

**PENGARUH PELARUT ASAM DAN WAKTU PERENDAMAN
TERHADAP PENURUNAN KADAR KALSIMUM OKSALAT PADA
TEPUNG UMBI PORANG (*Amorphophallus oncophyllus*)**

TUGAS AKHIR

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Gelar Sarjana Di Program Studi
Teknologi Pangan*

Oleh :

Ilham Munawar Mansyur

(17.302.0057)



PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PASUNDAN

BANDUNG

2022

**PENGARUH PELARUT ASAM DAN WAKTU PERENDAMAN
TERHADAP PENURUNAN KADAR KALSIMUM OKSALAT PADA
TEPUNG UMBI PORANG (*Amorphophallus oncophyllus*)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Gelar Sarjana Di Program Studi
Teknologi Pangan

Oleh :

Ilham Munawar Mansyur

(17.302.0057)

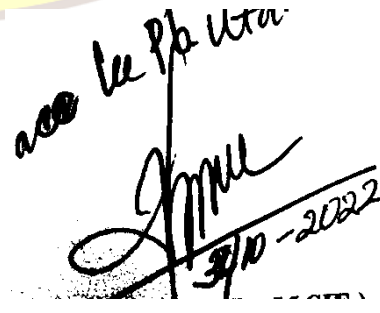
Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II



(Dr. Ir. Asep Dedi Sutrisno, M.Sc)



(Dr. Ir. Hasnelly, M.SIE)

**PENGARUH PELARUT ASAM DAN WAKTU PERENDAMAN
TERHADAP PENURUNAN KADAR KALSIMUM OKSALAT PADA
TEPUNG UMBI PORANG (*Amorphophallus oncophyllus*)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Gelar Sarjana Di Program Studi
Teknologi Pangan

Oleh :

Ilham Munawar Mansyur

(17.302.0057)



Menyetujui,

Koordinator Tugas Akhir

(Dr. Yelliantty, S.Si., M.Si.)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan Judul “**Pengaruh Pelarut Asam dan Waktu Perendaman Terhadap Penurunan Kadar Kalsium Oksalat Dalam Tepung Porang (*Amorphophallus oncophyllus*)**”.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan dan doa, serta masukan dari berbagai banyak pihak Tugas Akhir ini tidak akan terselesaikan. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. Ir. H. Asep Dedi Sutrisno, M.Sc., selaku dosen pembimbing utama yang telah meluangkan waktu dan membimbing penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Dr. Ir. Hj. Hasnelly, M.SIE., selaku dosen pembimbing pendamping yang telah meluangkan waktu dan membimbing penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Jaka Rukmana S.T., M.T., selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Ir. Yusep Ikrawan, M.Eng., Ph.D. selaku ketua Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan.
5. Dr. Yelliantty. S.Si., M.Si., selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Pasundan, Bandung.
6. Orang tua tercinta, selalu memberikan dukungan baik moril maupun materil serta do'a tiada henti dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

7. Joni, Beben, Bohim, Hamju, Azis, Ipung, Nunu, Aul, Diana, Guntur, Putri, dan Keja selaku sahabat penulis yang selalu memberikan bantuan serta dukungan berupa doa, motivasi, semangat, dan pengertiannya kepada penulis yang sangat bernilai.
8. Rekan-rekan asisten Laboratorium Uji Inderawi yang telah banyak memberikan bantuan serta motivasi kepada penulis.
9. Seluruh pihak yang terlibat dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir yang telah membantu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, hal ini tidak terlepas dari diri penulis sebagai manusia yang tidak pernah luput dari kesalahan dengan keterbatasan pengetahuan serta jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu kritik, saran dan masukan sangat penulis harapkan.

Akhir kata dan tidak lupa penulis mengucapkan *Alhamdulillah*, penulis berharap semoga proposal ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan umumnya bagi semua pihak yang membaca. Terima kasih.

Bandung, 2022

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR LAMPIRAN	viii
ABSTRAK	ix
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Kerangka Pemikiran.....	5
1.6 Hipotesa Penelitian.....	10
1.7 Tempat dan waktu Penelitian	10
II. TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 Umbi Porang.....	11
2.1.1 Morfologi Tanaman Umbi Porang	13
2.1.2 Kandungan gizi umbi porang	16
2.1.3 Kandungan Kalsium Oksalat pada Umbi Porang.....	17
2.2 Tepung.....	17
2.2.1 Syarat Mutu Tepung Umbi Porang	20
2.3 Larutan Asam	20
2.3.1 Asam Lakat	21
2.3.2 Asam asetat	22
2.3.3 Asam sitrat	24
III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN	25
3.1 Bahan dan Alat Penelitian	25
3.1.1 Bahan-bahan Penelitian.....	25
3.1.2 Alat-alat Penelitian.....	25
3.2 Metode Penelitian.....	25
3.2.1 Penelitian Pendahuluan	25
3.2.2 Penelitian Utama	26

3.2.3	Rancangan Perlakuan	27
3.2.4	Rancangan Percobaan	28
3.2.5	Rancangan analisis	31
3.2.6	Rancangan respon	33
3.3	Deskripsi Penelitian.....	33
3.3.1	Penelitian Pendahuluan	33
3.3.2	Penelitian Utama	35
3.4	Prosedur Penelitian.....	37
3.4.1	Diagram Alir Penelitian Pendahuluan.....	37
3.4.2	Diagram Alir Penelitian Utama.....	38
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1	Penelitian Pendahuluan	39
4.1.1	Analisis Bahan Baku	39
4.2	Penelitian utama	42
4.2.1	Respon Kimia.....	42
4.2.2	Respon Fisik.....	46
V.	KESIMPULAN dan SARAN	59
5.1	Kesimpulan.....	59
5.2	Saran.....	59
	DAFTAR PUSTAKA	60
	LAMPIRAN.....	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Umbi Porang	11
Gambar 2. Diagram Alir Proses Pembuatan Tepung Porang Pendahuluan	37
Gambar 3. Diagram Alir Proses Pembuatan Tepung Utama	38
Gambar 4. CIELAB Color Chart	58
Gambar 5. Intensitas Warna L*	112
Gambar 6. Intensitas Warna a*	112
Gambar 7. Intensitas Warna b*	113



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kandungan gizi umbi porang segar	16
Tabel 2. Syarat Mutu Tepung Porang	20
Tabel 3. Sifat Fisika dan Sifat Kimia	21
Tabel 4. Analisa Variansi Percobaan Rancangan Acak Kelompok.....	32
Tabel 5. Hasil Analisis Kadar Kalsium Oksalat.....	39
Tabel 6. Hasil Analisis Derajat Putih.....	41
Tabel 7. Hasil Pengaruh Interaksi Larutan Asam dan Konsentrasi dengan Lama Perendaman Terhadap Kadar Kalsium Oksalat (mg/kg)	43
Tabel 8. Hasil Pengaruh Interaksi Larutan Asam dan Konsentrasi dengan Lama Perendaman Terhadap Intensitas Warna L*	48
Tabel 9. Hasil Pengaruh Interaksi Larutan Asam dan Konsentrasi dengan Lama Perendaman Terhadap Intensitas Warna a*	51
Tabel 10. Hasil Pengaruh Interaksi Larutan Asam dan Konsentrasi dengan Lama Perendaman Terhadap Intensitas Warna b*	54
Tabel 11. Warna Daerah Kisaran Kromatis	56
Tabel 12. Hasil Analisis Pendahuluan Kadar Kalsium Oksalat.....	69
Tabel 13. Hasil Analisis Intensitas Warna Pendahuluan	70
Tabel 14. Hasil Analisis Kadar Kalsium Oksalat (Ulangan I).....	71
Tabel 15. Hasil Analisis Kadar Kalsium Oksalat (Ulangan II).....	72
Tabel 16. Data Asli Nilai Rata-Rata Kadar Kalsium Oksalat.....	73
Tabel 17. Analisis Variansi (ANAVA) Kadar Kalsium Oksalat	76
Tabel 18. Uji Lanjut Duncan Kadar Kalsium Oksalat	77
Tabel 19. Hasil Uji Lanjut Duncan Kadar Kalsium Oksalat.....	78
Tabel 20. Pengaruh Larutan Asam Laktat dan Konsentrasi (5%) dengan Lama Perendaman (30,60, dan 90 menit)	79
Tabel 21. Pengaruh Larutan Asam Laktat dengan Konsentrasi (10%) dan Lama Perendaman (30,60, dan 90 menit)	79
Tabel 22. Pengaruh Larutan Asam Laktat dengan Konsentrasi (15%) dan Lama Perendaman (30,60, dan 90 menit)	79
Tabel 23. Pengaruh Larutan Asam Sitrat dan Konsentrasi (5%) dengan Lama Perendaman (30,60, dan 90 menit)	79
Tabel 24. Pengaruh Larutan Asam Sitrat dan Konsentrasi (10%) dengan Lama Perendaman (30,60, dan 90 menit)	79
Tabel 25. Pengaruh Larutan Asam Sitrat dan Konsentrasi (15%) dengan Lama Perendaman (30,60, dan 90 menit)	80
Tabel 26. Pengaruh Larutan Asam Asetat dan Konsentrasi (5%) dengan Lama Perendaman (30,60, dan 90 menit)	80
Tabel 27. Pengaruh Larutan Asam Asetat dan Konsentrasi (10%) dengan Lama Perendaman (30,60, dan 90 menit)	80

Tabel 28. Pengaruh Larutan Asam Asetat dan Konsentrasi (15%) dengan Lama Perendaman (30,60, dan 90 menit)	80
Tabel 29. Pengaruh Konsentrasi (5,10, dan 15%) dan Lama Perendaman (30,60, dan 90 menit) terhadap larutan Asam Laktat	81
Tabel 30. Pengaruh Konsentrasi (5,10, dan 15%) dan Lama Perendaman (30,60, dan 90 menit) terhadap larutan Asam Sitrat.....	81
Tabel 31. Pengaruh Konsentrasi (5,10, dan 15%) dan Lama Perendaman (30,60, dan 90 menit) terhadap larutan Asam Asetat	82
Tabel 32. Hasil Pengaruh Interaksi Larutan Asam dan Konsentrasi dengan Lama Perendaman Terhadap Kadar Kalsium Oksalat	83
Tabel 33. Hasil Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman dengan Larutan Asam Terhadap Kadar Kalsium Oksalat (mg/Kg).....	84
Tabel 34. Hasil Analisis Derajat Putih (Ulangan I)	85
Tabel 35. Hasil Analisis Derajat Putih (Ulangan II)	86
Tabel 36. Data Asli Nilai Rata-Rata Intensitas Warna	87
Tabel 37. Analisis Variansi (ANAVA) Kadar Kalsium Oksalat	90
Tabel 38. Uji lanjut duncan Intensitas Warna L*	91
Tabel 39. Hasil Uji Lanjut Duncan Intensitas Warna L*.....	92
Tabel 40. Hasil Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman dengan Larutan Asam Terhadap Intensitas Warna L*	93
Tabel 41. Hasil Pengaruh Interaksi Larutan Asam dan Konsentrasi dengan Lama Perendaman Terhadap Intensitas Warna L*	94
Tabel 42. Analisis Variansi (ANAVA) Intensitas Warna a*	98
Tabel 43. uji lanjut duncan derajat putih.....	99
Tabel 44. Hasil Uji Lanjut Duncan Intensitas Warna a*	100
Tabel 45. Hasil Pengaruh Interaksi Larutan Asam dan Konsentrasi dengan Lama Perendaman Terhadap Intensitas Warna a*	101
Tabel 46. Hasil Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman dengan Larutan Asam Terhadap Intensitas Warna a*	102
Tabel 47. Analisis Variansi (ANAVA) Intensitas Warna b*	106
Tabel 48. uji lanjut duncan intensitas warna b*	107
Tabel 49. Hasil Uji Lanjut Duncan Intensitas Warna b*	108
Tabel 50. Hasil Pengaruh Interaksi Larutan Asam dan Konsentrasi dengan Lama Perendaman Terhadap Intensitas Warna b*	109
Tabel 51. Hasil Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman dengan Larutan Asam Terhadap Intensitas Warna b*	110
Tabel 52. Rincian Biaya Penelitian.....	116
Tabel 53. Rincian Biaya Analisis Penelitian.....	116

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan jumlah ulangan	64
Lampiran 2. Prosedur Analisis Kadar Kalsium Oksalat Metode Permanganometri (SNI.7939-2013)	65
Lampiran 3. Prosedur Analisis Intensitas Warna (Chem-Mix Pratama, 2017).....	67
Lampiran 4. Rendemen Tepung	68
Lampiran 5. Hasil penelitian pendahuluan analisis kadar kalsium oksalat.....	69
Lampiran 6. Hasil penelitian pendahuluan analisis derajat.....	70
Lampiran 7. Hasil penelitian utama analisis kadar kalsium oksalat	71
Lampiran 8. Hasil Penelitian Analisis Intensitas Warna.....	85
Lampiran 9. Dokumentasi Penelitian.....	114



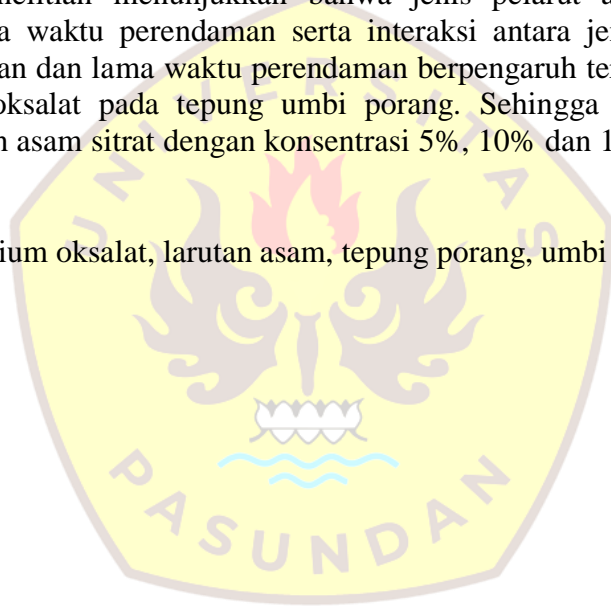
ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis larutan asam, konsentrasi larutan, dan lama perendaman yang tepat untuk produk tepung porang dengan menggunakan rancangan percobaan dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan 3 faktor.

Penelitian ini dilakukan dua tahap, yaitu penelitian pendahuluan yang terdiri dari pembuatan tepung porang tanpa perlakuan asam yaitu sebagai *blanko* dengan analisis kadar kalsium oksalat dan intensitas warna dengan *Chromameter*. Selanjutnya penelitian utama bertujuan untuk menghilangkan kadar kalsium oksalat pada umbi porang dengan perlakuan perendaman larutan asam laktat, asam sitrat dan asam asetat dengan masing masing konsentrasi (5%, 10% dan 15%) dan lama perendaman selama (30 menit, 60 menit dan 90 menit). Tanggapan dalam penelitian ini yaitu terdiri dari analisis kadar kalsium oksalat dan intensitas warna dengan *Chromameter*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis pelarut asam, konsentrasi larutan dan lama waktu perendaman serta interaksi antara jenis pelarut asam, konsentrasi larutan dan lama waktu perendaman berpengaruh terhadap penurunan kadar kalsium oksalat pada tepung umbi porang. Sehingga penurunan kadar oksalat perlakuan asam sitrat dengan konsentrasi 5%, 10% dan 15% tidak berbeda nyata.

Kata kunci : kalsium oksalat, larutan asam, tepung porang, umbi porang.



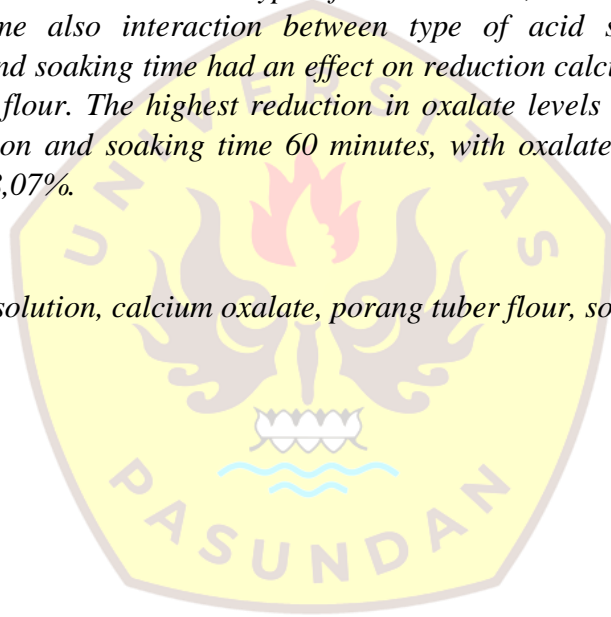
ABSTRACT

The purpose of this research was to determine the effect of the type of acid solution, the concentration of the solution and soaked time for porang tuber flour. The experimental design used in this study was a randomized design group (RAK) factorial with 3 factors.

This research was carried out in two stages, preliminary research consisted of made porang tuber flour without acid treatment namely as blank by analysed calcium oxalate levels and color intensity with chromameter. The main research was to remove of calcium oxalate levels in porang by treatment soaked in lactic acid solution, citric acid, and acetic acid with each concentration (5%, 10%, and 15%) and soaked time for (30 min, 60 min, 90 min). Responses of this research was analysis of calcium oxalate levels and color intensity with chromameter.

Research results show that type of acid solution, solution concentration and soaking time also interaction between type of acid solution, solution concentration, and soaking time had an effect on reduction calcium oxalate levels in porang tuber flour. The highest reduction in oxalate levels was 91,93% with 10% concentration and soaking time 60 minutes, with oxalate levels in porang tuber flour was 8,07%.

Keywords: acid solution, calcium oxalate, porang tuber flour, soaking time



I. PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan mengenai: (1) Latar Belakang Masalah, (2) Identifikasi Masalah, (3) Maksud dan Tujuan Penelitian, (4) Manfaat Penelitian, (5) Kerangka Penelitian, (6) Hipotesis Penelitian dan (7) Tempat dan Waktu Penelitian.

1.1 Latar Belakang Masalah

Umbi-umbian merupakan tanaman pangan penting sumber karbohidrat terutama dalam bentuk pati. Umbi merupakan makanan pokok di beberapa negara terutama Asia dan Afrika. Salah satunya di Indonesia umbi merupakan komoditas penting sebagai bahan pangan dan juga bahan baku untuk berbagai produk industri. karena menyumbang kalori terbesar dalam makanan utama dalam sekali konsumsi. Umbi-umbian yang banyak tumbuh di Indonesia adalah umbi kayu (*Manihot esculente*), kentang, (*Solanum tuberosum*), ubi jalar (*Ipomea battas*), yam (*Dioscorea spp*), keluarga aroids, seperti talas (*Colocasiodeae*), kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*), taro (*Colocasia esculenta*), suweg (*Amorphophallus campanulatus*) dan porang (*Amorphophallus oncophyllus*) (Agustin dkk., 2017).

Porang (*Amorphophallus muelleri Blume*) merupakan salah satu jenis tanaman ilies-iles yang sering ditemukan di dalam hutan. Porang merupakan famili *Araceae* yang merupakan tumbuhan semak (herba) dengan tinggi 100-150 cm dan memiliki umbi batang, tangkai dan daunnya berwarna hijau hingga hijau tua bergaris-garis dengan bercak putih prismatic (Kusuma Wardani dkk., 2019)

Porang merupakan tanaman umbi yang mempunyai potensi dan prospek untuk dikembangkan di Indonesia. Tumbuhan ini dapat dijadikan sebagai

alternatif bahan pangan karena memiliki kandungan glukomanan yang cukup tinggi mencapai 5%- 65%, kadar air 79,7%, Pati 2 %, dan serat kasar 8%. Selain itu Umbi porang memiliki ciri *Araceae* yaitu adanya Kristal asam oksalat yang cukup tinggi. Substansi ini dapat menyebabkan gatal dan rasa panas di mulut (Harijati dkk., 2011).

Porang mempunyai peluang besar untuk diekspor, sehingga perlu untuk Tanaman dikembangkan. Seperti yang dikutip dari Catatan Badan Karantina Pertanian bahwa ekspor porang pada tahun 2018 tercatat sebanyak 254 ton, dengan nilai ekspor sangat besar ke negara Jepang, Cina, Australia, Vietnam dan negara lainnya (sutiawan, 2019). Indonesia mengeksport porang dalam bentuk umbi segar maupun gablek atau chip. Permintaan untuk porang terus mengalami peningkatan, baik dalam bentuk segar maupun chip porang kering (K. Pertanian 2021).

Asam-asam organik pada umumnya merupakan turunan dari asam karboksilat. Asam-asam ini dapat membentuk garam dengan unsur-unsur logam dan mudah ditemukan. Salah satu contoh turunan asam karboksilat adalah asam oksalat. Asam oksalat merupakan asam organik kuat yang terdiri atas dua gugus karboksil yang saling terikat sehingga lebih dikenal dengan nama asam karboksilat (Irmanto, 2006).

Oksalat banyak terkandung dalam beberapa jenis umbi, diantaranya umbi kimpul, umbi suweg, umbi talas, umbi senthe dan umbi porang. Oksalat terdapat bentuk terlarut (asam oksalat) dan tidak larut dalam air yaitu kalsium oksalat atau garam oksalat. Kandungan kalsium oksalat pada umbi porang tersebut merupakan

suatu kendala bila dikonsumsi tanpa perlakuan awal terlebih dahulu. (Amalia dan Yuliana, 2013).

Kalsium oksalat dan garamnya termasuk golongan senyawa yang berbahaya karena bersifat racun (*toxic*). Kalsium oksalat dengan dosis 4-5 gram dapat menyebabkan gatal pada mulut, sensasi terbakar, iritasi pada kulit dan mulut, tetapi dosis yang dilaporkan dapat menyebabkan pengaruh fatal biasanya adalah 10-15 gram yang menyebabkan kematian (Noonan dan Savage, 1999).

Untuk menghilangkan kandungan kalsium oksalat, salah satunya dapat dilakukan dengan perlakuan kimia, dengan cara melarutkan kalsium oksalat dalam 3 pelarut kimia sehingga mendekomposisi kalsium oksalat menjadi asam oksalat (Lukitaningsih, 2010).

Menurut penelitian (Saridewi 1992) Setelah direndam dalam air selama 60 menit, kadar oksalat mengalami penurunan sebesar 55,91% dari kadar awal. Penurunan kadar oksalat selama perendaman disebabkan karena peristiwa osmosis yang terus berlangsung sehingga kalsium oksalat akan keluar.

Asam sitrat dan asam askorbat mampu menembus dinding sel idioblast dimana kristal kalsium oksalat tersimpan. Kristal kalsium oksalat akan terdesak keluar sel dan terlarut dalam larutan perendam yang bersifat asam (Kusuma Wardani dkk., 2019).

Asam asetat merupakan golongan asam lemah artinya senyawa yang mempunyai ion H^+ dan CH_3COO^- , Jika semakin rendah pH larutan (semakin asam suatu larutan) maka semakin mudah mengubah senyawa kalsium oksalat yang bersifat tidak larut air menjadi senyawa asam oksalat yang larut air

sehingga senyawa oksalat pada umbi ikut terbuang bersama air rendaman (Kusuma Wardani dkk., 2019).

Masalah dalam pengembangan tepung umbi porang yang masih harus dilakukan adalah menurunkan kandungan oksalat pada umbi porang, dengan menggunakan cara sederhana seperti dilakukan perendaman dengan menggunakan jenis pelarut kimia, sehingga diharapkan dapat menghasilkan tepung umbi porang dengan nilai kandungan oksalat yang rendah.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka masalah yang dapat diidentifikasi adalah:

1. Apakah perendaman menggunakan jenis pelarut asam yang berbeda berpengaruh terhadap penurunan kadar kalsium oksalat pada tepung umbi porang?
2. Apakah waktu perendaman berbeda berpengaruh terhadap penurunan kadar kalsium oksalat pada tepung umbi porang?
3. Apakah interaksi antara jenis pelarut dan waktu perendaman berbeda berpengaruh terhadap penurunan kadar kalsium oksalat pada tepung umbi porang?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menentukan jenis pelarut dan waktu perendaman terhadap penurunan kadar kalsium oksalat pada tepung umbi porang.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan tepung umbi porang yang memiliki kadar oksalat yang rendah, dan untuk mengetahui karakteristik tepung umbi porang yang direndam dengan jenis pelarut asam dan waktu perendaman yang berbeda terhadap penurunan kadar oksalat. Sehingga dapat bermanfaat bagi masyarakat tepung yang dihasilkan umbi porang sebagai bahan pangan yang memiliki nilai gizi yang tinggi.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan dapat menjadi bahan informasi data dalam membudidayakan tanaman umbi porang, alternatif mengenai jenis pelarut, dan waktu perendaman yang paling efektif untuk menurunkan kadar oksalat pada tepung umbi porang, dan tepung yang dihasilkan dapat bermanfaat untuk bahan pangan yang menggunakan tepung jenis lainnya yang bernilai gizi tinggi.

1.5 Kerangka Pemikiran

Agustin dkk., (2017), menyatakan bahwa kristal oksalat ditemukan pada jenis umbi terutama keluarga aroid seperti talas, kimpul, suweg, dan porang. Masing-masing varietas dari spesies umbi keluarga aroid mempunyai kandungan oksalat yang berbeda. Suweg dan porang merupakan umbi yang sangat gatal dengan kandungan oksalat yang tinggi.

Makanan yang mengandung oksalat (>10 mg/100g) termasuk makanan yang tinggi oksalat sehingga berpeluang dalam menyebabkan batu ginjal. Berdasarkan pernyataan tersebut oksalat dalam makanan tidak

boleh melebihi 10 mg/100 g, dengan kata lain makanan yang masuk ke dalam tubuh tidak boleh melebihi 100 ppm karena dapat berisiko pada batu ginjal (Holmes dan Kennedy, 2000).

Menurut Knudsen dkk., (2008), batas aman konsumsi kadar kalsium oksalat bagi orang dewasa adalah 0,60 - 1,25 g atau sama dengan 600 – 1250 mg perhari selama enam minggu berturut-turut.

Harijati dkk., (2011), menyatakan bahwa substansi kalsium oksalat dapat menyebabkan gatal dan rasa panas di mulut. Makanan yang mengandung Kristal kalsium oksalat dapat menyebabkan abrasi mekanik pada saluran pencernaan dan tubulus halus di dalam ginjal, pada jumlah yang sangat besar dapat membentuk batu ginjal. Distribusi kristal kalsium oksalat pada daun porang memiliki korelasi positif dengan kristal kalsium oksalat yang terdapat pada tangkai, daun, dan umbi porang.

Menurut penelitian Saridewi, (1992), menunjukkan bahwa perendaman potongan umbi talas dalam air hangat menunjukkan nilai persentase reduksi oksalat yang cukup baik, hal ini diduga karena adanya peristiwa difusi oksalat larut air yang terdapat dalam bahan ke air perendaman, sehingga oksalat larut air akan larut dan terbuang bersama air perendaman. Akibatnya kandungan oksalat yang terdapat dalam bahan akan tereduksi oleh air perendaman.

Menurut penelitian Wahyudi, (2010), reduksi oksalat pada umbi talas dengan menggunakan perendaman air hangat dengan suhu yang digunakan adalah 40 dan 50°C dengan lama perendaman adalah 1; 2; 3;

dan 4 jam. Hasil yang terbaik yang didapat adalah perendaman talas dengan air hangat suhu 40°C dengan lama perendaman selama 3 jam. metode perendaman talas dengan air hangat suhu 40°C dengan lama perendaman selama 3 jam dapat mereduksi oksalat sebanyak 81.96%.

Menurut penelitian Anggraeni dkk., (2011), penurunan kadar oksalat dilakukan dengan cara perendaman irisan umbi walur dengan ketebalan 2 mm dalam larutan HCl 0,2 N (0,61%) dengan perbandingan 10 kg umbi walur dalam 10 L selama 30 menit, pada suhu 50°C, kemudian perendaman dalam larutan natrium bikarbonat 1% dan dilakukan pencucian. metode ini dapat menurunkan kandungan total oksalat pada umbi walur sebesar 92.97% dengan menyisakan total oksalat sebesar 2535 ppm.

Menurut Anggraeni dkk., (2011), pengurangan kadar oksalat pada talas dengan menggunakan larutan HCl, asam sitrat, KOH, NaOH. Pengurangan oksalat tertinggi (98,59 %) dengan menggunakan HCl selama 5 menit. Pada penelitian ini akan menggunakan metode gabungan (fisik dan kimia) dengan variasi suhu, waktu kontak, dan konsentrasi larutan NaHCO₃ untuk mendapatkan tepung talas yang aman untuk dikonsumsi.

Menurut penelitia Kurniati dkk., (2015) dilakukan optimasi pengeringan chips porang menggunakan cabinet dryer dengan variasi ketebalan yaitu 1 mm dan 3 mm. Variasi suhu pengeringan yang digunakan yaitu 50°C, 60°C dan 70°C hingga mencapai kadar air kurang

dari 10 % (wb). Hasil yang didapatkan tepung porang dengan pengeringan optimal suhu 60 °C mengandung kalsium oksalat 1,65 % (db) dan rendemen glukomanan 59,68 %.

Penelitian Khairunnisa, (2018), dalam penelitiannya menyatakan bahwa penurunan oksalat pada umbi porang dapat dilakukan dengan metode perendaman dengan menggunakan tiga larutan dan konsentrasi berbeda yaitu HCl 1,65%, NaCl 10%, dan $C_6H_8O_7$ 5% dengan hasil terbaik menunjukkan bahwa dengan perendaman umbi porang dengan larutan HCl pada konsentrasi 1,65% dengan waktu perendaman 90 menit mampu menurunkan oksalat sebesar 73,06%.

Menurut penelitian Wardani dan Handrianto, (2019), Larutan jeruk nipis 5% juga memberikan hasil optimal penurunan kadar kalsium oksalat pada umbi porang, larutan jeruk nipis 5% dapat mereduksi kadar kalsium oksalat hingga 58% sedangkan larutan jeruk nipis 7% hanya dapat mereduksi kadar kalsium oksalat pada umbi porang hingga 47%.

Menurut Lukitaningsih, (2010), dalam penelitiannya menyatakan bahwa penurunan oksalat pada proses perendaman irisan umbi walur dengan ketebalan 2 mm menggunakan HCl konsentrasi 0,01 N selama 15 menit sebanyak 3 kali ulangan, yang kemudian dilakukan perendaman kembali menggunakan natrium hidroksida 0,01 N selama 15 menit sebanyak 3 kali ulangan mampu mereduksi oksalat sebanyak 34,16 %.

Menurut Suharso (1997), dalam jurnal Mayasari (2010), menyatakan bahwa, semakin tinggi konsentrasi suatu zat maka jumlah

partikel yang terdapat pada zat tersebut akan semakin banyak. Oleh karena itu semakin banyak jumlah asam klorida maka semakin banyak pula reaksi yang terjadi dengan partikel oksalat yang terdapat dalam bahan. Hal tersebut dapat menyebabkan kandungan oksalat yang tersisa dalam bahan semakin sedikit.

Menurut Hartanti, Amanto, dan Rahadian, (2012), berdasarkan rancangan percobaan dengan variasi konsentrasi asam laktat (0%, 0,5%, 1%, dan 1,5%) dan variasi lama perendaman asam laktat (30 menit, 60 menit, 90 menit). Hasil dari penelitian ini adalah peningkatan konsentrasi asam laktat memberikan pengaruh terhadap penurunan gula reduksi, swelling power, viskositas, dan peningkatan derajat putih. Konsentrasi dengan waktu paling baik yaitu 1,5% (90 menit). Peningkatan lama perendaman memberikan pengaruh terhadap penurunan gula reduksi dan peningkatan derajat putih. Interaksi antara konsentrasi asam laktat dan lama perendaman memberikan pengaruh terhadap kadar air.

Menurut penelitian Saridewi, (1992) Setelah direndam dalam air selama 60 menit, kadar oksalat mengalami penurunan sebesar 55,91% dari kadar awal. Penurunan kadar oksalat selama perendaman disebabkan karena peristiwa osmosis yang terus berlangsung sehingga kalsium oksalat akan keluar.

Berdasarkan penelitian Agustin dkk., (2017) dalam penelitiannya menyatakan bahwa penurunan oksalat pada umbi kimpul dapat dilakukan dengan metode perendaman dengan menggunakan asam asetat, hasil

terbaik menunjukkan bahwa dengan perendaman irisan umbi kimpul dengan larutan asam asetat pada konsentrasi 20% dengan waktu perendaman 30 menit mampu menurunkan oksalat sebesar 66%.

1.6 Hipotesa Penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran bahwa :

1. Diduga terdapat jenis pelarut yang berpengaruh terhadap penurunan kadar kalsium oksalat pada tepung umbi porang.
2. Diduga terdapat waktu perendaman yang berpengaruh terhadap penurunan kadar kalsium oksalat pada tepung umbi porang.
3. Diduga terdapat interaksi antara jenis pelarut dan waktu lama perendaman yang berpengaruh terhadap penurunan kadar kalsium oksalat pada tepung umbi porang.

1.7 Tempat dan waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Penelitian Program Studi Teknologi Pangan Universitas Pasundan Kampus IV, Jalan Dr. Setiabudhi No. 193 Bandung Indonesia. Pada bulan 13 juni hingga 22 september 2022.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan mengenai : (1) Umbi porang, (2) Larutan asam, dan (3) Tepung.

2.1 Umbi Porang

Sistematis tanaman umbi porang (*Amorphophallus oncophyllus*) menurut Perhutani (2013) adalah sebagai berikut :

Divisi : *Spermatophyta*
Sub-Divisi : *Angiospermae*
Kelas : *Monocotyledonae*
Ordo : *Alismatales*
Family : *Araceae*
Genus : *Amorphophallus*
Spesies : *Amorphophallus Muelleri*



Gambar 1. Umbi Porang

Umbi porang merupakan salah satu jenis tanaman dalam suku talas-talasan yang banyak tumbuh di Indonesia, khususnya di daerah Saradan Kabupaten Madiun Jawa Timur. Umbi porang ditanam dengan metode tumpang sari di bawah naungan pohon jati, mahonia atau sonokeling. Pohon-pohon tersebut diharapkan

dapat menghambat masuknya sinar matahari sekitar 50-60%. Umbi porang dapat tumbuh dengan baik pada suhu udara sekitar 25-35 °C, curah hujan antara 300-400 mm per bulan dan ketinggian tempat sampai 1000 mdpl (Wardani dan Handrianto 2019).

Tanaman porang merupakan salah satu tanaman umbi-umbian di Indonesia yang memiliki manfaat dari umbinya yang lebih beragam dari pada tanaman umbi lainnya. Tanaman porang mengandung karbohidrat yang penting yaitu glukomanan (Heyne, 1987; Lahiya, 1993 ; Jansen dkk.,1996). Kandungan Glukomanan pada tanaman porang paling tinggi dibandingkan dengan tanaman umbi lainnya (Ohtsuki, 1968; Rosman dan Rusli, 1991; Jansen dkk.,1996) dan juga merupakan satu-satunya sumber glukomanan bukan pohon yang cukup tinggi (Plucknett, 1978; Suyatno, 1982). Adanya Glukomanan membuat tanaman porang tidak hanya sebagai bahan pangan tetapi dapat digunakan membentuk gel, kestabilan, pengental, dan penyerap air yang baik (Dave, Sheth, McCarthy, Ratto, dan Kaplan, 1998; Pang, 2003; Zhang,Xie, dan Gan, 2005). Dalam bidang kesehatan, glukomanan dapat membuat efek positif terhadap kesehatan, antara lain: menurunkan risiko kanker, berat badan, kolesterol jahat (LDL), dan mengurangi konstipasi (Arvill dan Bodin, 1995;Chen dkk., 2003; Gallaher dkk., 2002; Salas-Salvado´dkk.,2008) dalam (Hidayah 2016).

Umbi porang dapat dipanen bila sudah berumur dua sampai tiga tahun. Panen umbi porang biasanya dilakukan pada musim kemarau sekitar bulan Mei sampai Agustus. Umbi porang yang telah dipanen dapat diperdagangkan dalam bentuk umbi segar, chips kering maupun tepung porang. Umbi porang yang mendapat perlakuan pascapanen dapat meningkatkan kualitas hasil panen dan

memperpanjang masa simpannya. Penyimpanan umbi porang segar disarankan tidak lebih dari dua hari karena hal tersebut dapat menurunkan viskositas senyawa mannan yang terkandung di dalamnya sampai seperlima bagian. Selain itu, masyarakat jarang mengkonsumsi umbi porang secara langsung karena umbi porang mengandung senyawa kalsium oksalat yang cukup tinggi yang menyebabkan rasa sangat gatal pada tangan, bibir, lidah, mulut dan tenggorokan. Penanganan umbi porang juga harus dilakukan dengan cepat setelah proses panen (Wardani dan Handriantoi, 2019)

2.1.1 Morfologi Tanaman Umbi Porang

Deskripsi tanaman porang (*A. oncophyllus*) telah diuraikan secara jelas oleh Sumarwoto (2005) dalam buku P. P. dan P. T. P. Pertanian, (2015) antara lain sebagai berikut :

1. Batang

Batang tumbuh tegak, lunak, halus berwarna hijau atau hitam dengan belang-belang putih tumbuh di atas ubi yang berada di dalam tanah. Batang tersebut sebetulnya merupakan batang tunggal dan semu, berdiameter 5-50 mm tergantung umur/periode tumbuh tanaman, memecah menjadi tiga batang sekunder dan selanjutnya akan memecah lagi menjadi tangkai daun. Tangkai berukuran 40-180 cm x 1-5 cm, halus, berwarna hijau hingga hijau kecoklatan dengan sejumlah belang putih kehijauan (hijau pucat). Pada saat memasuki musim kemarau, batang porang mulai layu dan rebah ke tanah sebagai gejala awal dormansi, kemudian pada saat musim hujan akan tumbuh kembali. Tergantung tingkat kesuburan lahan dan iklimnya, tinggi tanaman porang dapat mencapai 1,5

m.

2. Daun

Daun porang termasuk daun majemuk dan terbagi menjadi beberapa helaian daun (menjari), berwarna hijau muda sampai hijau tua. Anak helaian daun berbentuk elip dengan ujung daun runcing, permukaan daun halus bergelombang. Warna tepi daun bervariasi mulai ungu muda (pada daun muda), hijau (pada daun umur sedang), dan kuning (pada daun tua). Pada pertumbuhan yang normal, setiap batang tanaman terdapat 4 daun majemuk dan setiap daun majemuk terdapat sekitar 10 helaian daun. Lebar kanopi daun dapat mencapai 25-150 cm, tergantung umur tanaman.

3. Bulbil/katak

Pada setiap pertemuan batang sekunder dan ketiak daun akan tumbuh bintil berbentuk bulat simetris, berdiameter 10-45 mm yang disebut bulbil/katak yaitu umbi generatif yang dapat digunakan sebagai bibit. Besar kecilnya bulbil tergantung umur tanaman. Bagian luar bulbil berwarna kuning kecoklatan sedangkan bagian dalamnya berwarna kuning hingga kuning kecoklatan. Adanya bulbil/ katak tersebut membedakan tanaman porang dengan jenis *Amorphophallus* lainnya. Jumlah bulbil tergantung ruas percabangan daun, biasanya berkisar antara 4-15 bulbil per pohon.

4. Umbi

Umbi porang merupakan umbi tunggal karena setiap satu pohon porang hanya menghasilkan satu umbi. Diameter umbi porang bisa mencapai 28 cm

dengan berat 3 kg, permukaan luar umbi ber warna coklat tua dan bagian dalam berwarna kuning-kuning kecoklatan. Bentuk bulat agak lonjong, berserabut akar. Bobot umbi beragam antara 50-200 g pada satu periode tumbuh, 250-1.350 g pada dua periode tumbuh, dan 450-3.350 g pada tiga periode tumbuh. Berdasarkan pengamatan Perhutani (2013), bila umbi yang ditanam berbobot 200 s/d 250 g, maka hasil umbi dapat mencapai 2-3 kg/ pohon per musim tanam. Sementara bila digunakan bibit dari bul-bil/katak maka hasil umbi berkisar antara 100-200 g/pohon.

5. Bunga

Bunga tanaman porang akan tumbuh pada saat musim hujan dari umbi yang tidak mengalami tumbuh daun (flush). Bunga tersusun atas seludang bunga, putik, dan benangsari. Seludang bunga bentuk agak bulat, agak tegak, tinggi 20-28 cm, bagian bawah berwarna hijau keunguan dengan bercak putih, bagian atas berwarna jingga berbercak putih. Putik berwarna merah hati (maron). Benang sari terletak di atas putik, terdiri atas benangsari fertil (di bawah) dan benangsari steril (di atas). Tangkai bunga panjangnya 25-45 cm, garis tengah 16-28 mm, berwarna hijau muda sampai hijau tua dengan bercak putih kehijauan, dan permukaan yang halus dan licin. Bentuk bunga seperti ujung tombak tumpul, dengan garis tengah 4-7 cm, tinggi 10-20 cm.

6. Buah/biji

Termasuk buah berdaging dan majemuk, berwarna hijau muda pada waktu muda, berubah menjadi kuning kehijauan pada waktu mulai tua dan orange-merah pada saat tua (masak). Bentuk tandan buah lonjong meruncing ke pangkal, tinggi

10-22 cm. Setiap tandan mempunyai buah 100-450 biji (rata-rata 300 biji), bentuk oval. Setiap buahnya mengandung 2 biji. Umur mulai pembungaan (saat keluar bunga) sampai biji masak mencapai 8-9 bulan. Biji mengalami dormansi selama 1-2 bulan.

7. Akar

Tanaman porang hanya mempunyai akar primer yang tumbuh dari bagian pangkal batang dan sebagian tumbuh menyelimuti umbi. Pada umumnya sebelum bibit daun, didahului dengan pertumbuhan akar yang cepat dalam waktu 7-14 hari kemudian tumbuh tunas baru. Jadi tanaman porang tidak mempunyai akar tunggang.

Porang merupakan tanaman umbi yang mempunyai potensi dan prospek untuk dikembangkan di Indonesia. Tumbuhan ini dapat dijadikan sebagai alternatif bahan pangan karena memiliki kandungan glukomanan yang cukup tinggi mencapai 5%- 65%, kadar air 79,7%, Pati 2 %, dan serat kasar 8%. Selain itu Umbi porang memiliki ciri *Araceae* yaitu adanya Kristal asam oksalat yang cukup tinggi. Substansi ini dapat menyebabkan gatal dan rasa panas di mulut (Harijati dkk., 2011).

2.1.2 Kandungan gizi umbi porang

Kandungan gizi umbi porang segar dalam 100 gram terdapat zat makro nutrisi dan mikro nutrisi yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan gizi umbi porang segar

Unsur Kimia	Jumlah (%)
Air	81,50
Abu	1,15

Pati	6,95
Glukomanan	3,75
Kalsium Oksalat	0,25
Protein	0,95
Lemak	0,02
Serat	2,60
Logam berat Cu	0,09

(Sumber : Kurniawati & Widjanarko, 2010)

2.1.3 Kandungan Kalsium Oksalat pada Umbi Porang

Kalsium oksalat merupakan senyawa yang banyak terkandung dalam beberapa jenis umbi, diantaranya pada umbi kimpul, umbi suweg, umbi talas, umbi senthe dan umbi porang (Agustin, dkk., 2017; Purwaningsih dan Kuswiyanto, 2016; Amalia dan Yuliana, 2013; Widari dan Rasmito, 2018; Ulhaq, 2015) dalam (R.K Wardani dan Handrianto, 2019).

Kandungan kalsium oksalat pada umbi-umbi tersebut merupakan suatu kendala bila dikonsumsi tanpa perlakuan awal terlebih dahulu. Hal tersebut dikarenakan timbulnya rasa gatal dan panas pada lidah dan mulut saat mengkonsumsi umbi-umbi tersebut. Kalsium oksalat juga dapat menyebabkan gangguan kesehatan terutama pada organ ginjal (Amalia dan Yuliana, 2013)

Kalsium oksalat sebagai penyebab sekitar 80 persen penyakit batu ginjal pada orang dewasa. Kalsium oksalat yang terkandung dalam umbi porang ini menyebabkan rasa gatal dan ketika diekstraksi akan mempengaruhi kualitas tepung glukomanan, sehingga perlu dilakukan penurunan kadar kalsium oksalat (Nurenik 2016).

2.2 Tepung

Tepung adalah bentuk hasil pengolahan bahan dengan cara pengilingan atau penepungan. Tepung memiliki kadar air yang rendah, hal tersebut berpengaruh

terhadap keawetan tepung. Jumlah air yang terkandung dalam tepung dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain sifat dan jenis atau asal bahan baku pembuatan tepung, perlakuan yang telah dialami oleh tepung, kelembaban udara, tempat penyimpanan dan jenis pengemasan. Tepung juga merupakan salah satu bentuk alternatif produk setengah jadi yang dianjurkan, karena akan lebih tahan disimpan, mudah dicampur, dibentuk dan lebih cepat dimasak sesuai tuntutan kehidupan modern yang serba praktis. Cara yang paling umum dilakukan untuk menurunkan kadar air adalah dengan pengeringan, baik dengan penjemuran atau dengan alat pengering biasa (Nurani dan Yuwono, 2014)

Pada perkembangan zaman, tepung sering diproduksi dari umbi yang memiliki kandungan gizi tinggi, hal ini dilakukan untuk memperbaiki nilai ekonomi umbi itu tersendiri, serta pemanfaatan produk domestik sehingga pengolahan tepung berbasis umbi diharapkan dapat menjadi alternatif penggunaan tepung gandum yang bahan bakunya masih harus didapatkan dari luar negeri. Proses pembuatan tepung umbi-umbian sendiri dapat dilakukan dengan berbagai cara tergantung dari jenis umbi-umbian itu sendiri. Tepung dibuat dengan kadar 6 air sangat rendah sekitar 2-10%. Hal ini menunjukkan bahwa tepung memiliki daya simpan yang lebih lama (Subagio, 2006) dalam (Prakarsa 2016).

Proses Pembuatan Tepung Pembuatan tepung memiliki proses dan metode yang berbeda-beda tergantung dari jenis bahan apa yang akan dijadikan sebagai bahan dasar tepung, bisa dari gandum, umbi, bahkan sampai tulang hewan bisa dijadikan sebagai tepung. Tahapan proses pengolahan tepung pada umumnya terdiri dari pemilihan bahan, pembersihan, pencilan ukuran, pengeringan, penggilingan/ penepungan, dan penyaringan (Suryanti, 2011; Prakarsa, 2016)

Tepung porang merupakan produk olahan yang berasal dari umbi porang. Tepung porang merupakan produk setengah jadi yang praktis dengan umur simpan yang relatif panjang, sehingga memiliki nilai ekonomis yang lebih baik dari pada umbi porang. Tepungan porang memiliki kandungan air lebih rendah dibandingkan umbi porang yang memiliki kadar air 83% dalam 100 gram (Yuniwati dkk., 2020)

Tepung porang seperti hal produk olahan pangan lainnya, juga rentan terhadap kerusakan. Kerusakan bahan pangan merupakan perubahan karakteristik fisik dan kimiawi suatu bahan makanan yang tidak diinginkan atau adanya penyimpangan dari karakteristik normal. Karakteristik ini meliputi karakteristik fisik dan karakteristik kimiawi. Karakteristik fisik meliputi sifat organoleptik seperti warna, aroma, dan tekstur. Sedangkan 9 karakteristik kimiawi meliputi komponen penyusunnya seperti kadar air, kadar abu, protein, lemak, karbohidrat, mineral, dan vitamin (Muchtahdi dkk., 2011).

Tepung porang kasar mengandung 49-60% glukomannan, 10-30% pati, 2-59% serat kasar, 5-14% protein, 3-5% gula reduksi, 3,4-5,3% abu, lemak dan vitamin yang cukup rendah (Johnson 2007 dalam Mulyono 2010) dalam (P. Pertanian 2015). Tepung ini biasanya berwarna krem sampai sedikit coklat dengan aroma amis yang khas (Wang dan Johnson 2003) dalam (P. Pertanian 2015). Standar mutu chips tepung porang yang ditetapkan secara nasional (SNI). Penggunaan tepung porang sebagai bahan baku/campuran pangan, harus memenuhi standar untuk bahan pangan (food grade) internasional, seperti yang berlaku di Amerika Serikat, yakni kadar glukomannan sebesar 80%, berwarna putih, berukuran kecil, mudah larut dalam air dingin atau panas, viskositas larutan

tinggi (1% larutan = 16 000 cps), kadar air, abu, dan protein rendah, residu SO₂ = 500 ppm dan TPC <500 cfu/g (Mulyono 2010) dalam (P. Pertanian 2015).

2.2.1 Syarat Mutu Tepung Umbi Porang

Adapun syarat mutu tepung porang pada SNI tepung porang 7939-2013 dengan kriteria uji kadar air, kadar abu, protein, lemak, karbohidrat, dan glukomanan yang dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Syarat Mutu Tepung Porang

Kriteria Uji	Persyaratan SNI 7939-2013 (%)		
	Mutu I	Mutu II	Mutu III
Kadar Air	≤ 13	13 - ≤ 15	15 - 16
Kadar Abu	≤ 4	> 4 - < 5	5 - 6,5
Protein	≤ 5	> 5 - < 13	14
Lemak	-	-	-
Karbohidrat	-	-	-
Glukomanan	≥ 25	20 - ≤ 25	15 < 20

(Sumber : (SNI.7939-2013))

2.3 Larutan Asam

Larutan adalah suatu campuran homogen yang terdiri dari dua atau lebih zat dalam komposisi yang bervariasi. Zat yang jumlahnya lebih sedikit di dalam larutan disebut (zat) terlarut, sedangkan zat yang jumlahnya lebih banyak daripada zat-zat lain dalam larutan disebut pelarut. (Petrucci 1992).

Larutan asam adalah campuran dengan senyawa asam yang memiliki komposisi merata atau homogen di seluruh bagian volumenya.

Menurut penelitian (Kurdi 2002) menyatakan bahwa perendaman talas dengan asam menyebabkan kalsium oksalat bereaksi dengan asam. Konsentrasi yang tinggi mempunyai jumlah partikel yang lebih banyak sehingga mempunyai kemampuan lebih banyak untuk mereduksi oksalat pada talas.

2.3.1 Asam Laktat

Asam laktat adalah asam organik alami dengan sejarah panjang yang digunakan dalam industri farmasi, kimia dan makanan, terutama sebagai pengasam dan sebagai pengawet. Asam laktat juga merupakan sumber asam polylactic, polimer digunakan sebagai plastik biodegradable. D-, L- dan asam DLlaktat dapat diproduksi oleh bakteri asam laktat maupun secara sintesis. Produksi dunia mencapai 50.000 ton per tahun dengan jumlah yang sekitar sama produk dari fermentasi dan kimia sintesis (Xiaodong, dkk., 1997 dalam (Surya ningsih dan Cahyani 2017).

1 Titik didih pada 1 atm 122°C Bersifat hygroskopis 2 Panas pembakaran 1361 KJ/mol Larut dalam air, alkohol dan eter 3 Kapasitas panas (Cp) pada 20°C 190 J / mol°C Densitas 1,2060 gr/mol

Tabel 3. Sifat Fisika dan Sifat Kimia

No.	Sifat Fisika	Sifat Kimia
1.	Titik didih pada 1 atm 122°C	Bersifat hygroskopis
2.	Panas pembakaran 1361 KJ/mol	Larut dalam air, alkohol dan eter
3.	Kapasitas panas (Cp) pada 20°C 190 J / mol°C	Densitas 1,2060 gr/mol

(Sumber : (Buckle et al. 1987)

Kegunaan asam laktat dapat digunakan dalam berbagai aplikasi. Dalam industri makanan asam laktat dapat digunakan sebagai bahan pengawet asinan, sirup dan bir. Asam laktat juga bisa digunakan untuk pengawet ikan dan daging segar. Dalam industri tekstil digunakan sebagai pelarut dan pengontrol pH, selain itu asam laktat dapat juga digunakan sebagai bahan pembuatan tinta, resin dan cat (Roni dan Herawati 2012)

2.3.2 Asam asetat

Asam asetat atau lebih dikenal sebagai asam cuka (CH_3COOH) adalah suatu senyawa berbentuk cairan, tak berwarna, berbau menyengat, memiliki rasa asam yang tajam dan larut didalam air, alkohol, gliserol, eter. Pada tekanan atmosferik, titik didihnya 118.1°C . Asamasetat mempunyai aplikasi yang sangat luas di bidang industri dan pangan.

Asam asetat termasuk dalam anggota asam karboksilat. Kandungan asam asetat dalam cuka sekitar 4-5%. Asam karboksilat tergolong polar dan dapat membentuk ikatan hidrogen dengan sesamanya atau dengan molekul lain. Turunan asam karboksilat seperti asam asetat dapat terurai di dalam air, sehingga akan menghasilkan anion karboksilat dan ion hidronium. Hal tersebut menyebabkan asam asetat mempunyai titik didih yang tinggi (Hart dkk., 2003). Atom hidrogen (H) pada gugus karboksil ($-\text{COOH}$) dalam asam karboksilat seperti asam asetat dapat dilepaskan sebagai ion H^+ (proton), sehingga memberikan sifat asam. Asam asetat merupakan pelarut protik hidrofilik (polar), mirip seperti air dan etanol. Asam ini mudah bercampur dengan pelarut polar atau nonpolar lain seperti air, kloroform dan heksana. Sifat kelarutan dan kemudahan

bercampur dari asam asetat membuat asam tersebut digunakan secara luas dalam industri kimia dan laboratorium (Hart dkk., 2003).

Asam asetat mengandung tidak kurang dari 36,0 %b/b dan tidak lebih dari 37,0 %b/b $C_2H_4O_2$. Asam asetat mudah menguap diudara terbuka, mudah terbakar, dan dapat menyebabkan korosif pada logam. Asam asetat larut dalam air dengan suhu 20°C, etanol (9,5%) pekat, dan gliserol pekat. Asam asetat jika diencerkan tetap bereaksi asam. Penetapan kadar asam asetat biasanya menggunakan basa natrium hidroksida, dimana 1ml natrium hidroksida 1N setara dengan 60,05 mg CH_3COOH (DepKes RI, 1987).

Sifat fisika dari asam asetat adalah berbentuk cairan jernih, tidak berwarna, berbau menyengat, berasa asam mempunyai titik beku 16,60°C, titik didih 118,10°C dan larut dalam alkohol, air, dan eter. Asam asetat tidak larut dalam karbon disulfida. Asam asetat dibuat dengan fermentasi alkohol oleh bakteri *Acetobacter* pembuatan dengan cara ini biasa digunakan dalam pembuatan dalam cuka makan (Sarsojoni,1996). Asam asetat mempunyai rumus molekul CH_3COOH dan bobot molekul 60,05. (DepKes 1987).

Menurut Hasibuan, (2015), asam asetat dapat digunakan untuk rumah tangga, industri dan kesehatan. Di bidang rumah tangga asam asetat digunakan sebagai bahan penyedap rasa pada makanan dan bahan pengawet tradisional untuk beberapa jenis makanan. Kandungan asam asetat 0,1% dapat menghambat pertumbuhan bakteri spora penyebab keracunan makanan. Asam asetat juga dapat digunakan untuk pembuatan obat-obatan sebagai contoh aspirin, bahan dasar

pembuatan anhidrida dan bahan dasar pembuatan senyawa lain seperti asetil klorida.

2.3.3 Asam sitrat

Asam sitrat adalah salah satu asam organik penting dalam kehidupan manusia, karena cukup banyak digunakan dalam dunia industri. Sekitar 70% dari asam sitrat yang dihasilkan digunakan dalam industri makanan dan minuman untuk berbagai keperluan, sedangkan 12% digunakan dalam industri obat-obatan dan sekitar 18% untuk kegunaan industri lainnya (Kareem dan Rahman 2011).

Sifat-sifat fisis asam sitrat dirangkum pada tabel di sebelah kanan. Keasaman asam sitrat didapatkan dari tiga gugus karboksil $-COOH$ yang dapat melepas proton dalam larutan. Jika hal ini terjadi, ion yang dihasilkan adalah ion sitrat. Sitrat sangat patut digunakan dalam larutan penyangga untuk mengendalikan pH larutan. Ion sitrat dapat bereaksi dengan banyak ion logam membentuk garam sitrat. Selain itu, sitrat dapat mengikat ion-ion logam dengan pengkelatan, sehingga digunakan sebagai pengawet dan penghilang kesadahan air.

Menurut Hasibuan, (2015) banyak pemanfaatan asam sitrat di industri makanan dan minuman karena sifat asam sitrat yang menguntungkan dalam pencampuran yaitu kelarutan yang relatif tinggi, tidak beracun dan menghasilkan rasa asam yang disukai. Kegunaan lain dari asam sitrat adalah sebagai pengawet, pencegahan kerusakan warna dan aroma, menjaga turbiditas, penghambat oksidasi, penginvert sukrosa, penghasil warna gelap pada kembang gula, jam jelly dan pengatur pH.

III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Bab ini akan menguraikan mengenai : (1) Bahan dan Alat, (2) Metode Penelitian, (3) Prosedur Penelitian, dan (4) Jadwal Penelitian.

3.1 Bahan dan Alat Penelitian

3.1.1 Bahan-bahan Penelitian

Bahan baku utama yang digunakan meliputi umbi porang varietas lokal dengan umur penanaman selama 3-4 tahun dan berdiameter 15 cm yang diperoleh dari Desa Padas, Kecamatan Ngaganan, Madiun. Bahan kimia yang digunakan perendaman yaitu larutan asam laktat, larutan asam asetat dan larutan asam sitrat dengan konsentrasi yaitu 5 %, 10 %, dan 15 %. Bahan kimia dengan kemurnian pro analisis (p.a) antara lain: aquades, asam format, NaOH, H₂SO₄, CaCl₂, methyl red, NH₄OH, KMNO, dan HCl.

3.1.2 Alat-alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi pisau, wadah penampung, timbangan, alat penggiling, nampan, *cabinet dryer*, *vibratory screen*, baskom besi, pipet tetes, gelas beaker, labu ukur, pipet volume, buret, erlenmeyer, kertas saring, dan corong.

3.2 Metode Penelitian

Pelaksanaan penelitian yang dilakukan terdiri atas dua bagian, yaitu penelitian tahap satu dan penelitian tahap dua.

3.2.1 Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan bertujuan untuk menghilangkan kadar oksalat pada umbi porang yang digunakan sebagai acuan atau blanko selanjutnya akan

digunakan dalam penelitian utama. Pada penelitian pendahuluan ini umbi porang dilakukan perendaman menggunakan air dengan waktu 60 menit untuk menghilangkan kadar kalsium oksalat dalam umbi porang, selanjutnya akan digunakan sebagai acuan pada penelitian utama.

3.2.1.2. Pelaksanaan

Persiapan bahan-bahan yang digunakan adalah umbi porang yang sudah masak kemudian dilakukan pengupasan untuk membersihkan kotoran-kotoran yang menempel pada umbi lalu ditiriskan bertujuan untuk menghilangkan sisa-sisa air dari proses pencucian agar kadar air pada umbi, dilakukan pengirisan dengan tebal 0,2 cm X 2 cm X 2 cm, dilakukan penimbangan untuk memperoleh berat awal sebelum dilakukan proses selanjutnya. Umbi porang yang telah ditimbang dilakukan proses perendaman dengan menggunakan larutan asam laktat, Asam sitrat, dan asam asetat dengan konsentrasi 5%, 10%, dan 15% serta dengan rentang waktu 30, 60 dan 90 menit.

3.2.2 Penelitian Utama

Penelitian utama adalah dengan tujuan untuk menghilangkan kadar kalsium oksalat dengan menggunakan pelarut asam dan menentukan kriteria uji produk tepung porang memenuhi syarat mutu sesuai dengan SNI (Standar Nasional Indonesia) sehingga dihasilkan produk dapat diterima oleh konsumen. Penelitian utama mencakup analisis kimia dan analisis fisika.

3.2.2.1 Pelaksanaan

Persiapan bahan-bahan yang digunakan adalah *chips* yang sudah diuji kadar kalsium oksalat sehingga tepung sudah tidak terkontaminasi kalsium

oksalat, kemudian dimasukkan kedalam mesin *chopper* sehingga menjadi bubuk setelah itu dimasukkan kedalam mesin ayakan dengan 80 mesh untuk pengecilan ukuran produk tepung porang.

3.2.3 Rancangan Perlakuan

Rancangan Perlakuan Pada penelitian pembuatan tepung porang terdiri dari 3 faktor. Faktor pertama yaitu jenis larutan asam yang digunakan yaitu asam laktat, asam cuka, dan asam sitrat yang dinotasikan dengan (J), terdiri dari 3 taraf yaitu:

j1 = asam laktat

j2 = asam cuka

j3 = asam sitrat

pada taraf j1 (asam laktat) porang direndam dengan larutan asam laktat, maka dari itu pada taraf j2 (asam cuka) porang direndam larutan asam cuka dan pada taraf j3 (asam sitrat) porang direndam dengan dengan larutan asam sitrat sehingga dengan berbedanya larutan yang digunakan akan terlihat perbedaan dalam mereduksi kandungan kalsium oksalat dalam porang.

Sedangkan faktor kedua yaitu konsentrasi laruta asam yang dinotasikan dengan (K), terdiri dari 3 taraf yaitu :

k1 = 5%

k2 = 10%

k3 = 15%

Sedangkan faktor kedua yaitu lama waktu perendaman yang dinotasikan dengan (P), terdiri dari 3 taraf yaitu :

p1 = 30 menit

p2 = 60 menit

p3 = 90 menit

3.2.4 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 3 faktor yaitu larutan asam, konsentrasi larutan dan lama waktu perendaman yang terdiri dari 9 taraf.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial, berdasarkan rumus penentuan ulangan yaitu :

$$(t-1)(n-1) \geq 15$$

Didapatkan hasil yaitu setiap perlakuan diulang sebanyak 2 kali. Sehingga diperoleh percobaan diulang 2 kali sehingga percobaan tersebut terdiri atas $27 \times 2 = 54$ satuan percobaan.

Model matematika untuk rancangan ini adalah sebagai berikut :

$$Y_{ijkl} = \mu + C_i + J_j + K_k + P_l + (JK)_{jk} + (JP)_{jl} + (KP)_{kl} + (JKP)_{jkl} + \epsilon_{ijkl}$$

Dimana:

Y_{ijkl} = nilai pengamatan pada baris ke-i, kolom ke-j dari faktor jenis larutan asam yang mendapat perlakuan ke-t.

μ = nilai rata-rata umum

C_i = pengaruh dari taraf kelompok ke-I

J_j = pengaruh perlakuan taraf ke-j dari faktor jenis larutan asam

K_k = pengaruh perlakuan taraf ke-k dari faktor konsentrasi larutan

$(JK)_{jk}$ = pengaruh interaksi taraf ke-j dari faktor jenis larutan asam dan taraf ke-k dari faktor konsentrasi larutan

$(JP)_{jl}$ = pengaruh interaksi taraf ke-j dari faktor jenis larutan asam dan taraf ke-l dari faktor lama perendaman

$(KP)_{kl}$ = pengaruh interaksi taraf ke-j dari faktor konsentrasi larutan dan taraf ke-l dari faktor lama perendaman

$(JKP)_{jkl}$ = pengaruh interaksi taraf ke-j dari faktor jenis larutan asam dan taraf ke-k dari faktor konsentrasi larutan dan taraf ke-l dari faktor lama perendaman

ϵ_{ijkl} = pengaruh galat dari suatu percobaan ke-k faktor konsentrasi larutan yang memperoleh kombinasi perlakuan jkl jenis larutan asam, konsentrasi larutan dan lama perendaman

J = faktor jenis larutan asam (asam laktat, asam cuka, asam sitrat)

K = faktor konsentrasi larutan asam (5%, 10%, 15%)

P = Taraf lama waktu perendaman (30 menit, 60 menit, 90 menit)

Jenis Larutan Asam (J)	Konsentrasi Larutan (K)	Lama perendaman (P)	KELOMPOK	
			1	2
Asam laktat	5	p1 (30 menit)	j1k1p1	j1k1p1
		p2 (60 menit)	j1k1p2	j1k1p2
		p3 (90 menit)	j1k1p3	j1k1p3
	10	p1 (30 menit)	j1k2p1	j1k2p1
		p2 (60 menit)	j1k2p2	j1k2p2
		p3 (90 menit)	j1k2p3	j1k2p3
	15	p1 (30 menit)	j1k3p1	j1k3p1
		p2 (60 menit)	j1k3p2	j1k3p2
		p3 (90 menit)	j1k3p3	j1k3p3
Asam cuka	5	p1 (30 menit)	j2k1p1	j2k1p1
		p2 (60 menit)	j2k1p2	j2k1p2
		p3 (90 menit)	j2k1p3	j2k1p3
	10	p1 (30 menit)	j2k2p1	j2k2p1
		p2 (60 menit)	j2k2p2	j2k2p2
		p3 (90 menit)	j2k2p3	j2k2p3
	15	p1 (30 menit)	j2k3p1	j2k3p1
		p2 (60 menit)	j2k3p2	j2k3p2
		p3 (90 menit)	j2k3p3	j2k3p3
Asam sitrat	5	p1 (30 menit)	j3k1p1	j3k1p1
		p2 (60 menit)	j3k1p2	j3k1p2
		p3 (90 menit)	j3k1p3	j3k1p3

	10	p1 (30 menit)	j3k2p1	j3k2p1
		p2 (60 menit)	j3k2p2	j3k2p2
		p3 (90 menit)	j3k2p3	j3k2p3
	15	p1 (30 menit)	j3k3p1	j3k3p1
		p2 (60 menit)	j3k3p2	j3k3p2
		p3 (90 menit)	j3k3p3	j3k3p3

Berdasarkan rancangan di atas dapat dibuat tata letak (layout) percobaan

yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Kelompok 1

j2k2p2	j1k3p2	j1k2p2	j2k3p3	j2k1p2	j1k1p2	j3k1p2	j2k2p3	j3k3p3
j2k3p1	j1k1p1	j3k1p1	j1k2p1	j3k2p2	j3k2p3	j2k2p1	j3k3p1	j1k2p3
j2k3p2	j1k3p1	j2k1p1	j1k3p3	j3k2p1	j3k1p3	j1k1p3	j2k1p3	j3k3p2

Kelompok 2

j1k3p1	j2k3p2	j1k1p2	j3k1p1	j2k2p2	j1k3p3	j3k3p3	j1k1p3	j3k2p1
j1k2p1	j3k2p2	j3k2p3	j3k1p3	j2k1p1	j1k2p3	j3k3p2	j1k3p2	j2k3p3
j2k3p1	j2k1p3	j3k1p2	j1k2p2	j2k2p3	j2k2p1	j2k1p2	j3k3p1	j1k1p1

3.2.5 Rancangan analisis

Berdasarkan rancangan percobaan diatas dapat dibuat analisis variansi (ANAVA) untuk mendapatkan kesimpulan mengenai perlakuan. Analisis variansi dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Analisa Variansi Percobaan Rancangan Acak Kelompok.

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F Hitung	F tabel 5%
Kelompok	r-1	JKK	KTK	-	
Faktor J (larutan asam)	J-1	JK(J)	KT(J)	KT(J)/KTG	
Faktor K (konsentrasi larutan)	K-1	JK(K)	KT(K)	KT(K)/KTG	
Faktor P (lama perendaman)	P-1	JK(P)	KT(P)	KT(P)/KTG	
Faktor JK (Interaksi faktor JK)	(J-1)(K-1)	JK(JK)	KT(JK)	KT(JK)/KTG	
Faktor JP (Interaksi faktor JP)	(J-1)(P-1)	JK(JP)	KT(JP)	KT(JP)/KTG	
Faktor KP (Interaksi faktor KP)	(K-1)(P-1)	JK(KP)	KT(KP)	KT(KP)/KTG	
Faktor JKP (Interaksi faktor JKP)	(J-1)(K-1)(P-1)	JK(JKP)	KT(JKP)	KT(JKP)/KTG	
Galat	(r-1)(JKP-1)	JKG	KTG		
Total	rJKP-1	JKT			

(Sumber : Gaspersz, 1995)

Keterangan :

J = jenis larutan asam

K = konsenrasi larutan asam

P = lama waktu perendaman

r = replikasi (ulangan)

t = perlakuan

DB = Derajat Bebas

JK = Jumlah Kuadrat

KT = Kuadrat Tengah

Dari tabel diatas ditemukan daerah penolakan hipotesa, yaitu :

- a. H_0 ditolak, jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ pada taraf 5% yang berarti tidak ada pengaruh nyata antara konsentrasi larutan asam dan lama waktu perendaman terhadap penurunan kadar kalsium oksalat pada tepung porang.
- b. H_0 diterima, jika $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ pada taraf 5% yang berarti adanya pengaruh nyata antara antara konsentrasi larutan asam dan lama waktu perendaman terhadap penurunan kadar kalsium oksalat pada tepung porang.

Selanjutnya dilakukan uji lanjut dengan uji lanjut Duncan untuk mengetahui perbedaan antar pelakuan (Gasperz, 1995).

3.2.6 Rancangan respon

Rancangan respon yang dilakukan pada penelitian ini meliputi respon kimia, respon fisika dan respon organoleptik sebagai berikut:

1. Respon Kimia

Respon kimia yang dilakukan adalah kadar kalsium oksalat dengan metode permanganometri

2. Respon Fisika

Respon fisika yang dilakukan adalah derajat putih menggunakan colorimeter

3.3 Deskripsi Penelitian

3.3.1 Penelitian Pendahuluan

Penelitian pedahuluan meliputi beberapa tahap yaitu sebagai berikut :

1. Persiapan Bahan Baku

Bahan yang digunakan adalah umbi porang yang sudah layak olah yaitu yang berumur 2 tahun yang diperoleh dari petani di Kecamatan Saradan Kabupaten Madiun.

2. Pencucian

Umbi porang kemudian dicuci air mengalir untuk membersihkan kotoran kulit umbi porang dari tanah.

3. Pengupasan

Umbi porang kemudian dikupas untuk membersihkan kotoran-kotoran yang menempel pada umbi.

4. Penimbangan

Umbi porang kemudian dilakukan penimbangan untuk memperoleh berat awal sebelum dilakukan proses selanjutnya.

5. Pemotongan

Umbi porang kemudian dilakukan pemotongan menjadi 0,2 cm x 2 cm x 2 cm sehingga dapat menyerap larutan asam dengan baik.

6. Perendaman

Umbi porang kemudian dilakukan perendaman menggunakan air untuk menghilangkan kadar oksalat dengan waktu selama 60 menit.

7. Pencucian

Umbi porang kemudian dicuci air mengalir untuk menghilangkan sisa-sisa larutan asam dari proses perendaman.

8. Pengeringan

Umbi porang kemudian dilakukan pengeringan dengan suhu 60°C selama

4 jam untuk menghilangkan air.

3.3.2 Penelitian Utama

Penelitian utama meliputi beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Persiapan Bahan Baku

Bahan yang digunakan adalah umbi porang yang sudah layak olah yaitu yang berumur 2 tahun yang diperoleh dari petani di Kecamatan Saradan Kabupaten Madiun.

2. Pencucian

Umbi porang kemudian dicuci air mengalir untuk membersihkan kotoran kulit umbi porang dari tanah.

3. Pengupasan

Umbi porang kemudian dikupas untuk membersihkan kotoran-kotoran yang menempel pada umbi.

4. Penimbangan

Umbi porang kemudian dilakukan penimbangan untuk memperoleh berat awal sebelum dilakukan proses selanjutnya.

5. Pemotongan

Umbi porang kemudian dilakukan pemotongan menjadi 0,2 cm x 2 cm x 2 cm sehingga dapat menyerap larutan asam dengan baik.

6. Perendaman

Umbi porang kemudian dilakukan perendaman menggunakan larutan asam untuk menghilangkan kadar oksalat dengan waktu yang berbeda beda.

7. Pencucian

Umbi porang kemudian dicuci air mengalir untuk menghilangkan sisa-sisa larutan asam dari proses perendaman.

8. Pengeringan

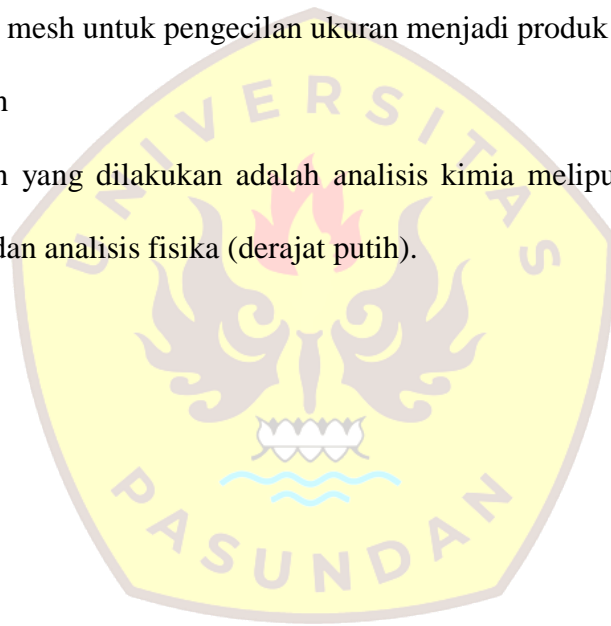
Umbi porang kemudian dilakukan pengeringan dengan suhu 60°C selama 4 jam untuk menghilangkan air.

9. Penggilingan dan pengayakan

Umbi porang yang telah dikeringkan tersebut digiling menggunakan *chopper* sehingga menjadi bubuk dan diayak dengan mesin pengayak dalam 80 mesh untuk pengecilan ukuran menjadi produk tepung porang.

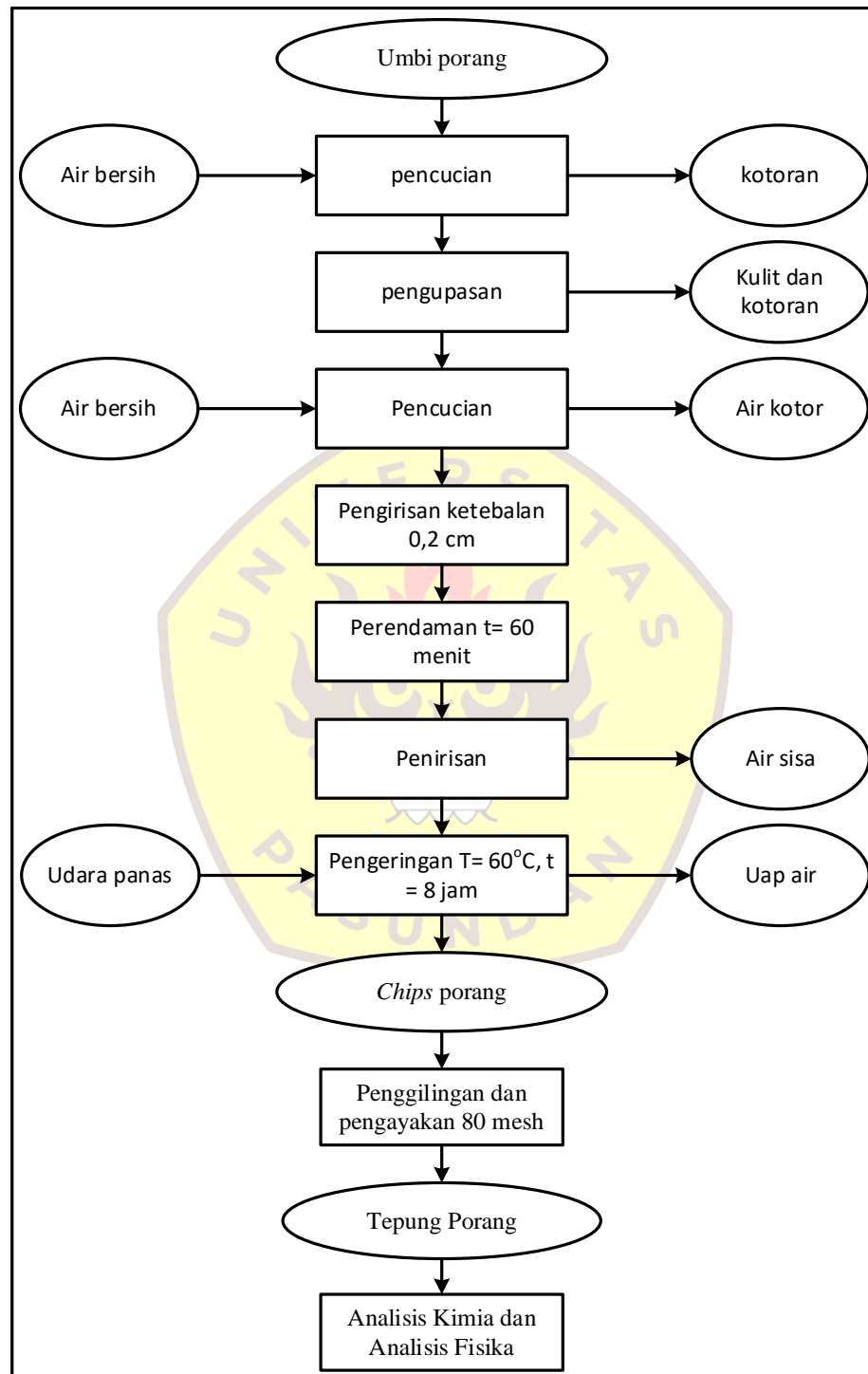
10. Pengujian

Pengujian yang dilakukan adalah analisis kimia meliputi (kadar kalsium oksalat) dan analisis fisika (derajat putih).



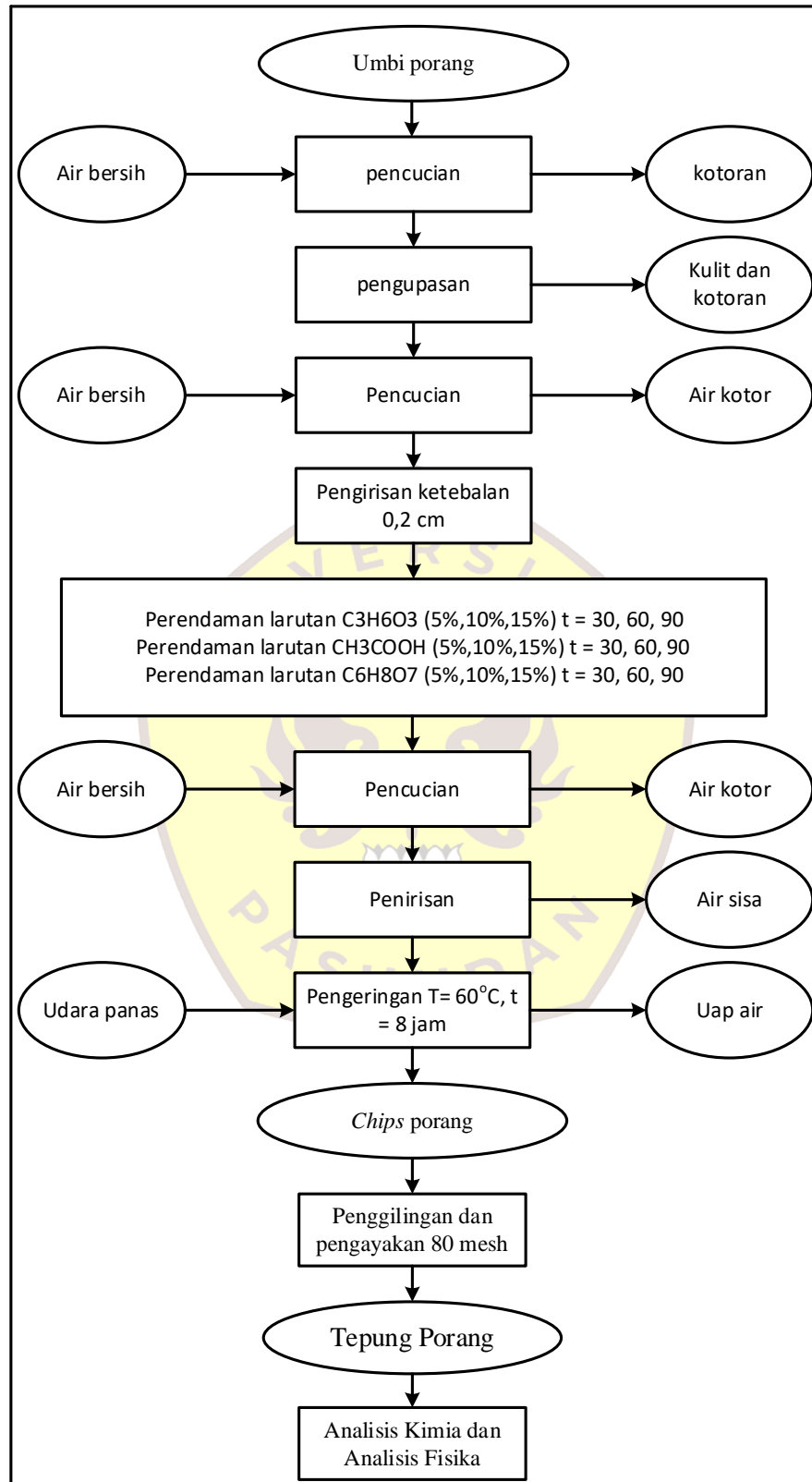
3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Diagram Alir Penelitian Pendahuluan



Gambar 2. Diagram Alir Proses Pembuatan Tepung Porang Pendahuluan

3.4.2 Diagram Alir Penelitian Utama



Gambar 3. Diagram Alir Proses Pembuatan Tepung Utama

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan menguraikan mengenai : (1) Hasil dan Pembahasan Penelitian Pendahuluan dan (2) Hasil dan Pembahasan Penelitian Utama.

4.1 Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan ini bertujuan untuk mengetahui kualitas perendaman menggunakan air dapat menurunkan kadar Kalsium Oksalat dalam umbi porang dengan menentukan analisis kadar Kalsium Oksalat dan derajat putih untuk dijadikan acuan pada penelitian utama. Respon yang dilakukan pada penelitian pendahuluan yaitu respon kimia meliputi analisis kadar Kalsium Oksalat dan respon fisika yaitu analisis derajat putih.

4.1.1 Analisis Bahan Baku

Analisis bahan baku dilakukan untuk mengetahui kadar Kalsium Oksalat dan derajat putih pada tepung porang sebelum dilakukannya proses perendaman menggunakan larutan asam pada penelitian utama, sehingga dapat terlihat ada atau tidaknya pengaruh perendaman menggunakan air dengan larutan asam. Berikut hasil penelitian yang dianalisis pada penelitian pendahuluan :

4.1.1.1 Analisis Kadar Kalsium Oksalat

Analisis kadar kalsium oksalat pada tepung porang ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kandungan kalsium oksalat yang terdapat pada tepung porang. Berikut hasil analisis kadar kalsium oksalat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Analisis Kadar Kalsium Oksalat

Bahan	Hasil Uji
Tepung Porang	824,40 mg/Kg

Berdasarkan hasil analisis kimia tepung porang menunjukkan bahwa nilai kadar kalsium oksalat dengan metode permanganometri pada tepung porang yaitu 842.40 mg/Kg, Hasil dari analisis tersebut menunjukkan bahwa perlakuan perendaman menggunakan air selama 60 menit berpengaruh menurunkan kadar kalsium oksalat pada tepung porang dan digunakan sebagai blanko untuk penelitian utama. Menurut penelitian yang dilakukan Yuanita (2008), didapatkan kandungan kalsium oksalat pada tepung porang yaitu sebesar 0,39%b/b menunjukkan bahwa perendaman menggunakan air belum memenuhi standar menurut SNI (Standar Nasional Indonesia) dan kurang baik untuk dikonsumsi.

Reduksi kalsium oksalat dapat dilakukan dengan perlakuan perendaman pada umbi kimpul. Kadar asam oksalat larut air yang semakin tinggi dipengaruhi oleh semakin lama waktu perendaman yang dapat mereduksi kadar oksalatnya. (Agustin dkk., 2017).

Adanya peristiwa difusi oksalat larut air yang terdapat dalam bahan ke air perendaman, sehingga oksalat larut air akan larut dan terbuang bersama air perendaman. (Saridewi 1992).

Suhu perendaman tidak berpengaruh nyata terhadap persen reduksi oksalat dalam bahan, sama halnya juga dengan lama waktu perendaman juga tidak berpengaruh nyata terhadap persen reduksi oksalat dalam bahan. (Dony Wahyudi 2009).

4.1.1.2 Analisis Derajat Putih

Analisis derajat putih pada tepung porang ini dilakukan untuk mengetahui seberapa cerah tepung yang dihasilkan dengan perlakuan perendaman air selama

60 menit. Berikut hasil analisis derajat putih dilihat pada Tabel 6

Tabel 6. Hasil Analisis Derajat Putih

Sampel	Hasil		
	L*	a*	b*
Tepung Porang	66,34	2,20	12,55

Nilai L (*Lighthness*) adalah tingkat kecerahan pada produk yang membuat kesan terang atau gelap. Parameter L mempunyai nilai 0 (hitam) sampai 100 (putih). Semakin tinggi persentase nilai L yang diperoleh menunjukkan bahwa produk semakin cerah (Imran dkk, 2016).

Berdasarkan hasil analisis nilai L pada tepung porang dengan perlakuan perendaman air selama 60 menit didapatkan 66,34 dengan ini menunjukkan tingkat kecerahan pada sampel cenderung kurang cerah.

Nilai a menunjukkan tingkat kemerahan. Semakin tinggi nilai a maka warna yang dihasilkan semakin merah. Nilai +a (positif) dari 0 sampai +100 untuk warna merah dan nilai -a (negatif) dari 0 sampai -80 untuk warna hijau (Imran dkk, 2016).

Berdasarkan hasil analisis nilai a* pada tepung porang dengan perlakuan perendaman air selama 60 menit didapatkan 2,20 dengan ini menunjukkan tingkat intensitas warna pada sampel sangat kurang berwarna merah..

Nilai b menunjukkan warna kuning. Nilai +b (positif) dari 0 sampai +70 untuk warna kuning dan nilai -b (negatif) dari 0 sampai -70 untuk warna biru. Semakin tinggi nilai b menunjukkan bahwa intensitas warna kuning semakin tinggi (Imran dkk, 2016).

Berdasarkan hasil analisis nilai b^* pada tepung porang dengan perlakuan perendaman air selama 60 menit didapatkan 12,55 dengan ini menunjukkan tingkat intensitas warna pada sampel kurang berwarna kuning.

Berdasarkan hasil analisis nilai $^{\circ}$ hue pada tepung porang dengan perendaman air selama 60 menit didapatkan nilai $^{\circ}$ hue sebesar 80,05 dengan memiliki deskripsi warna kuning kemerahan dengan kecerahan 66,34.

4.2 Penelitian utama

Penelitian utama yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh larutan asam, konsentrasi larutan dan lama waktu perendaman sehingga dapat menurunkan kadar kalsium oksalat dalam tepung porang. Porang yang telah menjadi tepung dilakukan analisis kimia kadar kalsium oksalat dan analisis fisik dengan uji intensitas warna.

4.2.1 Respon Kimia

4.2.1.1 Kadar Kalsium Oksalat

Parameter analisis kimia pada tepung porang adalah kadar kalsium oksalat. Berdasarkan hasil penelitian ini, kadar kalsium oksalat pada 27 (dua puluh tujuh) perlakuan tepung porang dengan 2 (dua) kali ulangan. Diketahui pada hasil perhitungan analisis variansi (ANAVA) pada lampiran 7. Menunjukkan bahwa perlakuan pelarut asam, konsentrasi, lama perendaman, dengan adanya interaksi pelarut asam dengan konsentrasi larutan, interaksi pelarut asam dengan lama perendaman, interaksi antara konsentrasi larutan dengan lama perendaman interaksi pelarut asam, konsentrasi larutan dan lama perendaman berpengaruh

terhadap kadar kalsium oksalat pada tepung porang. hasil Uji Dwi Arah, disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengaruh Interaksi Larutan Asam dan Konsentrasi dengan Lama Perendaman Terhadap Kadar Kalsium Oksalat (mg/kg)

Larutan Asam dan Konsentrasi (%)	Lama Perendaman		
	p1 (30 menit)	p2 (60 menit)	p3 (90 menit)
j1k1	119.88 b D	119.88 b DE	115.56 a E
j1k2	124.2 a D	120.96 a E	123.12 a F
j1k3	126.36 a D	129.60 a F	125.28 a F
j2k1	91.8 a B	96.12 b C	101.52 c D
j2k2	95.04 a B	97.20 a C	103.68 b D
j2k3	100.44 b C	97.20 a C	95.04 a C
j3k1	74.52 a A	77.76 a B	73.44 a B
j3k2	71.28 a A	68.04 a A	69.12 a A
j3k3	72.36 a A	81.00 b B	69.12 a A

Keterangan :

- Larutan asam :
 - j1 = asam laktat
 - j2 = asam sitrat
 - j3 = asam asetat
- Konsentrasi :
 - k1 = 5%
 - k2 = 10%
 - k3 = 15%
- Lama perendaman :
 - p1 = 30 menit
 - p2 = 60 menit
 - p3 = 90 menit
- Huruf kecil dibaca secara horizontal, kapital dibaca vertikal

- Setiap huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata berdasarkan uji lanjut Duncan 5%

Data pada Tabel 9 menunjukkan Pengaruh Interaksi Larutan Asam, Konsentrasi Larutan, dan Lama Perendaman Terhadap Kadar Kalsium Oksalat Pada Tepung Porang berbeda nyata antar perlakuan.

Berdasarkan hasil analisis kadar kalsium oksalat tepung porang dapat diketahui bahwa nilai pada perlakuan larutan asam asetat dengan konsentrasi 10% dan lama perendaman selama 60 menit ($j_3k_2p_2$) dengan hasil 68.04 mg/kg sedangkan nilai pada perlakuan larutan asam laktat dengan konsentrasi 15% dengan lama perendaman selama 60 menit ($j_1k_3p_2$) dengan hasil 129.60 mg/kg dan pada perlakuan larutan asam sitrat dengan konsentrasi 5% dan lama perendaman 30 menit ($j_2k_1p_1$) dengan hasil 91.8 mg/kg. Perlakuan asam yang berbeda dapat memberikan efek penurunan yang berbeda terhadap kadar kalsium oksalat pada tepung porang.

Perendaman umbi kimpul dengan larutan asam asetat 10% dengan waktu perendaman 10 menit menurunkan kadar kalsium oksalat sebesar 635 mg/100g dengan kadar kalsium oksalat pada umbi kimpul segar sebesar 1.313 mg/100g (Agustin, dkk., 2017).

Perbedaan hasil analisis kadar kalsium oksalat oleh umur tanaman dan lingkungan pertumbuhan, kandungan kalsium oksalat pada umbi porang lebih tua memiliki kandungan lebih banyak dibandingkan dengan umbi porang yang muda (Novita dan Indriyani 2013).

Larutan asam yang digunakan dengan konsentrasi yang lebih besar dibandingkan penelitian sebelumnya, dengan perbedaan konsentrasi yang

signifikan dapat menurunkan kadar kalsium oksalat lebih banyak dikarenakan kalsium oksalat memiliki sifat sukar namun dapat larut dalam larutan asam-asam encer. (Svehla 1990). Hasil analisis kadar kalsium oksalat mengalami perbedaan bisa disebabkan oleh lamanya waktu perendaman menggunakan larutan asam, sesuai berdasarkan teori semakin lama perendaman kadar kalsium oksalatnya semakin menurun, hal ini disebabkan karena terjadinya proses osmosis. Proses osmosis dapat terjadi karena adanya tekanan larutan asam terhadap dinding sel idioblas yang ada pada umbi porang sehingga kristal kalsium oksalat yang berbentuk jarum akan pecah dan keluar selama proses perendaman dengan larutan asam akan terus terjadi penurunan kadar kalsium oksalat. (Wardani dan Handrianto 2019).

Kalsium oksalat dan garamnya termasuk golongan senyawa yang berbahaya karena bersifat racun (*toxic*). Kalsium oksalat dengan dosis 4-5 gram dapat menyebabkan gatal pada mulut, sensasi terbakar, iritasi pada kulit dan mulut, tetapi dosis yang dilaporkan dapat menyebabkan pengaruh fatal biasanya adalah 10-15 gram yang menyebabkan kematian (Noonan dan Savage 1999).

Kadar kalsium oksalat merupakan komponen penting yang harus dihilangkan dari tepung porang karena dapat menyebabkan gatal pada mulut dengan sensasi terbakar dan yang paling fatal dapat menyebabkan kematian, sehingga dapat dikonsumsi sebagai bahan tambahan untuk dibuat makanan.

Hasil kadar kalsium oksalat yang diperoleh belum memenuhi syarat maksimal yang ditetapkan oleh SNI 7939:2020 sebesar 50 mg/100 g untuk kelas mutu III karena beberapa faktor. Faktor yang memengaruhi hal tersebut diantaranya lama perendaman, bentuk sampel ketika direndam, metode analisis

yang digunakan, serta umur panen umbi. Waktu perendaman selama 90 menit belum efektif. Perlu adanya waktu perendaman yang lebih lama lagi sehingga kadar kalsium oksalat sesuai SNI 7939:2020. Sampel direndam dalam bentuk *chips* sehingga luas permukaan untuk terjadinya reaksi dengan larutan lebih terbatas dibandingkan sampel diolah menjadi tepung. Luas permukaan yang lebih besar menyebabkan semakin cepat terjadinya reaksi sehingga penurunan kalsium oksalat menjadi efektif. Metode analisis yang digunakan yaitu titrasi permanganometri dengan titik akhir reaksi berwarna merah muda konstan ketika didiamkan selama 30 detik. Hal ini memungkinkan terjadinya kesalahan dari peneliti seperti titik akhir reaksi melebihi batas sehingga didapatkan warna merah tua maupun penghitungan waktu melebihi 30 detik karena keterlambatan dalam menghitung waktu.

4.2.2 Respon Fisik

4.2.1.1 Analisis intensitas komponen warna L* (*Lightness*/Kecerahan)

Nilai L (*Lightness*) adalah tingkat kecerahan pada produk yang membuat kesan terang atau gelap. Parameter L mempunyai nilai 0 (hitam) sampai 100 (putih). Semakin tinggi persentase nilai L yang diperoleh menunjukkan bahwa produk semakin cerah (Imran dkk, 2016).

Berdasarkan hasil analisis variansi (ANOVA) dapat disimpulkan bahwa perlakuan jenis larutan asam (J), konsentrasi larutan (K) dan lama perendaman ((P) memberikan pengaruh terhadap nilai L* (*lightness*) tepung porang. Berpengaruhnya larutan asam, konsentrasi larutan dan lama perendaman terhadap nilai *lightness* tepung porang yaitu karena perlakuan larutan asam yang berbeda sehingga menimbulkan warna yang berbeda. Tepung porang yang direndam

menggunakan larutan asam sitrat memiliki kecerahan tinggi pada perlakuan asam sitrat dengan konsentrasi 10% dan lama perendaman 30 menit (j2k2p1) dibandingkan tepung porang yang direndam larutan asam laktat dan asam asetat. Hasil analisis variansi dapat dilihat pada Lampiran 8. Hasil Uji Dwi Arah, disajikan pada Tabel 8.



Tabel 8. Hasil Pengaruh Interaksi Larutan Asam dan Konsentrasi dengan Lama Perendaman Terhadap Intensitas Warna L*

Larutan Asam dan Konsentrasi (%)	Lama Perendaman		
	p1 (30 menit)	p2 (60 menit)	p3 (90 menit)
j1k1	78.32 b	78.14 b	75.77 a
j1k2	74.96 c	73.15 a	73.73 b
j1k3	73.48 a	73.47 a	73.59 a
j2k1	78.33 a	78.51 a	78.38 a
j2k2	83.06 a	79.58 b	79.4 a
j2k3	76.12 a	79.89 c	79.37 b
j3k1	74.54 b	74.57 a	74.33 a
j3k2	74.42 a	74.35 a	76.23 b
j3k3	73.71 b	73.09 a	75.42 c

Keterangan :

- Larutan asam :
 - j1 = asam laktat
 - j2 = asam sitrat
 - j3 = asam asetat
- Konsentrasi :
 - k1 = 5%
 - k2 = 10%
 - k3 = 15%
- Lama perendaman :
 - p1 = 30 menit
 - p2 = 60 menit
 - p3 = 90 menit
- Huruf kecil dibaca secara horizontal, kapital dibaca vertikal
- Setiap huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata berdasarkan uji lanjut Duncan 5%

Hasil data dari Tabel 8 menunjukkan pengaruh interaksi antara larutan asam dengan konsentrasi, larutan asam dengan lama perendaman, konsentrasi dengan lama waktu perendaman dan interaksi antara larutan asam, konsentrasi dan lama waktu perendaman.

Berdasarkan hasil analisis intensitas warna L^* tepung porang dapat diketahui bahwa nilai pada perlakuan larutan asam asetat dengan konsentrasi 15% dan lama perendaman selama 60 menit ($j_3k_2p_2$) dengan hasil 73.71% sedangkan pada perlakuan larutan asam sitrat dengan konsentrasi 10% dengan lama perendaman selama 30 menit ($j_2k_2p_1$) dengan hasil 83.06% dan pada perlakuan asam laktat dengan konsentrasi 5% dengan lama perendaman 30 menit ($j_1k_1p_1$) dengan hasil 78.32%. Perlakuan asam yang berbeda dapat memberikan efek terhadap intensitas *lightness* pada tepung porang sehingga pada perlakuan dengan larutan asam asetat memiliki warna yang lebih terang dibandingkan asam laktat dan asam sitrat.

Perendaman mengakibatkan terlambatnya reaksi pencoklatan non enzimatis (*maillard*). Reaksi pencoklatan non enzimatis dapat terjadi apabila gula pereduksi bereaksi dengan senyawa-senyawa yang mempunyai gugus NH_2 (protein, asam amino, peptida dan ammonium) (Agustawa, 2012).

4.2.2.2 Analisis intensitas komponen warna a^* (*Redness/Kemerahan*)

Nilai a menunjukkan tingkat kemerahan. Semakin tinggi nilai a maka warna yang dihasilkan semakin merah. Nilai $+a$ (positif) dari 0 sampai $+100$ untuk warna merah dan nilai $-a$ (negatif) dari 0 sampai -80 untuk warna hijau (Imran dkk, 2016).

Berdasarkan hasil analisis variansi (ANAVA) dapat disimpulkan bahwa perlakuan jenis larutan asam (J), konsentrasi larutan (K) dan lama perendaman (P)

memberikan pengaruh terhadap nilai a^* (*redness*) tepung porang. Berpengaruhnya larutan asam, konsentrasi larutan dan lama perendaman terhadap nilai *redness* tepung porang yaitu karena perlakuan larutan asam yang berbeda sehingga menimbulkan warna yang berbeda. Tepung porang yang direndam menggunakan larutan asam sitrat memiliki warna a^* yang sangat tinggi pada perlakuan asam laktat dengan konsentrasi 5% dan lama perendaman 60 menit ($j_{1k_1p_2}$) dibandingkan tepung porang yang direndam larutan asam sitrat dan asam asetat. Hasil analisis variansi dapat dilihat pada Lampiran 8. Hasil Uji Dwi Arah, disajikan pada Tabel 9.



Tabel 9. Hasil Pengaruh Interaksi Larutan Asam dan Konsentrasi dengan Lama Perendaman Terhadap Intensitas Warna a*

Larutan Asam dan Konsentrasi (%)	Lama Perendaman		
	p1 (30 menit)	p2 (60 menit)	p3 (90 menit)
j1k1	8.64 a	8.62 a	12.46 b
j1k2	11.8 a	14.52 b	14.55 b
j1k3	14.64 a	14.48 a	15.48 b
j2k1	10.01 b	9.59 b	8.34 a
j2k2	7.63 a	8.62 b	8.66 b
j2k3	11.61 b	10.38 a	10.11 a
j3k1	17.81 a	17.68 a	17.28 a
j3k2	16.56 b	16.04 b	14.73 a
j3k3	17.32 b	17.45 b	15.71 a

Keterangan :

- Larutan asam :
 - j1 = asam laktat
 - j2 = asam sitrat
 - j3 = asam asetat
- Konsentrasi :
 - k1 = 5%
 - k2 = 10%
 - k3 = 15%
- Lama perendaman :
 - p1 = 30 menit
 - p2 = 60 menit
 - p3 = 90 menit
- Huruf kecil dibaca secara horizontal, kapital dibaca vertikal
- Setiap huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata berdasarkan uji lanjut Duncan 5%

Hasil data dari Tabel 9 menunjukkan pengaruh interaksi antara larutan asam dengan konsentrasi, larutan asam dengan lama perendaman, konsentrasi dengan lama waktu perendaman dan interaksi antara larutan asam, konsentrasi dan lama waktu perendaman.

Berdasarkan hasil analisis intensitas warna a^* tepung porang dapat diketahui bahwa nilai pada perlakuan larutan asam laktat dengan konsentrasi 5% dan lama perendaman selama 60 menit ($j_1k_1p_2$) dengan hasil 8.62% sedangkan pada perlakuan larutan asam sitrat dengan konsentrasi 5% dengan lama perendaman selama 60 menit ($j_2k_1p_2$) dengan hasil 8.96% dan pada perlakuan asam asetat dengan konsentrasi 5% dengan lama perendaman 30 menit ($j_3k_1p_1$) dengan hasil 12.91%. Perlakuan asam yang berbeda dapat memberikan efek terhadap intensitas *redness* pada tepung porang sehingga pada perlakuan dengan larutan asam laktat memiliki warna yang lebih menuju warna putih dibandingkan asam sitrat dan asam asetat

Hasil tersebut menunjukkan bahwa perbedaan perlakuan dengan larutan asam yang berbeda-beda sehingga warna yang dihasilkan warna merah dengan intensitas yang beragam.

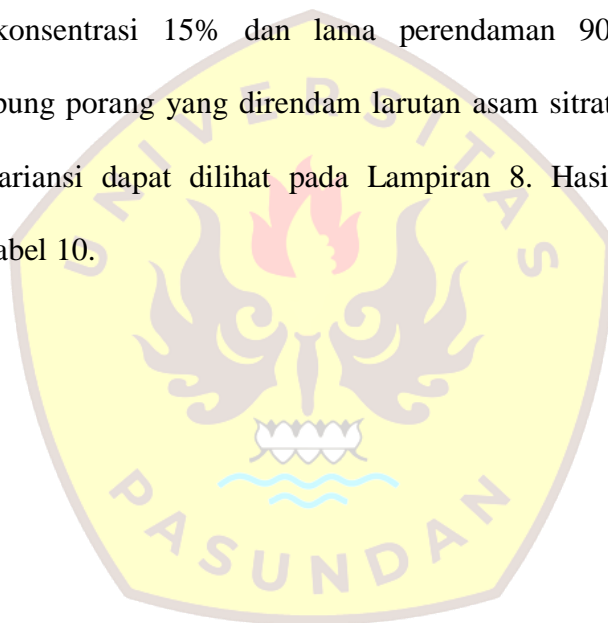
Reaksi *maillard* memiliki kecenderungan warna ke arah coklat yang akan dibaca alat dengan kecenderungan a^* ke arah positif (Bagus dkk, 2015).

4.2.2.3 Analisis intensitas komponen warna b^* (*Yellowness/Kekuningan*)

Nilai b menunjukkan warna kuning. Nilai $+b$ (positif) dari 0 sampai +70 untuk warna kuning dan nilai $-b$ (negatif) dari 0 sampai -70 untuk warna biru. Semakin tinggi nilai b menunjukkan bahwa intensitas warna kuning semakin

tinggi (Imran dkk, 2016).

Berdasarkan hasil analisis variansi (ANAVA) dapat disimpulkan bahwa perlakuan jenis larutan asam (J), konsentrasi larutan (K) dan lama perendaman ((P) memberikan pengaruh terhadap nilai b^* (*yellowness*) tepung porang. Berpengaruhnya larutan asam, konsentrasi larutan dan lama perendaman terhadap nilai *yellowness* tepung porang yaitu karena perlakuan larutan asam yang berbeda sehingga menimbulkan warna yang berbeda. Tepung porang yang direndam menggunakan larutan asam sitrat memiliki warna b^* yang pada perlakuan asam laktat dengan konsentrasi 15% dan lama perendaman 90 menit (j1k3p3) dibandingkan tepung porang yang direndam larutan asam sitrat dan asam asetat. Hasil analisis variansi dapat dilihat pada Lampiran 8. Hasil Uji Dwi Arah, disajikan pada Tabel 10.



Tabel 10. Hasil Pengaruh Interaksi Larutan Asam dan Konsentrasi dengan Lama Perendaman Terhadap Intensitas Warna b*

Larutan Asam dan Konsentrasi (%)	Lama Perendaman		
	p1 (30 menit)	p2 (60 menit)	p3 (90 menit)
j1k1	16.74 a	17.54 b	21.04 c
j1k2	19.92 a	21.22 c	20.71 b
j1k3	21.65 a	21.45 a	23.60 b
j2k1	19.73 b	19.50 b	18.63 a
j2k2	18.02 b	17.83 b	17.18 a
j2k3	18.62 a	20.63 b	20.71 b
j3k1	19.31 a	20.35 b	19.88 b
j3k2	19.26 a	19.16 a	20.33 b
j3k3	19.63 a	19.59 a	20.38 b

Keterangan :

- Larutan asam :
 - j1 = asam laktat
 - j2 = asam sitrat
 - j3 = asam asetat
- Konsentrasi :
 - k1 = 5%
 - k2 = 10%
 - k3 = 15%
- Lama perendaman :
 - p1 = 30 menit
 - p2 = 60 menit
 - p3 = 90 menit
- Huruf kecil dibaca secara horizontal, kapital dibaca vertikal
- Setiap huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata berdasarkan uji lanjut Duncan 5%

Hasil data dari Tabel 10 menunjukkan pengaruh interaksi antara larutan asam dengan konsentrasi, larutan asam dengan lama perendaman, konsentrasi dengan lama waktu perendaman dan interaksi antara larutan asam, konsentrasi dan lama waktu perendaman. Menunjukkan bahwa perbedaan perlakuan dengan larutan asam yang berbeda-beda sehingga menghasilkan warna b^* terbaik jika komponen keseluruhan juga menjadi baik.

Berdasarkan hasil analisis intensitas warna b^* tepung porang dapat diketahui bahwa nilai pada perlakuan larutan asam laktat dengan konsentrasi 10% dan lama perendaman selama 90 menit ($j_1k_1p_2$) dengan hasil 23.6% sedangkan pada perlakuan larutan asam sitrat dengan konsentrasi 10% dengan lama perendaman selama 60 menit ($j_2k_3p_2$) dengan hasil 20.71% dan pada perlakuan asam asetat dengan konsentrasi 15% dengan lama perendaman 90 menit ($j_3k_3p_3$) dengan hasil 20.38%. Perlakuan asam yang berbeda dapat memberikan efek terhadap intensitas *yellowness* pada tepung porang sehingga pada perlakuan dengan larutan asam laktat memiliki warna yang lebih kuning dibandingkan asam sitrat dan asam asetat.

Tingkat kekuningan masing-masing produk berbeda yang dipengaruhi oleh kandungan fenol. Semakin tinggi penambahan konsentrasi sari jahe maka menurunkan intensitas warna kuning pada *hard candy* jahe. Semakin rendah nilai b^* maka warna *hard candy* jahe semakin menurun intensitas kuningnya (Yazakka dan Susanto 2015)

Konversi nilai $L^* a^* b^*$ akan menghasilkan nilai $^{\circ}\text{hue}$. Nilai $^{\circ}\text{hue}$ menyatakan warna sesungguhnya. Nilai $^{\circ}\text{hue}$ dan daerah kisarannya dapat dilihat pada tabel 13.

Tabel 11. Warna Daerah Kisaran Kromatis

Nilai $^{\circ}\text{hue}$	Warna Daerah Kisaran Kromatis
18-54	Merah
54-90	Kuning merah
90-126	Kuning
126-162	Kuning kehijauan
162-198	Hijau
198-234	Biru kehijauan
234-270	Biru
270-306	Biru keunguan
306-342	ungu
342-18	Merah keunguan

Sumber : Hutchings, 1999

Warna tepung merupakan salah satu parameter penting dalam penentuan kualitas tepung yang dihasilkan. Hal ini sangat berhubungan erat dengan daya terima serta asumsi konsumen terhadap warna tepung. Dalam industri pengolahan makanan juga, warna tepung menjadi penting karena memberi dampak yang signifikan terhadap produk pangan yang dihasilkan.

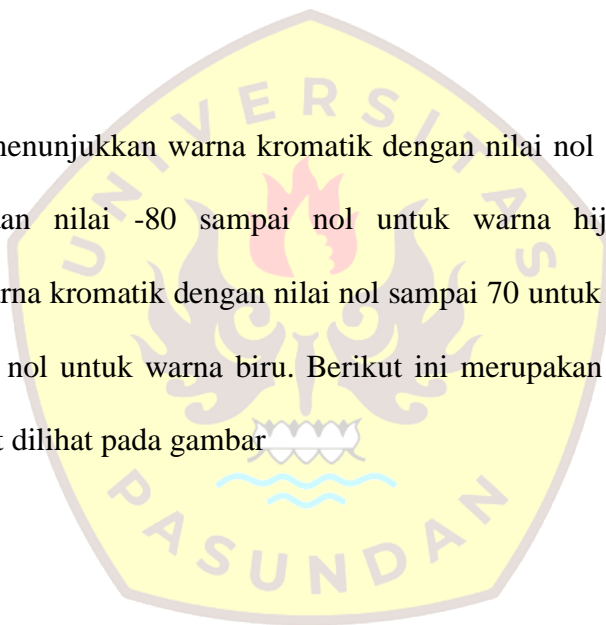
Derajat putih tepung iles-iles menggunakan konsentrasi etanol 0%, 20%, dan 40% pada larutan dengan pemutih natrium metabisulfit, diperoleh derajat putih masing-masing sebesar 88.768, 87.700, dan 86.411. Percobaan pengeringan 55°C sehingga warna yang dihasilkan lebih putih pada larutan etanol namun etanol dapat berpengaruh terhadap kadar glukomanan (Haryani dkk, 2016).

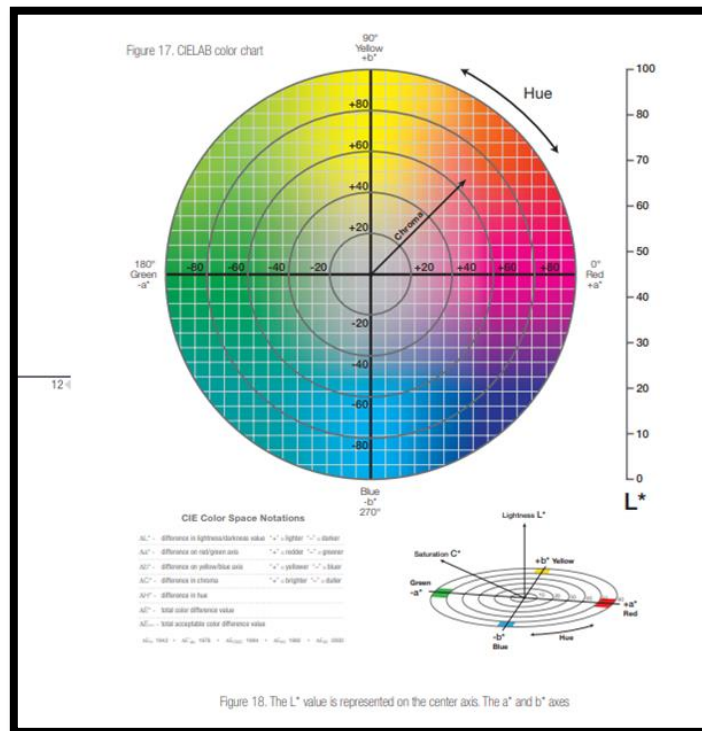
Warna bahan dan produk pangan dapat dibentuk oleh adanya pigmen yang secara alami terdapat dalam bahan pangan atau bahan pewarna yang ditambahkan

kedalam makanan (Andarwulan dkk, 2011) . pada pembuatan tepung porang ini, warna kuning kemerahan dihasilkan dari larutan asam sitrat dan warna sedikit kuning dihasilkan oleh umbi porang.

Komisi Internationale de l'Eclairage (CIE) menetapkan bahwa pada ruang warna $L^* a^* b^*$ dimodelkan setelah teori warna lainnya, dimana dua warna berbeda seperti merah dan hijau pada waktu yang sama atau kuning dan biru pada waktu yang sama. Notasi L^* : menunjukkan warna akromatik putih, abu-abu dan hitam dengan nilai nol (hitam) sampai 100 (putih) atau menunjukkan lightness (terang).

Notasi a^* : menunjukkan warna kromatik dengan nilai nol sampai 100 untuk warna merah dan nilai -80 sampai nol untuk warna hijau. Notasi b^* : menunjukkan warna kromatik dengan nilai nol sampai 70 untuk warna kuning dan nilai -70 sampai nol untuk warna biru. Berikut ini merupakan gambar CIELAB color chart, dapat dilihat pada gambar





Gambar 4. CIELAB Color Chart

(Sumber : Wrolstad dkk, 2005 dalam Andani 2017)

Warna kuning kemerahan berasal dari pigmen umbi porang namun dapat berasal dari larutan. Semakin merah suatu sampel menunjukkan semakin banyak kadar kristal kalsium oksalat didalamnya, dengan diberikan notasi a^* positif (Wrolstad dkk, 2005 dalam Andani 2017). Nilai b^* merupakan atribut nilai yang menunjukkan derajat kekuningan atau kebiruan suatu sampel. Semakin kuning suatu sampel menunjukkan semakin banyak kadar kalsium oksalat.

V. KESIMPULAN dan SARAN

Bab ini menjelaskan mengenai: (1) Kesimpulan dan (2) Saran.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil analisis kadar kalsium oksalat pada tepung porang yaitu perlakuan asam asetat konsentrasi 10% dengan lama waktu perendaman 30 menit tidak berbeda nyata, dengan perlakuan asam asetat 60 menit dan perlakuan asam asetat 90 menit.
2. Larutan asam yang digunakan, konsentrasi dan lama perendaman berpengaruh terhadap kadar kalsium oksalat, intensitas warna nilai L^* , intensitas nilai a^* dan intensitas nilai b^* pada tepung porang yang dihasilkan.
3. Interaksi antara larutan asam, konsentrasi larutan dan lama waktu perendaman berpengaruh terhadap kadar kalsium oksalat, intensitas warna nilai L^* , intensitas nilai a^* dan intensitas warna nilai b^* pada tepung porang yang dihasilkan.

5.2 Saran

Berdasarkan evaluasi yang telah dilakukan, disarankan untuk:

1. Perlu dilakukan pengujian kadar pH pada larutan asam yang akan digunakan.
2. Perlu dilakukan pengujian kadar glukomanan dan kadar air pada tepung porang yang memiliki kadar kalsium oksalat paling rendah.
3. Perlu adanya penelitian lanjutan pembuatan produk dari tepung yang telah dihasilkan.
4. Perlu adanya penelitian lanjutan efek samping perendaman dengan larutan asam terhadap tubuh.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustawa, Redy. 2012. "Modifikasi Pati Ubi Jalar Putih (*Ipomoea Batatas* L) Varietas Sukuh Dengan Proses Fermentasi Dan Metode Heat Moisture Treatment (Hmt) Terhadap Karakteristik Fisik Dan Kimia Pati." *Universitas Brawijaya*.
- Agustin, Rivana, Teti Estiasih, dan Agustin Krisna Wardani. 2017. 18 *Jurnal Teknologi Pertanian Penurunan Oksalat Pada Proses Perendaman Umbi Kimpul (*Xanthosoma Sagittifolium*) Di Berbagai Konsentrasi Asam Asetat*.
- Amalia, Rizki, dan Riris Yuliana. 2013. *Pengaruh Proses Perendaman dan Perebusan Terhadap Kandungan Kalsium Oksalat Pada Umbi Senthe*.
- Andani, Rizky Mei. 2017. "Pengaruh Konsentrasi Maltodekstrin dan Suhu Pengeringan Terhadap Karakteristik Pewarna Alami Daun Bayam Merah (*Alternanthera amoena* Vos) Dengan Metode Foam-Mat Drying." *Universitas Pasundan*.
- Andarwulan, Nuri, Kusnandar, dan Dian Herawati. 2011. "Analisis Pangan." *Universitas Terbuka*.
- Anggraeni, Rani et al. 2011. *Reduksi Oksalat pada Umbi Walur (*Amorphophallus campanulatus* var. *Sylvestris*) dan Aplikasi Pati Walur pada Cookies dan Mie*.
- Bagus, Ida, Yoga Vidya, Widya Dwi, dan Rukmi Putri. 2015. "The Effect of Wheat Flour and Mung Bean Flour Proportion and Substitution with Rice Bran Flour in Biscuit." *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 3(3): 793–802.
- Buckle, K.A. et al. 1987. 20 *UI Press Ilmu Gizi Pangan*. 1 ed. Jakarta: UI Press.
- DepKes. 1987. "Ilmu Kimia Dasar." In ed. DepKes RI. Jakarta: DepKes RI.
- Gaspersz, Vincent. 1995. *Teknik Analisis Dalam Penelitian Percobaan*. Bandung: Bandung : Tarsito, 1995.
- Harijati, Nunung et al. 2011. 1 *J-PAL The Effect Of Calcium On The Size And Density Of Crystal Of Calcium Oxalate In Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)*.
- Hart, Harold et al. 2003. *Kimia Organik : Suatu Kuliah Singkat (Organic Chemistry : a short course)*. 11 ed. ed. Amalia Safitri. Jakarta: Erlangga.
- Hartanti, Feny Dwi, Bambang Sigit Amanto, dan Dimas Rahadian. 2012. "Kajian Karakteristik Fsikokimia Tepung Sukun (*Artocarpus communis*) Termodifikasi dengan Variasi Konsentrasi dan Lama Perendaman Asam Laktat." *Jurnal Teknosains Pangan Vol 2 No 2 April 2013* 1(1): 41–48.
- Haryani, Kristinah, Teguh Budi Santosa, Jl Prof Sudarto, dan Jl Prof Sudarto. 2016. "Pemutihan Tepung Porang (*Amorphophallus onchophyllus*) Menggunakan Natrium Metabisulfit dan Vitamin C." 01: 15–16.

- Hasibuan, Maharani. 2015. "Penetapan Kadar Asam Asetat dalam Larutan Cuka Makanan dengan Metode Titrimetri di Balai Besar Pengawas Obat dan Makanan Medan." *Jurnal Universitas Sumatera Utara* 1(3): 82–91.
- Hidayah, Rudy. 2016. UGM PRes. Yogyakarta *Budidaya Umbi Porang Secara Intensif*.
- Holmes, Ross P., dan Martha Kennedy. 2000. "Estimation of the oxalate content of foods and daily oxalate intake." In *Kidney International*, Blackwell Publishing Inc., 1662–67.
- Hutchings, J B. 1999. *Food Color and Appearance*. Springer.
<https://books.google.co.id/books?id=qomUwOXpUX4C>.
- Imran, I, H Herpandi, dan S Lestari. 2016. "Karakteristik Sosis Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) dengan Penambahan Bubuk Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa*)." *Jurnal Fishtech* 5(2): 157–66.
- Irmanto, Sutaya. 2006. *Penentuan Asam Oksalat Secara Spektrofotometri Dengan Metode Metil Biru*.
- Kareem, S., dan R. Rahman. 2011. "Utilization Of Banana Peels For Citric Acid Production By *Aspergillus Niger*." *Agriculture and Biology Journal of North America* 4(4): 384–87.
- Khairunnisa, Anita. 2018. *Pengaruh Waktu Perendaman dan Larutan Terhadap Kadar Kalsium Oksalat dalam Tepung Porang*. Bandung.
- Knudsen, Ib et al. 2008. "Risk Management and Risk Assessment of Novel Plant Foods: Concepts and Principles." *Food and chemical toxicology : an international journal published for the British Industrial Biological Research Association* 46(5): 1681–1705.
- Kurdi, Walian. 2002. "Reduksi Kalsium Oksalat pada Talas Bogor (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) sebagai Upaya Meningkatkan Mutu Keripik Talas." *Institut Pertanian Bogor*.
- Kurniati, Hesti, Sri Rahayoe, dan E Harmayani. 2015. "Karakteristik pengeringan chips porang (*Amorphophallus oncophyllus*) menggunakan cabinet dryer dengan variasi suhu pengeringan." *1st National Student Seminar on Agricultural Technology 2015*.
- Kurniawati, Adelya Desi, dan Simon Bambang Widjanarko. 2010. "Pengaruh Tingkat Pencucian dan Lama Kontak Dengan Etanol Terhadap Sifat Fisik dan Kimia Tepung Porang." *Jurnal Pangan dan Agroindustri* (August 2016): 1–11.
- Kusuma Wardani, Ratih, dan Prasetyo Handrianto. 2019a. "Analisis kadar kalsium oksalat pada tepung setelah perlakuan perendaman dalam larutan asam." *Journal of Research and Technolgy* 5(2): 144–53.
- . 2019b. *Reduksi Asam Oksalat pada Umbi Porand dengan Larutan Asam*. Surabaya. www.penerbitgraniti.com.

- Lukitaningsih, Endang. 2010. "Analysis of Macro nutrient Content, Glycemic." *Universitas Gajah Mada*.
- Mayasari, Novia. 2010. "Pengaruh Penambahan Larutan Asam dan Garam Sebagai Upaya Reduksi Oksalat pada Tepung Talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott)." *Institut Pertanian Bogor*.
<http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/62286>.
- Muchtahdi, Tien R., Sugiyono, dan Fitriyono Ayustaningwarno. 2011. *Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan*.
- Noonan, S.C., dan G.P. Savage. 1999. "Oxalate Content of Foods and Its Effect on Humans. Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition, 8, 64-74." *Oxalate Content of Foods and Its Effect on Humans* 8: 64-74.
- Novita, Meilisa Dwi Ayu, dan Serafinah Indriyani. 2013. "Kerapatan dan Bentuk Kristal Kalsium Oksalat Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) pada Fase Pertengahan Pertumbuhan Hasil Penanaman dengan Perlakuan Pupuk P dan K." *Jurnal Biotropika* 1(2): 66-70.
- Nurani, Suprihartini, dan Sudarminto Setyo Yuwono. 2014. "Pemanfaatan Tepung Kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) Sebagai Bahan Baku Cookies (Kajian Proporsi Tepung Dan Penambahan Margarin)." *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 2(2): 50-58.
- Nurenik. 2016. "Perubahan Sifat Fisik Dan Penurunan Kadar Kalsium Oksalat Pada Tepung Porang (*Amorphophallus Oncophyllus*) Dengan Varisasi Penyosohan Dan Penghembusan Udara Serta Perendaman Etanol." *Universitas Gajah Mada* 3(1984): 1-13.
- Pertanian, Kementrian. 2021. "Budidaya Umbi Porang Untuk Ekspor." *KEMENTERIAN PERTANIAN REPUBLIK INDONESIA*: 1.
- Pertanian, Pelitbang. 2015. *Tanaman Porang Pengenalan, Budidaya, dan Pemanfaatannya*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Petrucci, Ralph H. 1992. *Kimia Dasar : Prinsip dan Terapan Modern jilid 2*. Jakarta.
- Prakarsa, Aditya Setya. 2016. "Sifat Fisikokimia dan Mikrobiologis Tepung Talas Fermentasi Sebagai Tepung Alternatif." *E-journal Undip*.
- Roni, Kgs Ahmad, dan Netty Herawati. 2012. "Uji Kandungan Asam Laktat Di Dalam Limbah Kubis Dengan Menggunakan NaCl dan CaCl₂." *Berkala Teknik* 2(4): 320-33.
- Saridewi, Dewi. 1992. "Pengaruh lama Perendaman dan Pemasakan terhadap Kandungan Asam Oksalat dan Kalsium Oksalat Pada Umbi Talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott)." <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/39513>.
- SNI.7939-2013. "Standar Nasional Indonesia (SNI). (2013). Serpih porang (SNI 7939-2013). Badan Standardisasi Nasional, Jakarta."
<https://pesta.bsn.go.id/produk/detail/9668-sni79392013>.

- Suharso. 1997. *Dasar-dasar Ilmu Kimia*. Jakarta: kolase.
- Surya ningsih, Tika, dan Sekar Bias Tri Cahyani. 2017. "Pengaruh Waktu Fermentasi dan Penambahan Kultur Terhadap Mutu Singkong Termodifikasi." 110265: 110493.
- Svehla, G. 1990. *Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro. Edisi Kelima. Bagian 2. (diterjemahkan oleh L. Setiono dan A. H. Pudjaatmaka)*. Jakarta: PT. Kalman Media Pusaka.
- Wahyudi, Dodi. 2010. *Pengaruh Suhu Perendaman Terhadap Kandungan Kalsium Oksalat Dalam Talas Pada Proses Pembuatan Tepung Talas*.
- Wahyudi, Dony. 2009. "Pengaruh Suhu Perendaman Terhadap Kandungan Oksalat Dalam Talas pada Proses Pembuatan Tepung Talas." *IPB* 1(1): 1–12.
- Yazakka, Iliyin Manistha, dan Wahono Hadi Susanto. 2015. "Karakteristik Hard Candy Jahe Berbasis Nira Kelapa." *Jurnal Pangan dan Agroindustri Vol. 3 No 3 p.1214-1223, Juli 2015* 3(3): 1214–23.
- Yuanita, Maulina. 2008. "Penurunan Kadar Kalsium Oksalat Pada Tepung Porang (*Amorphophallus oncophyllus*) Menggunakan Kombinasi Hammer Mill , Stamp Mill dan Fraksinasi Hembusan Blower." *Universitas Brawijaya*. <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/147976>.
- Yuniwati, Ika, Dian Ridlo Pamuji, dan Ely Trianasari. 2020. "Pengolahan Umbi Porang menjadi Tepung Porang sebagai Upaya Peningkatan Penghasilan Kelompok Tani Desa Kembiritan Kecamatan Genteng Pasca Pandemi Covid19." *Sentrinov* 6(3): 104–11.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan jumlah ulangan

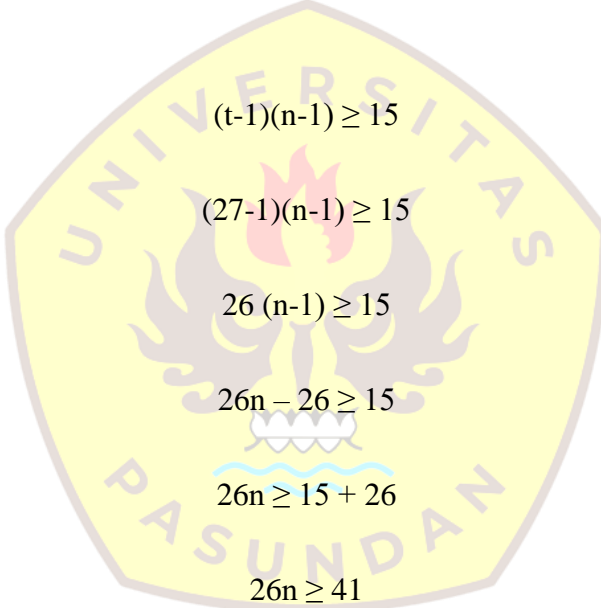
Penentuan jumlah ulangan yang dilakukan pada penelitian utama dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

Keterangan :

t = perlakuan

n = ulangan

maka didapat :



$$(t-1)(n-1) \geq 15$$

$$(27-1)(n-1) \geq 15$$

$$26(n-1) \geq 15$$

$$26n - 26 \geq 15$$

$$26n \geq 15 + 26$$

$$26n \geq 41$$

$$n \geq \frac{41}{26}$$

$$n \geq 1,576 = 2 \text{ kali ulangan}$$

Sehingga, banyaknya ulangan pada penelitian adalah 27 perlakuan x 2 ulangan = 54 satuan percobaan.

Lampiran 2. Prosedur Analisis Kadar Kalsium Oksalat Metode Permanganometri (SNI.7939-2013)

1. Sampel ditimbang 2 gram, kemudian ditambahkan 190mL aquades dan 10 mL HCl 6M ke dalam beaker glass.
2. Larutan dipanaskan dengan waterbath suhu 100°C selama 1 jam, kemudian didinginkan.
3. Larutan diencerkan dengan aquades hingga volumenya 250mL, kemudian disaring.
4. Filtrat dibagi 2, masing-masing 125mL, kemudian ditambahkan aquadest sampai 250mL.
5. Kedua bagian filtrat, masing-masing pipet sebanyak 50mL, lalu tambahkan 20 mL H₂SO₄.
6. Panaskan filtrat dalam waterbath suhu 70°C
7. Selanjutnya filtrat langsung dititrasi dalam keadaan panas dengan KMnO₄ 0,1N yang telah distandarisasi, hingga terbentuk warna pink yang tidak hilang setelah 30 detik.
8. Titrasi dilakukan secara duplo

9. Kadar kalsium oksalat (mg/100g) dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar oksalat (mg/100g)} = \frac{V \text{ KMnO}_4 \times 0.00225 \times 2}{\text{berat tepung} \times 5} 10^5$$

Keterangan :

V KMnO₄ = volume titrasi KMnO₄ (mL)

0,00225 = 1cm³larutan KMnO₄ 1 N ekuivalen dengan 0,00225 g asam oksalat anhidrat (g/mL)

2 = Faktor pengenceran (125 mL diambil dari 250 mL)

5 = Reaksi redoks KMnO₄



Lampiran 3. Prosedur Analisis Intensitas Warna (Chem-Mix Pratama, 2017)

Timbang sampel sebanyak 5 gram, simpan sampel pada tempat yang berwarna putih, kemudian ratakan. Siapkan alat kromameter, nyalakan dengan menekan tombol power, tunggu hingga alat menyala dan terdapat menu pilihan untuk di kalibrasi atau tidak. Lalu pilih restart while calibration dengan cara menutup alat kalibrasi, kemudian tekan ok untuk di kalibrasi. Setelah dilakukan kalibrasi, alat siap untuk dipakai dengan tanda nilai L^* , a^* , $b^* = 0$. Kemudian buka penutup alat kalibrasi, lalu arahkan sensor kedalam sampel kemudian tekan tombol start, tunggu beberapa detik untuk melihat hasil L^* , a^* , b^* . Nilai (L^*) untuk kecerahan dari hitam-putih (0-100), ($-a^*$) hijau, (a^*) merah, ($-b^*$) biru dan (b^*) kuning.

$$\text{Rumus perhitungan: } \text{hue} = \tan^{-1}\left(\frac{b^*}{a^*}\right)$$

Lampiran 4. Rendemen Tepung

Tujuan perhitungan ini untuk mengetahui seberapa besar tepung porang modifikasi yang dihasilkan dari sejumlah umbi porang yang digunakan.

Prinsipnya berdasarkan persentase hasil bagi antara berat tepung porang modifikasi dengan berat umbi porang.

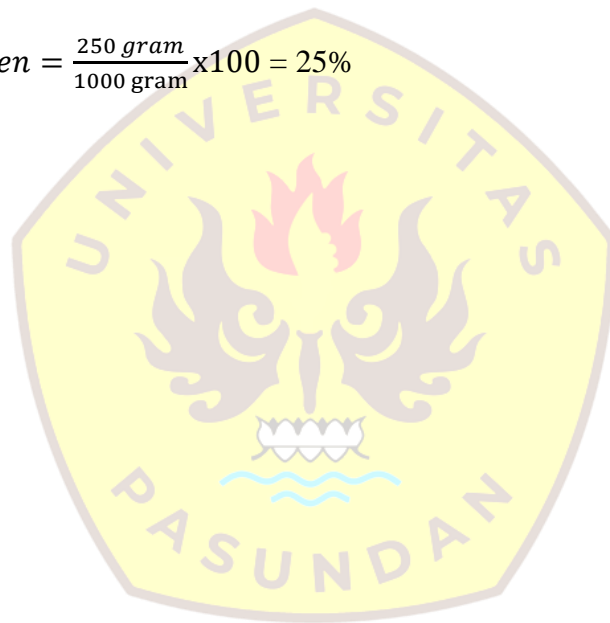
Perhitungan :

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{berat akhir}}{\text{berat awal}} \times 100$$

Berat awal = 1000 gram

Berat akhir = 250 gram

$$\text{Rendemen} = \frac{250 \text{ gram}}{1000 \text{ gram}} \times 100 = 25\%$$



Lampiran 5. Hasil penelitian pendahuluan analisis kadar kalsium oksalat

Tabel 12. Hasil Analisis Pendahuluan Kadar Kalsium Oksalat

Kode sampel	Berat Sampel	Vol. titrasi (mL) 1	Vol. titrasi (mL) 2	Vol. Rata-rata	Kadar Kalsium Oksalat (mg/Kg)
Tepung Porang	2	15.6	15.6	15.6	842.4

Tepung porang :

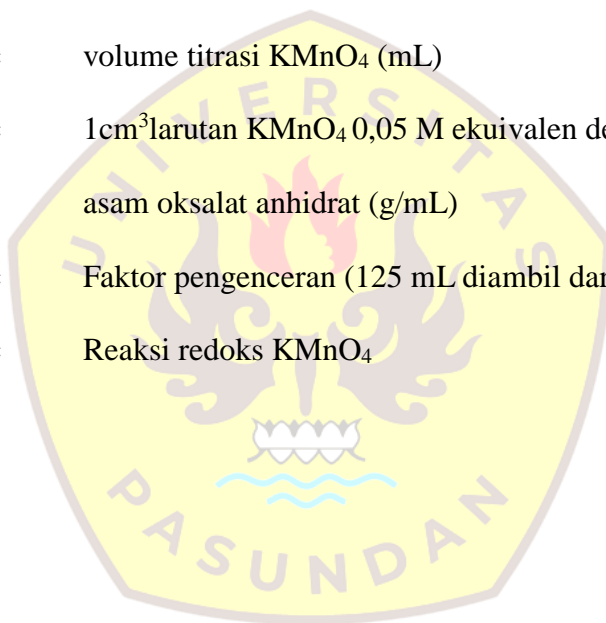
$$\text{Kadar Kalsium Oksalat (mg/Kg)} = \frac{15,6 \times 0,00225 \times 2,4}{2 \times 5} \times 10^5 = 842,40 \text{ mg/Kg}$$

V KMnO₄ = volume titrasi KMnO₄ (mL)

0,00225 = 1cm³ larutan KMnO₄ 0,05 M ekuivalen dengan 0,00225 g asam oksalat anhidrat (g/mL)

2,4 = Faktor pengenceran (125 mL diambil dari 300 mL)

5 = Reaksi redoks KMnO₄



Lampiran 6. Hasil penelitian pendahuluan analisis derajat

Tabel 13. Hasil Analisis Intensitas Warna Pendahuluan

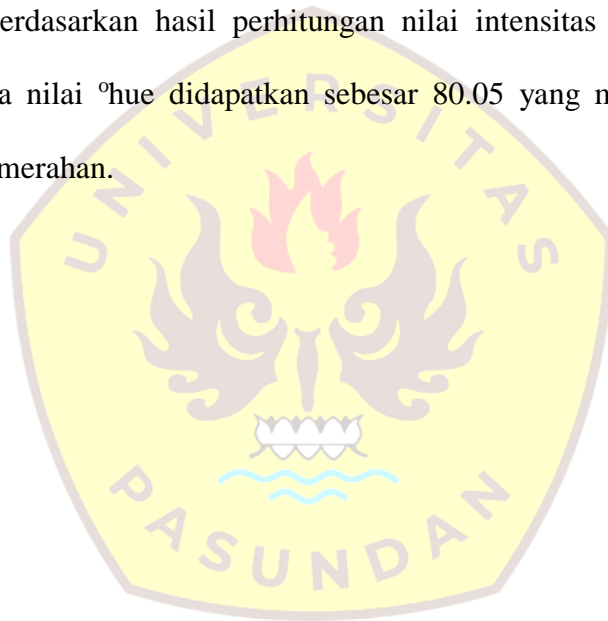
No.	Kode Sampel	Hasil			°hue
		L*	a*	b*	
1.	Tepung Porang	66.34	2.20	12.55	

$$\text{Perhitungan } ^\circ\text{hue} = \tan^{-1}\left(\frac{b^*}{a^*}\right)$$

$$^\circ\text{hue} = \tan^{-1}\left(\frac{12.55}{2.20}\right)$$

$$^\circ\text{hue} = 80.05$$

Kesimpulan : Berdasarkan hasil perhitungan nilai intensitas penentuan warna dihasilkan bahwa nilai °hue didapatkan sebesar 80.05 yang memiliki deskripsi warna kuning kemerahan.



Lampiran 7. Hasil penelitian utama analisis kadar kalsium oksalat

Tabel 14. Hasil Analisis Kadar Kalsium Oksalat (Ulangan I)

Kelompok Ulangan I	Berat sampel (g)	Volume titrasi (mL)	Hasil (mg/Kg)
j1k1p1	5	5.5	118.80
j1k1p2	5	5.6	120.96
j1k1p3	5	5.3	114.48
j1k2p1	5	5.8	125.28
j1k2p2	5	5.6	120.96
j1k2p3	5	5.7	123.12
j1k3p1	5	5.9	127.44
j1k3p2	5	6.0	129.60
j1k3p3	5	5.8	125.28
j2k1p1	5	4.3	92.88
j2k1p2	5	4.5	97.20
j2k1p3	5	4.7	101.52
j2k2p1	5	4.4	95.04
j2k2p2	5	4.6	99.36
j2k2p3	5	4.9	105.84
j2k3p1	5	4.7	101.52
j2k3p2	5	4.5	97.20
j2k3p3	5	4.4	95.04
j3k1p1	5	3.4	73.44
j3k1p2	5	3.6	77.76
j3k1p3	5	3.5	75.60
j3k2p1	5	3.2	69.12
j3k2p2	5	3.1	68.04
j3k2p3	5	3.2	69.12
j3k3p1	5	3.3	71.28
j3k3p2	5	4.0	86.40
j3k3p3	5	3.2	69.12

Tabel 15. Hasil Analisis Kadar Kalsium Oksalat (Ulangan II)

Kelompok Ulangan II	Berat sampel (g)	Volume titrasi (mL)	Hasil (mg/Kg)
j1k1p1	5	5.6	120.96
j1k1p2	5	5.5	118.80
j1k1p3	5	5.4	116.64
j1k2p1	5	5.7	123.12
j1k2p2	5	5.6	120.96
j1k2p3	5	5.7	123.12
j1k3p1	5	5.8	125.28
j1k3p2	5	6.0	129.60
j1k3p3	5	5.8	125.28
j2k1p1	5	4.2	90.72
j2k1p2	5	4.4	95.04
j2k1p3	5	4.7	101.52
j2k2p1	5	4.4	95.04
j2k2p2	5	4.4	95.04
j2k2p3	5	4.7	101.52
j2k3p1	5	4.6	99.36
j2k3p2	5	4.5	97.20
j2k3p3	5	4.4	95.04
j3k1p1	5	3.5	75.60
j3k1p2	5	3.6	77.76
j3k1p3	5	3.3	71.28
j3k2p1	5	3.4	73.44
j3k2p2	5	3.2	69.12
j3k2p3	5	3.2	69.12
j3k3p1	5	3.4	73.44
j3k3p2	5	3.5	75.60
j3k3p3	5	3.2	69.12

Tabel 16. Data Asli Nilai Rata-Rata Kadar Kalsium Oksalat

Faktor J	Faktor K (%)	Faktor P (menit)	Ulangan		Jumlah	Rata-Rata
			I	II		
Asam Laktat	5	30	118.8	120.96	239.76	119.88
		60	120.96	118.8	239.76	119.88
		90	114.48	116.64	231.12	115.56
	10	30	125.28	123.12	248.40	124.20
		60	120.96	120.96	241.92	120.96
		90	123.12	123.12	246.24	123.12
	15	30	127.44	125.28	252.72	126.36
		60	129.6	129.6	259.20	129.60
		90	125.28	125.28	250.56	125.28
Sub total			1105.92	1103.76	2209.68	1104.84
Rata-rata			122.88	122.64	245.52	122.76
Asam Sitrat	5	30	92.88	90.72	183.60	91.80
		60	97.2	95.04	192.24	96.12
		90	101.52	101.52	203.04	101.52
	10	30	95.04	95.04	190.08	95.04
		60	99.36	95.04	194.40	97.20
		90	105.84	101.52	207.36	103.68
	15	30	101.52	99.36	200.88	100.44
		60	97.2	97.2	194.40	97.20
		90	95.04	95.04	190.08	95.04
Sub total			885.60	870.48	1756.08	878.04
Rata-rata			98.40	96.72	195.12	97.56
Asam Asetat	5	30	73.44	75.6	149.04	74.52
		60	77.76	77.76	155.52	77.76
		90	75.6	71.28	146.88	73.44
	10	30	69.12	73.44	142.56	71.28
		60	66.96	69.12	136.08	68.04
		90	69.12	69.12	138.24	69.12
	15	30	71.28	73.44	144.72	72.36
		60	86.4	75.6	162.00	81.00
		90	69.12	69.12	138.24	69.12
Sub total			658.80	654.48	1313.28	656.64
Rata-rata			73.20	72.72	145.92	72.96
Total			2650.32	2628.72	5279.04	2639.52
Rata-rata			98.16	97.36	195.52	97.76

Perhitungan:

$$\text{Perlakuan (t)} = 27$$

$$\text{Ulangan (r)} = 2$$

$$J = 3$$

$$K = 3$$

$$P = 3$$

- Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{(\text{total jendral})^2}{t \times r} = \frac{5279.04}{27 \times 2} = 516078.95$$

- Jumlah kuadrat total (JKT)

$$\begin{aligned} &= [(\sum(n_1)^2 + (\sum(n_2)^2 + \dots + (\sum(n_n)^2)] - FK \\ &= [(118.8^2) + (120.96^2) + \dots + (69.12^2)] - 516078.95 \\ &= 23236.42 \end{aligned}$$

- Jumlah Kuadrat Kelompok

$$\begin{aligned} &= \sum \frac{(\text{total kelompok})^2}{J \times K \times P} - FK \\ &= \sum \frac{(2650.80)^2 + (2628.72)^2}{3 \times 3 \times 3} - 516078.95 \\ &= 8.64 \end{aligned}$$

- Jumlah Kuadrat J (JKJ)

$$\begin{aligned} &= \sum \frac{(\text{total Perlakuan})^2}{r \times K \times P} - FK \\ &= \sum \frac{(2209.68)^2 + (1756.08)^2 + (1313.28)^2}{3 \times 3 \times 3} - 516078.95 \\ &= 22321.44 \end{aligned}$$

- Jumlah Kuadrat K (JKK)

$$\begin{aligned} &= \sum \frac{(\text{total perlakuan})^2}{r \times J \times P} - FK \\ &= \sum \frac{(1740.96)^2 + (1745.28)^2 + (1792.80)^2}{3 \times 3 \times 2} - 516078.95 \\ &= 91.93 \end{aligned}$$

- Jumlah Kuadrat P (JKP)

$$\begin{aligned} &= \sum \frac{(\text{total perlakuan})^2}{J \times K \times r} - FK \\ &= \sum \frac{(1751.76)^2 + (1775.52)^2 + (1751.76)^2}{3 \times 3 \times 2} - 516078.95 \end{aligned}$$

$$= 20.91$$

- Jumlah Kuadrat JK (JKJK)

$$= \sum \frac{(\text{total perlakuan})^2}{r \times P} - FK - JKJ - JKK$$

$$= \sum \frac{(720.64)^2 + (736.56)^2 + (762.48)^2 + (578.88)^2 + (591.84)^2 + (585.36)^2 + (451.44)^2 + (416.88)^2 + (444.96)^2}{2 \times 3} - 516078.95 - 22321.44 - 91.93$$

$$= 258.51$$

- Jumlah Kuadrat JP (JKJP)

$$= \sum \frac{(\text{total perlakuan})^2}{K \times r} - FK - JKJ - JKP$$

$$= \sum \frac{(740.88)^2 + (740.88)^2 + (727.92)^2 + (574.56)^2 + (581.04)^2 + (600.48)^2 + (436.32)^2 + (453.60)^2 + (423.36)^2}{3 \times 2} - 516078.95 - 22321.44 - 20.91$$

$$= 135.13$$

- Jumlah Kuadrat KP (JKKP)

$$= \sum \frac{(\text{total perlakuan})^2}{J \times r} - FK - JKK - JKP$$

$$= \sum \frac{(572.40)^2 + (587.52)^2 + (581.04)^2 + (581.88)^2 + (572.40)^2 + (591.84)^2 + (598.32)^2 + (615.60)^2 + (578.88)^2}{3 \times 2} - 516078.95 - 91.93 - 20.91$$

$$= 142.39$$

- Jumlah Kuadrat JKP (JKJKP)

$$= \sum \frac{(\text{total perlakuan})^2}{r} - FK - JKK - JKJ - JKK - JKP - JKJK - JKJP - JKKP$$

$$= \sum \frac{(239.76)^2 + (239.76)^2 + (\dots)^2 + (138.24)^2}{2} - 516078.95 - 8.64 - 22321 - 91.93 - 20.91 - 258.51 - 135.13 - 142.39$$

$$= 136.17$$

- Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$= JKT - JKK - JKJ - JKK - JKP - JKJK - JKJP - JKKP - JKJKP$$

$$= 23236.46 - 8.64 - 22321 - 91.93 - 20.91 - 258.51 - 135.13 - 142.39$$

$$= 121.31$$

Tabel 17. Analisis Variansi (ANAVA) Kadar Kalsium Oksalat

Tabel ANAVA					
Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F hitung	F Tabel 5%
Kelompok	1	8.64	-	-	-
Larutan Asam (J)	2	22321.44	11160.72	2392.04	3.37
Konsentrasi (K)	2	91.93	45.97	9.85	3.37
Lama Perendaman (P)	2	20.91	10.46	2.24	3.37
Interaksi JK	4	258.51	64.63	13.85	2.74
Interaksi JP	4	135.13	33.78	7.24	2.74
Interaksi KP	4	142.39	35.60	7.63	2.74
Interaksi JKP	8	136.17	17.02	3.65	2.32
Galat	26	121.31	4.67		
Total	53	23236.42	438.42		

Keterangan : tn = tidak berpengaruh

* = berpengaruh

Kesimpulan : Berdasarkan tabel ANAVA diketahui bahwa $F \text{ hitung} \geq F \text{ tabel}$ pada taraf 5%, maka perlakuan berpengaruh terhadap kadar Kalsium Oksalat, sehingga perlu dilakukan uji lanjut. Uji lanjut yang dipilih adalah uji lanjut Duncan.

$$S_y = \sqrt{\frac{KTG}{r}} = \sqrt{\frac{4.67}{2}} = 1.47$$

Tabel 18. Uji Lanjut Duncan Kadar Kalsium Oksalat

SSR 5%	LSR 5%	perlakuan	rata-rata perlakuan	PERLAKUAN																								Taraf Nyata 5%			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		25	26	27
-	-	a1b1d1	16.74	-																									a		
2.91	0.45	a2b2d3	17.18	0.44tn	-																							ab			
3.06	0.47	a1b1d2	17.54	0.80*	0.36tn	-																						bc			
3.14	0.48	a2b2d2	17.83	1.09*	0.65*	0.29tn	-																					c			
3.21	0.50	a2b2d1	18.02	1.28*	0.84*	0.48tn	0.19tn	-																				c			
3.27	0.50	a2b3d1	18.62	1.88*	1.44*	1.08*	0.79*	0.60*	-																			d			
3.3	0.51	a2b1d3	18.63	1.89*	1.45*	1.09*	0.80*	0.61*	0.01tn	-																		d			
3.34	0.52	a3b2d2	19.16	2.42*	1.98*	1.62*	1.33*	1.14*	0.54*	0.53*	-																	e			
3.36	0.52	a3b2d1	19.26	2.52*	2.08*	1.72*	1.43*	1.24*	0.64*	0.63*	0.10tn	-																ef			
3.38	0.52	a3b1d1	19.31	2.57*	2.13*	1.77*	1.48*	1.29*	0.69*	0.68*	0.15tn	0.05tn	-															ef			
3.38	0.52	a2b1d2	19.5	2.76*	2.32*	1.96*	1.67*	1.48*	0.88*	0.87*	0.34tn	0.24tn	0.19tn	-														efg			
3.41	0.53	a3b3d2	19.59	2.85*	2.41*	2.05*	1.76*	1.57*	0.97*	0.96*	0.43tn	0.33tn	0.28tn	0.09tn	-													efg			
3.41	0.53	a3b3d1	19.63	2.89*	2.45*	2.09*	1.80*	1.61*	1.01*	1.00*	0.47tn	0.37tn	0.32tn	0.13tn	0.04tn	-												efg			
3.43	0.53	a2b1d1	19.73	2.99*	2.55*	2.19*	1.90*	1.71*	1.11*	1.10*	0.57*	0.47tn	0.42tn	0.23tn	0.14tn	0.10tn	-											fg			
3.43	0.53	a3b1d3	19.88	3.14*	2.70*	2.34*	2.05*	1.86*	1.26*	1.25*	0.72*	0.62*	0.57*	0.38tn	0.29tn	0.25tn	0.15tn	-										gi			
3.45	0.53	a1b2d1	19.92	3.18*	2.74*	2.38*	2.09*	1.90*	1.30*	1.29*	0.76*	0.66*	0.61*	0.42tn	0.33tn	0.29tn	0.19tn	0.04tn	-									gi			
3.45	0.53	a3b2d3	20.33	3.59*	3.15*	2.79*	2.50*	2.31*	1.71*	1.70*	1.17*	1.07*	1.02*	0.83*	0.74*	0.70*	0.60*	0.45tn	0.41tn	-								ij			
3.46	0.53	a3b1d2	20.35	3.61*	3.17*	2.81*	2.52*	2.33*	1.73*	1.72*	1.19*	1.09*	1.04*	0.85*	0.76*	0.72*	0.62*	0.47tn	0.43tn	0.02tn	-							ij			
3.46	0.53	a3b3d3	20.38	3.64*	3.20*	2.84*	2.55*	2.36*	1.76*	1.75*	1.22*	1.12*	1.07*	0.88*	0.79*	0.75*	0.65*	0.50tn	0.46tn	0.05tn	0.03tn	-						ij			
3.47	0.54	a2b3d2	20.63	3.89*	3.45*	3.09*	2.80*	2.61*	2.01*	2.00*	1.47*	1.37*	1.32*	1.13*	1.04*	1.00*	0.90*	0.75*	0.71*	0.30tn	0.28tn	0.25tn	-					jk			
3.47	0.54	a1b2d3	20.71	3.97*	3.53*	3.17*	2.88*	2.69*	2.09*	2.08*	1.55*	1.45*	1.40*	1.21*	1.12*	1.08*	0.98*	0.83*	0.79*	0.38tn	0.36tn	0.33tn	0.08tn	-				jkl			
3.47	0.54	a2b3d3	20.71	3.97*	3.53*	3.17*	2.88*	2.69*	2.09*	2.08*	1.55*	1.45*	1.40*	1.21*	1.12*	1.08*	0.98*	0.83*	0.79*	0.38tn	0.36tn	0.33tn	0.08tn	0.00tn	-			jkl			
3.47	0.54	a1b1d3	21.04	4.30*	3.86*	3.50*	3.21*	3.02*	2.42*	2.41*	1.88*	1.78*	1.73*	1.54*	1.45*	1.41*	1.31*	1.16*	1.12*	0.71*	0.69*	0.66*	0.41tn	0.33*	0.33tn	-		klm			
3.47	0.54	a1b2d2	21.22	4.48*	4.04*	3.68*	3.39*	3.20*	2.60*	2.59*	2.06*	1.96*	1.91*	1.72*	1.63*	1.59*	1.49*	1.34*	1.30*	0.89*	0.87*	0.84*	0.59*	0.51*	0.51tn	0.18tn	-	lmn			
3.47	0.54	a1b3d2	21.45	4.71*	4.27*	3.91*	3.62*	3.43*	2.83*	2.82*	2.29*	2.19*	2.14*	1.95*	1.86*	1.82*	1.72*	1.57*	1.53*	1.12*	1.10*	1.07*	0.82*	0.74*	0.74*	0.41tn	0.23tn	-	mn		
3.47	0.54	a1b3d1	21.65	4.91*	4.47*	4.11*	3.82*	3.63*	3.03*	3.02*	2.49*	2.39*	2.34*	2.15*	2.06*	2.02*	1.92*	1.77*	1.73*	1.32*	1.30*	1.27*	1.02*	0.94*	0.94*	0.61*	0.43tn	0.20tn	-	n	
3.47	0.54	a1b3d3	23.6	6.86*	6.42*	6.06*	5.77*	5.58*	4.98*	4.97*	4.44*	4.34*	4.29*	4.10*	4.01*	3.97*	3.87*	3.72*	3.68*	3.27*	3.25*	3.22*	2.97*	2.89*	2.89*	2.56*	2.38*	2.15*	1.95*	-	o

Tabel 19. Hasil Uji Lanjut Duncan Kadar Kalsium Oksalat

Perlakuan	Nilai Rata-Rata Kalsium Oksalat (mg/Kg)
j1k1p1	119.88
j1k1p2	119.88
j1k1p3	115.56
j1k2p1	124.20
j1k2p2	120.96
j1k2p3	123.12
j1k3p1	126.36
j1k3p2	129.60
j1k3p3	125.28
j2k1p1	91.80
j2k1p2	96.12
j2k1p3	101.52
j2k2p1	95.04
j2k2p2	97.20
j2k2p3	103.68
j2k3p1	100.44
j2k3p2	97.20
j2k3p3	95.04
j3k1p1	74.52
j3k1p2	77.76
j3k1p3	73.44
j3k2p1	71.28
j3k2p2	68.04
j3k2p3	69.12
j3k3p1	72.36
j3k3p2	81.00
j3k3p3	69.12

Tabel 20. Pengaruh Larutan Asam Laktat dan Konsentrasi (5%) dengan Lama Perendaman (30,60, dan 90 menit)

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	Rata-Rata Perlakuan	Perlakuan		Taraf nyata 5%
				1	2	
-	-	j1k1p3	115.56	-	-	a
2.91	4.28	j1k1p1	119.88	4.32	-	b
3.06	4.50	j1k1p2	119.88	4.32	0	b

Tabel 21. Pengaruh Larutan Asam Laktat dengan Konsentrasi (10%) dan Lama Perendaman (30,60, dan 90 menit)

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	Rata-Rata Perlakuan	Perlakuan		Taraf nyata 5%
				1	2	
-	-	j1k2p2	120.96	-	-	a
2.91	4.28	j1k2p3	123.12	2.16	-	a
3.06	4.50	j1k2p1	124.20	3.24	1.08	a

Tabel 22. Pengaruh Larutan Asam Laktat dengan Konsentrasi (15%) dan Lama Perendaman (30,60, dan 90 menit)

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	Rata-Rata Perlakuan	Perlakuan		Taraf nyata 5%
				1	2	
-	-	j1k3p3	125.28	-	-	a
2.91	4.28	j1k3p1	126.36	1.08	-	a
3.06	4.50	j1k3p2	129.60	4.32	3.24	a

Tabel 23. Pengaruh Larutan Asam Sitrat dan Konsentrasi (5%) dengan Lama Perendaman (30,60, dan 90 menit)

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	Rata-Rata Perlakuan	Perlakuan		Taraf nyata 5%
				1	2	
-	-	j2k1p1	91.80	-	-	a
2.91	4.28	j2k1p2	96.12	4.32	-	b
3.06	4.50	j2k1p3	101.52	9.72	5.40	c

Tabel 24. Pengaruh Larutan Asam Sitrat dan Konsentrasi (10%) dengan Lama Perendaman (30,60, dan 90 menit)

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	Rata-Rata Perlakuan	Perlakuan		Taraf nyata 5%
				1	2	
-	-	j2k2p1	95.04	-	-	a
2.91	4.28	j2k2p2	97.20	2.16	-	a
3.06	4.50	j2k2p3	103.68	8.64	6.48	b

Tabel 25. Pengaruh Larutan Asam Sitrat dan Konsentrasi (15%) dengan Lama Perendaman (30,60, dan 90 menit)

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	Rata-Rata Perlakuan	Perlakuan		Taraf nyata 5%
				1	2	
-	-	j2k3p3	95.04	-	-	a
2.91	4.28	j2k3p2	97.20	2.16	-	a
3.06	4.50	j2k3p1	100.44	5.40	3.24	b

Tabel 26. Pengaruh Larutan Asam Asetat dan Konsentrasi (5%) dengan Lama Perendaman (30,60, dan 90 menit)

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	Rata-Rata Perlakuan	Perlakuan		Taraf nyata 5%
				1	2	
-	-	j3k1p3	73.44	-	-	a
2.91	4.28	j3k1p1	74.52	1.08	-	a
3.06	4.50	j3k1p2	77.76	4.32	3.24	a

Tabel 27. Pengaruh Larutan Asam Asetat dan Konsentrasi (10%) dengan Lama Perendaman (30,60, dan 90 menit)

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	Rata-Rata Perlakuan	Perlakuan		Taraf nyata 5%
				1	2	
-	-	j3k2p2	68.04	-	-	a
2.91	4.28	j3k2p3	69.12	1.08	-	a
3.06	4.50	j3k2p1	71.28	3.24	2.16	a

Tabel 28. Pengaruh Larutan Asam Asetat dan Konsentrasi (15%) dengan Lama Perendaman (30,60, dan 90 menit)

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	Rata-Rata Perlakuan	Perlakuan		Taraf nyata 5%
				1	2	
-	-	j3k3p3	69.12	-	-	a
2.91	4.28	j3k3p1	72.36	3.24	-	a
3.06	4.50	j3k3p2	81.00	11.88	8.64	b

Tabel 29. Pengaruh Konsentrasi (5,10, dan 15%) dan Lama Perendaman (30,60, dan 90 menit) terhadap larutan Asam Laktat

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	Rata-Rata Perlakuan	Perlakuan									Taraf Nyata 5%	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9		
-	-	j3k2p1	71.28	-										a
2.91	4.28	j3k3p1	72.36	1.08	-									a
3.06	4.5	j3k1p1	74.52	3.24	2.16	-								a
3.14	4.62	j2k1p1	91.8	20.52	19.44	17.28	-							b
3.21	4.73	j2k2p1	95.04	23.76	22.68	20.52	3.24	-						b
3.27	4.81	j2k3p1	100.44	29.16	28.08	25.92	8.64	5.4	-					c
3.3	4.86	j1k1p1	119.88	48.6	47.52	45.36	28.08	24.84	19.44	-				d
3.34	4.92	j1k2p1	124.2	52.92	51.84	49.68	32.4	29.16	23.76	4.32	-			d
3.36	4.95	j1k3p1	126.36	55.08	54	51.84	34.56	31.32	25.92	6.48	2.16	-		d

Tabel 30. Pengaruh Konsentrasi (5,10, dan 15%) dan Lama Perendaman (30,60, dan 90 menit) terhadap larutan Asam Sitrat

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	Rata-Rata Perlakuan	Perlakuan									Taraf Nyata 5%	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9		
-	-	j3k2p2	68.04	-										a
2.91	4.28	j3k1p2	77.76	9.72	-									b
3.06	4.5	j3k3p2	81	12.96	3.24	-								b
3.14	4.62	j2k1p2	96.12	28.08	18.36	15.12	-							c
3.21	4.73	j2k2p2	97.2	29.16	19.44	16.2	1.08	-						c
3.27	4.81	j2k3p2	97.2	29.16	19.44	16.2	1.08	0	-					c
3.3	4.86	j1k1p2	119.88	51.84	42.12	38.88	23.76	22.68	22.68	-				de
3.34	4.92	j1k2p2	120.96	52.92	43.2	39.96	24.84	23.76	23.76	1.08	-			e
3.36	4.95	j1k3p2	129.6	61.56	51.84	48.6	33.48	32.4	32.4	9.72	8.64	-		f

Tabel 31. Pengaruh Konsentrasi (5,10, dan 15%) dan Lama Perendaman (30,60, dan 90 menit) terhadap larutan Asam Asetat

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	Rata-Rata Perlakuan	Perlakuan									Taraf Nyata 5%	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9		
-	-	j3k2p3	69.12	-										a
2.91	4.28	j3k3p3	69.12	0	-									a
3.06	4.5	j3k1p3	73.44	4.32	4.32	-								b
3.14	4.62	j2k3p3	95.04	25.92	25.92	21.6	-							c
3.21	4.73	j2k1p3	101.52	32.4	32.4	28.08	6.48	-						d
3.27	4.81	j2k2p3	103.68	34.56	34.56	30.24	8.64	2.16	-					d
3.3	4.86	j1k1p3	115.56	46.44	46.44	42.12	20.52	14.04	11.88	-				e
3.34	4.92	j1k2p3	123.12	54	54	49.68	28.08	21.6	19.44	7.56	-			f
3.36	4.95	j1k3p3	125.28	56.16	56.16	51.84	30.24	23.76	21.6	9.72	2.16	-		f



Tabel 32. Hasil Pengaruh Interaksi Larutan Asam dan Konsentrasi dengan Lama Perendaman Terhadap Kadar Kalsium Oksalat

Larutan Asam dan Konsentrasi (%)	Lama Perendaman		
	p1 (30 menit)	p2 (60 menit)	p3 (90 menit)
j1k1	119.88 ^b D	119.88 ^b DE	115.56 ^a E
j1k2	124.2 ^a D	120.96 ^a E	123.12 ^a F
j1k3	126.36 ^a D	129.60 ^a F	125.28 ^a F
j2k1	91.8 ^a B	96.12 ^b C	101.52 ^c D
j2k2	95.04 ^a B	97.20 ^a C	103.68 ^b D
j2k3	100.44 ^b C	97.20 ^a C	95.04 ^a C
j3k1	74.52 ^a A	77.76 ^a B	73.44 ^a B
j3k2	71.28 ^a A	68.04 ^a A	69.12 ^a A
j3k3	72.36 ^a A	81.00 ^b B	69.12 ^a A

Keterangan :

- Larutan asam :
 - j1 = asam laktat
 - j2 = asam sitrat
 - j3 = asam asetat
- Konsentrasi :
 - k1 = 5%
 - k2 = 10%
 - k3 = 15%
- Lama perendaman :
 - p1 = 30 menit
 - p2 = 60 menit
 - p3 = 90 menit
- Huruf kecil dibaca secara horizontal, kapital dibaca vertikal
- Setiap huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata berdasarkan uji lanjut Duncan 5%

Tabel 33. Hasil Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman dengan Larutan Asam Terhadap Kadar Kalsium Oksalat (mg/Kg)

Konsentrasi (%) dan lama perendaman	Larutan asam		
	asam laktat (j1)	asam sitrat (j2)	asam asetat (j3)
k1p1	119.88 ^B c	91.80 ^A b	74.52 ^C a
k1p2	119.88 ^B c	96.12 ^{BC} b	77.76 ^{DE} a
k1p3	115.56 ^A b	101.52 ^{DE} c	73.44 ^{BC} a
k2p1	124.20 ^{BCD} c	95.04 ^{AB} b	71.28 ^{ABC} a
k2p2	120.96 ^{BC} c	97.20 ^{BCD} b	68.04 ^A a
k2p3	123.12 ^{BCD} c	103.68 ^E b	69.12 ^{AB} a
k3p1	126.36 ^{DE} c	100.44 ^{CDE} b	72.36 ^{BC} a
k3p2	129.60 ^E c	97.20 ^{BCD} b	81.00 ^E a
k3p3	125.28 ^{CDE} c	95.04 ^{AB} b	69.12 ^{AB} a

Keterangan :

- Larutan asam :
 - j1 = asam laktat
 - j2 = asam sitrat
 - j3 = asam asetat
- Konsentrasi :
 - k1 = 5%
 - k2 = 10%
 - k3 = 15%
- Lama perendaman :
 - p1 = 30 menit
 - p2 = 60 menit
 - p3 = 90 menit
- Huruf kecil dibaca secara horizontal, kapital dibaca vertikal
- Setiap huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata berdasarkan uji lanjut Duncan 5%

Lampiran 8. Hasil Penelitian Analisis Intensitas Warna

Tabel 34. Hasil Analisis Derajat Putih (Ulangan I)

Kelompok Ulangan I	L*	a*	b*
j1k1p1	78.28	8.29	16.87
j1k1p2	78.05	8.57	17.6
j1k1p3	75.82	12.18	20.65
j1k2p1	75.07	11.62	19.83
j1k2p2	73.28	14.63	21.11
j1k2p3	73.68	14.2	20.64
j1k3p1	73.54	14.4	21.73
j1k3p2	73.42	14.27	21.54
j1k3p3	73.74	15.55	23.48
j2k1p1	78.23	9.99	19.81
j2k1p2	78.74	9.34	19.48
j2k1p3	78.67	8.01	18.80
j2k2p1	82.94	7.88	18.04
j2k2p2	79.42	8.4	17.97
j2k2p3	79.54	8.28	17.06
j2k3p1	76.09	11.61	18.55
j2k3p2	79.85	10.43	20.30
j2k3p3	79.29	10.25	20.50
j3k1p1	74.96	17.84	19.23
j3k1p2	74.59	17.4	20.24
j3k1p3	74.40	17.18	19.95
j3k2p1	74.19	16.39	19.31
j3k2p2	74.34	16.13	19.3
j3k2p3	76.46	14.63	20.07
j3k3p1	73.90	17.48	19.33
j3k3p2	72.94	17.43	19.44
j3k3p3	75.59	15.78	20.21

Tabel 35. Hasil Analisis Derajat Putih (Ulangan II)

Kelompok Ulangan II	L*	a*	b*
j1k1p1	78.35	8.4	16.61
j1k1p2	78.22	8.85	17.48
j1k1p3	75.72	12.03	21.43
j1k2p1	74.85	10.78	20.00
j1k2p2	73.02	14.27	21.32
j1k2p3	73.77	14.85	73.77
j1k3p1	73.42	14.62	21.57
j1k3p2	73.52	14.9	21.36
j1k3p3	73.44	15.61	23.72
j2k1p1	78.43	10.02	19.65
j2k1p2	78.27	9.83	19.52
j2k1p3	78.09	8.67	18.46
j2k2p1	83.18	7.37	17.99
j2k2p2	79.73	8.83	17.68
j2k2p3	79.26	9.03	17.29
j2k3p1	76.14	11.61	18.68
j2k3p2	79.92	10.33	20.96
j2k3p3	79.45	9.96	20.91
j3k1p1	74.12	17.77	19.38
j3k1p2	74.55	17.95	20.46
j3k1p3	74.25	17.38	19.80
j3k2p1	74.65	16.72	19.20
j3k2p2	74.35	15.95	19.01
j3k2p3	76.00	14.82	20.59
j3k3p1	73.52	17.16	19.93
j3k3p2	73.24	17.46	19.73
j3k3p3	75.25	15.63	20.55

Tabel 36. Data Asli Nilai Rata-Rata Intensitas Warna

• Perhitungan L*

Faktor J	Faktor K (%)	Faktor P (menit)	Ulangan		Jumlah	Rata-Rata
			I	II		
Asam Laktat	5	30	78.28	78.35	156.63	78.32
		60	78.05	78.22	156.27	78.14
		90	75.82	75.72	151.54	75.77
	10	30	75.07	74.85	149.92	74.96
		60	73.28	73.02	146.30	73.15
		90	73.68	73.77	147.45	73.73
	15	30	73.54	73.42	146.96	73.48
		60	73.42	73.52	146.94	73.47
		90	73.74	73.44	147.18	73.59
Sub total			674.88	674.31	1349.19	674.60
Rata-rata			74.99	74.92	149.91	74.96
Asam Sitrat	5	30	78.23	78.43	156.66	78.33
		60	78.74	78.27	157.01	78.51
		90	78.67	78.09	156.76	78.38
	10	30	82.94	83.18	166.12	83.06
		60	79.42	79.73	159.15	79.58
		90	79.54	79.26	158.80	79.40
	15	30	76.09	76.14	152.23	76.12
		60	79.85	79.92	159.77	79.89
		90	79.29	79.45	158.74	79.37
Sub total			712.77	712.47	1425.24	712.62
Rata-rata			79.20	79.16	158.36	79.18
Asam Asetat	5	30	74.96	74.12	149.08	74.54
		60	74.59	74.55	149.14	74.57
		90	74.40	74.25	148.65	74.33
	10	30	74.19	74.65	148.84	74.42
		60	74.34	74.35	148.69	74.35
		90	76.46	76.00	152.46	76.23
	15	30	73.90	73.52	147.42	73.71
		60	72.94	73.24	146.18	73.09
		90	75.59	75.25	150.84	75.42
Sub total			671.37	669.93	1341.30	670.65
Rata-rata			74.60	74.44	149.03	74.52
Total			2059.02	2056.71	4115.73	2057.87
Rata-rata			76.26	76.17	152.43	76.22

Perhitungan:

$$\text{Perlakuan (t)} = 27$$

$$\text{Ulangan (r)} = 2$$

$$J = 3$$

$$K = 3$$

$$P = 3$$

- Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{(\text{total jendral})^2}{t \times r} = \frac{4115.73}{27 \times 2} = 313689.51$$

- Jumlah kuadrat total (JKT)

$$\begin{aligned} &= [(\sum(n_1)^2 + (\sum(n_2)^2 + \dots + (\sum(n_n)^2)] - FK \\ &= [(78.28^2) + (78.05) + \dots + (75.25^2)] - 313689.51 \\ &= 373.26 \end{aligned}$$

- Jumlah Kuadrat Kelompok

$$\begin{aligned} &= \sum \frac{(\text{total kelompok})^2}{J \times K \times P} - FK \\ &= \sum \frac{(2059.02)^2 + (2556.71)^2}{3 \times 3 \times 3} - 313689.51 \\ &= 0.10 \end{aligned}$$

- Jumlah Kuadrat J (JKJ)

$$\begin{aligned} &= \sum \frac{(\text{total Perlakuan})^2}{r \times K \times P} - FK \\ &= \sum \frac{(1349.19)^2 + (1425.24)^2 + (1341.30)^2}{3 \times 3 \times 3} - 313689.51 \\ &= 238.74 \end{aligned}$$

- Jumlah Kuadrat K (JKK)

$$\begin{aligned} &= \sum \frac{(\text{total perlakuan})^2}{r \times J \times P} - FK \\ &= \sum \frac{(1381.74)^2 + (1377.73)^2 + (1356.26)^2}{3 \times 3 \times 2} - 313689.51 \\ &= 20.86 \end{aligned}$$

- Jumlah Kuadrat P (JKP)

$$\begin{aligned} &= \sum \frac{(\text{total perlakuan})^2}{J \times K \times r} - FK \\ &= \sum \frac{(1373.86)^2 + (1369.45)^2 + (1372.42)^2}{3 \times 3 \times 2} - 313689.51 \end{aligned}$$

$$= 0.56$$

- Jumlah Kuadrat JK (JKJK)

$$= \sum \frac{(\text{total perlakuan})^2}{r \times P} - FK - JKJ - JKK$$

$$= \sum \frac{(464.44)^2 + (443.67)^2 + (441.08)^2 + (470.43)^2 + (484.07)^2 + (470.74)^2 + (446.87)^2 + (444.96)^2 + (444.44)^2}{2 \times 3} - 313689.51 -$$

$$238.74 - 20.86$$

$$= 56.59$$

- Jumlah Kuadrat JP (JKJP)

$$= \sum \frac{(\text{total perlakuan})^2}{K \times r} - FK - JKJ - JKP$$

$$= \sum \frac{(453.51)^2 + (449.51)^2 + (446.17)^2 + (475.01)^2 + (475.93)^2 + (474.30)^2 + (445.34)^2 + (444.01)^2 + (451.95)^2}{3 \times 2} - 313689.51 -$$

$$238.74 - 0.56$$

$$= 10.19$$

- Jumlah Kuadrat KP (JKKP)

$$= \sum \frac{(\text{total perlakuan})^2}{J \times r} - FK - JKK - JKP$$

$$= \sum \frac{(462.37)^2 + (462.42)^2 + (456.95)^2 + (464.88)^2 + (454.14)^2 + (458.71)^2 + (446.61)^2 + (452.89)^2 + (456.76)^2}{3 \times 2} - 313689.51 -$$

$$20.86 - 0.56$$

$$= 21.16$$

- Jumlah Kuadrat JKP (JKJKP)

$$= \sum \frac{(\text{total perlakuan})^2}{r} - FK - JKK - JKJ - JKK - JKP - JKJK - JKJP - JKKP$$

$$= \sum \frac{(156.63)^2 + (156.27)^2 + (\dots)^2 + (150.84)^2}{2} - 313689.51 - 0.10 - 238.74 - 20.86 -$$

$$0.56 - 56.59 - 10.19 - 21.16$$

$$= 23.84$$

- Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$= JKT - JKK - JKJ - JKK - JKP - JKJK - JKJP - JKKP - JKJKP$$

$$= 373.26 - 0.10 - 238.74 - 20.86 - 0.56 - 56.59 - 10.19 - 21.16 - 23.84$$

$$= 121.31$$

Tabel 37. Analisis Variansi (ANOVA) Kadar Kalsium Oksalat

Tabel ANAVA					
Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F hitung	F Tabel 5%
Kelompok	1	0.10	-	-	-
Larutan Asam (J)	2	238.74	119.37	2523.27	3.37
Konsentrasi (K)	2	20.86	10.43	220.47	3.37
Lama Perendaman (P)	2	0.56	0.28	5.92	3.37
Interaksi JK	4	56.59	14.15	299.05	2.74
Interaksi JP	4	10.19	2.55	53.85	2.74
Interaksi KP	4	21.16	5.29	111.82	2.74
Interaksi JKP	8	23.84	2.98	62.99	2.32
Galat	26	1.23	0.05		
Total	53	373.26	7.04		

Keterangan : tn = tidak berpengaruh

* = berpengaruh

Kesimpulan : Berdasarkan tabel ANAVA diketahui bahwa $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ pada taraf 5%, maka perlakuan berpengaruh terhadap kadar Kalsium Oksalat, sehingga perlu dilakukan uji lanjut. Uji lanjut yang dipilih adalah uji lanjut Duncan.

$$S_y = \sqrt{\frac{KTG}{r}} = \sqrt{\frac{0.05}{2}} = 0.15$$

Tabel 38. Uji lanjut duncan Intensitas Warna L*

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	Rata-rata perlakuan	PERLAKUAN																								Taraf Nyata 5%				
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		25	26	27	
-	-	j3k3p2	73.09	-																									a			
2.91	0.45	j1k2p2	73.15	0.06tn	-																							ab				
3.06	0.47	j1k3p2	73.47	0.38tn	0.32tn	-																						abc				
3.14	0.48	j1k3p1	73.48	0.39tn	0.33tn	0.01tn	-																					abc				
3.21	0.49	j1k3p3	73.59	0.50*	0.44tn	0.12tn	0.11tn	-																				bc				
3.27	0.50	j3k3p1	73.71	0.62*	0.56*	0.24tn	0.23tn	0.12tn	-																			c				
3.3	0.51	j1k2p3	73.73	0.64*	0.58*	0.26tn	0.25tn	0.14tn	0.02tn	-																		c				
3.34	0.51	j3k1p3	74.33	1.24*	1.18*	0.86*	0.85*	0.74*	0.62*	0.60*	-																	d				
3.36	0.52	j3k2p2	74.35	1.26*	1.20*	0.88*	0.87*	0.76*	0.64*	0.62*	0.02tn	-																d				
3.38	0.52	j3k2p1	74.42	1.33*	1.27*	0.95*	0.94*	0.83*	0.71*	0.69*	0.09tn	0.07tn	-															d				
3.38	0.52	j3k1p1	74.54	1.45*	1.39*	1.07*	1.06*	0.95*	0.83*	0.81*	0.21tn	0.19tn	0.12tn	-														de				
3.41	0.52	j3k1p2	74.57	1.48*	1.42*	1.10*	1.09*	0.98*	0.86*	0.84*	0.24tn	0.22tn	0.15tn	0.03tn	-													de				
3.41	0.52	j1k2p1	74.96	1.87*	1.81*	1.49*	1.48*	1.37*	1.25*	1.23*	0.63*	0.61*	0.54*	0.42tn	0.39tn	-												ef				
3.43	0.53	j3k3p3	75.42	2.33*	2.27*	1.95*	1.94*	1.83*	1.71*	1.69*	1.09*	1.07*	1.00*	0.88*	0.85*	0.46tn	-											fg				
3.43	0.53	j1k1p3	75.77	2.68*	2.62*	2.30*	2.29*	2.18*	2.06*	2.04*	1.44*	1.42*	1.35*	1.23*	1.20*	0.81*	0.35tn	-										gh				
3.45	0.53	j2k3p1	76.12	3.03*	2.97*	2.65*	2.64*	2.53*	2.41*	2.39*	1.79*	1.77*	1.70*	1.58*	1.55*	1.16*	0.70*	0.35tn	-									h				
3.45	0.53	j3k2p3	76.23	3.14*	3.08*	2.76*	2.75*	2.64*	2.52*	2.50*	1.90*	1.88*	1.81*	1.69*	1.66*	1.27*	0.81*	0.46tn	0.11tn	-								h				
3.46	0.53	j1k1p2	78.14	5.05*	4.99*	4.67*	4.66*	4.55*	4.43*	4.41*	3.81*	3.79*	3.72*	3.60*	3.57*	3.18*	2.72*	2.37*	2.02*	1.91*	-							i				
3.46	0.53	j1k1p1	78.32	5.23*	5.17*	4.85*	4.84*	4.73*	4.61*	4.59*	3.99*	3.97*	3.90*	3.78*	3.75*	3.36*	2.90*	2.55*	2.20*	2.09*	0.18tn	-						i				
3.47	0.53	j2k1p1	78.33	5.24*	5.18*	4.86*	4.85*	4.74*	4.62*	4.60*	4.00*	3.98*	3.91*	3.79*	3.76*	3.37*	2.91*	2.56*	2.21*	2.10*	0.19tn	0.01tn	-					i				
3.47	0.53	j2k1p3	78.38	5.29*	5.23*	4.91*	4.90*	4.79*	4.67*	4.65*	4.05*	4.03*	3.96*	3.84*	3.81*	3.42*	2.96*	2.61*	2.26*	2.15*	0.24tn	0.06tn	0.05tn	-				i				
3.47	0.53	j2k1p2	78.51	5.42*	5.36*	5.04*	5.03*	4.92*	4.80*	4.78*	4.18*	4.16*	4.09*	3.97*	3.94*	3.55*	3.09*	2.74*	2.39*	2.28*	0.37tn	0.19tn	0.18tn	0.13tn	-			i				
3.47	0.53	j2k3p3	79.37	6.28*	6.22*	5.90*	5.89*	5.78*	5.66*	5.64*	5.04*	5.02*	4.95*	4.83*	4.80*	4.41*	3.95*	3.60*	3.25*	3.14*	1.23*	1.05*	1.04*	0.99*	0.86*	-		j				
3.47	0.53	j2k2p3	79.4	6.31*	6.25*	5.93*	5.92*	5.81*	5.69*	5.67*	5.07*	5.05*	4.98*	4.86*	4.83*	4.44*	3.98*	3.63*	3.28*	3.17*	1.26*	1.08*	1.07*	1.02*	0.89*	0.03tn	-		j			
3.47	0.53	j2k2p2	79.58	6.49*	6.43*	6.11*	6.10*	5.99*	5.87*	5.85*	5.25*	5.23*	5.16*	5.04*	5.01*	4.62*	4.16*	3.81*	3.46*	3.35*	1.44*	1.26*	1.25*	1.20*	1.07*	0.21tn	0.18tn	-		j		
3.47	0.53	j2k3p2	79.89	6.80*	6.74*	6.42*	6.41*	6.30*	6.18*	6.16*	5.56*	5.54*	5.47*	5.35*	5.32*	4.93*	4.47*	4.12*	3.77*	3.66*	1.75*	1.57*	1.56*	1.51*	1.38*	0.52tn	0.49tn	0.31tn	-		j	
3.47	0.53	j2k2p1	83.06	9.97*	9.91*	9.59*	9.58*	9.47*	9.35*	9.33*	8.73*	8.71*	8.64*	8.52*	8.49*	8.10*	7.64*	7.29*	6.94*	6.83*	4.92*	4.74*	4.73*	4.68*	4.55*	3.69*	3.66*	3.48*	3.17*	-		k

Tabel 39. Hasil Uji Lanjut Duncan Intensitas Warna L*

Perlakuan	Nilai Rata-Rata Intensitas Warna L*
j1k1p1	78.32
j1k1p2	78.14
j1k1p3	75.77
j1k2p1	74.96
j1k2p2	73.15
j1k2p3	73.73
j1k3p1	73.48
j1k3p2	73.47
j1k3p3	73.59
j2k1p1	78.33
j2k1p2	78.51
j2k1p3	78.38
j2k2p1	83.06
j2k2p2	79.58
j2k2p3	79.40
j2k3p1	76.12
j2k3p2	79.89
j2k3p3	79.37
j3k1p1	74.54
j3k1p2	74.57
j3k1p3	74.33
j3k2p1	74.42
j3k2p2	74.35
j3k2p3	76.23
j3k3p1	73.71
j3k3p2	73.09
j3k3p3	75.42

Tabel 40. Hasil Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman dengan Larutan Asam Terhadap Intensitas Warna L*

Konsentrasi (%) dan lama perendaman	Larutan asam		
	asam laktat (j1)	asam sitrat (j2)	asam asetat (j3)
k1p1	78.32 b	78.33 b	74.54 a
k1p2	78.14 b	78.51 b	74.57 a
k1p3	75.77 b	78.38 c	74.33 a
k2p1	74.96 b	83.06 c	74.42 a
k2p2	73.15 a	79.58 c	74.35 b
k2p3	73.73 a	79.40 b	76.23 b
k3p1	73.48 a	76.12 b	73.71 a
k3p2	73.47 a	79.89 b	73.09 a
k3p3	73.59 s	79.37 c	75.42 b

Keterangan :

- Larutan asam :
 - j1 = asam laktat
 - j2 = asam sitrat
 - j3 = asam asetat
- Konsentrasi :
 - k1 = 5%
 - k2 = 10%
 - k3 = 15%
- Lama perendaman :
 - p1 = 30 menit
 - p2 = 60 menit
 - p3 = 90 menit
- Huruf kecil dibaca secara horizontal, kapital dibaca vertikal
- Setiap huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata berdasarkan uji lanjut Duncan 5%

Tabel 41. Hasil Pengaruh Interaksi Larutan Asam dan Konsentrasi dengan Lama Perendaman Terhadap Intensitas Warna L*

Larutan Asam dan Konsentrasi (%)	Lama Perendaman		
	p1 (30 menit)	p2 (60 menit)	p3 (90 menit)
j1k1	78.32 ^b E	78.14 ^b D	75.77 ^a CD
j1k2	74.96 ^c C	73.15 ^a A	73.73 ^b A
j1k3	73.48 ^a A	73.47 ^a A	73.59 ^a A
j2k1	78.33 ^a E	78.51 ^a D	78.38 ^a E
j2k2	83.06 ^a F	79.58 ^b E	79.4 ^a F
j2k3	76.12 ^a D	79.89 ^c E	79.37 ^b F
j3k1	74.54 ^b BC	74.57 ^a C	74.33 ^a B
j3k2	74.42 ^a B	74.35 ^a B	76.23 ^b D
j3k3	73.71 ^b A	73.09 ^a A	75.42 ^c C

Keterangan :

- Larutan asam :
 - j1 = asam laktat
 - j2 = asam sitrat
 - j3 = asam asetat
- Konsentrasi :
 - k1 = 5%
 - k2 = 10%
 - k3 = 15%
- Lama perendaman :
 - p1 = 30 menit
 - p2 = 60 menit
 - p3 = 90 menit
- Huruf kecil dibaca secara horizontal, kapital dibaca vertikal
- Setiap huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata berdasarkan uji lanjut Duncan 5%

- Perhitungan a*

Faktor J	Faktor K (%)	Faktor P (menit)	Ulangan		Jumlah	Rata-Rata
			I	II		
Asam Laktat	5	30	8.29	8.99	17.28	8.64
		60	8.57	8.67	17.24	8.62
		90	12.18	12.73	24.91	12.46
	10	30	11.62	11.98	23.60	11.80
		60	14.63	14.4	29.03	14.52
		90	14.2	14.9	29.10	14.55
	15	30	14.4	14.88	29.28	14.64
		60	14.27	14.68	28.95	14.48
		90	15.55	15.41	30.96	15.48
Sub total			113.71	116.64	230.35	115.18
Rata-rata			12.63	12.96	25.59	12.80
Asam Sitrat	5	30	8.99	8.29	17.28	8.64
		60	9.34	8.57	17.91	8.96
		90	8.01	12.18	20.19	10.10
	10	30	7.88	11.62	19.50	9.75
		60	8.4	14.63	23.03	11.52
		90	8.28	14.2	22.48	11.24
	15	30	11.61	14.4	26.01	13.01
		60	10.43	14.27	24.70	12.35
		90	10.25	15.55	25.80	12.90
Sub total			83.19	113.71	196.90	98.45
Rata-rata			9.24	12.63	21.88	10.94
Asam Asetat	5	30	17.77	8.04	25.81	12.91
		60	17.95	8.57	26.52	13.26
		90	17.38	12.18	29.56	14.78
	10	30	16.72	11.62	28.34	14.17
		60	15.95	14.51	30.46	15.23
		90	14.82	14.56	29.38	14.69
	15	30	17.16	14.38	31.54	15.77
		60	17.46	14.27	31.73	15.87
		90	15.63	15.77	31.40	15.70
Sub total			150.84	113.90	264.74	132.37
Rata-rata			16.76	12.66	29.42	14.71
Total			347.74	344.25	691.99	346.00
Rata-rata			12.88	12.75	25.63	12.81

Perhitungan:

$$\text{Perlakuan (t)} = 27$$

$$\text{Ulangan (r)} = 2$$

$$J = 3$$

$$K = 3$$

$$P = 3$$

- Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{(\text{total jendral})^2}{t \times r} = \frac{698.96}{27 \times 2} = 9047.13$$

- Jumlah kuadrat total (JKT)

$$\begin{aligned} &= [(\sum(n_1))^2 + (\sum(n_2))^2 + \dots + (\sum(n_n))^2] - FK \\ &= [(16.69^2) + (17.42)^2 + \dots + (31.41^2)] - 9047.13 \\ &= 642.69 \end{aligned}$$

- Jumlah Kuadrat Kelompok

$$\begin{aligned} &= \sum \frac{(\text{total kelompok})^2}{J \times K \times P} - FK \\ &= \sum \frac{(150.26)^2 + (150.84)^2}{3 \times 3 \times 3} - 9047.13 \\ &= 0.13 \end{aligned}$$

- Jumlah Kuadrat J (JKJ)

$$\begin{aligned} &= \sum \frac{(\text{total Perlakuan})^2}{r \times K \times P} - FK \\ &= \sum \frac{(228.02)^2 + (169.84)^2 + (301.10)^2}{3 \times 3 \times 3} - 9047.13 \\ &= 480.64 \end{aligned}$$

- Jumlah Kuadrat K (JKK)

$$\begin{aligned} &= \sum \frac{(\text{total perlakuan})^2}{r \times J \times P} - FK \\ &= \sum \frac{(219.70)^2 + (224.78)^2 + (254.48)^2}{3 \times 3 \times 2} - 9047.13 \\ &= 39.21 \end{aligned}$$

- Jumlah Kuadrat P (JKP)

$$\begin{aligned} &= \sum \frac{(\text{total perlakuan})^2}{J \times K \times r} - FK \\ &= \sum \frac{(229.95)^2 + (234.97)^2 + (234.04)^2}{3 \times 3 \times 2} - 9047.13 \end{aligned}$$

$$= 0.79$$

- Jumlah Kuadrat JK (JKJK)

$$= \sum \frac{(\text{total perlakuan})^2}{r \times P} - FK - JKJ - JKK$$

$$= \sum \frac{(58.32)^2 + (80.35)^2 + (89.35)^2 + (55.86)^2 + (49.79)^2 + (64.19)^2 + (105.52)^2 + (94.64)^2 + (100.94)^2}{2 \times 3} - 9047.13 - 480.64 -$$

$$39.21$$

$$= 73.11$$

- Jumlah Kuadrat JP (JKJP)

$$= \sum \frac{(\text{total perlakuan})^2}{K \times r} - FK - JKJ - JKP$$

$$= \sum \frac{(68.11)^2 + (75.49)^2 + (84.42)^2 + (58.48)^2 + (57.16)^2 + (54.20)^2 + (103.36)^2 + (102.32)^2 + (95.42)^2}{3 \times 2} - 9047.13 - 480.64 - 0.79$$

$$= 10.19$$

- Jumlah Kuadrat KP (JKKP)

$$= \sum \frac{(\text{total perlakuan})^2}{J \times r} - FK - JKK - JKP$$

$$= \sum \frac{(72.31)^2 + (71.94)^2 + (75.45)^2 + (70.76)^2 + (78.21)^2 + (75.81)^2 + (86.88)^2 + (84.82)^2 + (82.78)^2}{3 \times 2} - 9047.13 - 39.21 - 0.79$$

$$= 6.67$$

- Jumlah Kuadrat JKP (JKJKP)

$$= \sum \frac{(\text{total perlakuan})^2}{r} - FK - JKK - JKJ - JKK - JKP - JKJK - JKJP - JKKP$$

$$= \sum \frac{(16.69)^2 + (17.42)^2 + (\dots)^2 + (31.41)^2}{2} - 9047.13 - 0.13 - 480.64 - 39.21 - 0.79 -$$

$$73.11 - 29.25 - 6.67$$

$$= 10.76$$

- Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$= JKT - JKK - JKJ - JKK - JKP - JKJK - JKJP - JKKP - JKJKP$$

$$= 642.69 - 0.13 - 480.64 - 39.21 - 0.79 - 73.11 - 29.25 - 6.67 - 10.76$$

$$= 2.12$$

Tabel 42. Analisis Variansi (ANOVA) Intensitas Warna a*

Tabel ANAVA					
Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F hitung	F Tabel 5%
Kelompok	1	0.13	-	-	-
Larutan Asam (J)	2	480.64	240.32	2947.32	3.37
Konsentrasi (K)	2	39.31	19.66	241.05	3.37
Lama Perendaman (P)	2	0.79	0.40	4.84	3.37
Interaksi JK	4	73.11	18.28	224.16	2.74
Interaksi JP	4	29.25	7.31	89.68	2.74
Interaksi KP	4	6.67	1.67	20.45	2.74
Interaksi JKP	8	10.76	1.35	16.50	2.32
Galat	26	2.12	0.08		
Total	53	642.69	12.13		

Keterangan : tn = tidak berpengaruh

* = berpengaruh

Kesimpulan : Berdasarkan tabel ANAVA diketahui bahwa F hitung \geq F tabel pada taraf 5%, maka perlakuan berpengaruh terhadap intensitas warna a*, sehingga perlu dilakukan uji lanjut. Uji lanjut yang dipilih adalah uji lanjut Duncan.

$$S_y = \sqrt{\frac{KTG}{r}} = \sqrt{\frac{0.08}{2}} = 0.20$$

Tabel 43. uji lanjut duncan derajat putih

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	Rata-rata perlakuan	PERLAKUAN																											Taraf Nyata 5%	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27		
-	-	8.62	j1k1p2	-																									a			
2.91	0.45	8.64	j1k1p1	0.02tn	-																							a				
3.06	0.47	8.96	j2k1p2	0.34tn	0.32tn	-																						ab				
3.14	0.48	9.14	j2k1p1	0.52*	0.50*	0.18tn	-																					b				
3.21	0.50	9.75	j2k2p1	1.13*	1.11*	0.79*	0.61*	-																				c				
3.27	0.50	10.1	j2k1p3	1.48*	1.46*	1.14*	0.96*	0.35tn	-																			c				
3.3	0.51	11.24	j2k2p3	2.62*	2.60*	2.28*	2.10*	1.49*	1.14*	-																		d				
3.34	0.52	11.52	j2k2p2	2.90*	2.88*	2.56*	2.38*	1.77*	1.42*	0.28tn	-																	de				
3.36	0.52	11.8	j1k2p1	3.18*	3.16*	2.84*	2.66*	2.05*	1.70*	0.56*	0.28tn	-																e				
3.38	0.52	12.35	j2k3p2	3.73*	3.71*	3.39*	3.21*	2.60*	2.25*	1.11*	0.83*	0.55*	-															f				
3.38	0.52	12.46	j1k1p3	3.84*	3.82*	3.50*	3.32*	2.71*	2.36*	1.22*	0.94*	0.66*	0.11tn	-														fg				
3.41	0.53	12.9	j2k3p3	4.28*	4.26*	3.94*	3.76*	3.15*	2.80*	1.66*	1.38*	1.10*	0.55*	0.44tn	-													gh				
3.41	0.53	12.91	j3k1p1	4.29*	4.27*	3.95*	3.77*	3.16*	2.81*	1.67*	1.39*	1.11*	0.56*	0.45tn	0.01tn	-												gh				
3.43	0.53	13.01	j2k3p1	4.39*	4.37*	4.05*	3.87*	3.26*	2.91*	1.77*	1.49*	1.21*	0.66*	0.55*	0.11tn	0.10tn	-											h				
3.43	0.53	13.26	j3k1p2	4.64*	4.62*	4.30*	4.12*	3.51*	3.16*	2.02*	1.74*	1.46*	0.91*	0.80*	0.36tn	0.35tn	0.25tn	-										h				
3.45	0.53	14.17	j3k2p1	5.55*	5.53*	5.21*	5.03*	4.42*	4.07*	2.93*	2.65*	2.37*	1.82*	1.71*	1.27*	1.26*	1.16*	0.91*	-									i				
3.45	0.53	14.48	j1k3p2	5.86*	5.84*	5.52*	5.34*	4.73*	4.38*	3.24*	2.96*	2.68*	2.13*	2.02*	1.58*	1.57*	1.47*	1.22*	0.31tn	-								ij				
3.46	0.53	14.52	j1k2p2	5.90*	5.88*	5.56*	5.38*	4.77*	4.42*	3.28*	3.00*	2.72*	2.17*	2.06*	1.62*	1.61*	1.51*	1.26*	0.35tn	0.04tn	-							ij				
3.46	0.53	14.55	j1k2p3	5.93*	5.91*	5.59*	5.41*	4.80*	4.45*	3.31*	*.03*	2.75*	2.20*	2.09*	1.65*	1.64*	1.54*	1.29*	0.38tn	0.07tn	0.03tn	-						ij				
3.47	0.54	14.64	j1k3p1	6.02*	6.00*	5.68*	5.50*	4.89*	4.54*	3.40*	3.12*	2.84*	2.29*	2.18*	1.74*	1.73*	1.63*	1.38*	0.47tn	0.16tn	0.12tn	0.09tn	-					ij				
3.47	0.54	14.69	j3k2p3	6.07*	6.05*	5.73*	5.55*	4.94*	4.59*	3.45*	3.17*	2.89*	2.34*	2.23*	1.79*	1.78*	1.68*	1.43*	0.52tn	0.21tn	0.17tn	0.14tn	0.05tn	-				ijk				
3.47	0.54	14.78	j3k1p3	6.16*	6.14*	5.82*	5.64*	5.03*	4.68*	3.54*	3.26*	2.98*	2.43*	2.32*	1.88*	1.87*	1.77*	1.52*	0.61*	0.30tn	0.26tn	0.23tn	0.14tn	0.09tn	-			jk				
3.47	0.54	15.23	j3k2p2	6.61*	6.59*	6.27*	6.09*	5.48*	5.13*	3.99*	3.71*	3.43*	2.88*	2.77*	2.33*	2.32*	2.22*	1.97*	1.06*	0.75*	0.71*	0.68*	0.59*	0.54tn	0.45tn	-		kl				
3.47	0.54	15.48	j1k3p3	6.86*	6.84*	6.52*	6.34*	5.73*	5.38*	4.24*	3.96*	3.68*	3.13*	3.02*	2.58*	2.57*	2.47*	2.22*	1.31*	1.00*	0.96*	0.93*	0.84*	0.79*	0.70*	0.25tn	-		lm			
3.47	0.54	15.7	j3k3p3	7.08*	7.06*	6.74*	6.56*	5.95*	5.60*	4.46*	4.18*	3.90*	3.35*	3.24*	2.80*	2.79*	2.69*	2.44*	1.53*	1.22*	1.18*	1.15*	1.06*	1.01*	0.92*	0.47tn	0.22tn	-		lm		
3.47	0.54	15.77	j3k3p1	7.15*	7.13*	6.81*	6.63*	6.02*	5.67*	4.53*	4.25*	3.97*	3.42*	3.31*	2.87*	2.86*	2.76*	2.51*	1.60*	1.29*	1.25*	1.22*	1.13*	1.08*	0.99*	0.54tn	0.29tn	0.07tn	-		lm	
3.47	0.54	15.87	j3k3p2	7.25*	7.23*	6.91*	6.73*	6.12*	5.77*	4.63*	4.35*	4.07*	3.52*	3.41*	2.97*	2.96*	2.86*	2.61*	1.70*	1.39*	1.35*	1.32*	1.23*	1.18*	1.09*	0.64*	0.39tn	0.17tn	0.10tn	-		m

Tabel 44. Hasil Uji Lanjut Duncan Intensitas Warna a*

Perlakuan	Nilai Rata-Rata Intensiatas Warna a*
j1k1p1	8.64
j1k1p2	8.62
j1k1p3	12.46
j1k2p1	11.80
j1k2p2	14.52
j1k2p3	14.55
j1k3p1	14.64
j1k3p2	14.48
j1k3p3	15.48
j2k1p1	9.14
j2k1p2	8.96
j2k1p3	10.10
j2k2p1	9.75
j2k2p2	11.52
j2k2p3	11.24
j2k3p1	13.01
j2k3p2	12.35
j2k3p3	12.90
j3k1p1	12.91
j3k1p2	13.26
j3k1p3	14.78
j3k2p1	14.17
j3k2p2	15.23
j3k2p3	14.69
j3k3p1	15.77
j3k3p2	15.87
j3k3p3	15.70

Tabel 45. Hasil Pengaruh Interaksi Larutan Asam dan Konsentrasi dengan Lama Perendaman Terhadap Intensitas Warna a*

Larutan Asam dan Konsentrasi (%)	Lama Perendaman		
	p1 (30 menit)	p2 (60 menit)	p3 (90 menit)
j1k1	8.64 a B	8.62 a A	12.46 b C
j1k2	11.8 a D	14.52 b D	14.55 b D
j1k3	14.64 a E	14.48 a D	15.48 b E
j2k1	10.01 b C	9.59 b B	8.34 a A
j2k2	7.63 a A	8.62 b A	8.66 b A
j2k3	11.61 b D	10.38 a C	10.11 a B
j3k1	17.81 a G	17.68 a G	17.28 a F
j3k2	16.56 b F	16.04 b E	14.73 a D
j3k3	17.32 b G	17.45 b F	15.71 a E

Keterangan :

- Larutan asam :
 - j1 = asam laktat
 - j2 = asam sitrat
 - j3 = asam asetat
- Konsentrasi :
 - k1 = 5%
 - k2 = 10%
 - k3 = 15%
- Lama perendaman :
 - p1 = 30 menit
 - p2 = 60 menit
 - p3 = 90 menit
- Huruf kecil dibaca secara horizontal, kapital dibaca vertikal
- Setiap huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata berdasarkan uji lanjut Duncan 5%

Tabel 46. Hasil Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman dengan Larutan Asam Terhadap Intensitas Warna a*

Konsentrasi (%) dan lama perendaman	Larutan asam		
	asam laktat (j1)	asam sitrat (j2)	asam asetat (j3)
k1p1	8.64 a	10.01 b	17.81 c
k1p2	8.62 a	9.59 b	17.68 c
k1p3	12.46 b	8.34 a	17.28 c
k2p1	11.80 b	7.63 a	16.56 c
k2p2	14.52 b	8.62 a	16.04 c
k2p3	14.55 b	8.66 a	14.73 b
k3p1	14.64 b	11.61 a	17.32 c
k3p2	14.48 b	10.38 a	17.45 c
k3p3	15.48 b	10.11 a	15.71 b

Keterangan :

- Larutan asam :
 - j1 = asam laktat
 - j2 = asam sitrat
 - j3 = asam asetat
- Konsentrasi :
 - k1 = 5%
 - k2 = 10%
 - k3 = 15%
- Lama perendaman :
 - p1 = 30 menit
 - p2 = 60 menit
 - p3 = 90 menit
- Huruf kecil dibaca secara horizontal, kapital dibaca vertikal
- Setiap huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata berdasarkan uji lanjut Duncan 5%

- Perhitungan b*

Faktor J	Faktor K (%)	Faktor P (menit)	Ulangan		Jumlah	Rata-Rata
			I	II		
Asam Laktat	5	30	16.87	16.61	33.48	16.74
		60	17.6	17.48	35.08	17.54
		90	20.65	21.43	42.08	21.04
	10	30	19.83	20.00	39.83	19.92
		60	21.11	21.32	42.43	21.22
		90	20.64	20.77	41.41	20.71
	15	30	21.73	21.57	43.30	21.65
		60	21.54	21.36	42.90	21.45
		90	23.48	23.72	47.20	23.60
Sub total			183.45	237.26	183.45	184.26
Rata-rata			20.38	26.36	20.38	20.47
Asam Sitrat	5	30	19.81	19.65	39.46	19.73
		60	19.48	19.52	39.00	19.50
		90	18.80	18.46	37.26	18.63
	10	30	18.04	17.99	36.03	18.02
		60	17.97	17.68	35.65	17.83
		90	17.06	17.29	34.35	17.18
	15	30	18.55	18.68	37.23	18.62
		60	20.30	20.96	41.26	20.63
		90	20.50	20.91	41.41	20.71
Sub total			170.51	171.14	170.51	171.14
Rata-rata			18.95	19.02	18.95	19.02
Asam Asetat	5	30	19.23	19.38	38.61	19.31
		60	20.24	20.46	40.70	20.35
		90	19.95	19.80	39.75	19.88
	10	30	19.31	19.20	38.51	19.26
		60	19.3	19.01	38.31	19.16
		90	20.07	20.59	40.66	20.33
	15	30	19.33	19.93	39.26	19.63
		60	19.44	19.73	39.17	19.59
		90	20.21	20.55	40.76	20.38
Sub total			177.08	178.65	177.08	178.65
Rata-rata			19.68	19.85	19.68	19.85
Total			531.04	587.05	531.04	534.05
Rata-rata			19.67	21.74	19.67	19.78

Perhitungan:

$$\text{Perlakuan (t)} = 27$$

$$\text{Ulangan (r)} = 2$$

$$J = 3$$

$$K = 3$$

$$P = 3$$

- Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{(\text{total jendral})^2}{t \times r} = \frac{1065.09^2}{27 \times 2} = 21007.72$$

- Jumlah kuadrat total (JKT)

$$\begin{aligned} &= [(\sum(n_1))^2 + (\sum(n_2))^2 + \dots + (\sum(n_n))^2] - FK \\ &= [(33.48^2) + (35.08^2) + \dots + (40.76^2)] - 21007.72 \\ &= 120.58 \end{aligned}$$

- Jumlah Kuadrat Kelompok

$$\begin{aligned} &= \sum \frac{(\text{total kelompok})^2}{J \times K \times P} - FK \\ &= \sum \frac{(531.04)^2 + (534.05)^2}{3 \times 3 \times 3} - 21007.72 \\ &= 0.17 \end{aligned}$$

- Jumlah Kuadrat J (JKJ)

$$\begin{aligned} &= \sum \frac{(\text{total Perlakuan})^2}{r \times K \times P} - FK \\ &= \sum \frac{(367.71)^2 + (341.65)^2 + (355.73)^2}{3 \times 3 \times 3} - 21007.72 \\ &= 18.91 \end{aligned}$$

- Jumlah Kuadrat K (JKK)

$$\begin{aligned} &= \sum \frac{(\text{total perlakuan})^2}{r \times J \times P} - FK \\ &= \sum \frac{(345.42)^2 + (347.18)^2 + (372.49)^2}{3 \times 3 \times 2} - 21007.72 \\ &= 25.49 \end{aligned}$$

- Jumlah Kuadrat P (JKP)

$$\begin{aligned} &= \sum \frac{(\text{total perlakuan})^2}{J \times K \times r} - FK \\ &= \sum \frac{(345.71)^2 + (354.50)^2 + (372.49)^2}{3 \times 3 \times 2} - 21007.72 \end{aligned}$$

$$= 10.23$$

- Jumlah Kuadrat JK (JKJK)

$$= \sum \frac{(\text{total perlakuan})^2}{r \times P} - FK - JKJ - JKK$$

$$= \sum \frac{(110.64)^2 + (123.67)^2 + (133.40)^2 + (115.72)^2 + (106.03)^2 + (119.90)^2 + (119.06)^2 + (117.48)^2 + (119.19)^2}{2 \times 3} - 21007.72 - 18.91$$

$$- 25.49$$

$$= 35.16$$

- Jumlah Kuadrat AD (JKAD)

$$= \sum \frac{(\text{total perlakuan})^2}{K \times r} - FK - JKJ - JKP$$

$$= \sum \frac{(116.61)^2 + (120.41)^2 + (130.69)^2 + (112.72)^2 + (115.91)^2 + (113.02)^2 + (116.38)^2 + (118.18)^2 + (121.17)^2}{3 \times 2} - 21007.72 - 18.91$$

$$- 10.23$$

$$= 10.44$$

- Jumlah Kuadrat KP (JKKP)

$$= \sum \frac{(\text{total perlakuan})^2}{J \times r} - FK - JKK - JKP$$

$$= \sum \frac{(111.55)^2 + (114.78)^2 + (119.09)^2 + (114.37)^2 + (116.39)^2 + (116.42)^2 + (119.79)^2 + (123.33)^2 + (129.37)^2}{3 \times 2} - 21007.72 - 25.49$$

$$- 10.23$$

$$= 2.82$$

- Jumlah Kuadrat JKP (JKJKP)

$$= \sum \frac{(\text{total perlakuan})^2}{r} - FK - JKK - JKJ - JKK - JKP - JKJK - JKJP - JKKP$$

$$= \sum \frac{(33.48)^2 + (35.08)^2 + (\dots)^2 + (40.76)^2}{2} - 21007.72 - 0.17 - 18.91 - 25.49 - 10.23 -$$

$$35.16 - 10.44 - 2.82$$

$$= 16.12$$

- Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$= JKT - JKK - JKJ - JKK - JKP - JKJK - JKJP - JKKP - JKJKP$$

$$= 120.58 - 0.17 - 18.91 - 25.49 - 10.23 - 35.16 - 10.44 - 2.82 - 16.12$$

$$= 1.24$$

Tabel 47. Analisis Variansi (ANOVA) Intensitas Warna b*

Tabel ANAVA					
Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F hitung	F Tabel 5%
Kelompok	1	1	0.17	-	-
Larutan Asam (J)	2	2	18.91	9.46	198.25
Konsentrasi (K)	2	2	25.49	12.75	267.23
Lama Perendaman (P)	2	2	10.23	5.12	107.25
Interaksi JK	4	4	35.16	8.79	184.31
Interaksi JP	4	4	10.44	2.61	54.73
Interaksi KP	4	4	2.82	0.71	14.78
Interaksi JKP	8	8	16.12	2.02	42.25
Galat	26	26	1.24	0.05	
Total	53	53	120.58	2.28	

Keterangan : tn = tidak berpengaruh

* = berpengaruh

Kesimpulan : Berdasarkan tabel ANAVA diketahui bahwa F hitung \geq F tabel pada taraf 5%, maka perlakuan berpengaruh terhadap intensitas warna b*, sehingga perlu dilakukan uji lanjut duncan.

$$S_y = \sqrt{\frac{KTG}{r}} = \sqrt{\frac{0.05}{2}} = 0.15$$

Tabel 48. uji lanjut duncan intensitas warna b*

SSR 5%	LSR 5%	Perlakuan	Rata-rata perlakuan	PERLAKUAN																								Taraf Nyata 5%			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		25	26	27
-	-	j1k1p1	16.74	-																									a		
2.91	0.45	j2k2p3	17.18	0.44tn	-																							ab			
3.06	0.47	j1k1p2	17.54	0.80*	0.36tn	-																						bc			
3.14	0.48	j2k2p2	17.83	1.09*	0.65*	0.29tn	-																					c			
3.21	0.50	j2k2p1	18.02	1.28*	0.84*	0.48tn	0.19tn	-																				c			
3.27	0.50	j2k3p1	18.62	1.88*	1.44*	1.08*	0.79*	0.60*	-																			d			
3.3	0.51	j2k1p3	18.63	1.89*	1.45*	1.09*	0.80*	0.61*	0.01tn	-																		d			
3.34	0.52	j3k2p2	19.16	2.42*	1.98*	1.62*	1.33*	1.14*	0.54*	0.53*	-																	e			
3.36	0.52	j3k2p1	19.26	2.52*	2.08*	1.72*	1.43*	1.24*	0.64*	0.63*	0.10tn	-																ef			
3.38	0.52	j3k1p1	19.31	2.57*	2.13*	1.77*	1.48*	1.29*	0.69*	0.68*	0.15tn	0.05tn	-															ef			
3.38	0.52	j2k1p2	19.5	2.76*	2.32*	1.96*	1.67*	1.48*	0.88*	0.87*	0.34tn	0.24tn	0.19tn	-														efg			
3.41	0.53	j3k3p2	19.59	2.85*	2.41*	2.05*	1.76*	1.57*	0.97*	0.96*	0.43tn	0.33tn	0.28tn	0.09tn	-													efg			
3.41	0.53	j3k3p1	19.63	2.89*	2.45*	2.09*	1.80*	1.61*	1.01*	1.00*	0.47tn	0.37tn	0.32tn	0.13tn	0.04tn	-												efg			
3.43	0.53	j2k1p1	19.73	2.99*	2.55*	2.19*	1.90*	1.71*	1.11*	1.10*	0.57*	0.47tn	0.42tn	0.23tn	0.14tn	0.10tn	-											fg			
3.43	0.53	j3k1p3	19.88	3.14*	2.70*	2.34*	2.05*	1.86*	1.26*	1.25*	0.72*	0.62*	0.57*	0.38tn	0.29tn	0.25tn	0.15tn	-										gh			
3.45	0.53	j1k2p1	19.92	3.18*	2.74*	2.38*	2.09*	1.90*	1.30*	1.29*	0.76*	0.66*	0.61*	0.42tn	0.33tn	0.29tn	0.19tn	0.04tn	-									gh			
3.45	0.53	j3k2p3	20.33	3.59*	3.15*	2.79*	2.50*	2.31*	1.71*	1.70*	1.17*	1.07*	1.02*	0.83*	0.74*	0.70*	0.60*	0.45tn	0.41tn	-								hi			
3.46	0.53	j3k1p2	20.35	3.61*	3.17*	2.81*	2.52*	2.33*	1.73*	1.72*	1.19*	1.09*	1.04*	0.85*	0.76*	0.72*	0.62*	0.47tn	0.43tn	0.02tn	-							hi			
3.46	0.53	j3k3p3	20.38	3.64*	3.20*	2.84*	2.55*	2.36*	1.76*	1.75*	1.22*	1.12*	1.07*	0.88*	0.79*	0.75*	0.65*	0.50tn	0.46tn	0.05tn	0.03tn	-						hi			
3.47	0.54	j2k3p2	20.63	3.89*	3.45*	3.09*	2.80*	2.61*	2.01*	2.00*	1.47*	1.37*	1.32*	1.13*	1.04*	1.00*	0.90*	0.75*	0.71*	0.30tn	0.28tn	0.25tn	-					ij			
3.47	0.54	j1k2p3	20.71	3.97*	3.53*	3.17*	2.88*	2.69*	2.09*	2.08*	1.55*	1.45*	1.40*	1.21*	1.12*	1.08*	0.98*	0.83*	0.79*	0.38tn	0.36tn	0.33tn	0.08tn	-				ijk			
3.47	0.54	j2k3p3	20.71	3.97*	3.53*	3.17*	2.88*	2.69*	2.09*	2.08*	1.55*	1.45*	1.40*	1.21*	1.12*	1.08*	0.98*	0.83*	0.79*	0.38tn	0.36tn	0.33tn	0.08tn	0.00tn	-			ijk			
3.47	0.54	j1k1p3	21.04	4.30*	3.86*	3.50*	3.21*	3.02*	2.42*	2.41*	1.88*	1.78*	1.73*	1.54*	1.45*	1.41*	1.31*	1.16*	1.12*	0.71*	0.69*	0.66*	0.41tn	0.33tn	0.33tn	-		jkl			
3.47	0.54	j1k2p2	21.22	4.48*	4.04*	3.68*	3.39*	3.20*	2.60*	2.59*	2.06*	1.96*	1.91*	1.72*	1.63*	1.59*	1.49*	1.34*	1.30*	0.89*	0.87*	0.84*	0.59*	0.51tn	0.51tn	0.18tn	-	klm			
3.47	0.54	j1k3p2	21.45	4.71*	4.27*	3.91*	3.62*	3.43*	2.83*	2.82*	2.29*	2.19*	2.14*	1.95*	1.86*	1.82*	1.72*	1.57*	1.53*	1.12*	1.10*	1.07*	0.82*	0.74*	0.74*	0.41tn	0.23tn	-	lm		
3.47	0.54	j1k3p1	21.65	4.91*	4.47*	4.11*	3.82*	3.63*	3.03*	3.02*	2.49*	2.39*	2.34*	2.15*	2.06*	2.02*	1.92*	1.77*	1.73*	1.32*	1.30*	1.27*	1.02*	0.94*	0.94*	0.61*	0.43tn	0.20tn	-	m	
3.47	0.54	j1k3p3	23.6	6.86*	6.42*	6.06*	5.77*	5.58*	4.98*	4.97*	4.44*	4.34*	4.29*	4.10*	4.01*	3.97*	3.87*	3.72*	3.68*	3.27*	3.25*	3.22*	2.97*	2.89*	2.89*	2.56*	2.38*	2.15*	1.95*	-	n

Tabel 49. Hasil Uji Lanjut Duncan Intensitas Warna b*

Perlakuan	Nilai Rata-Rata Intensitas Warna b*
j1k1p1	16.74
j1k1p2	17.54
j1k1p3	21.04
j1k2p1	19.92
j1k2p2	21.22
j1k2p3	20.71
j1k3p1	21.65
j1k3p2	21.45
j1k3p3	23.60
j2k1p1	19.73
j2k1p2	19.50
j2k1p3	18.63
j2k2p1	18.02
j2k2p2	17.83
j2k2p3	17.18
j2k3p1	18.62
j2k3p2	20.63
j2k3p3	20.71
j3k1p1	19.31
j3k1p2	20.35
j3k1p3	19.88
j3k2p1	19.26
j3k2p2	19.16
j3k2p3	20.33
j3k3p1	19.63
j3k3p2	19.59
j3k3p3	20.38

Tabel 50. Hasil Pengaruh Interaksi Larutan Asam dan Konsentrasi dengan Lama Perendaman Terhadap Intensitas Warna b*

Larutan Asam dan Konsentrasi (%)	Lama Perendaman		
	p1 (30 menit)	p2 (60 menit)	p3 (90 menit)
j1k1	16.74 a	17.54 b	21.04 c
j1k2	19.92 a	21.22 c	20.71 b
j1k3	21.65 a	21.45 a	23.60 b
j2k1	19.73 b	19.50 b	18.63 a
j2k2	18.02 b	17.83 b	17.18 a
j2k3	18.62 a	20.63 b	20.71 b
j3k1	19.31 a	20.35 b	19.88 b
j3k2	19.26 a	19.16 a	20.33 b
j3k3	19.63 a	19.59 a	20.38 b

Keterangan :

- Larutan asam :
 - j1 = asam laktat
 - j2 = asam sitrat
 - j3 = asam asetat
- Konsentrasi :
 - k1 = 5%
 - k2 = 10%
 - k3 = 15%
- Lama perendaman :
 - p1 = 30 menit
 - p2 = 60 menit
 - p3 = 90 menit
- Huruf kecil dibaca secara horizontal, kapital dibaca vertikal
- Setiap huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata berdasarkan uji lanjut Duncan 5%

Tabel 51. Hasil Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman dengan Larutan Asam Terhadap Intensitas Warna b*

Konsentrasi (%) dan lama perendaman	Larutan asam		
	asam laktat (j1)	asam sitrat (j2)	asam asetat (j3)
k1p1	16.74 a	19.73 b	19.31 a
k1p2	17.54 a	19.5 b	20.35 c
k1p3	21.04 c	18.63 a	19.88 b
k2p1	19.92 c	18.02 a	19.26 b
k2p2	21.22 c	17.83 a	19.16 b
k2p3	20.71 b	17.18 a	20.33 b
k3p1	21.65 c	18.62 a	19.63 b
k3p2	21.45 c	20.63 b	19.59 c
k3p3	23.6 b	20.71 a	20.38 a

Keterangan :

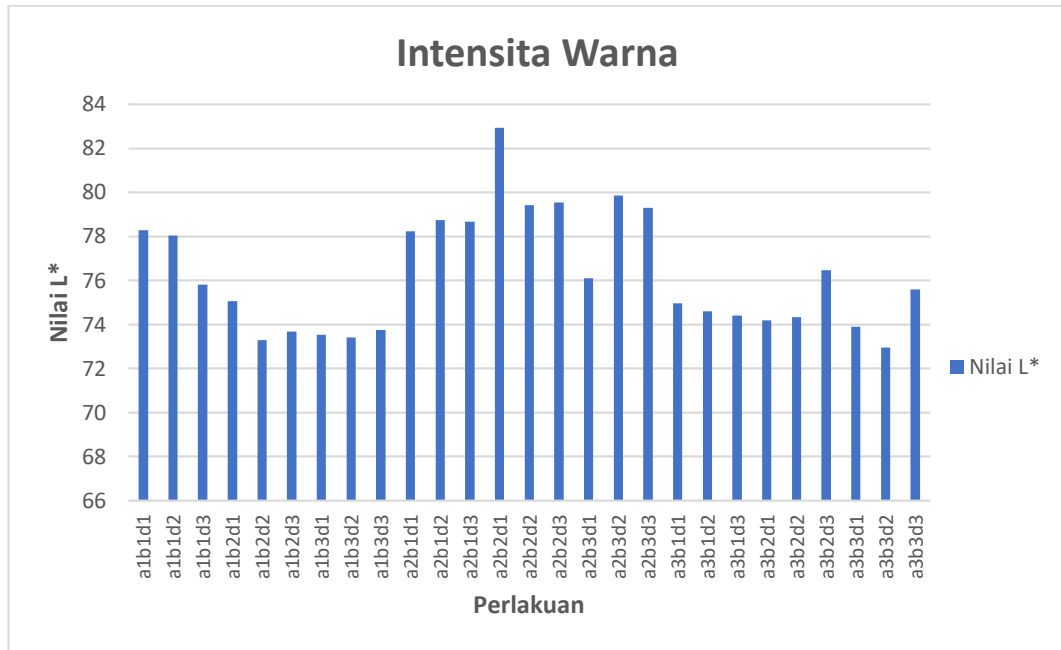
- Larutan asam :
 - j1 = asam laktat
 - j2 = asam sitrat
 - j3 = asam asetat
- Konsentrasi :
 - k1 = 5%
 - k2 = 10%
 - k3 = 15%
- Lama perendaman :
 - p1 = 30 menit
 - p2 = 60 menit
 - p3 = 90 menit
- Huruf kecil dibaca secara horizontal, kapital dibaca vertikal
- Setiap huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata berdasarkan uji lanjut Duncan 5%

Perhitungan :

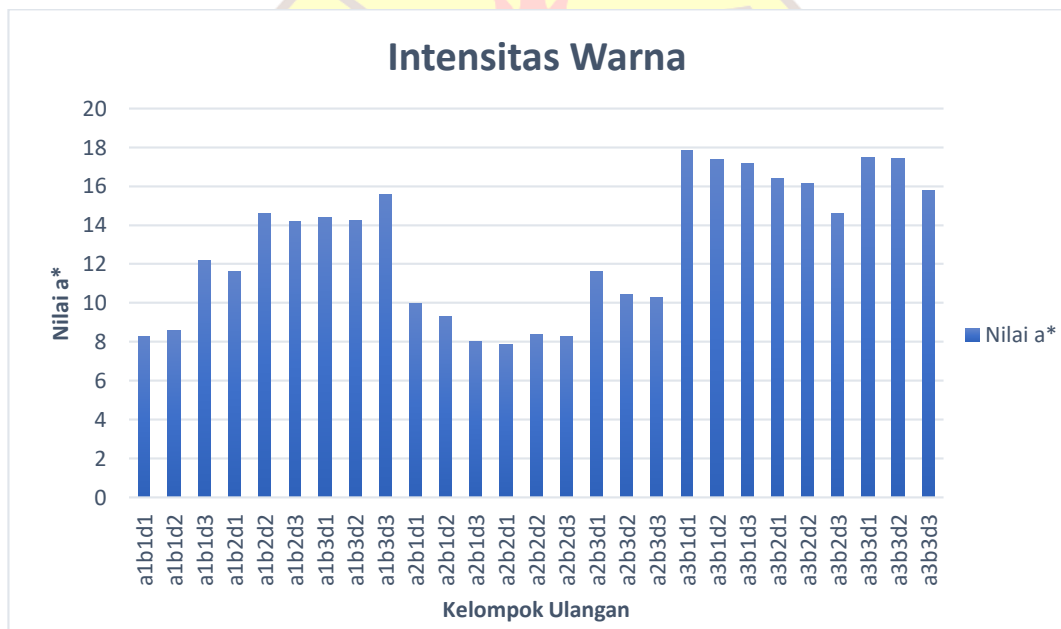
$$\text{Rumus} = \text{°hue} = \tan^{-1}\left(\frac{b^*}{a^*}\right)$$

Kelompok	a*	b*	°hue
j1k1p1	8.29	16.87	63.83
j1k1p2	8.57	17.6	64.03
j1k1p3	12.18	20.65	59.47
j1k2p1	11.62	19.83	59.63
j1k2p2	14.63	21.11	55.28
j1k2p3	14.2	20.64	55.47
j1k3p1	14.4	21.73	56.49
j1k3p2	14.27	21.54	56.47
j1k3p3	15.55	23.48	56.48
j2k1p1	9.99	19.81	63.24
j2k1p2	9.34	19.48	64.38
j2k1p3	8.01	18.80	66.92
j2k2p1	7.88	18.04	66.40
j2k2p2	8.4	17.97	64.95
j2k2p3	8.28	17.06	64.11
j2k3p1	11.61	18.55	57.96
j2k3p2	10.43	20.30	62.81
j2k3p3	10.25	20.50	63.43
j3k1p1	17.84	19.23	47.14
j3k1p2	17.4	20.24	49.31
j3k1p3	17.18	19.95	49.26
j3k2p1	16.39	19.31	49.67
j3k2p2	16.13	19.3	50.11
j3k2p3	14.63	20.07	53.91
j3k3p1	17.48	19.33	47.88
j3k3p2	17.43	19.44	48.12
j3k3p3	15.78	20.21	52.01

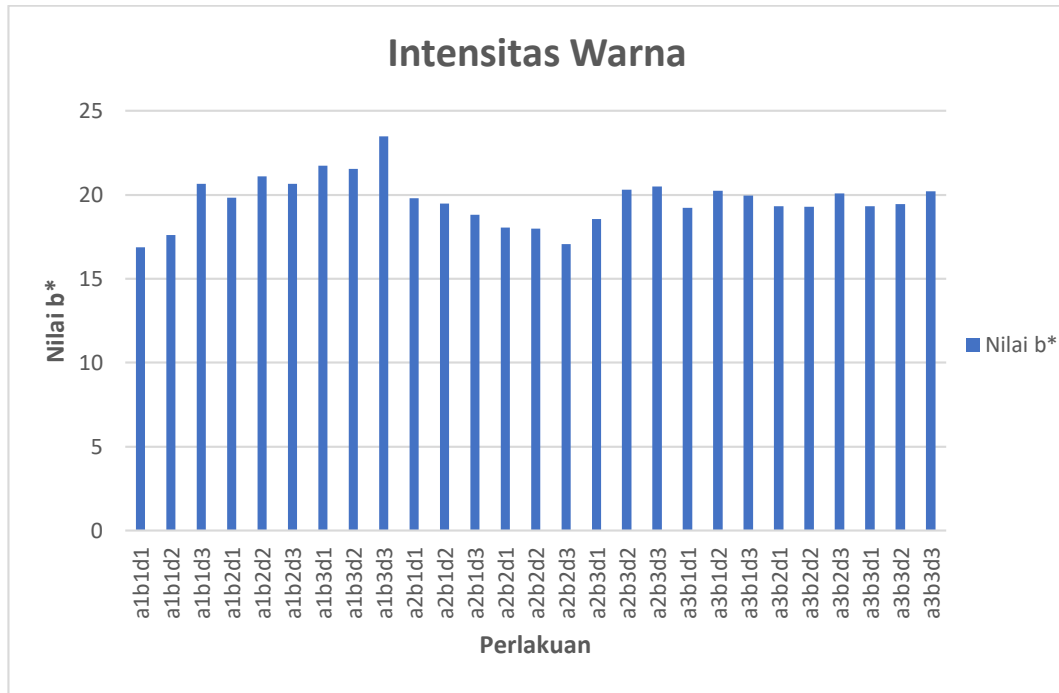
Kesimpulan : Berdasarkan hasil tabel perhitungan nilai intensitas penentuan warna dihasilkan bahwa nilai °hue berkisar 47.14 – 66.92 yang memiliki deskripsi warna kuning kemerahan.



Gambar 5. Intensitas Warna L*



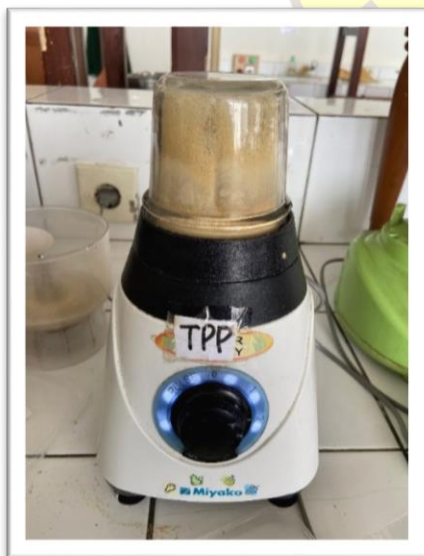
Gambar 6. Intensitas Warna a*



Gambar 7. Intensitas Warna b*



Lampiran 9. Dokumentasi Penelitian





Tabel 52. Rincian Biaya Penelitian

Bahan	Harga	Satuan	Harga / kg
Umbi Porang	Rp. 25000	10 kg	Rp. 25.000
Total Biaya			Rp. 250.000

Tabel 53. Rincian Biaya Analisis Penelitian

No.	Analisis	Metode	Harga	Perlakuan	Total Harga
1.	Kadar kalsium oksalat	volumeri	Rp. 150.000	54	Rp. 8.100.000
2.	Derajat putih	<i>colorimeter</i>	Rp. 25.000	54	Rp.1.350.000
Total Biaya					Rp. 9.450.000