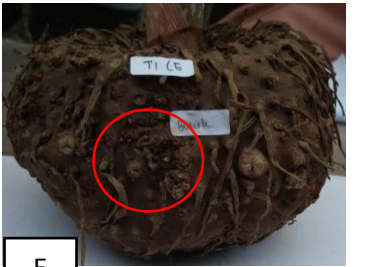

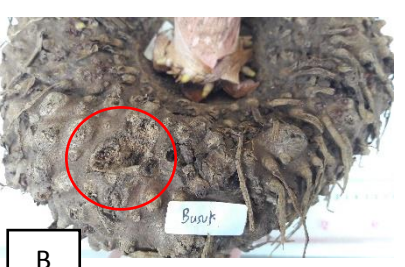


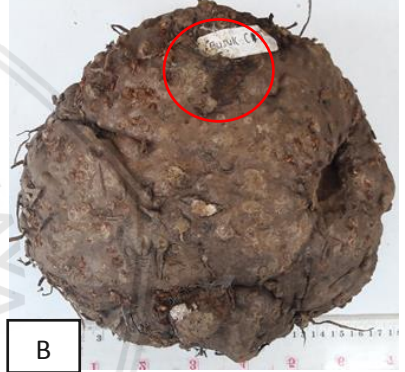


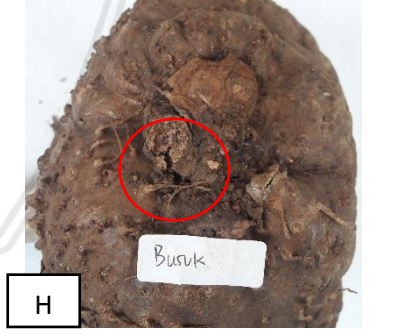
M-8	I	II	III
Tanah	 <p data-bbox="228 656 308 712">D</p>	 <p data-bbox="608 656 687 712">E</p>	 <p data-bbox="1062 656 1142 712">C</p>
Rak	 <p data-bbox="228 1010 308 1066">D</p>	 <p data-bbox="608 1010 687 1066">H</p>	 <p data-bbox="1062 1010 1142 1066">E</p>
Lantai	 <p data-bbox="228 1402 308 1458">B</p>	 <p data-bbox="608 1402 687 1458">C</p>	 <p data-bbox="1062 1402 1142 1458">G</p>

LG 2.5 Umbi cacat pada minggu ke-10 di ketiga tempat penyimpanan (tanah, rak, dan lantai)




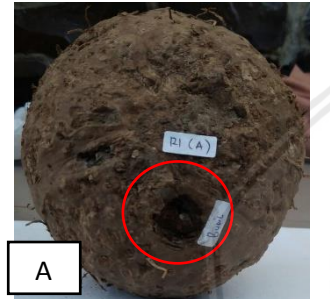





M-10	I	II	III
Tanah	 <p data-bbox="236 629 308 680">H</p>	 <p data-bbox="595 629 667 680">B</p>	 <p data-bbox="1070 629 1142 680">D</p>
Rak	 <p data-bbox="236 1021 308 1072">G</p>	 <p data-bbox="595 1021 667 1072">D</p>	 <p data-bbox="1070 1021 1142 1072">D</p>
Lantai	 <p data-bbox="236 1373 308 1424">H</p>	 <p data-bbox="595 1373 667 1424">B</p>	 <p data-bbox="1070 1373 1142 1424">D</p>



LG 2.6 Umbi cacat pada minggu ke-12 di ketiga tempat penyimpanan (tanah, rak, dan lantai)

W-12	I	II	III
Tanah	 <p>E</p>	 <p>A</p>	 <p>B</p>
Rak	 <p>C</p>	 <p>F</p>	 <p>B</p>
Lantai	 <p>A</p>	 <p>H</p>	 <p>H</p>

LG 2.7 Umbi cacat pada minggu ke-14 di ketiga tempat penyimpanan (tanah, rak, dan lantai)

M-14	I	II	III
Tanah	 <p data-bbox="233 680 312 741">G</p>	 <p data-bbox="579 680 659 741">C</p>	 <p data-bbox="1062 680 1142 741">F</p>
Rak	 <p data-bbox="233 1010 312 1070">A</p>	 <p data-bbox="579 1010 659 1070">C</p>	 <p data-bbox="1062 1010 1142 1070">F</p>
Lantai	 <p data-bbox="233 1368 312 1429">D</p>	 <p data-bbox="579 1368 659 1429">F</p>	 <p data-bbox="1062 1368 1142 1429">E</p>

### Lampiran 3. Hasil analisis statistika perubahan umbi selama penyimpanan

#### LT 3.1 Uji Interaksi Antar parameter, Tempat dan Lama Penyimpanan

Parameter	Masa Penyimpanan (MP)			Tempat Penyimpanan (TP)			MP vs TP		
	d.f	F	Sig.	d.f	F	Sig.	d.f	F	Sig.
Kekerasan	7	29.343**	.000	2	23.338**	.000	14	1.991*	.039
Luas Area Busuk	7	6.442**	.000	2	1.737(ns)	.187	14	.717(ns)	.747
Susut Bobot	7	13.356**	.000	2	.375(ns)	.690	14	1.452(ns)	.167
Berat Jenis	7	2.167	.054	2	3.150 (ns)	.052	14	.376(ns)	.976
Glukomannan	7	6.068**	.000	2	.216(ns)	.807	14	.600(ns)	.852
Kalsium Oksalat	7	3.722*	.003	2	.889(ns)	.418	14	1.525(ns)	.138
Kadar Air	7	6.080**	.000	2	1.774(ns)	.181	14	1.061(ns)	.415
Etanol	7	12.787**	.000	2	.989(ns)	.379	14	.487(ns)	.929

Ket: (Sig > 0.05 = tidak signifikan)

\* < 0.05

\*\* < 0.01

#### LT 3.2. Kekerasan umbi porang selama penyimpanan (mm/g/detik)

Tempat Penyimpanan	Ulangan	Masa Penyimpanan (Minggu ke-)							
		0	2	4	6	8	10	12	14
Tanah	1	3,3	3,2	3,1	3,1	2,75	2,5	2,5	2,4
	2	3,54	3,1	3	3,1	2,53	2,75	2,62	2,2
	3	3,57	3,48	3	2,65	3,14	2,6	2,3	2,3
Rak	1	3,42	3,2	3,33	3,21	2,91	2,95	2,75	2,55
	2	3,4	3,28	3,34	3	3,04	2,9	2,48	2,05
	3	3,37	3,28	3,03	3,12	2,85	2,69	2,47	2,5
Lantai	1	3,56	3,3	2,92	2,49	2,43	1,9	1,3	2,26
	2	3,22	3,39	2,9	2,63	2,2	1,59	2,69	1,71
	3	3,4	3,19	2,6	2,55	1,69	1,95	2,36	2,15

#### a. Uji Normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Tekstur
N		72
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	2.7868
	Std. Deviation	.51921
Most Extreme Differences	Absolute	.090
	Positive	.066
	Negative	-.090
Kolmogorov-Smirnov Z		.763
Asymp. Sig. (2-tailed)		.606
a. Test distribution is Normal.		



b. Uji Homogenitas

**Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>**

Dependent Variable: Tekstur

F	df1	df2	Sig.
4.029	23	48	.000

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Tempat\_Penyimpanan + Masa\_Penyimpanan + Tempat\_Penyimpanan \* Masa\_Penyimpanan

c. Uji Interaksi Faktor

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: Tekstur

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	16.339 <sup>a</sup>	23	.710	12.172	.000
Intercept	559.173	1	559.173	9.581E3	.000
Tempat_Penyimpanan	2.724	2	1.362	23.338	.000
Masa_Penyimpanan	11.988	7	1.713	29.343	.000
Tempat_Penyimpanan * Masa_Penyimpanan	1.627	14	.116	1.991	.039
Error	2.801	48	.058		
Total	578.313	72			
Corrected Total	19.140	71			

a. R Squared = ,854 (Adjusted R Squared = ,784)

d. Uji Brown-Forsythe

**Robust Tests of Equality of Means**

Tekstur

	Statistic <sup>a</sup>	df1	df2	Sig.
Brown-Forsythe	12.172	23	11.194	.000

a. Asymptotically F distributed.





LT 3.2.1 Notasi hasil uji Games Howell

	a	b	c	d	e	f	g	h	
L10	a								a
L14	a	b							ab
L8	a	b	c						abc
L12	a	b	c						abc
T14	a	b	c	d					abcd
R14	a	b	c	d	e	f			abcdef
T12	a	b	c	d	e	f			abcdef
L6	a	b	c	d	e	f	g		abcdefg
R12	a	b	c	d	e	f	g		abcdefg
T10		b	c	d	e	f	g		bcdefg
L4			c	d	e	f	g	h	cdefgh
T8			c	d	e	f	g	h	cdefgh
R10			c	d	e	f	g	h	cdefgh
R8				d	e	f	g	h	defgh
T4				d	e	f	g	h	defgh
T6					e	f	g	h	efgh
R6					e	f	g	h	efgh
R4						f	g	h	fgh
R2							g	h	gh
T2							g	h	gh
L2							g	h	gh
L0								h	h
R0								h	h
T0								h	h

Keterangan: notasi pada setiap kotak menunjukkan ada beda ( $\alpha < 0,05$ )

LT 3.3 Luas area cacat umbi selama penyimpanan

Luas Area Busuk m2	0	2	4	6	8	10	12	14	
Tanah	1	0	2	4	9	12	2	8	2
	2	0	3	3	4	6	15	4	16
	3	0	1	2	6	3	4	3	18
Rak	1	0	8	2	4	5	4	2	12
	2	0	1	2	1	18	3	3	4
	3	0	3	6	16	6	1	2	15
Lantai	1	0	4	8	5	12	11	7	14
	2	0	7	8	3	4	18	4	8
	3	0	2	10	3	13	5	4	20

a. Uji Normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Luas_Area_Busuk
N		72
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	5.7639
	Std. Deviation	5.27415
	Most Extreme Differences	
	Absolute	.214
	Positive	.214
	Negative	-.137
Kolmogorov-Smirnov Z		1.818
Asymp. Sig. (2-tailed)		.003

a. Test distribution is Normal.

b. Uji Interaksi Faktor

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Luas\_Area\_Busuk

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1085.653 <sup>a</sup>	23	47.202	2.548	.003
Intercept	2392.014	1	2392.014	129.104	.000
Tempat_Penyimpanan	64.361	2	32.181	1.737	.187
Masa_Penyimpanan	835.431	7	119.347	6.442	.000
Tempat_Penyimpanan * Masa_Penyimpanan	185.861	14	13.276	.717	.747
Error	889.333	48	18.528		
Total	4367.000	72			
Corrected Total	1974.986	71			

a. R Squared = ,550 (Adjusted R Squared = ,334)



c. Uji Kruskal-Wallis

Kruskal-Wallis

Ranks		
Masa	N	Mean Rank
Luas_Area_Busuk Minggu 0	9	5,00
Minggu 2	9	29,28
Minggu 4	9	35,39
Minggu 6	9	39,67
Minggu 8	9	51,11
Minggu 10	9	42,56
Minggu 12	9	34,17
Minggu 14	9	54,83
Total	72	

Test Statistics <sup>a,b</sup>	
	Luas_Area_Busuk
Chi-Square	34,206
df	7
Asymp. Sig.	,000

a. Kruskal-Wallis Test  
b. Grouping Variable: Masa\_Penyimpanan

LT 3.3.1 Uji Lanjut Mann Whitney

LUAS AREA BUSUK								
	1	2	3	4	5	6	7	8
1		.000 (S)	.000 (S)	.000 (S)	.000 (S)	.000 (S)	.000 (S)	.000 (S)
2	.000 (S)		.527 (NS)	.181 (NS)	.013 (S)	.196 (NS)	.367 (NS)	.006 (S)
3	.000 (S)	.527 (NS)		.689 (NS)	.076 (S)	.504 (NS)	.928 (NS)	.018 (S)
4	.000 (S)	.181 (NS)	.689 (NS)		.131 (NS)	.824 (NS)	.446 (NS)	.069 (NS)
5	.000 (S)	.013 (S)	.076 (NS)	.131 (NS)		.425 (NS)	.026 (S)	.477 (NS)
6	.000 (S)	.196 (NS)	.504 (NS)	.824 (NS)	.425 (NS)		.446 (NS)	.376 (NS)
7	.000 (S)	.367 (NS)	.928 (NS)	.446 (NS)	.026 (S)	.446 (NS)		.011 (S)
8	.000 (S)	.006 (S)	.018 (S)	.069 (NS)	.477 (NS)	.376 (NS)	.011 (S)	

LT 3.4 Susut bobot umbi porang selama penyimpanan

NO	Tempat Penyimpanan	Ulangan	Masa Penyimpanan (Minggu ke-)							
			0	2	4	6	8	10	12	14
1	Tanah	1	0	4,71	7,14	7,63	7,89	4,74	11,2	11,56
		2	0	11,18	4,67	5	4,32	14,35	11,03	18,92
		3	0	1,11	3,27	15,2	17,32	16,9	13,51	9,83
2	Rak	1	0	2,95	4,65	9,8	18,63	8,56	22,9	15,51
		2	0	1,26	7,89	12	19,41	7,64	14,15	13,49
		3	0	5,32	12,05	6,47	6,66	5,63	20,88	5,071
3	Lantai	1	0	4,46	5,38	10,83	5,36	16,85	15,79	18
		2	0	10,62	11,36	4	13,51	12,85	12,41	19,37
		3	0	1,1	5,28	7,77	11,33	6,5	8,47	23,38

a. Uji Normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Susut Bobot
N		72
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	8.9879
	Std. Deviation	6.27963
Most Extreme Differences	Absolute	.092
	Positive	.092
	Negative	-.076
Kolmogorov-Smirnov Z		.782
Asymp. Sig. (2-tailed)		.573

a. Test distribution is Normal.

b. Uji Homogenitas

**Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>**

Dependent Variable: Susut\_Bobot

F	df1	df2	Sig.
2.410	23	48	.005

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Tempat\_Penyimpanan + Masa\_Penyimpanan + Tempat\_Penyimpanan \* Masa\_Penyimpanan

c. Uji Interaksi Faktor

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: Susut\_Bobot

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1973.157 <sup>a</sup>	23	85.789	4.981	.000
Intercept	5816.351	1	5816.351	337.733	.000
Tempat_Penyimpanan	12.904	2	6.452	.375	.690
Masa_Penyimpanan	1610.072	7	230.010	13.356	.000
Tempat_Penyimpanan * Masa_Penyimpanan	350.181	14	25.013	1.452	.167
Error	826.644	48	17.222		
Total	8616.151	72			
Corrected Total	2799.801	71			

a. R Squared = ,705 (Adjusted R Squared = ,563)

d. Uji beda antar masa penyimpanan pada satu tempat penyimpanan

**Susut\_Bobot<sup>b</sup>**

	Masa_Penyimpanan	N	Subset for alpha = 0.05		
			1	2	3
Tukey HSD <sup>a</sup>	Minggu 0	3	.0000		
	Minggu 2	3	5.3933	5.3933	
	Minggu 4	3	7.3400	7.3400	
	Minggu 6	3	7.5367	7.5367	
	Minggu 8	3	10.0700	10.0700	10.0700
	Minggu 10	3		12.0733	12.0733
	Minggu 12	3		12.2233	12.2233
	Minggu 14	3			20.2500
	Sig.		.071	.389	.066

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

b. Tempat\_Penyimpanan = Lantai



### LT 3.5 Kadar air umbi porang selama penyimpanan

Ulangan	Masa Penyimpanan (Minggu ke-)							
	0	2	4	6	8	10	12	14
1	85	86,7	81	81	79,9	71,1	84	72,9
2	80,7	78,7	85,4	78,4	74,7	78,9	85,8	78,8
3	83	85,2	81,1	83,3	79,6	85,1	83,5	75,2
1	84,2	83,9	78,4	85,6	78,6	85,6	81,2	72,3
2	88,2	83,8	81,6	85,9	84,8	83,9	78,6	82,3
3	82	82,2	86,7	81	77,5	85,8	87,5	81,4
1	82,1	80,6	85,4	82,5	71,4	84,9	83,3	72,9
2	85,3	83,1	85,2	77,5	78,4	82,6	80,1	83,7
3	83,5	86,3	86,5	76,6	73,7	84	84,8	73,4

#### a. Uji Normalitas

##### One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		KA
N		72
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	81.5278
	Std. Deviation	4.20912
Most Extreme Differences	Absolute	.110
	Positive	.082
	Negative	-.110
Kolmogorov-Smirnov Z		.930
Asymp. Sig. (2-tailed)		.352

a. Test distribution is Normal.

#### b. Uji Homogenitas

##### Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>

Dependent Variable: KA

F	df1	df2	Sig.
2.006	23	48	.021

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Masa\_Penyimpanan + Tempat\_Penyimpanan + Masa\_Penyimpanan \* Tempat\_Penyimpanan

#### c. Uji Interaksi Faktor

##### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: KA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	688.198 <sup>a</sup>	23	29.922	2.521	.003
Intercept	478568.056	1	478568.056	4.032E4	.000
Tempat_Penyimpanan	45.614	2	22.807	1.922	.157
Masa_Penyimpanan	467.527	7	66.790	5.627	.000
Tempat_Penyimpanan * Masa_Penyimpanan	175.057	14	12.504	1.054	.421
Error	569.687	48	11.868		
Total	479825.940	72			
Corrected Total	1257.884	71			

a. R Squared = .547 (Adjusted R Squared = .330)

d. Uji signifikansi antar masa penyimpanan

**ANOVA**

KA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	467.527	7	66.790	5.408	.000
Within Groups	790.358	64	12.349		
Total	1257.884	71			

e. Uji beda antar masa penyimpanan

KA

	Masa Penyimpanan	N	Subset for alpha = 0.05		
			1	2	3
Tukey HSD <sup>a</sup>	Minggu 14	9	76.9889		
	Minggu 8	9	77.6222	77.6222	
	Minggu 6	9	81.3111	81.3111	81.3111
	Minggu 10	9		82.4333	82.4333
	Minggu 12	9			83.2000
	Minggu 2	9			83.3889
	Minggu 4	9			83.4778
	Minggu 0	9			83.8000
	Sig.			.172	.089

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

LT 3.6 Berat Jenis umbi selama penyimpanan

Y=pg

NO	Tempat Penyimpanan	ulangan	Masa Penyimpanan							
			0	2	4	6	8	10	12	14
1	Tanah	1	8,41	5,44	8,99	8,18	16,27	8,76	9,6	9,66
		2	7	10,24	7,51	8,37	8,73	8,14	7,91	8,83
		3	7,78	7,61	7,27	6,47	8,06	8,09	9,09	11,36
2	Rak	1	8,65	9,23	7,49	7,55	8,6	10,15	8,96	10,45
		2	8,53	7,32	7,16	7,78	10,15	9,37	9,4	9,5
		3	9,62	7,61	7,51	7,81	8,47	8,28	12,82	8,91
3	Lantai	1	10,74	7,56	6,84	9,13	9,95	10,55	8,53	10,4
		2	8,64	7,13	11,19	9,76	8,44	8,45	9,41	11,07
		3	7,5	13,7	8,94	7,49	11,723	11,15	19,91	12,08

a. Uji Normalitas

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		BeratJenis
N		72
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	9.1786
	Std. Deviation	2.19109
Most Extreme Differences	Absolute	.149
	Positive	.149
	Negative	-.119





b. Uji Homogenitas

**Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>**

Dependent Variable: Berat Jenis

F	df1	df2	Sig.
5.429	23	48	.000

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Tempat\_Penyimpanan + Masa\_Penyimpanan + Tempat\_Penyimpanan \* Masa\_Penyimpanan

c. Uji Interaksi Faktor

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: Berat Jenis

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	121.929 <sup>a</sup>	23	5.301	1.162	.322
Intercept	6065.777	1	6065.777	1.330E3	.000
Tempat_Penyimpanan	28.734	2	14.367	3.150	.052
Masa_Penyimpanan	69.202	7	9.886	2.167	.054
Tempat_Penyimpanan * Masa_Penyimpanan	23.993	14	1.714	.376	.976
Error	218.933	48	4.561		
Total	6406.638	72			
Corrected Total	340.861	71			

a. R Squared = ,358 (Adjusted R Squared = ,050)

### LT 3.7 Kadar glukomannan umbi selama penyimpanan

NO	Tempat Penyimpanan	Ulangan	Masa Penyimpanan (Minggu ke-)							
			0	2	4	6	8	10	12	14
1	Tanah	1	9,6	2,4	2,4	4,8	2,4	4,8	7,2	9,6
		2	7,2	2,4	2,4	9,6	4,8	4,8	12	16,8
		3	4,8	2,4	7,2	9,6	12	2,4	4,8	2,4
2	Rak	1	7,2	2,4	2,4	4,8	4,8	4,8	7,2	7,2
		2	2,4	2,4	4,8	4,8	7,2	4,8	7,2	16,8
		3	2,4	2,4	7,2	7,2	7,2	7,2	9,6	9,6
3	Lantai	1	4,8	2,4	2,4	4,8	2,4	4,8	4,8	12
		2	7,2	2,4	4,8	7,2	4,8	9,6	4,8	14,4
		3	4,8	2,4	7,2	12	2,4	2,4	7,2	4,8

#### a. Uji Normalitas

##### One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Glukomannan
N		72
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	6.0333
	Std. Deviation	3.60266
Most Extreme Differences	Absolute	.217
	Positive	.217
	Negative	-.157
Kolmogorov-Smirnov Z		1.844
Asymp. Sig. (2-tailed)		.002

a. Test distribution is Normal.

#### b. Uji Homogenitas

##### Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>

Dependent Variable: Glukomannan

F	df1	df2	Sig.
2.419	23	48	.005

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Tempat\_Penyimpanan + Masa\_Penyimpanan + Tempat\_Penyimpanan \* Masa\_Penyimpanan

#### c. Uji Interaksi Faktor

##### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Glukomannan

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	476.080 <sup>a</sup>	23	20.699	2.231	.010
Intercept	2620.880	1	2620.880	282.422	.000
Tempat_Penyimpanan	4.000	2	2.000	.216	.807
Masa_Penyimpanan	394.160	7	56.309	6.068	.000
Tempat_Penyimpanan * Masa_Penyimpanan	77.920	14	5.566	.600	.852
Error	445.440	48	9.280		
Total	3542.400	72			
Corrected Total	921.520	71			

a. R Squared = .517 (Adjusted R Squared = .285)

d. Uji Kruskal-Wallis

**Ranks**

Masa ...	N	Mean Rank
Glukomanan Minggu 0	9	36.50
Minggu 2	9	12.83
Minggu 4	9	28.50
Minggu 6	9	46.28
Minggu 8	9	32.61
Minggu 10	9	32.28
Minggu 12	9	47.17
Minggu 14	9	55.83
Total	72	

**Test Statistics<sup>a,b</sup>**

	Glukomanan
Chi-Square	27.155
df	7
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test  
 b. Grouping Variable: Masa\_Penyimpanan

LT 3.7.1 Uji Lanjut Mann Whitney

	0	2	4	6	8	10	12	14
0		.001 (S)	.354 (NS)	.249 (NS)	.646 (NS)	.575 (NS)	.210 (NS)	.032 (S)

T.Penyimpanan	Ulangan	Minggu Ke-							
		0	2	4	6	8	10	12	14
Tanah	1	0,18	0,15	0,27	0,27	0,21	0,11	0,19	0,23
	2	0,25	0,19	0,25	0,19	0,12	0,18	0,21	0,15
	3	0,25	0,19	0,27	0,22	0,04	0,02	0,17	0,09
Rak	1	0,11	0,08	0,21	0,22	0,14	0,2	0,24	0,22
	2	0,14	0,07	0,19	0,17	0,08	0,23	0,13	0,1
	3	0,12	0,22	0,16	0,17	0,29	0,06	0,17	0,17
Lantai	1	0,25	0,15	0,26	0,23	0,24	0,15	0,14	0,11
	2	0,12	0,21	0,23	0,26	0,26	0,19	0,16	0,01
	3	0,19	0,13	0,21	0,25	0,13	0,07	0,19	0,06

LT 3.8 Kadar kalsium oksalat umbi selama penyimpanan

a. Uji Normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Kalsium Oksalat
N		72
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	.1736
	Std. Deviation	.06649
Most Extreme Differences	Absolute	.083
	Positive	.052
	Negative	-.083
Kolmogorov-Smirnov Z		.707
Asymp. Sig. (2-tailed)		.700

a. Test distribution is Normal.

b. Uji Homogenitas

Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>

Dependent Variable: KalsiumOksalat

F	df1	df2	Sig.
1.785	23	48	.045

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Tempat\_Penyimpanan + Masa\_Penyimpanan + Tempat\_Penyimpanan \* Masa\_Penyimpanan

c. Uji Interaksi Faktor

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: KalsiumOksalat

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.159 <sup>a</sup>	23	.007	2.138	.013
Intercept	2.171	1	2.171	672.076	.000
Tempat_Penyimpanan	.006	2	.003	.889	.418
Masa_Penyimpanan	.084	7	.012	3.722	.003
Tempat_Penyimpanan * Masa_Penyimpanan	.069	14	.005	1.525	.138
Error	.155	48	.003		
Total	2.485	72			
Corrected Total	.314	71			

a. R Squared = .506 (Adjusted R Squared = .269)

Sig.			
		.145	.086

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

b. Tempat\_Penyimpanan = Tanah

d. Uji beda antar masa pada satu tempat penyimpanan

LT 3.9 Kadar etanol umbi selama penyimpanan

Tempat Penyimpanan	Ulangan	Masa Penyimpanan (Minggu ke-)							
		0	2	4	6	8	10	12	14
Tanah	1	4,34	6,1	7,84	8,07	8,43	9,02	8,87	9,85
	2	4,96	6,71	8,32	8,35	8,47	8,82	9,54	9,27
	3	6,44	7,28	8,68	8,17	8,29	8,99	7,94	7,54
Rak	1	4,26	7,8	9,02	7,88	8,44	8,68	8,6	9,44
	2	7,68	6,22	7,95	9,8	6,05	9,82	9,63	9,8
	3	5,68	7,7	6,05	7,56	7,84	9,02	8,34	8,41
Lantai	1	4,04	7,75	7,63	8,9	6,78	8,46	8,2	7,41
	2	6,42	7,23	8,68	6,87	7,7	7,93	8,17	8,51
	3	6,65	6,68	7,6	8,03	8,56	8,46	7,99	8,81

a. Uji Normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		KadarEta2
N		72
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	.7812
	Std. Deviation	.12964
	Most Extreme Differences	
	Absolute	.143
	Positive	.069
	Negative	-.143
Kolmogorov-Smirnov Z		1.216
Asymp. Sig. (2-tailed)		.104

a. Test distribution is Normal.

b. Uji Homogenitas

Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>

Dependent Variable: KadarEta2

F	df1	df2	Sig.
2.179	23	48	.012

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Tempat\_Penyimpanan + Masa\_Penyimpanan + Tempat\_Penyimpanan \* Masa\_Penyimpanan

c. Uji Interaksi Faktor



**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: KadarEta2

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.802 <sup>a</sup>	23	.035	4.274	.000
Intercept	43.942	1	43.942	5.388E3	.000
Tempat_Penyimpanan	.016	2	.008	.989	.379
Masa_Penyimpanan	.730	7	.104	12.787	.000
Tempat_Penyimpanan * Masa_Penyimpanan	.056	14	.004	.487	.929
Error	.391	48	.008		
Total	45.135	72			
Corrected Total	1.193	71			

a. R Squared = ,672 (Adjusted R Squared = ,515)

d. Uji lanjut brown -Forsythe

**Test of Homogeneity of Variances**

KadarEta2

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.606	7	64	.150

**Robust Tests of Equality of Means**

KadarEta2

	Statistic <sup>a</sup>	df1	df2	Sig.
Brown-Forsythe	14.408	7	49.844	.000

a. Asymptotically F distributed.

LT 3.9.1 Notasi hasil uji games howell

M-0	a			a
M-2	a	b		ab
M-8		b	c	bc
M-4		b	c	bc
M-6		b	c	bc
M-12			c	c
M-10			c	c
M-14			c	c





## LT 3.10 Analisis Korelasi Pearson

**Correlations**

		Tempat Penyimpanan	Masa Penyimpanan	Kadar Air	Susut Bobot	Tekstur	Luas Area Busuk	Etanol	Glukomanan	Kalsium Oksalat	BeratJenis	SH	Kelembaban	Persentase Busuk	Persentase Tunas
Tempat Penyimpanan	Pearson Correlation	1	.000	.032	-.111	-.289*	.140	-.090	-.057	-.055	.264'	.012	-.074	.096	.138
	Sig. (2-tailed)		1.000	.787	.355	.014	.242	.450	.632	.649	.025	.933	.618	.654	.519
	N	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	48	48	24	24
Masa Penyimpanan	Pearson Correlation	.000	1	-.376**	.846**	-.783**	.506**	.679**	.458**	-.247*	.367**	-.008	.422**	.850**	.836**
	Sig. (2-tailed)	1.000		.001	.000	.000	.000	.000	.037	.002	.957	.003	.000	.000	.000
	N	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	48	48	24	24
Kadar Air	Pearson Correlation	.032	-.376**	1	-.384**	.297*	-.354**	-.220	-.086	-.046	-.125	-.026	-.209	-.158	-.163
	Sig. (2-tailed)	.787	.001		.001	.011	.002	.063	.472	.704	.294	.863	.154	.462	.446
	N	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	48	48	24	24
Susut Bobot	Pearson Correlation	-.111	.846**	-.384**	1	-.659**	.463**	.581**	.371**	-.170	.195	.081	.247	.591**	.581**
	Sig. (2-tailed)	.355	.000	.001		.000	.000	.000	.001	.153	.100	.586	.091	.002	.003
	N	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	48	48	24	24
Tekstur	Pearson Correlation	-.289*	-.783**	.297*	-.659**	1	-.502**	-.500**	-.326**	.257*	-.357**	.074	-.359**	-.596**	-.595**
	Sig. (2-tailed)	.014	.000	.011	.000		.000	.000	.005	.029	.002	.616	.012	.002	.002
	N	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	48	48	24	24
Luas Area Busuk	Pearson Correlation	.140	.506**	-.354**	.463**	-.502**	1	.224	.172	-.166	.262'	.019	.239	.689**	.679**
	Sig. (2-tailed)	.242	.000	.002	.000	.000		.059	.149	.163	.026	.896	.102	.000	.000
	N	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	48	48	24	24
Etanol	Pearson Correlation	-.090	.679**	-.220	.581**	-.500**	.224	1	.201	-.049	.103	.176	.088	.654**	.657**
	Sig. (2-tailed)	.450	.000	.063	.000	.000	.059		.090	.685	.389	.231	.551	.001	.000
	N	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	48	48	24	24
Glukomanan	Pearson Correlation	-.057	.458**	-.086	.371**	-.326**	.172	.201	1	-.116	-.002	.086	.050	-.496*	-.473*
	Sig. (2-tailed)	.632	.000	.472	.001	.005	.149	.090		.332	.985	.559	.738	.014	.020
	N	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	48	48	24	24
Kalsium Oksalat	Pearson Correlation	-.055	-.247*	-.046	-.170	.257*	-.166	-.049	-.116	1	-.165	-.030	-.025	-.020	-.004
	Sig. (2-tailed)	.649	.037	.704	.153	.029	.163	.685	.332		.166	.840	.868	.927	.985
	N	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	48	48	24	24
BeratJenis	Pearson Correlation	.264'	.367**	-.125	.195	-.357**	.262'	.103	-.002	-.165	1	-.217	.217	-.062	-.054
	Sig. (2-tailed)	.025	.002	.294	.100	.002	.026	.389	.985	.166		.138	.139	.774	.802
	N	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	48	48	24	24
SH	Pearson Correlation	.012	-.008	-.026	.081	.074	.019	.176	.086	-.030	-.217	1	-.853**	.243	.214
	Sig. (2-tailed)	.933	.957	.863	.586	.616	.896	.231	.559	.840	.138		.000	.253	.316
	N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	24	24
Kelembaban	Pearson Correlation	-.074	.422**	-.209	.247	-.359**	.239	.088	.050	-.025	.217	-.853**	1	-.244	-.227
	Sig. (2-tailed)	.618	.003	.154	.091	.012	.102	.551	.738	.868	.139	.000		.250	.285
	N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	24	24
Persentase Busuk	Pearson Correlation	.096	.850**	-.158	.591**	-.596**	.689**	.654**	-.496*	-.020	-.062	.243	-.244	1	.994*
	Sig. (2-tailed)	.654	.000	.462	.002	.002	.000	.001	.014	.927	.774	.253	.250		.000
	N	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Persentase Tunas	Pearson Correlation	.138	.836**	-.163	.581**	-.595**	.679**	.657**	-.473*	-.004	-.054	.214	-.227	.994**	1
	Sig. (2-tailed)	.519	.000	.446	.003	.002	.000	.000	.020	.985	.802	.316	.285	.000	
	N	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24

\*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

## Lampiran 4. Persentase umbi cacat dan umbi bertunas selama penyimpanan

### LT 4.1 Persentase cacat pada umbi yang disimpan di tanah

BUSUK (T)	JUMLAH	TOTAL UMBI	X 100 %	RATA-RATA (%)
M-0	0	24	100	0
M-2	7	24	100	29,16666667
M-4	11	24	100	45,83333333
M-6	21	24	100	87,5
M-8	24	24	100	100
M-10	24	24	100	100
M-12	24	24	100	100

M-14	24	24	100	100
------	----	----	-----	-----

LT 4.2 Persentase cacat pada umbi yang disimpan di rak

BUSUK (R)	JUMLAH	TOTAL UMBI	X 100 %	RAtA-RATA (%)
M-0	0	24	100	0
M-2	5	24	100	20,83333333
M-4	10	24	100	41,66666667
M-6	19	24	100	79,16666667
M-8	24	24	100	100
M-10	24	24	100	100
M-12	24	24	100	100
M-14	24	24	100	100

LT 4.3 Persentase cacat pada umbi yang disimpan di lantai

BUSUK (L)	JUMLAH	TOTAL UMBI	X 100 %	RAtA-RATA (%)
M-0	0	24	100	0
M-2	6	24	100	25
M-4	9	24	100	37,5
M-6	23	24	100	95,83333333
M-8	24	24	100	100
M-10	24	24	100	100
M-12	24	24	100	100
M-14	24	24	100	100

LT 4.5 Persentase bertunas pada umbi yang disimpan di tanah

TUNAS(T)	JUMLAH	TOTAL UMBI	X 100 %	RAtA-RATA (%)
M-0	0	24	100	0
M-2	5	24	100	20,83333333
M-4	12	24	100	50
M-6	20	24	100	83,33333333
M-8	24	24	100	100
M-10	24	24	100	100
M-12	24	24	100	100
M-14	24	24	100	100



LT 4.6 Persentase bertunas pada umbi yang disimpan di rak

TUNAS (R)	JUMLAH	TOTAL UMBI	X 100 %	RATa-RATA (%)
M-0	0	24	100	0
M-2	4	24	100	16,66666667
M-4	13	24	100	54,16666667
M-6	19	24	100	79,16666667
M-8	24	24	100	100
M-10	24	24	100	100
M-12	24	24	100	100
M-14	24	24	100	100

LT 4.7 Persentase bertunas pada umbi yang disimpan di lantai

TUNAS (L)	JUMLAH	TOTAL UMBI	X 100 %	RATa-RATA (%)
M-0	0	24	100	0
M-2	5	24	100	20,83333333
M-4	11	24	100	45,83333333
M-6	23	24	100	95,83333333
M-8	24	24	100	100
M-10	24	24	100	100
M-12	24	24	100	100
M-14	24	24	100	100

**Lampiran 5. Pengukuran parameter lingkungan lokasi pengambilan umbi porang**

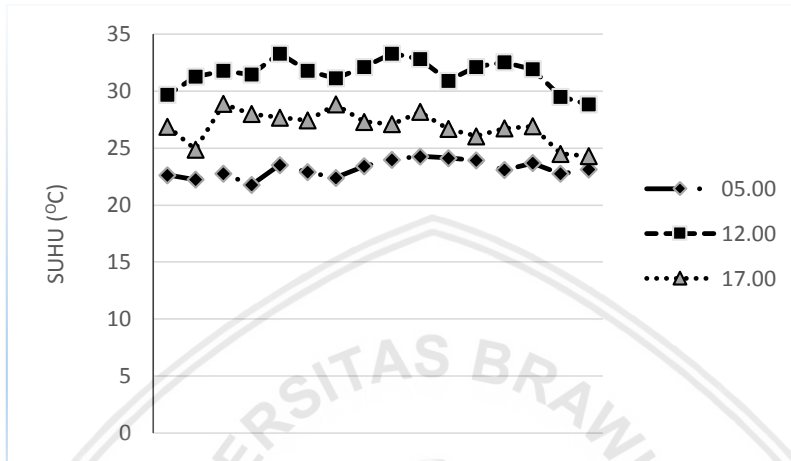
LT 5.1 Pengukuran parameter lingkungan

	Lokasi 1	Lokasi 2	Lokasi 3
pH	4,13	3,78	4,01
Suhu (°C)	25,4	24,5	28,6
Intensitas Cahaya (Lux)	129	124	73,2

Kelembaban (%)	31,3	30,6	28,6
Bahan Organik	0,176	0,163	0,151

**Lampiran 6. Pengukuran Suhu dan Kelembaban Selama Penyimpanan**

**LG 6.1 Suhu Tempat Penyimpanan Umbi Porang**



**LG 6.2 Kelembaban Tempat Penyimpanan Umbi Porang**

