

**KARAKTERISTIK PATI UBI UWI (*Dioscorea alata*)
TERMODIFIKASI IKATAN SILANG DENGAN
PENAMBAHAN STPP**

SKRIPSI

Oleh:

WIDIA LESMANA RITONGA

NPM : 2004310018

Program Studi : TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2024**

**KARAKTERISTIK PATI UBI UWI (*Dioscorea alata*)
TERMODIFIKASI IKATAN SILANG DENGAN
PENAMBAHAN STPP**

SKRIPSI

Oleh:

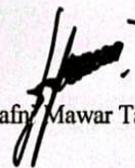
WIDIA LESMANA RITONGA
NPM : 2004310018
TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN

Disusun sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Studi Strata (S1) pada
Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Korosi Pembimbing :


Dr. Diah Suarti, S.P., M.Si.
Ketua

Disahkan Oleh :
Dekan


Assoc. Prof. Dr. Dafni Mawar Tarigan, M.Si.

Tanggal Lulus : 18 Oktober 2024

PERNYATAAN

Dengan ini saya:

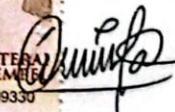
Nama : Widia Lesmana Ritonga

Npm : 2004320018

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi dengan judul “Karakteristik Pati Ubi Uwi (*Dioscorea alata*) Termodifikasi Ikatan Silang Dengan Penambahan STPP” adalah berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari diri saya sendiri. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya penjiplakan (plagiarisme), maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak mana pun.

Medan, November 2024

Yang menyatakan

Widia Lesmana Ritonga



RINGKASAN

Penelitian ini berjudul “Karakteristik Pati Ubi Uwi (*Dioscorea alata*) Termodifikasi Ikatan Silang Dengan Penambahan STPP” dibimbing oleh Ibu. Dr. Budi Suarti, SP, M.Si.

Uwi (*Dioscorea alata*) merupakan tanaman pangan lokal dapat digunakan sebagai sumber pangan fungsional. Ubi uwi (*Dioscorea alata*) merupakan salah satu sumber pati alami yang penting, banyak digunakan dalam industri makanan sebagai bahan tambahan makanan, pengental dan pembuat film. Pati alami dari berbagai sumber tanaman pada umumnya memiliki sifat-sifat yang membatasi penggunaannya dalam aplikasinya dalam berbagai produk pangan. Perbaikan sifat fisik dan kimia pati alami bisa dilakukan, antara lain dengan cara modifikasi pati.

Oleh karena itu, modifikasi pati secara kimia, fisik, atau biologi diperlukan untuk meningkatkan sifat fungsionalnya. Pada penelitian ini memodifikasi secara kimia dengan penambahan STPP. Tujuan dari substitusi ini adalah untuk meningkatkan stabilitas pati dengan mencegah retrogradasi, membentuk ikatan kimia yang lebih kuat, meningkatkan suhu gelatinisasi, dan membuat pati tahan terhadap pH rendah serta proses pengadukan. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial dengan 2 (dua) ulangan. Faktor I adalah Persentasi STPP dengan sandi (S) yang terdiri atas 4 taraf yaitu: S₀: 0%, S₁: 2%, S₂: 4%, S₃: 6%. Faktor II adalah lama pengadukan dengan sandi (P) yang terdiri atas 4 taraf yaitu: P₁: 35 menit, P₂: 45 menit, P₃: 55 menit, P₄: 65 menit. Parameter yang diamati meliputi; protein, beku cair, daya serap air, warna L* a* b*, organoleptic tekstur dan aroma. Hasil menunjukkan Penambahan persentasi *sodium tripolyphosphate* (STPP) meningkatkan kadar protein pada setiap perlakuan, sementara daya serap air tertinggi ditemukan pada Persentasi 2%. Semakin tinggi persentasi STPP, stabilitas beku cair menurun, dan warna produk cenderung lebih gelap meskipun masih tampak putih. Secara organoleptik, tidak ada perbedaan signifikan. Lama pengadukan menyebabkan penurunan kadar protein, kecuali sedikit peningkatan pada perlakuan terakhir, serta meningkatkan daya serap air pada perlakuan kedua sebelum menurun kembali. Stabilitas beku cair terus menurun dengan lama pengadukan, tanpa perubahan signifikan pada warna. meningkatkan daya serap air pada perlakuan kedua sebelum menurun kembali. Stabilitas beku cair terus menurun dengan lama pengadukan, tanpa perubahan signifikan pada warna. Interaksi antara STPP dan lama pengadukan secara signifikan memengaruhi protein dan stabilitas beku cair (p<0,01), namun tidak berpengaruh nyata terhadap daya serap air, warna, serta organoleptik tekstur dan aroma (p<0,05). Penelitian ini menyarankan agar studi lanjutan menambahkan kadar STPP untuk melihat apakah hasilnya lebih optimal.

SUMMURY

This research, titled "Characteristics of Modified Cross-Linked Dioscorea alata Starch with the Addition of STPP," supervised by Dr. Budi Suarti, SP., M.Si., focuses on Dioscorea alata, a promising local food plant that can be used as a functional food source. Dioscorea alata is an important source of natural starch, widely used in the food industry as a food additive, thickener, and film-forming agent. However, the natural starch from various plant sources generally has properties that limit its application in food products. Enhancing the physical and chemical properties of natural starch can be achieved through modification.

Therefore, chemical, physical, or biological modification of starch is necessary to improve its functional properties. This research chemically modifies the starch by adding sodium tripolyphosphate (STPP) to improve its stability by preventing retrogradation, forming stronger chemical bonds, increasing gelatinization temperature, and making the starch resistant to low pH and stirring processes. The study was conducted at the Laboratory of Agricultural Product Technology, Faculty of Agriculture, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, using a Factorial Completely Randomized Design (CRD) with two replications. The first factor is the concentration of STPP (S), consisting of four levels: S0: 0%, S1: 2%, S2: 4%, and S3: 6%. The second factor is the stirring time (P), with four levels: P1: 35 minutes, P2: 45 minutes, P3: 55 minutes, and P4: 65 minutes. Observed parameters include protein content, freeze-thaw stability, water absorption capacity, color ($L^ a^* b^*$), and organoleptic properties such as texture and aroma.*

The results show that adding STPP increases protein content in all treatments, with the highest water absorption found at 2% STPP. Higher STPP levels reduce freeze-thaw stability and result in slightly darker yet still predominantly white starch. Organoleptic properties show no significant differences. Longer stirring times reduce protein content, except for a slight increase in the final treatment, and increase water absorption in the second treatment before decreasing again. Freeze-thaw stability consistently decreases with longer stirring times, with no significant change in color. The interaction between STPP concentration and stirring time significantly affects protein content and freeze-thaw stability ($p < 0.01$) but has no significant effect on water absorption, color, or organoleptic properties such as texture and aroma ($p < 0.05$). The research suggests future studies explore the effects of higher STPP concentrations to determine whether optimal results can be achieved.

RIWAYAT HIDUP

Widia Lesmana Ritonga, dilahirkan di Dusun Binanga Tolang, pada tanggal 23 September 2002, anak 4 dari 5 bersaudara dari Alm. Bapak Nasrun Ritonga dan Ibu Ratna Rambe.

Adapun pendidikan formal yang pernah ditempuh Penulis adalah:

1. Sekolah Dasar (SD) SD. Negeri 27 Bilah Barat (2008-2014).
2. Sekolah Menengah Pertama (SMP) SMP. Negeri 2 Bilah Barat (2014-2017).
3. Sekolah Menengah Atas (SMA) SMA . Negeri 1 Bilah Barat (2017-2020).
4. Mahasiswi Fakultas Pertanian Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (2020-2024).

Adapun kegiatan dan pengalaman Penulis yang pernah diikuti selama menjadi mahasiswa antara lain:

1. Mengikuti Pengenalan Kehidupan Kampus Mahasiswa Baru (PKKMB) tahun 2020.
2. Berperan aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian (HIMALOGISTA) tahun 2020-2022.
3. Mengikuti Pekan Kreativitas Mahasiswa (PKM) pada tahun 2020 – 2021.
4. Mengikuti program Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) yaitu Magang Bersertifikat PTPN IV di PKS Sawit Langkat tahun 2023.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah, puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah Subhana Wata'ala, berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam penulis hadiahkan kepada Nabi Muhammad Shallahu Alaihi Wassalam yang sangat kita harapkan syafaat di yaumul akhir nanti. Penulis menyadari bahwa setiap manusia tidak luput dari kesalahan mengenai isi maupun dalam pemakaian, tetapi penulis berusaha agar skripsi ini baik dan benar, keberhasilan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini tidak terlepas dari pertolongan Allah SWT, Keluarga, teman-teman dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak. Dengan pengesahan dan pengalaman terbatas akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini berjudul **“Karakteristik Pati Ubi Uwi (*Dioscorea alata*) Termodifikasi Ikatan Silang Dengan Penambahan STPP”**.

Skripsi ini disusun dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan Studi (S1) Pada program studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Assoc. Prof. Dr. Dafni Mawar Tarigan, S.P., M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Misril Fuadi, S.P., M.Sc dan Ibu Bunga Raya Ketaren, S.P., M,Sc, Ph.D selaku Ketua dan Sekretaris Porgram Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Ibu Dr. Budi Suarti, S.P.,M.Si., selaku Komisi Pembimbing yang selalu mendukung dan memberi arahan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Seluruh Dosen Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberi ilmu pengetahuan dan serta nasihat kepada penulis selama masa perkuliahan.

5. Kedua orangtua tercinta Alm. Ayah Nasrun Ritonga dan Ibu Ratna Rambe dan keluarga besar yang telah memberikan dukungan, doa dan kasih sayang yang tulus yang tiada terbalaskan kepada penulis.
6. Teman – teman seperjuangan Teknologi Hasil Pertanian Stambuk 2020 yang selama ini memotivasi dan mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak yang bertujuan untuk menyempurnakan skripsi ini menjadi lebih baik. Apabila penulisan skripsi ini terdapat kata-kata yang kurang berkenan penulis harapkan maaf yang sebesar-besarnya. Semoga Allah Allah Subhana Wata'ala, senantiasa meridhoi kita semua amin ya rabbal'alamin.

Medan, November 2024

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
SUMARRY	ii
RIWAYAT HIDUP.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
PENDAHULUAN.....	1
Latar Belakang	1
Tujuan Penelitian	3
Hipotesis Penelitian.....	3
Kegunaan Penelitian.....	4
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
Ubi uwi (<i>Dioscorea alata</i>)	5
Komposisi Kimia Ubi uwi	7
Pati Termodifikasi.....	9
Modifikasi Pati Ikatan Silang.....	11
STPP.....	13
Lama Pengadukan	14
Karakteristik Pati.....	15
Potensi Pati Modifikasi	17
Jenis Pati Modifikasi.....	18
Peningkatan Stabilitas Pati.....	18
BAHAN DAN METODE	19
Tempat dan Waktu	19
Bahan dan Alat.....	19

Metode Penelitian.....	19
Pelaksanaan Penelitian	21
Parameter Penelitian.....	22
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
Protein	29
Daya Serap Air	34
Stabilitas Beku Cair.....	40
Warna L*	44
Warna a*	46
Warna b*	49
Organoleptik Aroma	52
Organoleptik Tekstur	54
KESIMPULAN	56
SARAN	56
DAFTAR PUSTAKA	58

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
1.	Komposisi Kimia Pati Ubi Uwi (<i>Dioscorea alata</i>)	9
2.	Tabel SNI Pati Tapioka	10
3.	Organoleptik Aroma	25
4.	Organoleptik Tekstur	25
5.	Pengaruh Persentasi <i>Sodium Tripolyphosphate</i> Terhadap Parameter Yang Di Amati	28
6.	Pengaruh Lama Pengadukan Terhadap Karakteristik Pati Ubi Uwi Terhadap Parameter Yang Di Amati	29
7.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Persentasi <i>Sodium Tripolyphosphate</i> Terhadap Protein	29
8.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Lama Masa Pengadukan Terhadap Protein Pati Ubi Uwi	31
9.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Lama Masa Pengadukan Terhadap Protein Pati Ubi Uwi	31
10.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Interaksi Persentasi <i>Sodium Tripolyphosphate</i> Dan Lama Pengadukan Terhadap Protein	32
11.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Persentasi <i>Sodium Tripolyphosphate</i> Terhadap Daya Serap Air	34
12.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Lama Pengadukan Terhadap Daya Serap Air Pati Ubi Uwi	35
13.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Persentasi <i>Sodium Tripolyphosphate</i> Pengaruh Lama Pengadukan Terhadap Daya Serap Air Pati Ubi Uwi... ..	37
14.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Persentasi <i>Sodium Tripolyphosphate</i> Terhadap Stabilitas Beku Cair	40
15.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Interaksi Antara Persentasi <i>Sodium Tripolyphosphate</i> Dan Lama Pengadukan Terhadap Stabilitas Beku Cair	42
16.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Persentasi <i>Sodium Tripolyphosphate</i> Terhadap Warna L*	43
17.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Lama Pengadukan Terhadap Warna L*	45
18.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Persentasi <i>Sodium Tripolyphosphate</i> Terhadap Warna a*	46
19.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Lama Pengadukan Terhadap Warna a*.....	48
20.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Persentasi <i>Sodium Tripolyphosphate</i> Terhadap Warna b*	49

21. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Lama Pengadukan Terhadap Warna b^*	50
22. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Persentasi <i>Sodium Tripolyphosphate</i> Terhadap Organoleptik Tekstur.....	52
23. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Lama Pengadukan Terhadap Organoleptik Tekstur.....	54

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
1.	Ubi Uwi (<i>Discorea alata</i>)	6
2.	Reaksi Ikatan Silang Pada Pati	13
3.	Pembuatan Pati Ubi Uwi (<i>Discorea alata</i>)	26
4.	Modifikasi Pati Ubi Uwi Ikatan Silang.....	27
5.	Pengaruh Persentasi <i>sodium tripolyphosphate</i> Terhadap Protein	30
6.	Pengaruh Lama Pengadukan Terhadap Protein	31
7.	Hubungan Pengaruh Interaksi Persentasi <i>Sodium Tripolyphosphate</i> Dan Lama Pengadukan Terhadap Protein.....	33
8.	Pengaruh Persentasi STPP terhadap Daya Serap Air.....	35
9.	Pengaruh Lama Pengadukan Terhadap Daya Serap Air	36
10.	Pengaruh Interaksi Persentasi <i>Sodium Tripolyphosphate</i> Lama Pengadukan Terhadap Daya Serap Air	38
11.	Pengaruh Persentasi <i>Sodium Tripolyphosphate</i> terhadap Stabilitas beku cair.....	40
12.	Pengaruh Interaksi antara Persentasi <i>sodium tripolyphosphate</i> dan Lama Pengadukan Terhadap Stabilitas Beku Cair	42
13.	Pengaruh Persentasi <i>Sodium Tripolyphosphate</i> terhadap warna L*	44
14.	Pengaruh Lama Pengadukan Terhadap Warna L*	45
15.	Pengaruh Persentasi <i>Sodium Tripolyphosphate</i> terhadap warna a*	47
16.	Pengaruh lama Pengadukan Terhadap Warna a*	48
17.	Pengaruh Persentasi <i>Sodium Tripolyphosphate</i> terhadap warna b*	50
18.	Pengaruh lama pengadukan terhadap warna b*	51
19.	Pengaruh Persentasi <i>Sodium Tripolyphosphate</i> terhadap organoleptik tekstur.....	52
20.	Pengaruh lama pengadukan terhadap organoleptik tekstur.....	54

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul	Halaman
1.	Data Rataan Parameter Protein	62
2.	Data Rataan Parameter daya serap air.....	63
3.	Data Rataan Parameter Stabilitas beku cair	64
4.	Data Rataan Parameter Warna L*	65
5.	Data Rataan Parameter Warna a*	66
6.	Data Rataan Parameter Warna b*	67
7.	Data Rataan Parameter Organoleptik aroma.....	68
8.	Data Rataan Parameter Organoleptik tekstur.....	69
9.	Dokumentasi Penelitian	70

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Uwi (*Dioscorea alata*) merupakan tanaman pangan lokal yang dapat digunakan sebagai sumber pangan fungsional. Ubi uwi adalah jenis ubi-ubian yang memiliki kandungan pati 4,56 % perkilonya. Ubi uwi (*Dioscorea alata*) merupakan salah satu sumber pati alami yang penting, banyak digunakan dalam industri makanan sebagai bahan tambahan makanan, pengental dan pembuat film (Winarti dkk., 2019).

Pati adalah jenis karbohidrat yang berwarna putih, tidak larut dalam air, tidak berbau, dan memiliki rasa tawar. Pati terdiri dari glukosa yang dihubungkan dengan ikatan α -glikosidik, diproduksi oleh tumbuhan melalui proses fotosintesis. Pati berfungsi sebagai sumber cadangan makanan untuk tanaman dalam jangka panjang. Dalam produk pangan, pati digunakan untuk berbagai tujuan seperti bahan pengikat, pengental, pembentuk gel, emulsifier, enkapsulasi, pembentuk film, pembentuk tekstur, penstabil, dan sebagainya (Amrinola, 2017).

Menurut Audiensi (2019) dan Rahim dkk., (2019), Pati alami dari berbagai sumber tanaman pada umumnya memiliki sifat-sifat yang membatasi penggunaannya dalam aplikasinya dalam berbagai produk pangan. Perbaikan sifat fisik dan kimia pati alami bisa dilakukan, antara lain dengan cara modifikasi pati. Pati alami memiliki beberapa kelemahan utama saat digunakan dalam proses pengolahan, contohnya, pati rentan mengalami retrogradasi selama proses pengadukan, penambahan asam, atau pemanasan. Hal ini dapat menyebabkan produk tidak stabil selama penyimpanan karena retrogradasi, penampilan yang kurang baik, dan sineresis. Karena itu, dalam penelitian ini akan dianalisis

karakteristik pati yang dimodifikasi ikatan silang dengan persentasi penambahan STPP dan lama pengadukan (Retnaningtyas dkk., 2017).

Modifikasi ikatan silang, atau dalam konteks kimia, sering disebut modifikasi silang (*cross-linking*), adalah proses yang digunakan untuk menghubungkan rantai polimer satu sama lain melalui ikatan kimia. Modifikasi pati menggunakan metode ikatan silang ini digunakan untuk memperbaiki sifat dari pati alami agar dapat membentuk masa gel yang lebih baik (Maharani, 2017). Modifikasi ini dapat meningkatkan stabilitas termal dan mekanik material, membuatnya lebih tahan terhadap suhu tinggi dan tekanan (Pomeranz, 2018).

Sodium tripolyphosphate (STPP) adalah salah satu bahan tambahan pangan berupa garam pengemulsi. Penggunaan STPP sebagai reagen dalam proses ikatan silang telah disetujui oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM), sehingga dianggap aman untuk dikonsumsi dalam jumlah tertentu (Nursanty dan Sugiarti 2018). STPP termasuk dalam kategori bahan tambahan pangan *food grade* juga mudah ditemukan dan lebih ekonomis (Hasibuan, 2021). Studi sebelumnya telah menunjukkan bahwa pati aren berpengaruh nyata dengan perlakuan persentasi rasio (STMP/STPP) dan lama berpengaruh terhadap karakteristik pati aren termodifikasi (Purnavita dan Rastono, 2021).

Lama pengadukan merupakan langkah penting dalam berbagai proses pengolahan pangan yang melibatkan pati. Lama waktu pengadukan ini memiliki pengaruh signifikan terhadap karakteristik pati yang dihasilkan. Pengadukan yang cukup lama memungkinkan molekul air untuk berinteraksi dengan molekul pati secara maksimal, sehingga terjadi proses hidrasi yang lengkap. Hidrasi ini penting untuk pembentukan gel pati yang baik (Rahim dkk., 2021).

Berdasarkan latar belakang peneliti berkeinginan untuk meneliti tentang “Karakteristik Pati Ubi Uwi (*Dioscorea alata*) Termodifikasi Ikatan Silang Dengan Penambahan STPP “. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi pangan berbasis pati yang lebih inovatif dan berkelanjutan.

Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui konsentasi penambahan STPP terhadap karakteristik pati ubi uwi (*Dioscorea alata*) termodifikasi ikatan silang.
2. Untuk mengetahui lama pengadukan terhadap karakteristik pati ubi uwi (*Dioscorea alata*) termodifikasi ikatan silang.
3. Untuk mengetahui interaksi antara persentasi penambahan STPP dan lama pengadukan terhadap karakteristik pati ubi uwi (*Dioscorea alata*) termodifikasi.

Hipotesis Penelitian

1. Adanya pengaruh persentasi penambahan STPP terhadap karakteristik pati ubi uwi (*Dioscorea alata*) termodifikasi ikatan silang.
2. Adanya pengaruh lama pengadukan terhadap karakteristik pati ubi uwi (*Dioscorea alata*) termodifikasi ikatan silang.
3. Adanya interaksi antara persentasi penambahan STPP dan lama pengadukan terhadap karakteristik pati ubi uwi (*Dioscorea alata*) termodifikasi ikatan silang.

Kegunaan Penelitian

1. Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Studi Strata Satu (S1) pada program studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Meningkatkan karakteristik pati ubi uwi (*Dioscorea alata*) yang sudah di modifikasi ikatan silang dengan penambahan STPP.
3. Meningkatkan stabilitas pati dan mencegah retrogradasi dengan teknik modifikasi ikatan silang dengan penambahan STPP.

TINJAUAN PUSTAKA

Ubi uwi (*Dioscorea alata*)

Ubi uwi (*Dioscorea alata*) merupakan tanaman pangan lokal yang prospektif dan dapat digunakan sebagai sumber pangan fungsional. Ubi uwi adalah tanaman umbi-umbian yang memiliki batang bulat dan daun tunggal, serta akar pendek dan kasar. Tinggi tanaman ini bisa mencapai 3-10 meter dengan umbi berukuran panjang antara 15,5-27 cm dan diameter 5,25-10,75 cm. Daging umbinya bervariasi dalam warna, seperti kuning, putih, dan ungu, dengan tekstur yang keras dan bergetah (Richana dan Sunarti, 2017). Di pasar tradisional, terdapat berbagai jenis uwi seperti uwi putih (*Dioscorea alata*), uwi katak (*Dioscorea pinthaphylla*), gadung (*Dioscorea hispida*), uwi kuning kulit ungu (*Dioscorea alata*), uwi ungu (*Dioscorea alata*), gembili (*Dioscorea esculenta*), uwi kuning (*Dioscorea alata*), uwi putih kulit kuning (*Dioscorea opposita*), gembolo (*Dioscorea bulbifera*), dan uwi putih kulit coklat (*Dioscorea rotundata*) (Winarti dkk., 2019). Keberagaman jenis uwi ini menarik untuk dieksplorasi dalam mendukung keanekaragaman pangan dan ketahanan pangan di masa depan (Wuryantoro dkk., 2020), serta sebagai sumber biomaterial yang prospektif (Hazrati dkk., 2021).

Uwi dikenal sebagai tanaman yang mudah dibudidayakan di berbagai jenis lahan, termasuk lahan kering, dengan hasil produksi yang tinggi (Wuryantoro dkk., 2020). Sekitar 50% lahan di Indonesia termasuk lahan kering dengan total mencapai sekitar 66,47 juta hektar. Pengolahan lahan kering yang

baik serta sistem budidaya yang sesuai dapat meningkatkan potensi lahan kering sebagai penunjang ketahanan pangan (Wuryantoro dan Puspitawati, 2020). Ubi uwi mengandung karbohidrat tinggi sehingga cocok dimanfaatkan sebagai sumber tepung dan pati, meskipun pemanfaatannya masih belum optimal (Richana dan Sunarti, 2017). Kandungan karbohidrat dalam uwi mencapai 72,6-80,2% dari berat keringnya. Meskipun mudah dibudidayakan dan tidak memerlukan teknologi tinggi, pemanfaatan ubi uwi masih terbatas, yang dapat mengancam kelestariannya (Wuryantoro dan Puspitawati, 2020). Ubi uwi umumnya hanya diolah menjadi sup dan tepung, namun selain kaya karbohidrat, uwi juga mengandung berbagai komponen bioaktif seperti dioscin, dioscorin, allantoin, choline, polifenol, dan diosgenin. Polifenol yang terkandung memiliki manfaat sebagai antibakteri, antiinflamasi, dan antimutagenik, sedangkan dioscorin berperan sebagai antioksidan yang dapat menurunkan tekanan darah dan memiliki aktivitas antihipertensi (Chandrasekara dan Kumar, 2021).



Gambar 1. Ubi Uwi (*Dioscorea alata*)

Kingdom : *Plantae*

Filum : *Magnoliophyta*

Kelas : *Liliopsida*

Ordo : *Dioscoreales*

Famili : *Dioscoreaceae*

Genus : *Dioscorea*

Spesies : *D. alata*

Komposisi Kimia Ubi uwi

Uwi merupakan salah satu varietas umbi-umbian potensial sebagai sumber bahan pangan karbohidrat non beras. Selain sebagai sumber pangan non beras, uwi mengandung mineral penting bagi kesehatan yaitu *Calcium* (Ca), *Phosphor* (P), dan *Besi* (Fe) serta beberapa asam amino esensial. *Diosoreea alata* bermanfaat untuk kesehatan. Uwi juga dapat digunakan sebagai bahan obat, karena didalam uwi terdapat senyawa saponin dan sapogenin yang berfungsi sebagai prekursor hormon cortisone dan steroidal (Hapsari, 2017).

Pati merupakan salah satu jenis polisakarida yang banyak dijumpai pada tanaman. Secara histologi pati terdapat dalam sel, berbentuk butiran-butiran kecil (granula) yang dinamakan amiloplas atau kloroplas, berikatan dengan air, lemak, dan senyawa - senyawa lainnya. Pati merupakan polimer dari satuan α -D-glukosa (anhidroglukosa) dengan rumus empiris $(C_6H_{10}O_5)_n$. Pati disusun oleh dua satuan polimer utama yaitu amilosa dan amilopektin. Molekul amilosa merupakan polimer dari unit-unit glukosa dengan bentuk ikatan α -(1,4)-D-glikosidik, berbentuk rantai lurus, tidak bercabang atau mempunyai struktur heliks yang terdiri dari 200 – 2000 satuan anhidroglukosa. Sedangkan amilopektin merupakan polimer unit-unit glukosa dengan ikatan α -(1,4)-D-glikosidik pada rantai lurus nya dan ikatan α -(1,6)-D-glikosidik pada percabangannya yang terdiri dari 10.000 – 100.000 satuan anhidroglukosa (Itthisoponkul *et al.*, 2020).

Pati merupakan cadangan karbohidrat paling dominan dalam tanaman yang memiliki peranan penting pada pengolahan pangan, terutama karena

mensuplai kebutuhan energi manusia dengan akaran yang tinggi. Secara alami, pati berbentuk butiran kecil atau disebut sebagai granula. Karakteristik pati dapat ditentukan berdasarkan ukuran, bentuk, kekristalan granula, komposisi, dan distribusi ukurannya. Setiap jenis pati memiliki ukuran dan bentuk granula yang berbeda, sehingga ukuran dan bentuk granula digunakan untuk proses identifikasi karakteristik jenis pati. Pati ubi uwi berbentuk bundar dan bersudut, serta memiliki dua jenis ukuran, yaitu granula besar berukuran 15-20 μm dan granula kecil berukuran 1-7 μm . Granula pati ini mengandung campuran molekul yang berstruktur linier dan bercabang, serta membentuk lapisan tipis yang kemudian membentuk lamela atau cincin, dimana lamela tersusun mengelilingi hilum yang berada di tengah granula. Granula pati memiliki struktur berbentuk kristalin yang tersusun atas unit amorf dan unit kristal. Komponen amilosa terdapat pada unit amorf, sedangkan komponen amilopektin terdapat pada unit kristal (Aini dkk., 2018).

Pati adalah salah satu golongan karbohidrat yang memiliki ciri fisik berwarna putih, tidak larut dalam air, tidak berbau dan tawar. Pati merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan α -glikosidik produk yang dihasilkan oleh tumbuhan dari proses fotosintesis. Pati digunakan sebagai cadangan makanan yang disimpan bagi tumbuh-tumbuhan dalam jangka panjang, seperti di dalam biji buah (padi, jagung, gandum), di dalam umbi (ubi kayu, ubi jalar, umbi suweg) dan pada batang (aren dan sagu) (Audiensi, 2019). Pati dalam produk pangan umumnya digunakan sebagai bahan pengikat, pengental, pembentuk gel, emulsifier, enkapsulasi, pembentuk film, pembentuk tekstur, penstabil, dan lain-lain (Amrinola, 2017).

Pati ubi uwi terdiri dari amilosa dan amilopektin, dengan rasio amilosa/amilopektin berkisar antara 0,15-0,35. Pati ubi uwi memiliki struktur yang berbeda dengan pati dari sumber lain, seperti pati kentang atau jagung. Pati ubi uwi memiliki struktur yang lebih kompak dan lebih tahan terhadap panas. Pati ubi uwi memiliki beberapa karakteristik yang menarik, antara lain viskositas, kejernihan, Stabilitas dan sifat fungsional.

Tabel 1. Komposisi Kimia Pati Ubi Uwi

Karakteristik	Kandungan (%)
Kadar Air	8,42
Kadar Abu	0,22
Lemak	0,64
Protein	4,93
Serat Kasar	1,31
Amilosa	14,10
Daya serap air	163,3
Berat Kering	27,8
Serat Pangan	6,90

Sumber: Yusuf dkk.,(2018)

Pati memegang peranan penting dalam industri pengolahan pangan secara luas. Pati yang digunakan dalam industri pengolahan pangan biasanya berupa pati termodifikasi, yaitu pati yang diberi perlakuan baik secara kimia, fisik maupun enzimatis sehingga dapat mengubah sifat fungsional dan amilografi pati menjadi yang diinginkan seperti retrogradasi rendah, kestabilan pada suhu tinggi yang baik, dan lain-lain. Hal ini dikarenakan sifat pati alami yang kurang cocok digunakan pada industri pangan seperti sifat retrogradasi yang tinggi, serta viskositas yang tinggi (Nadhira dan Cahyani, 2023).

Pati Termodifikasi

Secara umum, pati terbagi menjadi dua kelompok yaitu pati asli dan pati termodifikasi. pati alami memiliki kekurangan yang sering menghambat

aplikasinya di dalam proses pengolahan pangan, sehingga diperlukan modifikasi terhadap pati untuk menutupi kekurangannya. Modifikasi ini merupakan perlakuan khusus pada bahan pangan untuk menghasilkan sifat yang lebih baik atau mengubah karakteristik tertentu (Maulana dkk., 2017). Metode modifikasi kimia yang dapat dilakukan termasuk penggunaan reagen seperti *fosforil klorida* (POCl_3), *sodium trimetafosfat* (STMP), atau *epiklorohidrin* (EPI) dan *sodium tripolyphosphate* (STPP) (Syafriyanti, 2017). STPP, sebagai garam alkali dengan gugus fosfat fungsional, memiliki potensi untuk digunakan dalam modifikasi pati karena sifat monofungsionalnya (Aulia, 2018). Pati termodifikasi adalah pati yang gugus OH-nya telah mengalami perubahan reaksi kimia (Munawaroh, 2018). Menurut Charalambous dan Evans (2021), menyatakan bahwa amilosa dan amilopektin mempunyai perbedaan pada sifat kelarutannya dalam air. Amilosa sulit terlarut dan tidak stabil pada larutan air, membentuk agregat dan akan mengalami pengerasan (retrogradasi) tidak seperti amilopektin, karena cabang dari struktur lebih stabil dan lebih sedikit mengalami pengerasan.

Tabel 2. Syarat Mutu SNI Tapioka

Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
Bentuk	-	Serbuk halus
Bau	-	Normal
Warna	-	Putih, khas tapioka
Kadar air	%	Maks. 14
Kadar abu	%	Maks. 0,5
Serat Kasar	%	Maks. 0,4
Kadar Pati	%	Min.75
Derajat Putih	-	Min. 91
Kadminium	Mg/kg	Maks. 4
Timbal	Mg/kg	Maks. 0,25
Timah	Mg/kg	Maks. 40
Merkuri	Mg/Kg	Maks. 0,05
Cemaran Arsen	Mg/kg	Maks. 0,5

Sumber: SNI 3451-2019

Pada pengolahan pangan, produk pati dan turunan pati mempunyai nilai nutrisi dan memberikan sifat fungsional. Pati dan turunannya mengatur atau mengontrol keindahan dan sifat organoleptik dari beberapa proses pengolahan pangan. Penambahan pati termodifikasi atau turunan pati ke dalam makanan bertujuan untuk memudahkan proses pengolahan, pemberi tekstur, pengental, mengatur kadar air, konsistensi, dan stabilitas daya simpan serta menghasilkan kenampakan yang diinginkan (Charalambous dan Evans, 2021). Oleh karena itu, modifikasi pati secara kimia, fisik, atau biologi diperlukan untuk meningkatkan sifat fungsionalnya. Modifikasi kimia dengan ikatan silang ini dapat menghasilkan produk seperti *monostarch phosphate* jika hanya satu gugus -OH bereaksi dengan fosfat, atau *distarch phosphate* jika dua gugus -OH bereaksi dengan fosfat melalui ikatan silang (Polnaya *et al.*, 2022).

Modifikasi Pati Ikatan Silang

Pati termodifikasi adalah pati yang telah mengalami perlakuan fisik atau kimia secara terkendali sehingga merubah satu atau lebih dari sifat asalnya, seperti suhu awal gelatinisasi, karakteristik selama proses gelatinisasi, ketahanan oleh pemanasan, pengasaman dan pengadukan, dan kecenderungan retrogradasi. Perubahan yang terjadi dapat terjadi pada level molekular dengan atau tanpa mengubah penampakan dari granula patinya. Modifikasi pati dilakukan untuk mengatasi sifat-sifat dasar pati alami yang kurang menguntungkan seperti dijelaskan di atas, sehingga dapat memperluas penggunaannya dalam proses pengolahan pangan serta menghasilkan karakteristik produk pangan yang diinginkan (Pomeranz, 2018). Teknik modifikasi pati yang banyak dilakukan di

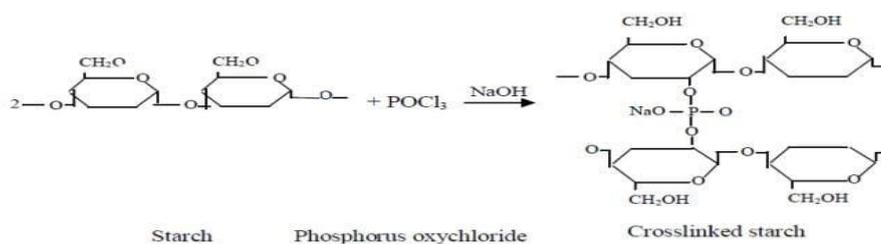
antaranya adalah modifikasi secara fisik (pregelatinisasi), dan modifikasi kimia (modifikasi ikatan silang, substitusi, dan hidrolisis asam) (Wurzburg, 2017).

Modifikasi pati menggunakan metode ikatan silang ini digunakan untuk memperbaiki sifat dari pati alami agar dapat membentuk masa gel yang lebih baik (Maharani, 2017). Dimana, modifikasi kimia merupakan suatu reaksi kimia antara gugus hidroksil pati dengan senyawa kimia tertentu, diantaranya dengan mereaksikan molekul pati dengan *sodium tripolyphosphate* (STPP) (Breemer dkk., 2020). Pati yang dimodifikasi ini dihasilkan dengan mereaksikan pati menggunakan reagen bi atau polifungsional seperti *sodium trimetaphosphate*, *phosphorus oxychloride*, atau *epichlorohydrin* untuk membentuk ikatan silang pada molekul pati. Reagen ini juga dapat dikombinasikan dengan asetat anhidrat dan asam dikarboksilat untuk membentuk pati modifikasi ganda. Karakteristik dari pati yang mengalami ikatan silang mencakup peningkatan suhu gelatinisasi, ketahanan terhadap pH rendah, dan pengadukan yang baik. Metode ikatan silang bertujuan untuk menghasilkan pati yang kuat secara mekanis, tahan terhadap asam, dan mencegah penurunan viskositas pati saat dimasak. Di sisi lain, metode ikatan silang bertujuan untuk menjaga stabilitas viskositas pati, meningkatkan kejernihan pasta pati, mengurangi retrogradasi, dan menjaga stabilitas pati pada suhu rendah (Miyazaki *et al.*, 2018).

Pati ikatan silang digunakan ketika dibutuhkan pati dengan viskositas tinggi atau ketahanan yang baik terhadap geseran, seperti dalam pembuatan pasta dengan proses pemasakan kontinu atau pemasakan cepat menggunakan injeksi uap. Proses pembuatan pati ikatan silang melibatkan penambahan agen ikatan silang dalam suspensi pati pada suhu dan pH tertentu yang sesuai. Dengan

beberapa agen ikatan silang, viskositas tertinggi biasanya tercapai pada suhu pembentukan normal, dan viskositas ini cenderung stabil selama konversi pati. Meskipun peningkatan viskositas mungkin tidak mencapai puncak maksimal segera, namun akan meningkat secara bertahap hingga mencapai pemasakan normal, tergantung pada komposisi pati yang mungkin mempengaruhi proses ini, seperti keberadaan gula (Koswara, 2023).

Seperti umumnya dalam industri, pilihan pati yang digunakan ditentukan oleh sifat rheologi dari pasta pati yang dihasilkan, seperti viskositas, kekuatan gel, kejernihan, dan stabilitas rheologi. Proses ikatan silang memperkuat ikatan hidrogen dalam granula pati dengan membentuk ikatan kimia yang bertindak sebagai jembatan antara molekul-molekul. Ketika pati yang telah di-ikatan silang dipanaskan dalam air, granulanya akan mengembang, dan ikatan hidrogen akan melemah tahapan proses reaksinya seperti yang ada pada gambar 2 (Miyazaki *et al.*, 2018).



Gambar. 2. Reaksi Ikatan Silang Pada Pati

STPP (*Sodium Tripolyphosphate*)

STPP biasanya digunakan sebagai bahan tambahan dalam makanan sebagai pengawet dan pembentuk tekstur. STPP juga digunakan sebagai bahan pengemulsi, penstabil, pengental pada susu evaporasi, susu bubuk, susu kental manis, es krim, dan lain-lain. Penggunaan STPP dalam produk pangan hanya

diperbolehkan ada sebanyak 2-9 g/kg bahan (Nursanty dan Sugiarti, 2018). Penggunaan alkali fosfat pada pati modifikasi, jumlah residu phosphor pada pati tidak lebih dari 0,4% (kecuali pada pati gandum dan kentang sebesar 0,5%).

Kelebihan dari STPP dibandingkan dengan reagen ikatan silang lainnya adalah mudah untuk di dapat, ekonomis, aman karena merupakan bahan tambahan makanan yang food grade yakni layak untuk digunakan dalam produksi pangan (Nursanty dan Sugiarti, 2018). Pada ikatan silang akan terbentuk ikatan kimia yang lebih kuat sehingga pada saat suhu suspensi dinaikkan, granula pati akan utuh (Bremer dkk., 2020). Pada saat pemanasan, molekul pati akan terhidrolisis sehingga hidrogen molekul yang menyusun pati akan terputus, yang dapat menyebabkan molekul penyusun pati menjadi tidak stabil, menyisakan molekul OH yang juga juga tidak stabil (Maharani, 2017). Keadaan molekul yang tidak stabil ini, mengakibatkan terbentuknya ikatan baru dengan senyawa yang bermuatan tidak stabil juga salah satunya dengan muatan positif. Fosfat di dalam STPP mempunyai beberapa atom bersifat tidak stabil, mempunyai pasangan elektron bebas pada atom O. Kemudian molekul penyusun pati akan berikatan dengan molekul senyawa fosfat dan membentuk ikatan yang lebih stabil (Maharani, 2017). Ikatan fosfat akan menjadi penghubung molekul penyusun pati satu dengan pati lain atau menggantikan fungsi ikatan hidrogen sehingga rantai molekul pati akan semakin panjang (Yustiawan dkk., 2019).

Lama Pengadukan

Lama pengadukan pati modifikasi merujuk pada durasi proses pencampuran dan pengolahan pati untuk mencapai karakteristik tertentu. Proses

ini penting untuk meningkatkan sifat fisik dan kimia pati, seperti viskositas, stabilitas, dan kemampuan gel.

Dalam pembuatan pati modifikasi, lama pengadukan dapat bervariasi tergantung pada metode yang digunakan, seperti pemanasan, pengeringan, atau penggunaan bahan tambahan. Umumnya, pengadukan dilakukan selama beberapa menit hingga beberapa jam, tergantung pada tujuan modifikasi. Pengadukan yang tepat dapat membantu memastikan distribusi yang merata dan meningkatkan efisiensi proses. Penting untuk memantau suhu dan konsistensi selama proses, karena pengadukan yang terlalu lama atau pada suhu yang tidak sesuai dapat merusak struktur pati dan mempengaruhi kualitas akhir produk. Pengadukan pati modifikasi ikatan silang adalah proses di mana molekul pati diubah untuk membentuk ikatan silang antara rantai-rantai polisakarida. Modifikasi ini bertujuan untuk meningkatkan sifat fungsional pati, seperti stabilitas termal, viskositas, dan ketahanan terhadap retrogradasi (Agus, 2021).

Karakteristik Pati

Retrogradasi adalah perubahan kondisi larutan pati dari terdisosiasi menjadi terasosiasi selama proses pendinginan yang menyebabkan terjadinya penurunan kelarutan dari molekul pati. Proses kristalisasi kembali pati yang telah mengalami gelatinisasi disebut retrogradasi. Ada dua proses yang terjadi selama retrogradasi, pertama adalah *rigidity* dan *crystallinity* gel yang berkembang secara cepat untuk membentuk kristal kembali, hal ini terjadi pada molekul amilosa. Kedua, gel yang berkembang secara perlahan dan terjadi pada molekul amilopektin. Retrogradasi pati disebabkan oleh pembentukan kembali ikatan hidrogen antar molekul amilosa dan amilopektin, terutama pada molekul amilosa

karena pembentukan ikatan hidrogen antar molekul amilosa mudah terbentuk. Semakin banyak molekul amilosa yang keluar dari granula selama proses gelatinisasi, maka semakin banyak pati teretrogradasi yang terbentuk dalam proses retrogradasi (Widya dan Zubaidah, 2023).

Retrogradasi pati dapat menyebabkan beberapa perubahan pada sifat gel pati. Perubahan yang terjadi adalah peningkatan resistensi molekul amilosa dan amilopektin terhadap hidrolisis oleh enzim amilolitik, penurunan kemampuan transmisi cahaya dan hilangnya kemampuan membentuk kompleks berwarna biru ketika ditambahkan iodium. Selain itu retrogradasi pati juga dapat meningkatkan kekuatan gel, menyebabkan gel pati kehilangan kemampuan mengikat air, dan terbentuknya kembali kristalinitas dengan ukuran yang besar (Widya dan Zubaidah, 2023).

Retrogradasi dari gelatinisasi pati adalah proses reorganisasi yang dapat melibatkan baik amilosa atau amilopektin, dengan amilosa menjalani retrogradasi pada tingkat yang lebih cepat daripada amilopektin. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi retrogradasi pati secara alami adalah jenis pati, jumlah amilosa dan amilopektin, suhu penyimpanan dan bahan aditif serta panjang dan distribusi rantai luar amilopektin, dan distribusi ukuran granula pati. Molekul amilosa lebih berpengaruh dalam pembentukan gel dan retrogradasi dari pada molekul amilopektin, pati yang mengandung amilosa lebih besar akan mengalami retrogradasi lebih cepat. Selain itu kristalisasi pati juga tergantung pada jumlah kompleks amilosa-lipid yang terbentuk. Komplek amilosa-lipid merupakan salah satu bentuk interaksi antara lipid dengan pati. Amilosa dengan struktur heliks tunggal dengan tujuh glukosil untuk tiap putarannya memungkinkan interaksi itu

dapat terjadi. Tingkat retrogradasi meningkat dengan meningkatnya Persentasi amilosa dan dengan menurunnya suhu dan terbesar pada pH 5-7 (Widya dan Zubaidah, 2023).

Gel pati merupakan sistem yang tidak stabil dan akan mengalami perubahan struktur selama penyimpanan. Jika gel pati tersebut disimpan selama beberapa hari, maka air dalam gel akan keluar. Keluarnya cairan dari suatu gel pati disebut sineresis. Apabila pasta pati dibekukan, maka air dalam larutan pasta pati akan berubah bentuk menjadi kristal es dan terpisah dari struktur gel pati. Air yang telah berubah bentuk menjadi kristal es tersebut mengakibatkan peristiwa retrogradasi dalam larutan pasta pati. Apabila diletakkan kembali pada suhu kamar, maka kristal es akan kembali mencair dan air akan terpisah dari struktur pasta pati. Hal ini mengakibatkan terjadinya fenomena sineresis, yaitu keluarnya air dari pasta pati. Derajat pemisahan air sering dinyatakan dengan persen sineresis, yaitu menunjukkan jumlah air yang berpisah setelah pasta pati disimpan pada siklus penyimpanan beku (-18°C). Semakin tinggi persentasi jumlah air yang terpisah, maka pati tersebut semakin tidak stabil terhadap penyimpanan suhu beku. Analisis tersebut sering digunakan untuk mengukur tingkat kecenderungan retrogradasi pati (Widya dan Zubaidah, 2023).

Potensi Pati Modifikasi

Pati merupakan salah satu sumber karbohidrat alami yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi industri, terutama dalam industri pangan. Namun, sifat alami pati, seperti kestabilan yang rendah terhadap panas, retrogradasi, dan rendahnya daya larut dalam air dingin, membatasi penggunaannya. Oleh karena itu, dilakukan berbagai upaya untuk memodifikasi

pati guna meningkatkan fungsionalitasnya sesuai kebutuhan industri (Herawati, 2020).

Jenis Pati Modifikasi

Pati dapat dimodifikasi secara kimia, fisika, maupun enzimatik. Modifikasi kimia, seperti oksidasi, ikat silang, asetilasi, dan fosforilasi, bertujuan untuk meningkatkan stabilitas pati terhadap suhu, pH, dan kondisi penyimpanan yang ekstrem. Menurut Amrinola (2017), modifikasi kimiawi pati menghasilkan produk dengan sifat gelatinisasi yang lebih baik, viskositas yang lebih stabil, serta daya tahan yang lebih baik terhadap degradasi enzim.

Peningkatan Stabilitas Pati

Pati termodifikasi menunjukkan kemampuan yang lebih baik dalam menjaga stabilitas produk, terutama pada proses pembekuan dan pencairan. Misalnya, penelitian oleh Hawa dkk., (2023) menunjukkan bahwa pati yang dimodifikasi dengan cara fosforilasi mampu meningkatkan kemampuan produk pangan untuk menahan siklus pembekuan-pencairan, sehingga tekstur dan struktur produk lebih stabil. Pati ini juga dapat digunakan sebagai pengental pada produk seperti saus dan puding, di mana kestabilan penting dalam menjaga konsistensi selama penyimpanan.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini rencana dilaksanakan di laboratorium Teknologi Hasil Pertanian Fakultas pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Mei hingga selesai.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada pelaksanaan penelitian ini adalah ubi uwi 10 kg, pati ubi uwi 50 gram, *sodium tripolyphosphate* (STPP) 0%, 2%, 4%, 6%, NaOH 5%, HCl 5%, aquadest 75 ml, dan biuret.

Alat yang dipergunakan dalam penelitian diantaranya adalah oven, baskom, telenan, pisau, blender, kain saring, kertas saring, aluminium foil, mesh, plastic clip, mortal, beaker glass, labu erlenmeyer, stirrer magnet, pH, gelas ukur, beaker glas, pipet tetes, batang pengaduk, spektrofotometer, sentrifugasi dan colorimetri.

METODE PENELITIAN

Rancangan yang digunakan dalam penelitian adalah Rancangan Acak lengkap (RAL) Faktorial dengan dua faktor yang diteliti :

Faktor I : Persentasi *Sodium Tripolyphosphate* (S)

$$S_0 = 0 \% \qquad S_2 = 4 \%$$

$$S_1 = 2 \% \qquad S_3 = 6 \%$$

Faktor II : Lama Pengadukan (P)

$$P_1 = 35 \text{ Menit} \qquad P_3 = 55 \text{ Menit}$$

$$P_2 = 45 \text{ Menit} \qquad P_4 = 65 \text{ Menit}$$

Banyaknya kombinasi perlakuan (T_c) adalah $4 \times 4 = 16$, maka jumlah ulangan (n) adalah sebagai berikut:

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

$$16 (n-1) \geq 15$$

$$16n \geq 31$$

$$n \geq 1,9375 \dots \dots \dots \text{dibulatkan menjadi } n = 2$$

maka untuk ketelitian penelitian, dilakukan ulangan sebanyak

2 kali.

Model Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan Rancangan Acak lengkap (RAL) factorial dengan model :

$$\tilde{Y}_k = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Dimana :

\tilde{Y}_k : Pengamatan dari faktor S dari taraf ke-i dan faktor P pada taraf ke-j dengan ulangan ke-k.

μ : Efek nilai tengah.

α_i : Efek dari faktor S pada taraf ke-i.

β_j : Efek dari faktor P pada taraf ke-j.

$(\alpha\beta)_{ij}$: Efek interaksi faktor P pada taraf ke-i dan faktor S pada taraf ke-j.

ϵ_{ijk} : Efek galat dari faktor P pada taraf ke-i dan faktor S pada taraf ke-j dalam ulangan ke-k.

Metode Analisis Data

Data hasil penelitian akan dianalisis menggunakan Analisis of Varians (ANOVA) .

PELAKSANAAN PENELITIAN

Pembuatan Pati ubi uwi

1. Ubi uwi dikupas dan dicuci bersih.
2. Ubi uwi diblender sampai halus.
3. Lalu disaring dengan kain saring agar terpisah dengan air.
4. Air yang sudah disaring diendapkan dan diamkan.
5. Hasil endapan pati dikeringkan dengan oven selama 6 jam pada suhu 50°C.
6. Pati dihaluskan dan diayak menggunakan saringan 80 mesh.
7. Simpan hasil pati dalam wadah kedap.

Modifikasi Pati ubi uwi ikatan silang

1. *Sodium tripolyospate* (STPP) dilarutkan dalam aquades 57 ml masing-masing 0%, 2% , 4%, 6%.
2. Kemudian pati ubi uwi sebanyak 50 g dimasukkan ke dalam larutan *Sodium tripolyospate* (STPP), pH larutan diatur hingga mencapai pH 10 dengan penambahan NaOH 5%.
3. Setelah itu larutan diaduk sesuai dengan perlakuan (35 menit, 45 menit, 55 menit, 65 menit) menggunakan strirer pada suhu ruang, lalu larutan dinetralkan hingga mencapai pH 6,5 dengan ditambahkan HCl 5%.
4. Selanjutnya larutan disentrifus dengan kecepatan 2000 rpm selama 15 menit.
5. Pati kemudian dicuci sebanyak 2 kali menggunakan aquades 100 ml sampai pH 7, lalu dioven pada suhu 50°C selama 6 jam.

6. Kemudian pati diblender dan diayak dengan ayakan 80 mesh. Pati lolos ayakan kemudian disebut sebagai pati ubi uwi modifikasi.

Parameter penelitian

Pengamatan dan analisa parameter meliputi analisa protein, daya serap air, stabilitas beku cair, warna L*, a*, b*, organoleptik aroma dan tekstur.

Protein

Sampel sebanyak 5 g ditimbang dan dihomogenat pada kertas timbang, dilipat-lipat dan dimasukkan ke dalam labu destruksi, dua buah tablet katalis ditambahkan serta beberapa butir batu didih. Sebanyak 15 ml H₂SO₄ pekat (95%-97%) dan 3 ml H₂O₂ secara perlahan-lahan ditambahkan dan didiamkan 10 menit dalam ruangan asam. Didestruksi pada suhu 410°C selama ± 2 jam atau sampai larutan jernih, didiamkan hingga mencapai suhu kamar dan ditambahkan 50-57 ml aquades. Erlenmeyer berisi 25 ml larutan H₃BO₃ 4% yang mengandung indikator sebagai penampung destilat. Labu yang berisi hasil destruksi pada rangkaian alat destilasi uap dipasang. Tambahkan 50-75 ml larutan natrium hidroksida-thiosulfat. Destilasi dilakukan dan destilat ditampung dalam erlenmeyer tersebut hingga volume mencapai minimal 150 ml (hasil destilat akan berubah 24 menjadi kuning). Hasil destilat dititrasi dengan HCl 0.2 N yang sudah dibakukan sampai warna berubah dari hijau menjadi abu - abu netral (natural gray). Pengerjaan blanko dilakukan seperti tahapan contoh. Pengujian contoh dilakukan minimal dua kali (Ramadhan, 2019).

$$\text{Kadar protein (\%)} = \frac{(VA-VB)HCL \times N \text{ HCL} \times 14.007 \times 6,25 \times 100 \%}{W \times 1000}$$

Keterangan :

VA = ml HCL untuk titrasi contoh

VB = ml HCL untuk titrasi blanko

N = Normalitas larutan HCl standar yang digunakan

14.007 = Berat atom nitrogen

6,25 = Faktor konvensi protein

W = Berat Contoh (g)

Daya Serap Air (*Water Absorption Capacity*)

Sebanyak 0,1 gram sampel pati disuspensi ke dalam 5 ml air destilat dalam tabung sentrifuge yang telah diketahui beratnya. Suspensi kemudian divortex 3 kali dengan jeda waktu antar vortex selama 10 menit. Suspensi kemudian disentrifugasi pada 2000 rpm selama 30 menit. Supernatan kemudian dibuang dan tabung dikering udarakan. Selisih berat tabung adalah jumlah air yang diserap oleh pati. Daya serap air dinyatakan dalam Persentasi air yang diserap oleh 100 gram bahan (Falade dan Christopher, 2019)

$$\% \text{ WAC} = \frac{(c-a)-b}{b} \times 100\%$$

Keterangan:

% WAC = *Water Absorption Capacity*

a = Berat Tabung Kosong

b = Berat Sampel

c = Berat Tabung dan Tabung Basah

Stabilitas Beku Cair (*freeze – thaw*)

Stabilitas beku cair dilakukan dengan suspensi pati (5 g dalam 100 g air desti-lata) dipanaskan pada suhu 95°C dengan pengadukan selama 30 menit. Pasta yang terbentuk didinginkan hingga mencapai suhu kamar kemudian ditimbang 15 g dan dimasukkan ke dalam tabung sentrifugasi yang sudah diketahui bobotnya. Pasta dibekukan pada suhu -18°C selama 24 jam. Pasta beku dicairkan pada water bath suhu 30°C selama 1.5 jam, selanjut-nya disentrifugasi (2800 xg:15 menit). Cairan didekantasi dan residunya ditimbang. Persentasi sineresis dihitung berdasarkan rasio antara bobot cairan dekantasi dengan total bobot sampel awal dikalikan 100%. Siklus pengukuran stabilitas beku-cair dilakukan sampai 2 kali (Deetae *et al.* 2018).

$$\text{Sineresis \%} = \frac{c - a}{b} \times 100 \%$$

Keterangan :

a = Berat Tabung Kosong

b = Berat Sampel Awal

c = Berat Akhir

Uji warna L*, a*, b*

Colorimeter adalah ilmu yang digunakan untuk mengukur warna dalam bentuk numerik dan untuk mengevaluasi perbedaan warna antara spesimen. Teknik ini sering diterapkan di industri perdagangan, industri, dan laboratorium. Dalam colorimetry, pengukuran warna didasarkan pada teori penglihatan warna yang menjelaskan bahwa mata manusia memiliki reseptor untuk tiga warna primer (merah, hijau, dan biru), dan semua warna lain merupakan campuran dari warna-

warna primer ini. Warna diukur menggunakan tiga parameter L, a*, dan b*, di mana nilai L menunjukkan kecerahan warna (lightness), nilai a* menggambarkan koordinat merah/hijau, dan nilai b* menunjukkan koordinat kuning/biru. Untuk menggunakan alat colorimeter, letakkan alat di atas sampel, tekan tombol uji di belakang alat, dan hasilnya akan muncul. Uji warna pada pati modifikasi ikatan silang dilakukan menggunakan colorimeter, yang menerapkan sistem warna Hunter L, a, b. Sistem ini mengacu pada proses transmisi sinyal dari reseptor cahaya di retina ke saraf optik, yang kemudian mengirimkan sinyal tersebut ke otak (Widyaningtiyas dan Susanto, 2019).

Organoleptik Aroma

Total nilai kesukaan terhadap aroma dari pati termodifikasi di tentukan oleh 10 orang panelis dengan berdasarkan skala hedonik dan numerik yang dapat dilihat pada tabel 3 (Gelora dkk., 2017).

Tabel 3. Skala Uji Terhadap Aroma

Skala Hedonik	Skala Numerik
Sangat Suka	4
Suka	3
Kurang Suka	2
Tidak Suka	1

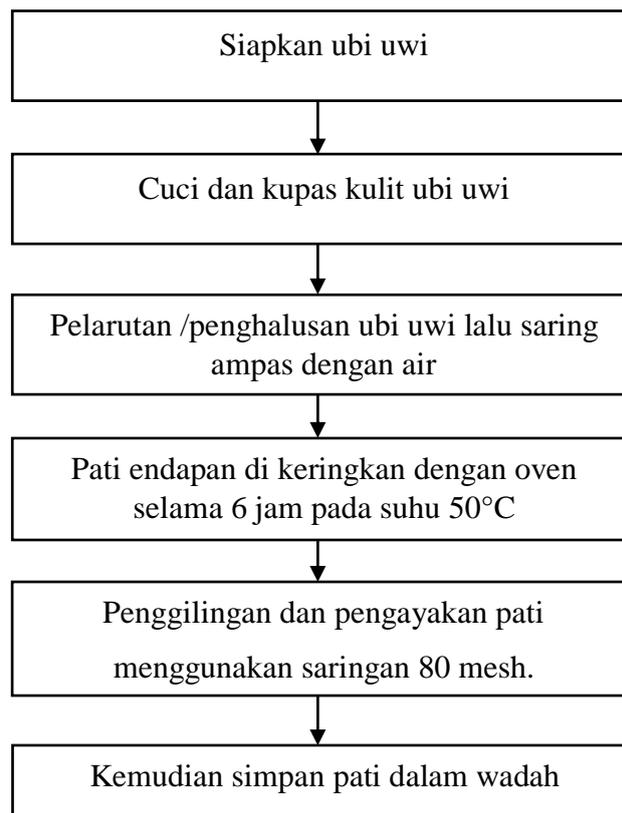
Uji Organoleptik Tekstur

Total nilai kesukaan terhadap tekstur dari pati termodifikasi di tentukan oleh 10 orang panelis dengan berdasarkan skala hedonik dan numerik yang dapat dilihat pada tabel 4 (Gelora dkk., 2017).

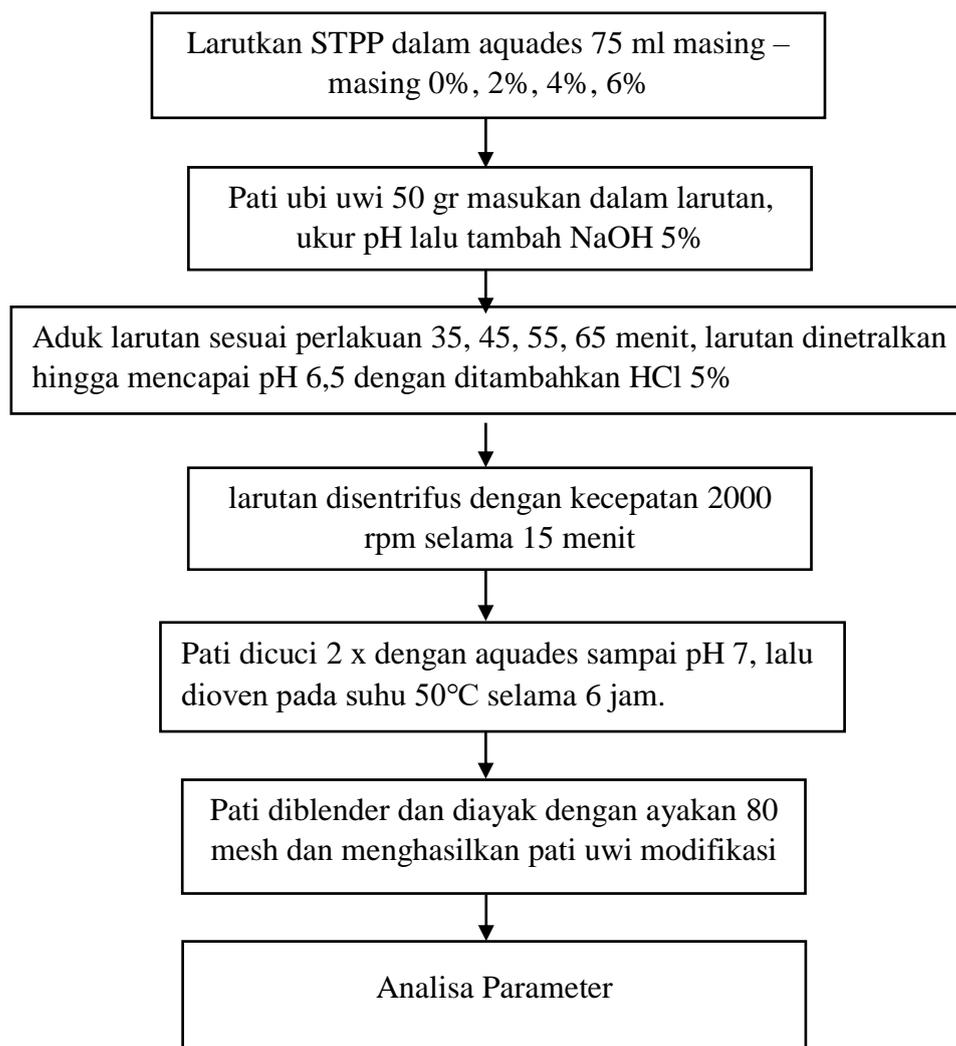
Tabel 4. Skala Uji Terhadap Tekstur

Skala Hedonik	Skala Numerik
---------------	---------------

Sangat Halus	4
Halus	3
Kurang Halus	2
Tidak Halus	1



Gambar 3. Diagram Alir Pembuatan Pati Ubi Uwi



Gambar 4. Diagram Alir Modifikasi Ikatan Silang

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian dan uji statistik persentasi *sodium tripolyphosphate* dan lama pengadukan terhadap karakteristik pati ubi uwi, secara umum menunjukkan bahwa persentasi *sodium tripolyphosphate* dan lama pengadukan berpengaruh terhadap parameter yang di amati. Data rata-rata hasil pengamatan persentasi *sodium tripolyphosphate* dan lama pengadukan terhadap masing-masing parameter dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Pengaruh Persentasi *Sodium Tripolyphosphate* Terhadap Parameter yang di Amati

Persentasi <i>Sodium Tripoly phosphat</i> (%)	Protein (%)	Daya Serap Air (%)	Stabilitas Beku Cair (%)	Warna			Organoleptik	
				L	a*	b*	Aroma	Tekstur
S ₀ = 0	0,72	149,7	55,62	82,01	3,28	11,93	3,05	3,18
S ₁ = 2	0,89	147,7	54,02	82,83	3,89	11,44	3,03	3,32
S ₂ = 4	1,10	140,1	52,80	82,96	4,95	10,16	2,98	3,30
S ₃ = 6	1,42	130,3	50,60	83,50	4,48	11,93	3,00	3,26

Berdasarkan tabel 5 dapat dilihat bahwa pengaruh persentasi *sodium tripolyphosphate* terhadap parameter protein, warna L*,a*,b*, organoleptik aroma dan tekstur mengalami peningkatan nilai disetiap perlakuan, sedangkan persentasi

sodium tripolyphosphate terhadap parameter daya serap air dan stabilitas beku cair mengalami penurunan.

Lama pengadukan juga berpengaruh terhadap parameter yang diamati. Data rata-rata hasil pengamatan pengaruh lama pengadukan terhadap karakteristik pati ubi uwi terhadap masing-masing parameter dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Pengaruh Lama Pengadukan Terhadap Karakteristik Pati Ubi Uwi Terhadap Parameter Yang Di Amati

Lama Pengadukan (menit)	Protein (%)	Daya Serap Air (%)	Stabilitas Beku Cair (%)	Warna			Organoleptik	
				L	a*	b*	Aroma	Tekstur
P ₁ = 35	1,143	149,2	54,95	82,47	3,31	12,42	3,02	3,175
P ₂ = 45	1,019	165,7	53,67	82,61	5,20	10,13	3,07	3,331
P ₃ = 55	0,914	137,7	52,75	83,38	3,29	12,86	2,93	3,225
P ₄ = 65	0,822	134,5	51,76	83,07	4,44	10,79	2,98	3,319

Berdasarkan tabel 6 dapat dilihat bahwa lama pengadukan terhadap parameter protein, daya serap air, stabilitas beku cair dan warna L* mengalami penurunan, sedangkan pada parameter warna a*, b*, organoleptik aroma dan organoleptik tekstur mengalami kenaikan disetiap perlakuan.

Pengujian dan pembahasan masing-masing parameter yang diamati selanjutnya dibahas satu persatu:

Protein

Persentasi *Sodium Tripolyphosphate*

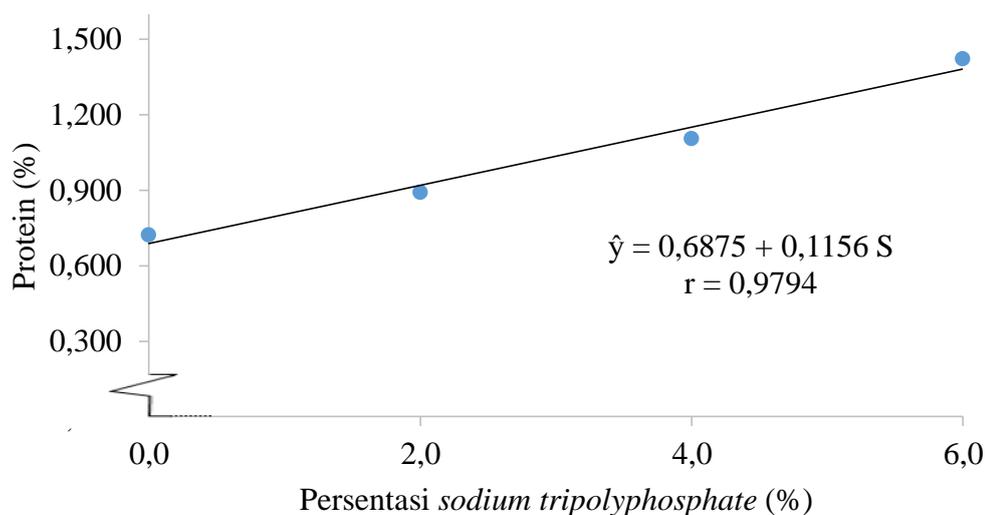
Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 1) diketahui bahwa pengaruh persentasi *sodium tripolyphosphate* memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap protein. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda raa-rata dan dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji Beda Rata-rata Pengaruh Persentasi *Sodium Tripolyphosphate* Terhadap Protein

Perlakuan (%)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
S ₀ = 0	0,721	-	-	-	c	C
S ₁ = 2	0,891	2	0,199	0,275	c	C
S ₂ = 4	1,104	3	0,208	0,288	b	B
S ₃ = 6	1,421	4	0,214	0,297	a	A

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$.

Berdasarkan tabel 7 dapat dilihat bahwa S₀ berbeda tidak nyata dengan S₁, sedangkan S₁ berbeda sangat nyata dengan S₂ dan S₃. S₂ berbeda sangat nyata dengan S₃. Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan S₃ = 1,421% dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan S₀ = 0,721% untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Pengaruh Persentasi *Sodium Tripolyphosphate*

Pada gambar 5 dapat dilihat bahwa persentasi *sodium tripolyphosphate* semakin tinggi, semakin banyak protein yang dapat diikat, hal ini disebabkan oleh kemampuan *sodium tripolyphosphate* dalam berinteraksi dengan protein, sehingga meningkatkan jumlah protein yang terikat pada bahan. Temuan ini sejalan dengan

penelitian yang dilakukan oleh Dyah dan Widya, (2022) yang menyatakan bahwa *sodium tripolyphosphate* berfungsi sebagai agen pengikat protein dalam produk pangan, yang dapat meningkatkan stabilitas dan kekuatan jaringan protein.

Lama Pengadukan

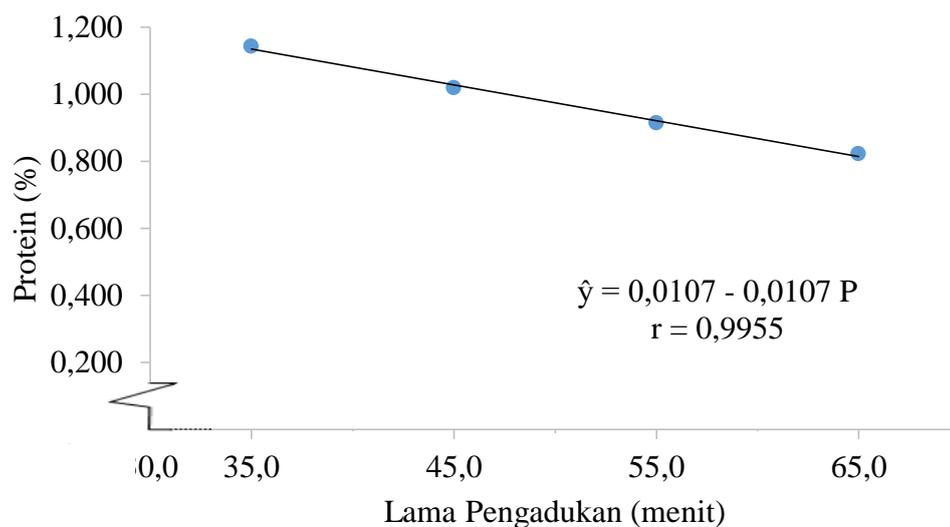
Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 1) diketahui bahwa pengaruh masa lama pengadukan pati ubi uwi memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($p < 0,01$) terhadap protein. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Lama Masa Pengadukan Terhadap Protein Pati Ubi Uwi

Perlakuan (menit)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
P ₁ = 35	1,143	-	-	-	a	A
P ₂ = 45	1,019	2	0,199	0,275	b	B
P ₃ = 55	0,914	3	0,208	0,288	b	B
P ₄ = 65	0,822	4	0,214	0,297	c	C

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$.

Berdasarkan tabel 8 dapat diketahui bahwa P₁ berbeda sangat nyata dengan P₂, P₃ dan P₄. Sedangkan P₂ berbeda tidak nyata dengan P₃ dan P₄. P₃ berbeda sangat nyata dengan P₄. Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan P₁= 1,143% dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan P₄= 0,822% untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Pengaruh Lama Pengadukan Terhadap Protein

Pada gambar 6 dapat dilihat bahwa lama pengadukan memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap protein. Semakin lama pengadukan yang dilakukan maka semakin banyak pula protein yang dapat terlarut kedalam air hingga mengakibatkan penurunan pada protein yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan literatur dari Nurul dkk., (2020) menyatakan bahwa pengadukan yang berlebihan dapat menyebabkan denaturasi protein, di mana struktur tiga dimensi protein rusak. Ketika protein terdenaturasi, dapat lebih mudah larut ke dalam air, sehingga mengurangi jumlah protein yang tersisa dalam bentuk aslinya.

Pengaruh Interaksi antara Persentasi *Sodium Tripolyphosphate* dan Lama Pengadukan Terhadap Protein

Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 1) diketahui bahwa interaksi persentasi *sodium tripolyphosphate* dan lama pengadukan memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($p < 0,05$) terhadap protein. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada tabel 9.

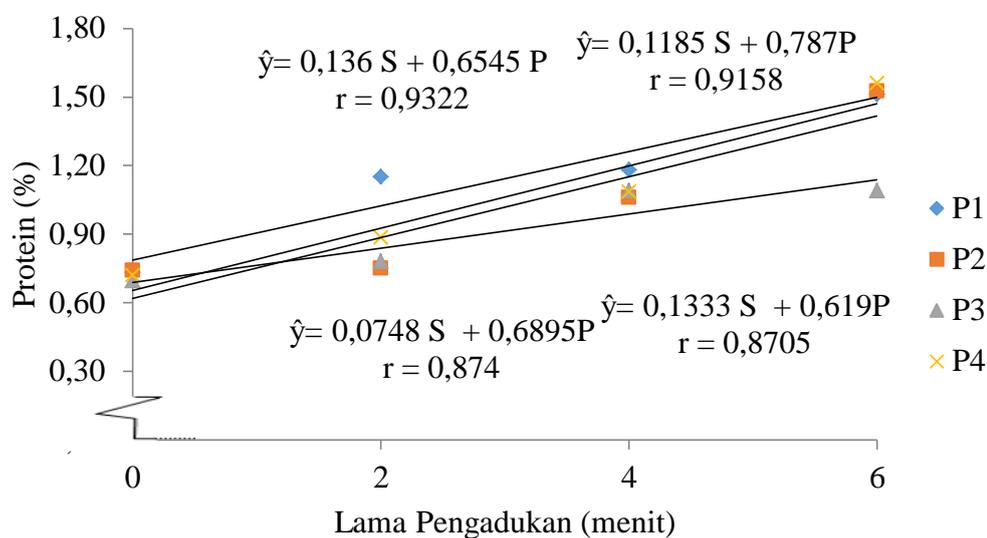
Tabel 9. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Interaksi *Persentasi Sodium Tripolyphosphate* Dan Lama Pengadukan Terhadap Protein

Perlakuan	Rataan	Jarak	LSR	Notasi
-----------	--------	-------	-----	--------

			0,05	0,01	0,05	0,01
S ₀ P ₁	0,73	-	-	-	b	B
S ₀ P ₂	0,74	2	0,199	0,275	b	B
S ₀ P ₃	0,70	3	0,208	0,288	b	B
S ₀ P ₄	0,72	4	0,214	0,297	b	B
S ₁ P ₁	1,15	5	0,218	0,302	ab	Ab
S ₁ P ₂	0,75	6	0,222	0,306	b	B
S ₁ P ₃	0,78	7	0,223	0,311	b	B
S ₁ P ₄	0,89	8	0,224	0,315	b	B
S ₂ P ₁	1,18	9	0,226	0,317	ab	Ab
S ₂ P ₂	1,06	10	0,226	0,319	ab	Ab
S ₂ P ₃	1,09	11	0,226	0,319	ab	Ab
S ₂ P ₄	1,09	12	0,227	0,323	ab	Ab
S ₃ P ₁	1,51	13	0,227	0,323	a	A
S ₃ P ₂	1,53	14	0,228	0,326	a	A
S ₃ P ₃	1,09	15	0,228	0,326	ab	Ab
S ₃ P ₄	1,56	16	0,228	0,328	a	A

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$.

Berdasarkan tabel 9 dapat dilihat nilai tertinggi terdapat pada perlakuan S₃P₄= 1,56% dan nilai terendah pada perlakuan S₀P₃= 0,70% untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Hubungan Pengaruh Interaksi Persentasi *Sodium Tripolyphosphate* Dan Lama Pengadukan Terhadap Protein.

Pada gambar 7 dapat dilihat bahwa interaksi antara persentasi *sodium tripolyphosphate* dan lama pengadukan terhadap protein cenderung meningkat

dengan bertambahnya persentasi *sodium tripolyphosphate* tetapi cenderung menurun akibat lama pengadukan. Hal ini dikarenakan protein pada pati akan terikat di pati akibat dari persentasi *sodium tripolyphosphate* tetapi akan terlepas ikatannya kedalam air yang akan terbuang jika lama pengadukan terus dilakukan. Hal ini sesuai dengan literatur Lee dan Kader (2018) bahwa STPP berfungsi sebagai agen pengikat yang meningkatkan interaksi antara protein dan pati, dengan meningkatnya persentasi STPP, lebih banyak protein dapat terikat pada pati, ini membantu dalam membentuk kompleks yang stabil, sehingga protein cenderung terlarut dalam larutan. STPP juga dapat membantu stabilisasi emulsi, sehingga meningkatkan kualitas dan kuantitas protein yang terlibat dalam sistem. Pada pengadukan yang berlangsung lama dapat menyebabkan protein yang terikat pada pati terlepas kembali ke dalam larutan. Ini disebabkan oleh mekanisme fisik yang mengakibatkan struktur protein berubah dan terlepas dari ikatan dengan pati.

Daya Serap Air **Persentasi *Sodium Tripolyphosphate***

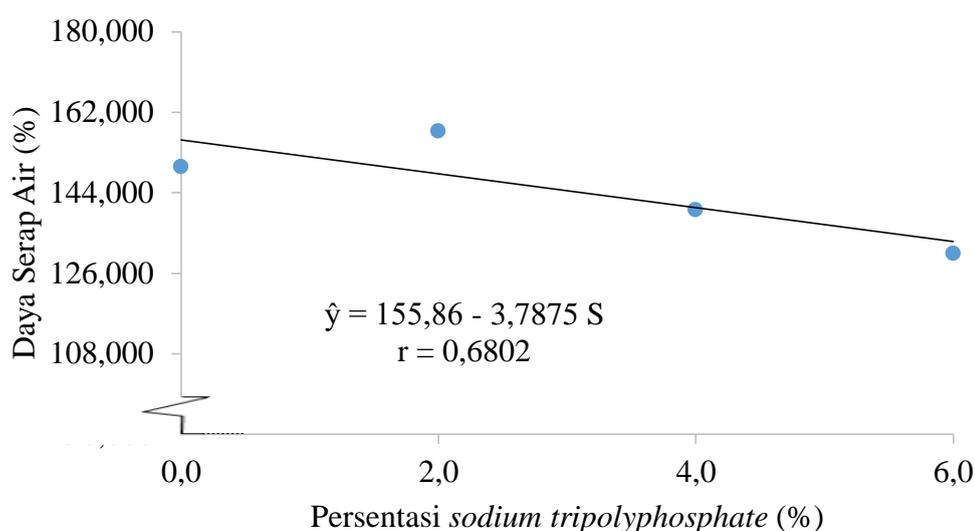
Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 2) diketahui bahwa pengaruh persentasi *sodium tripolyphosphate* memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap daya serap air. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Persentasi *Sodium Tripolyphosphate* Terhadap Daya Serap Air

Perlakuan (%)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
S ₀ = 0	149,750	-	-	-	b	B
S ₁ = 2	157,750	2	4,431	6,138	a	A
S ₂ = 4	140,125	3	4,651	6,432	c	C
S ₃ = 6	130,375	4	4,784	6,624	d	D

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$.

Berdasarkan tabel 10 dapat dilihat bahwa S_0 berbeda sangat nyata dengan S_1 , S_2 dan S_3 . S_1 berbeda sangat nyata dengan S_2 dan S_3 . S_2 berbeda sangat nyata dengan S_3 . Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan $S_2 = 157,750$ dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan $S_3 = 130,375$ untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Pengaruh Persentasi *Sodium Tripolyphosphate* Terhadap Daya Serap Air

Pada gambar 8 dapat dilihat bahwa persentasi *sodium tripolyphosphate* memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata terhadap daya serap air. Semakin tinggi persentasi *sodium tripolyphosphate* maka akan semakin rendah kemampuan pati untuk menyerap air. Hal ini sesuai dengan literatur Amin (2021) bahwa *sodium tripolyphosphate* dapat memodifikasi struktur pati, mengubah ikatan hidrogen dan interaksi lainnya yang biasanya membantu pati menyerap air. Dengan adanya *sodium tripolyphosphate*, struktur pati menjadi lebih stabil dan kurang mampu menyerap air, sehingga daya serap air menurun dan dengan penambahan STPP dapat mengubah struktur dan sifat fisik pati, termasuk

kepadatan dan viskositasnya. Perubahan ini dapat menghalangi akses air ke bagian dalam pati, sehingga mengurangi kapasitas penyerapan air.

Lama Pengadukan

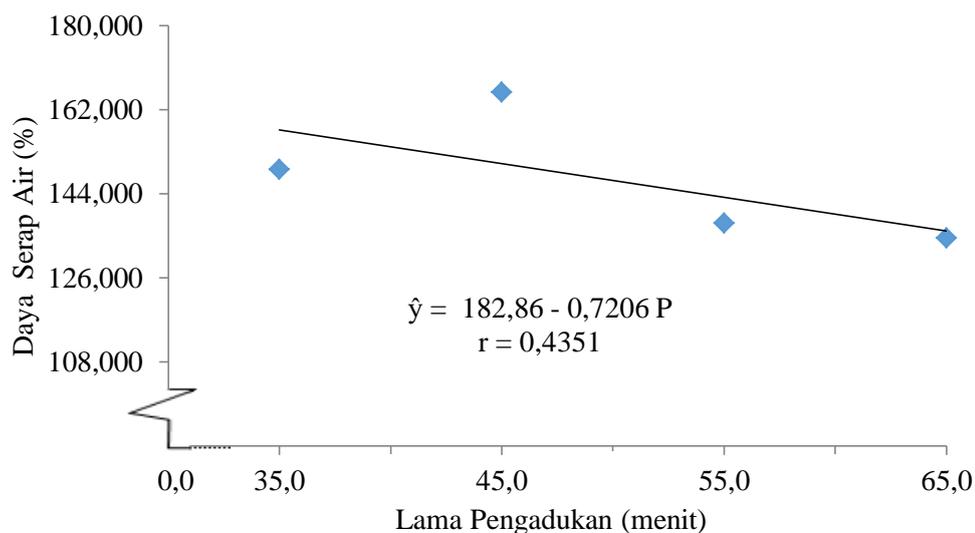
Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 2) diketahui bahwa pengaruh lama pengadukan pati ubi uwi memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap daya serap air. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Lama Pengadukan Terhadap Daya Serap Air Pati Ubi Uwi

Perlakuan (menit)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
P ₁ = 35	149,250	-	-	-	b	B
P ₂ = 45	165,750	2	4,431	6,138	a	A
P ₃ = 55	137,750	3	4,651	6,432	c	C
P ₄ = 65	134,563	4	4,784	6,624	d	D

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$.

Berdasarkan tabel 11 dapat diketahui bahwa P₁ berbeda sangat nyata dengan P₂, P₃ dan P₄. P₂ berbeda sangat nyata dengan P₃ dan P₄. P₃ berbeda sangat nyata dengan P₄. Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan P₂= 165,570 dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan P₄= 134,563 untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Pengaruh Lama Pengadukan Terhadap Daya Serap Air

Pada gambar 9 dapat dilihat bahwa lama pengadukan pati ubi uwi memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata terhadap daya serap air. Semakin lama pengadukan memberikan penurunan pula pada total daya serap air yang diharapkan. Hal ini sesuai dengan literatur Nurjanna (2018) menyatakan bahwa pengadukan yang berlangsung lama dapat menyebabkan denaturasi protein yang ada dalam pati. Ketika protein terdenaturasi, struktur dan sifat fisiknya berubah, sehingga mengurangi kemampuannya untuk membentuk ikatan dengan air. Hal ini mengakibatkan penurunan daya serap air.

Pengaruh Interaksi Antara Persentasi *Sodium Tripolyphosphate* Dan Lama Pengadukan Terhadap Daya Serap Air

Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 2) diketahui bahwa interaksi antara persentasi *sodium tripolyphosphate* dan lama pengadukan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata dengan ($p > 0,01$) terhadap daya serap air. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada tabel 12.

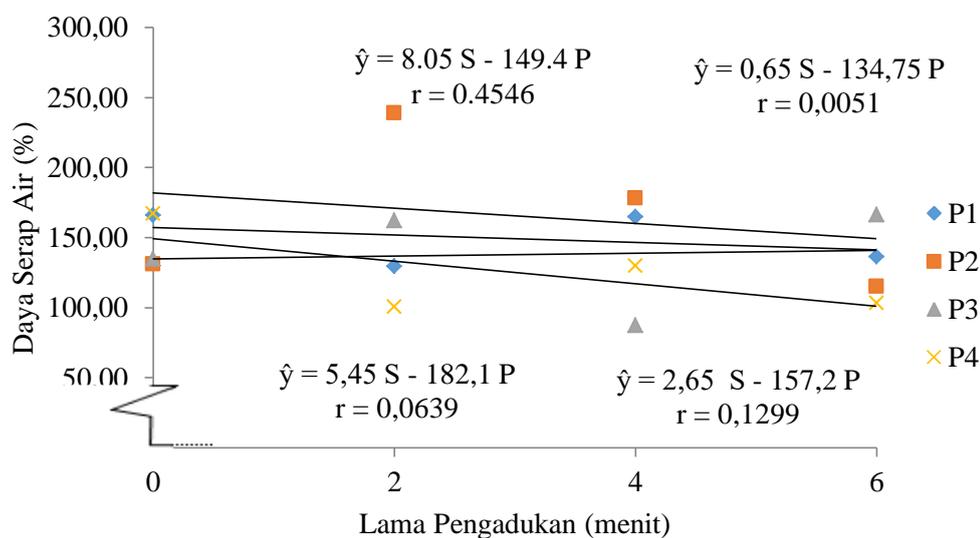
Tabel 12. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Interaksi *Persentasi Sodium*

Tripolyphosphate Dan Lama Pengadukan Terhadap Daya Serap Air

Perlakuan	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
S ₀ P ₁	166,00	-	-	-	cd	CD
S ₀ P ₂	131,00	2	4,431	6,138	de	DE
S ₀ P ₃	135,00	3	4,651	6,432	de	DE
S ₀ P ₄	167,00	4	4,784	6,624	c	C
S ₁ P ₁	129,50	5	4,872	6,742	e	E
S ₁ P ₂	239,00	6	4,946	6,830	a	A
S ₁ P ₃	162,00	7	4,975	6,948	cd	CD
S ₁ P ₄	100,50	8	5,005	7,021	gh	GH
S ₂ P ₁	165,00	9	5,034	7,080	cd	CD
S ₂ P ₂	178,00	10	5,049	7,124	b	B
S ₂ P ₃	87,50	11	5,049	7,124	h	H
S ₂ P ₄	130,00	12	5,064	7,213	de	DE
S ₃ P ₁	136,50	13	5,064	7,213	d	D
S ₃ P ₂	115,00	14	5,078	7,271	f	F
S ₃ P ₃	166,50	15	5,078	7,271	cd	CD
S ₃ P ₄	103,50	16	5,093	7,316	g	G

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$.

Berdasarkan tabel 12 dapat dilihat nilai tertinggi terdapat pada perlakuan S₁P₂ = 239,00 dan nilai terendah pada perlakuan S₂P₃ = 87,50 untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar . 10 Hubungan Pengaruh Interaksi Persentasi *Sodium Tripolyphosphate* Dan Lama Pengadukan Terhadap Daya Serap air.

Pada gambar 10 dapat dilihat bahwa Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan *sodium tripolyphosphate* (STPP) pada pati uwi yang dimodifikasi mempengaruhi daya serap air (DSA) secara signifikan. Peningkatan konsentrasi STPP pada semua perlakuan (P₁, P₂, P₃, P₄) menghasilkan kenaikan DSA, yang menunjukkan bahwa STPP mampu meningkatkan kapasitas pati untuk menyerap air. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa penambahan STPP pada pati menyebabkan pembentukan ikatan silang (*cross-linking*), sehingga memperkuat struktur pati dan memungkinkan penyerapan air lebih banyak. Penelitian terdahulu seperti yang dilakukan oleh Ariyanti dkk., (2019) pada pati ubi jalar dan singkong juga melaporkan hasil serupa, di mana modifikasi pati dengan STPP meningkatkan kemampuan hidrasi pati.

Namun, perbedaan dalam nilai koefisien determinasi (r) antara perlakuan menunjukkan adanya variabel lain yang memengaruhi DSA selain konsentrasi STPP. Pada P₁ dan P₂, nilai r yang lebih rendah menunjukkan bahwa selain penambahan STPP, faktor-faktor seperti kondisi awal pati, metode pengeringan, dan parameter pengolahan lainnya turut mempengaruhi daya serap air. Hal ini didukung oleh studi Lee *et al.*, (2018), yang menemukan bahwa selain STPP, suhu pengeringan, ukuran partikel pati, dan kadar air awal juga memainkan peran penting dalam menentukan DSA.

Secara aplikatif, penambahan STPP dapat diterapkan dalam industri pangan, seperti pada produk tepung, mie instan, atau bakery, karena kemampuannya meningkatkan hidrasi pati dan memperbaiki tekstur produk akhir. Dengan demikian, penambahan STPP tidak hanya meningkatkan sifat fungsional

pati, tetapi juga berkontribusi pada peningkatan kualitas produk berbasis tepung, sebagaimana dilaporkan dalam penelitian Hasibuan (2021) yang menyebutkan bahwa penggunaan STPP dalam produk pangan memberikan efek positif pada tekstur dan kelembutan produk.

Stabilitas Beku Cair **Persentasi *Sodium Tripolyphosphate***

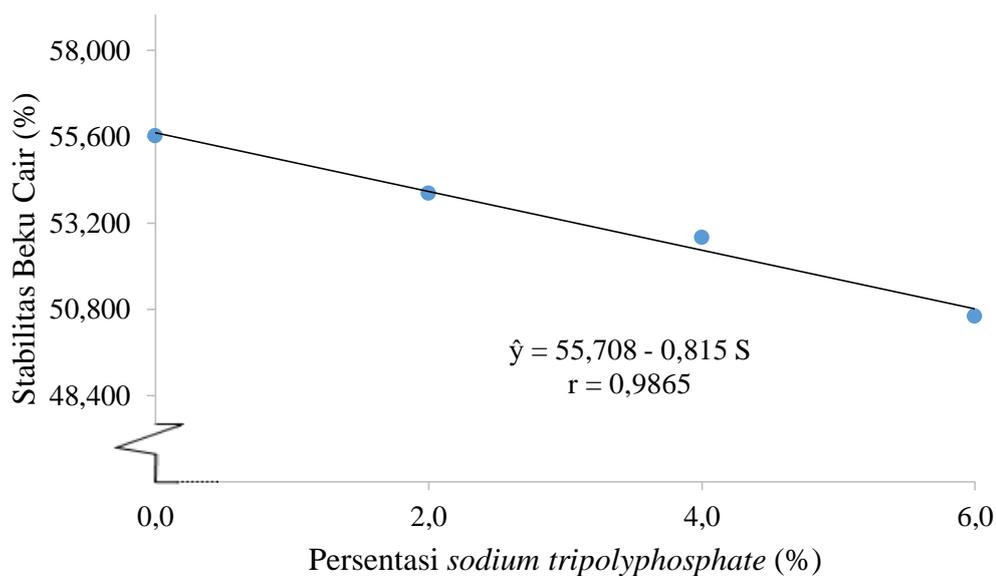
Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 3) diketahui bahwa pengaruh persentasi *sodium tripolyphosphate* memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap tingkat stabilitas beku cair. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada tabel 13.

Tabel 13. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Persentasi *Sodium Tripolyphosphate* Terhadap Stabilitas Beku Cair

Perlakuan (%)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
S ₀ = 0	55,625	-	-	-	a	A
S ₁ = 2	54,025	2	0,872	1,209	b	B
S ₂ = 4	52,800	3	0,916	1,267	c	C
S ₃ = 6	50,600	4	0,942	1,304	d	D

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$.

Berdasarkan tabel 13 dapat dilihat bahwa S₀ berbeda sangat nyata dengan S₂ dan S₃. S₂ berbeda sangat nyata dengan S₃. Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan S₀= 55,625% dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan S₃= 50.6% untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Pengaruh Persentasi *Sodium Tripolyphosphate* Terhadap Stabilitas Beku Cair

Pada gambar 11 dapat dilihat bahwa persentasi *sodium tripolyphosphate* memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata terhadap stabilitas beku cair. Semakin tinggi persentasi pemberian persentasi *sodium tripolyphosphate* maka semakin rendah stabilitas beku cair pati yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan literatur Deetae *et al.*, (2018) menyatakan bahwa *sodium tripolyphosphate* berfungsi sebagai agen pengikat yang dapat memodifikasi struktur pati. Dengan meningkatnya persentasi *sodium tripolyphosphate*, ikatan yang terbentuk dapat menyebabkan perubahan pada struktur granular pati, membuatnya lebih stabil tetapi juga mengurangi kemampuannya untuk mempertahankan struktur saat dibekukan dan dicairkan.

Lama Pengadukan

Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 3) diketahui bahwa pengaruh lama pengadukan memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap stabilitas beku cair maka pengujian tidak dilanjutkan.

Pengaruh Interaksi Antara Persentasi *Sodium Tripolyphosphate* Dan Lama Pengadukan Terhadap Stabilitas Beku Cair

Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 3) diketahui bahwa interaksi persentasi *sodium tripolyphosphate* dan lama pengadukan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap stabilitas beku cair. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada tabel 14.

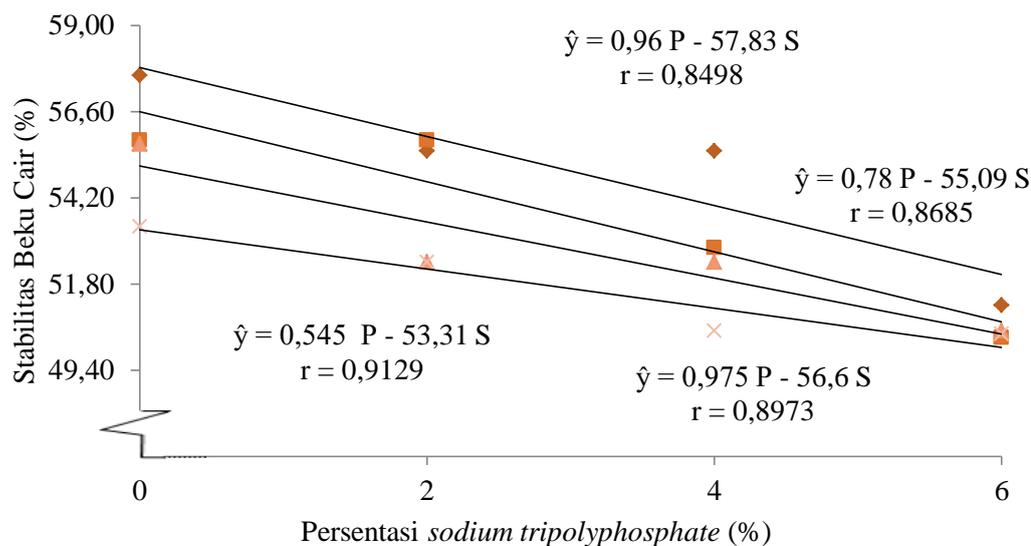
Tabel 14. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Interaksi Antara Persentasi *Sodium Tripolyphosphate* Dan Lama Pengadukan Terhadap Stabilitas Beku Cair

Perlakuan	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
S ₀ P ₁	57,60	-	-	-	a	A
S ₀ P ₂	55,80	2	0,872	1,209	b	B
S ₀ P ₃	55,70	3	0,916	1,267	b	B
S ₀ P ₄	53,40	4	0,942	1,304	c	C
S ₁ P ₁	55,50	5	0,959	1,327	b	B
S ₁ P ₂	55,80	6	0,974	1,345	b	B
S ₁ P ₃	52,40	7	0,980	1,368	d	D
S ₁ P ₄	52,40	8	0,985	1,382	d	D
S ₂ P ₁	55,50	9	0,991	1,394	b	B
S ₂ P ₂	52,80	10	0,994	1,403	d	D
S ₂ P ₃	52,40	11	0,994	1,403	d	D
S ₂ P ₄	50,50	12	0,997	1,420	f	F
S ₃ P ₁	51,20	13	0,997	1,420	e	E
S ₃ P ₂	50,30	14	1,000	1,432	f	F

S_3P_3	50,50	15	1,000	1,432	f	F
S_3P_4	50,40	16	1,003	1,440	f	F

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$.

Berdasarkan tabel 14 dapat dilihat nilai tertinggi terdapat pada perlakuan $S_0P_1 = 57,60\%$ dan nilai terendah pada perlakuan $S_3P_2 = 50,30\%$ untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12. Pengaruh Interaksi Antara Persentasi *Sodium Tripolyphosphate* dan Lama Pengadukan Terhadap Stabilitas Beku Cair

Berdasarkan gambar 12 dapat kita lihat pengaruh interaksi antara persentasi *sodium tripolyphosphate* dan lama pengadukan terhadap stabilitas beku cair terus mengalami penurunan seiring bertambahnya persentasi *sodium tripolyphosphate* dan lama pengadukan. Hal ini sesuai dengan literatur Bremer dkk., (2020) yang menyatakan bahwa konsentrasi *sodium tripolyphosphate* sangat lemah terhadap suhu dingin dan lama pengadukan mengakibatkan daya stabilitas pati semakin menurun.

Warna L*
Persentasi *Sodium Tripolyphosphate*

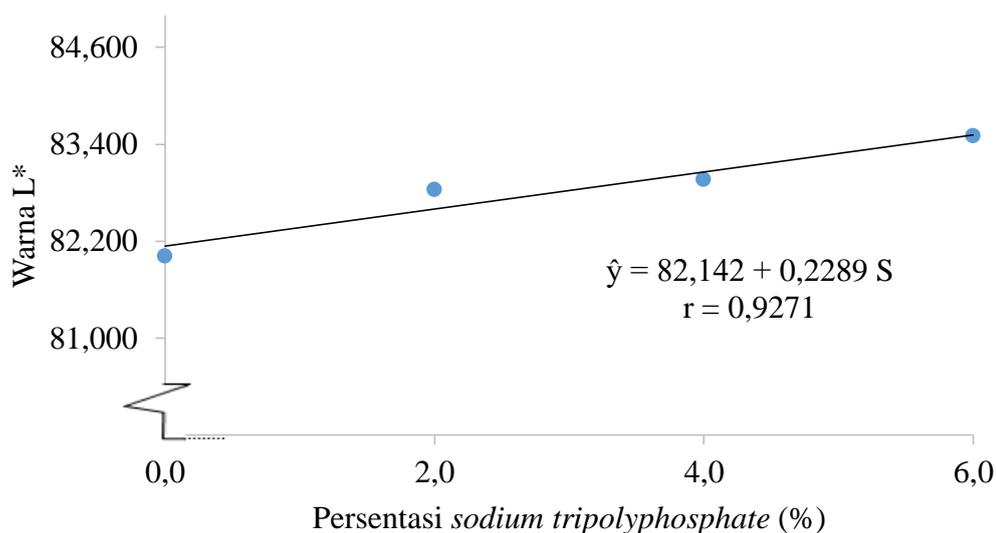
Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 4) diketahui bahwa pengaruh persentasi *sodium tripolyphosphate* memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($p < 0,01$) terhadap warna L^* . Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada tabel 15.

Tabel 15. Hasil Uji Beda Rata-rata Pengaruh Persentasi *Sodium Tripolyphosphate* terhadap Warna L^*

Perlakuan (%)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
$S_0 = 0$	82,015	-	-	-	b	B
$S_1 = 2$	82,838	2	0,236	0,327	ab	AB
$S_2 = 4$	82,960	3	0,248	0,343	ab	AB
$S_3 = 6$	83,500	4	0,255	0,353	a	A

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$.

Berdasarkan tabel 15 dapat dilihat bahwa S_0 berbeda sangat nyata dengan S_2 dan S_3 . S_2 berbeda sangat nyata dengan S_3 . Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan $S_3 = 83,5$ dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan $S_0 = 82,015$ untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 13.



Gambar 13. Pengaruh Persentasi *Sodium Tripolyphosphate* Terhadap Warna L^*

Pada gambar 13 dapat dilihat bahwa pengaruh persentasi *sodium tripolyphosphate* terhadap warna L^* memberikan pengaruh yang nyata, dimana perbedaan tidak begitu terlihat tetapi semakin tinggi pemberian persentasi *sodium tripolyphosphate* maka warna yang dihasilkan akan semakin cerah terhadap warna L^* . Hal ini sesuai dengan literature Rosyada (2019) menyatakan bahwa *sodium tripolyphosphate* berfungsi sebagai agen stabilisasi yang dapat mengurangi reaksi kimia yang dapat menyebabkan perubahan warna, seperti oksidasi atau reaksi Maillard. Dengan menstabilkan komponen dalam sistem, *sodium tripolyphosphate* membantu mempertahankan kecerahan warna.

Lama Pengadukan

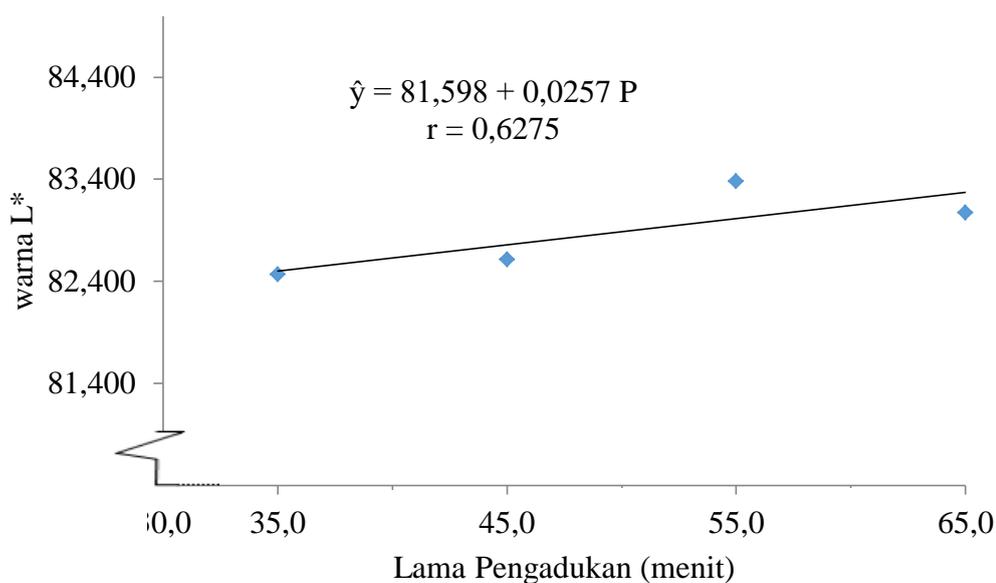
Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 4) diketahui bahwa lama pengadukan memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($p < 0,01$) terhadap warna L^* . Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada tabel 16.

Tabel 16. Hasil Uji Beda Rata-Rata Lama Pengadukan Terhadap Warna L^*

Perlakuan (menit)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
P ₁ = 35	82,470	-	-	-	b	B
P ₂ = 45	82,615	2	0,236	0,327	b	B
P ₃ = 55	83,383	3	0,248	0,343	a	A
P ₄ = 65	83,072	4	0,255	0,353	a	A

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$.

Berdasarkan tabel 16 dapat dilihat bahwa P₁ berbeda sangat nyata dengan P₃ dan P₄ tetapi tidak berbeda sangat nyata dengan P₂. P₃ berbeda sangat nyata dengan P₄. Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan P₃= 83,383 dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan P₁= 82,47 untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 14.



Gambar 14. Pengaruh Lama Pengadukan Terhadap Warna L*

Pada gambar 14 dapat dilihat bahwa lama pengadukan pati ubi uwi memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap warna L*. Pada perlakuan semakin lama pengadukan maka akan semakin cerah warna yang dihasilkan sehingga warna akan mendekati skala 100 dari warna L* yang telah ditentukan.

Pengaruh Interaksi Antara Persentasi *Sodium Tripolyphosphate* Dan Lama Pengadukan Terhadap Warna L*

Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 4) diketahui bahwa interaksi antara persentasi *sodium tripolyphosphate* dan lama pengadukan memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata dengan ($p > 0,05$) terhadap warna L* sehingga pengujian selanjutnya tidak dilanjutkan.

Warna a* Persentasi *Sodium Tripolyphosphate*

Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 5) diketahui bahwa pengaruh persentasi *sodium tripolyphosphate* memberikan pengaruh yang berbeda nyata

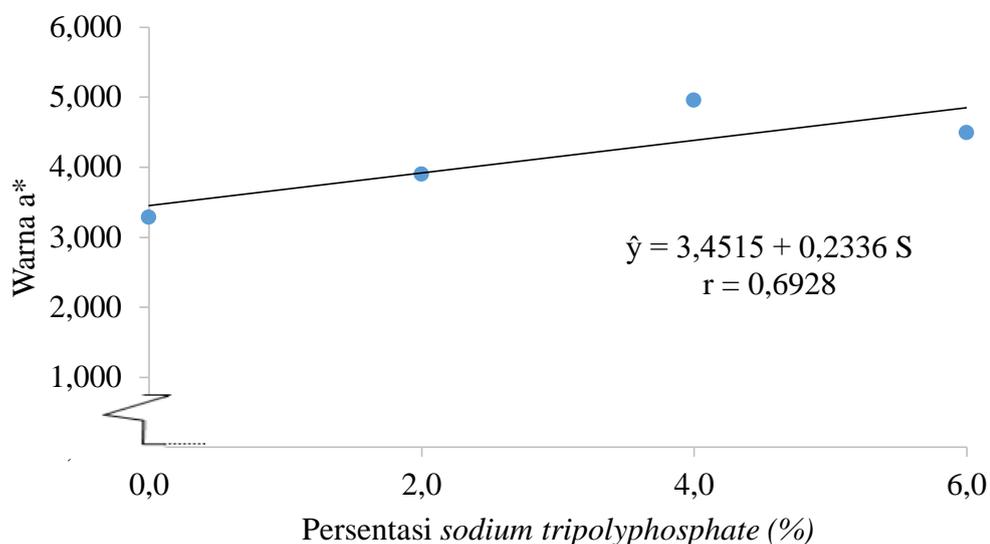
($p < 0,01$) terhadap warna a*. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada tabel 17.

Tabel 17. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Persentasi *Sodium Tripolyphosphate* Terhadap Warna a*

Perlakuan (%)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
$S_0 = 0$	3,280	-	-	-	b	B
$S_1 = 2$	3,894	2	0,433	0,600	b	B
$S_2 = 4$	4,950	3	0,454	0,628	a	A
$S_3 = 6$	4,485	4	0,467	0,647	a	A

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$.

Berdasarkan tabel 17 dapat dilihat bahwa S_0 berbeda sangat nyata dengan S_2 dan S_3 tetapi tidak berbeda sangat nyata dengan S_1 . Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan $S_2 = 4,95$ dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan $S_0 = 3,28$ untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 15.



Gambar 15. Pengaruh Persentasi *Sodium Tripolyphosphate* Terhadap Warna a*

Pada gambar 15 dapat dilihat bahwa persentasi *sodium tripolyphosphate* jika semakin ditambah persentasinya maka kontras pada warna a* akan semakin meningkat hal ini berarti warna akan semakin menjauhi skala 0 untuk warna hijau

kuning yang menandakan bahwa warna akan semakin berwarna cerah semakin ditambahkan persentasi *sodium tripolyphosphate*. Tetapi untuk tingkat perbedaan masih tidak terlalu terlihat.

Lama Pengadukan

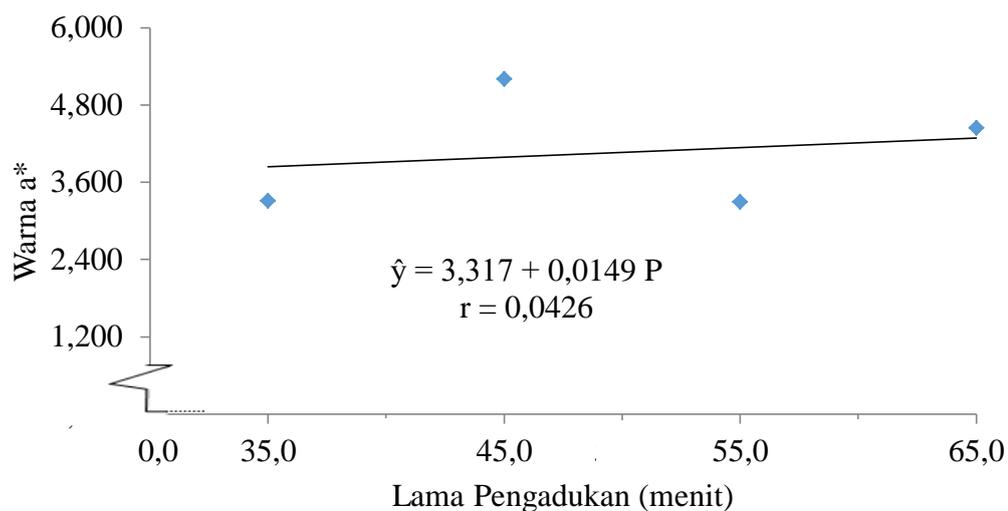
Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 5) diketahui bahwa pengaruh lama pengadukan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap warna a^* . Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada tabel 18.

Tabel 18. Hasil Uji Beda Rata-Rata Lama Pengadukan Terhadap Warna a^*

Perlakuan (menit)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
P ₁ = 35	3,310	-	-	-	c	C
P ₂ = 45	5,206	2	0,433	0,600	a	A
P ₃ = 55	3,293	3	0,454	0,628	c	C
P ₄ = 65	4,446	4	0,467	0,647	b	B

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$.

Berdasarkan tabel 18 dapat dilihat bahwa P₁ berbeda sangat nyata dengan P₃ dan P₄ tetapi tidak berbeda sangat nyata dengan P₂. P₃ berbeda sangat nyata dengan P₄. Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan P₂ = 5,206 dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan P₃ = 3,293 untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 16.



Gambar 16. Pengaruh Lama Pengadukan Terhadap Warna a*

Pada gambar 16 dapat dilihat bahwa lama pengadukan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata terhadap warna a*. Dimana semakin lama pengadukan maka warna akan semakin cerah dan indicator warna a* akan semakin menurun.

Pengaruh Interaksi Antara Persentasi *Sodium Tripolyphosphate* Dan Lama Pengadukan Terhadap Warna a*

Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 5) diketahui bahwa interaksi antara persentasi *sodium tripolyphosphate* dan lama pengadukan memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata dengan ($p > 0,05$) terhadap daya serap air sehingga pengujian selanjutnya tidak dilanjutkan.

Warna b* Persentasi *Sodium Tripolyphosphate*

Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 6) diketahui bahwa pengaruh persentasi *sodium tripolyphosphate* memberikan pengaruh yang berbeda nyata

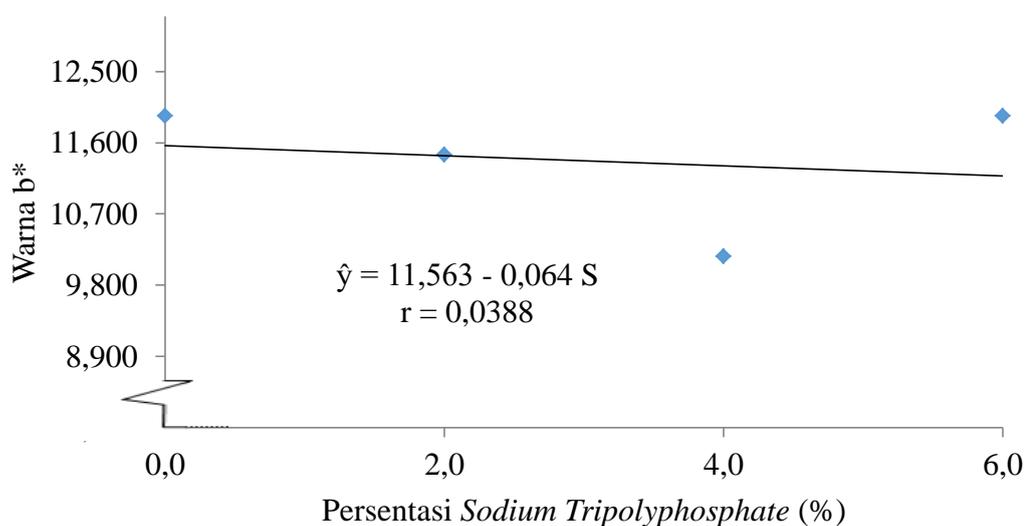
($p < 0,01$) terhadap warna b^* . Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada tabel 19.

Tabel 19. Hasil Uji Beda Rata-rata Pengaruh Persentasi *Sodium Tripolyphosphate* terhadap Warna b^*

Perlakuan (%)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
$S_0 = 0$	11,938	-	-	-	a	A
$S_1 = 2$	11,446	2	0,105	0,146	a	A
$S_2 = 4$	10,163	3	0,111	0,153	b	B
$S_3 = 6$	11,937	4	0,114	0,157	a	A

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$.

Berdasarkan tabel 19 dapat dilihat bahwa S_1 berbeda sangat nyata dengan S_2 dan S_3 . S_2 berbeda sangat nyata dengan S_3 . Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan $S_0 = 11,938$ dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan $S_2 = 10,163$ untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 17.



Gambar 17. Pengaruh Persentasi *Sodium Tripolyphosphate* Terhadap Warna b^*

Pada gambar 17 dapat dilihat bahwa persentasi *sodium tripolyphosphate* memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap warna b^* . Tetapi secara

keseluruhan perbedaan keseluruhan sampel tidak terlalu terlihat atau terlihat sama jika di lihat dari skala warna b*.

Lama Pengadukan

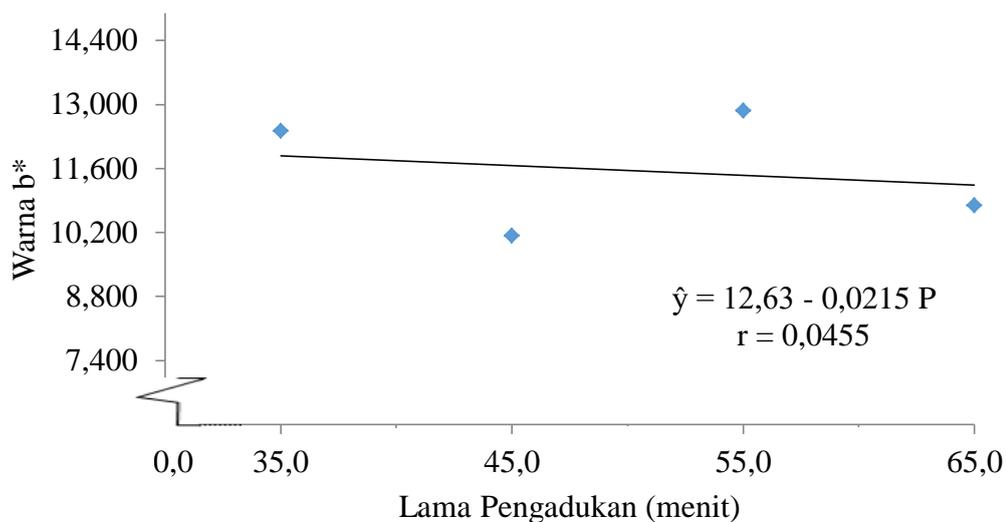
Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 6) diketahui bahwa pengaruh lama pengadukan pati ubi uwi memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap warna b*. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada tabel 20.

Tabel 20. Hasil Uji Beda Rata-Rata Lama Pengadukan Terhadap Warna b*

Perlakuan (menit)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
P ₁ = 35	12,424	-	-	-	a	A
P ₂ = 45	10,133	2	0,105	0,146	b	B
P ₃ = 55	12,869	3	0,111	0,153	a	A
P ₄ = 65	10,795	4	0,114	0,157	b	B

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$.

Berdasarkan tabel 20 dapat dilihat bahwa P₁ berbeda sangat nyata dengan P₃ dan P₄ tetapi tidak berbeda sangat nyata dengan P₂. P₃ berbeda sangat nyata dengan P₄. Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan P₃= 12,86 dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan P₂= 10,13 untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 18.



Gambar 18. Pengaruh Lama Pengadukan Terhadap Warna b*

Pada gambar 18 dapat dilihat bahwa lama pengadukan tidak memberikan hubungan positif cenderung garis regresi yang negatif. Hal ini menandakan bahwa lama waktu pengadukan tidak berpengaruh terhadap perbedaan warna di skala kontras warna b* yang diinginkan.

Pengaruh Interaksi Antara Persentasi *Sodium Tripolyphosphate* Dan Lama Pengadukan Terhadap Warna b*

Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 6) diketahui bahwa interaksi antara persentasi *sodium tripolyphosphate* dan lama pengadukan memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata dengan ($p > 0,05$) terhadap warna b* sehingga pengujian selanjutnya tidak dilanjutkan.

Organoleptik Aroma Persentasi *Sodium Tripolyphosphate*

Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 7) diketahui bahwa pengaruh persentasi *sodium tripolyphosphate* memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata ($p < 0,01$) terhadap organoleptik aroma, maka tidak dilakukan uji lanjutan.

Lama Pengadukan

Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 7) diketahui bahwa pengaruh lama pengadukan pati ubi uwi memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata ($p < 0,01$) terhadap organoleptik aroma, maka tidak dilakukan uji lanjutan.

Organoleptik Tekstur Persentasi *Sodium Tripolyphosphate*

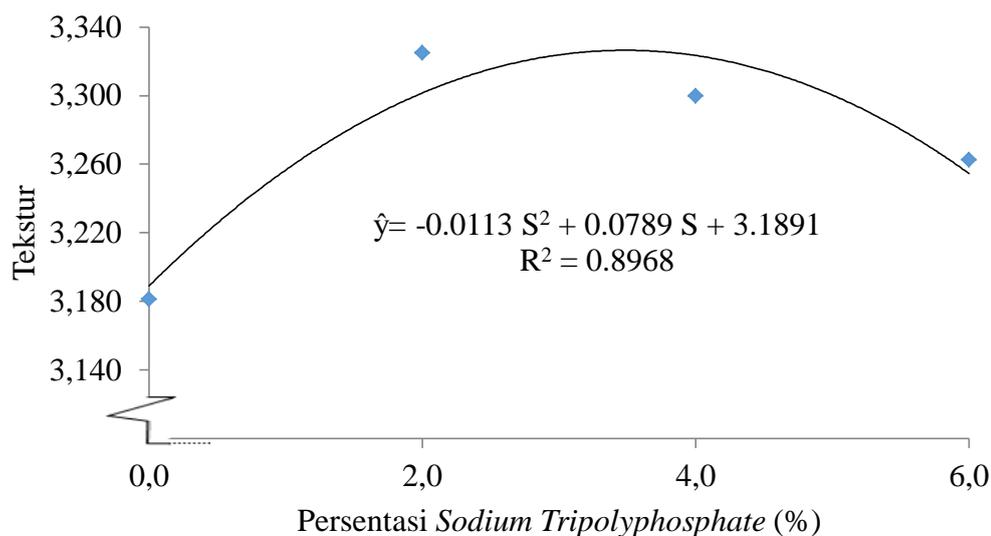
Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 8) diketahui bahwa pengaruh persentasi *sodium tripolyphosphate* memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata ($p < 0,01$) terhadap organoleptik aroma. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada tabel 21.

Tabel 21. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Persentasi *Sodium Tripolyphosphate* Terhadap Organoleptik Tekstur

Perlakuan (%)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
S ₀ = 0	3,181	-	-	-	a	A
S ₁ = 2	3,325	2	0,237	0,329	a	A
S ₂ = 4	3,300	3	0,249	0,344	a	A
S ₃ = 6	3,263	4	0,256	0,355	a	A

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$.

Berdasarkan tabel 21 dapat dilihat bahwa S₀ berbeda tidak nyata dengan S₁, S₂ dan S₃. Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan S₁ = 3,325 dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan S₁ = 3.181 untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 19.



Gambar 19. Pengaruh Persentasi *Sodium Tripolyphosphate* Terhadap Organoleptik Tekstur

Pada gambar 19 dapat dilihat bahwa persentasi *sodium tripolyphosphate* memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap tingkat kesukaan panelis terhadap tekstur yang dihasilkan. Tetapi secara keseluruhan perbedaan yang terjadi panelis menyatakan suka terhadap tekstur yang dihasilkan dengan memberikan nilai dengan rata rata 3.

Lama Pengadukan

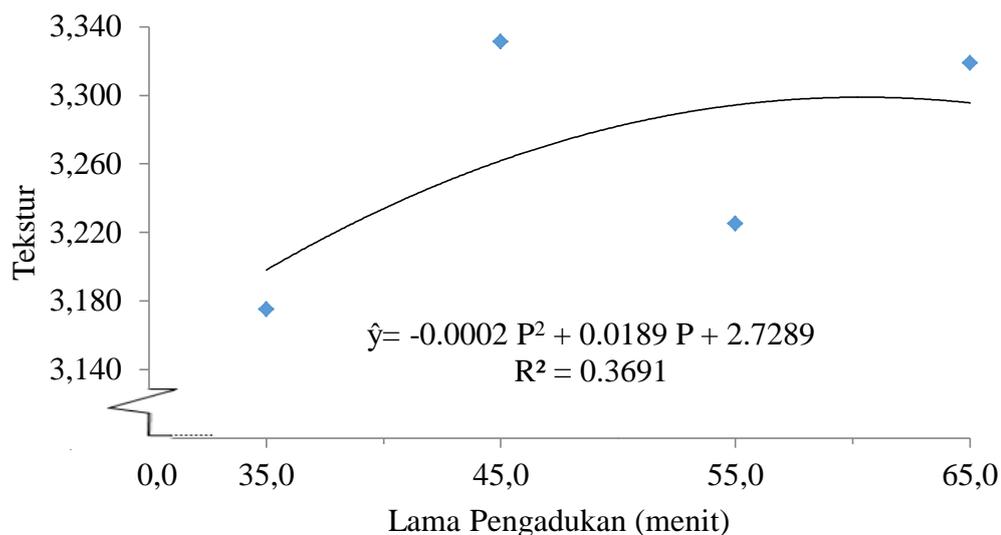
Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 8) diketahui bahwa pengaruh lama pengadukan pati ubi uwi memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata ($p < 0,01$) terhadap organoleptic tekstur. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada tabel 22.

Tabel 22. Hasil Uji Beda Rata-Rata Lama Pengadukan Terhadap Organoleptik Tekstur

Perlakuan (menit)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
P ₁ = 35	3,175	-	-	-	a	A
P ₂ = 45	3,331	2	0,237	0,329	a	A
P ₃ = 55	3,225	3	0,249	0,344	a	A
P ₄ = 65	3,319	4	0,256	0,355	a	A

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$.

Berdasarkan tabel 24 dapat dilihat bahwa keseluruhan sampel memiliki nilai yang tidak jauh berbeda sehingga dikatakan tidak berbeda nyata. Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan P₂ = 3,331 dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan P₁ = 3,175 untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 20.



Gambar 20. Pengaruh Lama Pengadukan Terhadap Organoleptik Tekstur

Pada gambar 20 dapat dilihat bahwa lama pengadukan tidak memberikan pengaruh yang begitu nyata terhadap tekstur yang dihasilkan. Hal ini menandakan bahwa lama waktu pengadukan tidak berpengaruh terhadap perbedaan tekstur pada pati yang dihasilkan tetapi panelis menyatakan suka terhadap tekstur yang dihasilkan dengan memberikan nilai 3.

Pengaruh Interaksi Antara Persentasi *Sodium Tripolyphosphate* Dan Lama Pengadukan Terhadap Organoleptik Tekstur

Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 8) diketahui bahwa interaksi antara persentasi *sodium tripolyphosphate* dan lama pengadukan memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata dengan ($p > 0,05$) terhadap organoleptik tekstur sehingga pengujian selanjutnya tidak dilanjutkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai Karakteristik Pati Ubi Uwi (*Dioscorea alata*) Termodifikasi Ikatan Silang Dengan Penambahan STPP dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pengaruh persentasi *sodium tripolyphosphate* diketahui memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap protein, daya serap air, stabilitas beku cair, warna, dan organoleptik aroma, tekstur pada pati pati termodifikasi.
2. Lama pengadukan diketahui memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap protein, daya serap air, stabilitas beku cair, warna, dan organoleptik aroma, tekstur pada pati pati termodifikasi.
3. Interaksi pengaruh interaksi antara persentasi *sodium tripolyphosphate* dan lama pengadukan memberikan pengaruh sangat nyata pada taraf ($p < 0,01$) terhadap parameter protein dan stabilitas beku cair sedangkan untuk parameter daya serap air, warna, organoleptik tekstur dan aroma memberikan pengaruh tidak nyata ($p < 0,05$).
4. Hasil menunjukkan pengaruh persentasi *sodium tripolyphosphate* dan lama pengadukan disetiap perlakuan, hasil menunjukan bahwa perlakuan S₁ dengan 2%, P₂ dengan 45 menit yang terbaik.

Saran

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa hampir tidak terjadi perbedaan dalam persentasi STPP yang digunakan. Saran untuk penelitian selanjutnya untuk meneliti jika kadar STPP ditambahkan sehingga diketahui akan memberikan hasil

yang lebih maksimal atau tidak dan disarankan agar penelitian selanjutnya mengaplikasikan pati ubi uwi termodifikasi ikatan silang sebagai bahan tambahan pangan (BTP) seperti pengental, pengemulsi dan pembuat film.

DAFTAR PUSTAKA

- Amrinola, W. 2017. *Pati Alami dan Pati Termodifikasi*. Artikel. Department Of Food Technology. Binus University.
- Audiensi, A. 2019. *Karakteristik Sifat Fisikokimia Pati dari Tiga Jenis Ubi Kayu Manis (Manihot esculenta crantz) Pada Dua Umur Panen yang Berbeda*. Asam Kecamatan Palas, Kabupaten Lampung Selatan. Skripsi Teknologi Hasil Pertanian. Universitas Lampung. Lampung.
- Aini, N., K. Suga dan R. Setyawati. 2018. *Pengaruh Persentasi STPP dan Lama Perendaman Terhadap Karakteristik Pati Kimpul Termodifikasi Ikatan Silang*. Agrountek Jurnal Tekonologi Industry Pertanian. 14(2): 199-212.
- Aulia, R. 2018. *Karakteristik Sifat Fisikokimia Tepung Ubi Jalar Oranye Hasil Modifikasi Kimia Dengan STPP*. Jurnal Pangan dan Agroindustri. Vol. 3. No. 2.
- Amin, N. A. 2021. *Pengaruh Suhu Fosforilasi Terhadap Sifat Fisikokimia Pati Tapioka Termodifikasi*. Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Agus, S. 2021. *Pengaruh Lama Pengadukan dan Konsentrasi STPP Terhadap Karakteristik Pati Suweg (Amorphophallus campanulatus) Termodifikasi*. Jurnal Teknologi Hasil Pertanian, 14(2), 108-116.
- Ariyanti, D., A. Purbasari., H. Kusumayanti dan N. A. Handayani. 2019. *Penentuan Proses Pretreatment untuk Pemanfaatan Limbah Kulit Singkong Sebagai Bahan Baku Bioetanol Melalui Hidrolisa Enzimatis Menggunakan Aspergillus spp*. Metana, 15(1), 1-8.
- Breemer, R., T. Sigmarlatu, dan F. J. Polnaya. 2020. *Pengaruh Penambahan Sodium Tripolyphosphate Terhadap Karakteristik Tepung Buru Hotong (Setaria italica L beauv) Fosfat*. Agritecno: Jurnal Teknologi Pertanian, 9(2), 88–95.
- Chandrasekara, A. dan T. J. Kumar. 2021. *Roots and Tuber Crops as Functional Foods: A Review on Phytochemical Constituents and Their Potential Health Benefits*. International Journal of Food Science, 1(1), 1–15.
- Charalambous, H., E. G. Evans. 2021. *Resolutions Obtained by Iterated Mapping Cones*. Journal of Algebra, 176(3), 750-754.
- Dyah, A. R dan D. R. P. Widya. 2022. *Karakterisasi Sifat Fisikokimia Pati Ubi Jalar Oranye Hasil Modifikasi Perlakuan STPP (Lama Perendaman dan Konsentras*. Jurnal Pangan dan Agroindustri Vol. 2 No 4
- Deetae P., S. Shobsngob., W. Varanyanond., P. Chinachoti., O. Naivikul., S. Varavinit. 2018. *Preparation, Pasting Properties and Freeze-thaw Stability of Dual Modified Crosslink-phosphorylated Rice Starch*. Carbohydr Polym 73: 351-358.
- Falade, K.O., dan A. S. Christoper., 2019. *Physical, Functional, Pasting and Thermal Properties of Flours and Starches of Six Nigerian Rice Cultivars*. Food Hydrocolloids. 44: 478-490.

- Gelora, H.A., C. D. T. Helen dan D. Matheos. 2017. *Pengaruh Penambahan Tepung Daun Kelor (Moringa oleifera) Terhadap Karakteristik Organoleptik dan Kimia Biskuit Mocafl (Modified cassava flour)*. Agriteknologi, Jurnal Teknologi Pertanian. Vol. 6(2): 52-58. ISSN: 2302-9218.
- Hazrati, K. Z., S. M. Sapuan., M. Y. M. Zuhri dan R. Jumaidin. 2021. *Extraction and Characterization of Potential Biodegradable Materials Based on Dioscorea Hispida Tubers*. Polymers, 13(4), 1–19.
- Hapsari, R. T. 2017. *Prospek Uwi Sebagai Pangan Fungsional dan Bahan Diversifikasi Pangan*. Buletin Palawija. 1 (27): 26-38.
- Hasibuan. 2021. *Sifat Kimia dan Organoleptik Pati Sagu (Metroxylon sago rottb.) Modifikasi Kimia dengan Perlakuan Sodium Tripolyphosphate (STPP)*. Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Riau Indonesia, Riau.
- Hawa, L. C., R.Yulianingsih., A. W. Putranto dan D. Y. Ali. 2023. *Teknologi Nontermal Pada Pengolahan Pangan*. Universitas Brawijaya Press.
- Herawati, H. 2020. *Potensi Pengembangan Produk Pati Tahan Cerna Sebagai Pangan Fungsional*. Jurnal Litbang Pertanian, 30(1), 31-39.
- Itthisoponkul, T., J. R. Mitchell., A. J. Taylor, dan I. A. Farhat. 2020. *Inclusion Complexes of Tapioca Starch with Flavour Compounds*. Carbohydr. Polym. 69: 106115.
- Koswara, S., 2023. *Teknologi Modifikasi Pati*. Ebook Pangan.Com. Unimus.Teknologi Modifikasi-Pati .Pdf. [03 November 2023]
- Lee, S. K., dan A. A. Kader. 2018. *Preharvest and Postharvest Factors Influencing Vitamin C Content of Horticultural Crops*. *Postharvest Biology and Technology*, 20(3), 207-220.
- Liang. 2022. *Kemajuan Penelitian Tentang Sifat-Sifat Pati Pra-Gelatinisasi dan Aplikasinya dalam Produk Tepung Terigu*. Grain and Oil Science and Technology. Vol.5.87-97.
- Maharani, Y. 2017. *Pengaruh Perlakuan Sodium Tripolyphosphate (STPP) Pada Pati Sagu Termodifikasi Terhadap Ketebalan, Transparan dan Laju Perpindahan Uap Air Edible Film*. Jom Faperta, 4(76), 26–28.
- Maulana, C., E. Turmala., T. Rahman. 2017. *Optimasi Formulasi Tepung Bumbu Ayam Goreng Crispy Berbahan Baku Tepung Singkong Modifikasi Autoclaving-cooling cycle*. Skripsi Teknologi Pangan. Universitas Pasundan. Bandung.
- Miyazaki, V. H., M. Megumi., M. Tomoko dan Naofumi. 2018. *Recent Advances in Application of Modified Starches for Breadmaking*, Trend in Food Science & Technology 17: 591-599.
- Munawaroh, F. 2018. *Kajian Pengaruh Suhu dan Waktu Hidrolisis Asam Terhadap Sifat Pati Sagu Termodifikasi Sebagai Surface Sizing*.

- Nadhira, R dan Y. Cahyana. 2023. *Kajian Sifat Fungsional Dan Amilografi Pati Dengan Penambahan Senyawa Fenolik: Kajian Pustaka*. Vol 3, No 1.
- Nursanty dan Y. Sugiarti. 2018. *Pengaruh Tautan Silang STPP (Sodium tripolyphosphate) Pada Pati Gayong, Singkong, dan Talas Terhadap Kadar Pati, Amilosa, Swelling Power dan Solubility*. Publikasi Penelitian Terapan dan Kebijakan. Vol 1. No. 2.
- Nurul, F., K. Laeli dan I. Riwayati. 2020. *Modifikasi Pati Umbi Ganyong (Canna Edulis Kerr) Secara Ikatan Silang Menggunakan Sodium Tripoliphosphat (Stpp)*. Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim. Inovasi Teknik Kimia. Vol. 5, No.2.
- Nurjanna, J.2018. *Profil Protein Ikan Bandeng (Chanos-Chanos) yang Direndam Jeruk Nipis (Citrus Aurantifolia) Berbasis Sds-Page* (Doctoral Dissertation, Universitas Muhammadiyah Semarang).
- Pomeranz, Y. 2018. *Functional Properties of Food Components*. Academic Press, Inc.
- Purnavita, S dan N. K. Rastono. 2021. *Modifikasi Pati Aren dengan Crosslinking Agent STPP (Sodium Tripolyphospate) dan Penambahan Poli Vinil Alkohol Terhadap Karakteristik Bioplastik*. Seminar Nasional Teknik dan Manajemen Industri, 1(1), 256–261. <https://doi.org/10.28932/sentekmi2021.v1i1.73>
- Polnaya, F., Haryadi., D.W. Marseno dan M.N. Cahyanto. 2022. *Effect of Phosphorilation and Cross-linking on the Pasting Properties and Molecular Structure of Sago Starch*. International Food Research Journal 20: 1609-1615.
- Richana, N. dan T. C. Sunarti, 2017. *Karakterisasi Sifat Fisikokimia Tepung Umbi dan Tepung Pati dari Umbi Ganyong, Suweg, Ubi kelapa dan Gembili*. J.Pascapanen, 1(1), 29–37.
- Rahim, A., S. Kadir dan Jusman. 2019. *Asetilasi, Butirilisasi, dan Ikat Silang Pati Aren*. Untad Press.
- Rahim, A., J. H. Agape., M. F. A. Nugroho., S. Kadir., J. Jusman, dan U. Made, U. 2021. *Pengaruh Persentasi Sodium Trimetaphospate Dan Sodium Tripolyphospatterhadap Karakteristik Kimia Pati Aren Modifikasi*. Agointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian, 15(1), 389–398.
- Retnaningtyas, A. D dan D. R. P. Widya. 2017. *Karakteristik Sifat Fisiokimia Pati Ubi Jalar Orange Hasil Modifikasi Perlakuan STPP (Lama Perendaman dan Persentasi)*. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.
- Rosyada, A. 2019. *Pengaruh Kitosan dan Nanopartikel Kitosan Sebagai Bahan Edible Coating Pada Buah Pisang Cavendish*. Repository.Ub.Ac.Id.
- Ramadhan A, dan E. Sari. 2019. *Variasi Perbandingan Tepung Terigu Dan Mocaf (Modified Cassava Flour) Dalam Pembuatan Mie Mocaf*. I(2):211–9.

- Syafriyanti, D. 2017. *Modifikasi Ikat Silang Pada Pati Sagu (Metroxylon sp.)*. Skripsi. Ilmu dan Teknologi Pangan. IPB. Bogor.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 2019. *Tepung Tapioka*. SNI 01-3451-2019. Badan Standardisasi Nasional : Jakarta.
- Winarti, S., Jariyah dan R. A. Anggreini. 2019. *Karakteristik dan Aktivitas Prebiotik Pati Resisten dari Tepung Umbi Uwi (Dioscorea alata) Termodifikasi*. Jurnal Teknologi Pangan, 13(2), 53–67.
- Wuryantoro, R. W. Mustika dan I. P. Rekyani. 2020. *Potensi Tanaman Uwi (Dioscorea sp.) Sebagai Bahan Pangan Alternatif Non Beras*. Gontor Agrotech Science Journal, 6(3), 327–347.
- Wuryantoro, dan I. R. Puspitawati. 2020. *Diversifikasi Pangan Melalui Pemanfaatan Sumberdaya Lokal "Uwi" Sebagai Bahan Mie Instant*. Jurnal Agri-Tek : Jurnal Ilmu Pertanian, Kehutanan Dan Agroteknologi, 21(2), 94–99. <https://doi.org/10.33319/agtek.v21i2.74>
- Wurzburg, O. B. 2017. *Modified Starches : Properties and Uses*. CR Press, Inc. Boca Raton Florida.
- Widya, D. R. P dan E. Zubaidah. 2023. *Buku. Pati, Modifikasi dan Karakteristiknya*. UBMedia. Universitas Brawijaya, Malang. ISBN:978-602-432-111-6.
- Widyaningtyas, M dan W. H. Susanto. 2019. *Pengaruh Jenis dan Persentasi Hidrokoloid(Carboxy Methyl Cellulose, Xanthan Gum, dan Karagenan) Terhadap Karakteristik Mie Kering Berbasis Pasta Ubi Jalar Varietas Ase Kuning*. 2019;3(2):417–23.
- Yusuf, M., F. Arfini dan N. F. U. Attahmid. 2018. *Formulasi Baruaasa Kaya Glukomanan Berbasis Umbi Uwi (Dioscorea alata L)*. Jurnal Galung Tropika, 5(2), 97–108.
- Yustiawan, Y., H. P. Hastuti dan S. Yanti. 2019. *Pengaruh Modifikasi Crosslink Terhadap Karakteristik Tepung Ubi Jalar Saat Dipanaskan*. Pro Food, 5(1), 420–429.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Data Rataan Parameter Protein

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
S ₀ P ₁	0,73	0,73	1,46	0,73
S ₀ P ₂	0,79	0,69	1,48	0,74
S ₀ P ₃	0,75	0,64	1,39	0,69
S ₀ P ₄	0,67	0,77	1,44	0,72
S ₁ P ₁	1,2	1,1	2,3	1,15
S ₁ P ₂	0,8	0,7	1,5	0,75
S ₁ P ₃	0,83	0,73	1,56	0,78
S ₁ P ₄	0,92	0,85	1,77	0,90
S ₂ P ₁	1,13	1,23	2,36	1,18
S ₂ P ₂	1,01	1,11	2,12	1,06
S ₂ P ₃	1,04	1,14	2,18	1,09
S ₂ P ₄	1,01	1,16	2,17	1,08
S ₃ P ₁	1,43	1,59	3,02	1,51
S ₃ P ₂	1,37	1,68	3,05	1,52
S ₃ P ₃	1,14	1,04	2,18	1,09
S ₃ P ₄	1,61	1,51	3,12	1,56
Total	16,43	16,67	33,1	16,55
Rataan	1,02688	1,04188	2,06875	1,03438

Tabel Analisis Sidik Ragam Protein

SK	Db	Jk	Kt	F hit.	F.05	F.01	
Perlakuan	15	2,696787	0,179786	20,64922	**	2,35	3,41
S	3	2,184138	0,728046	83,61935	**	3,24	5,29
S Lin	1	0,013369	0,013369	1,535506	tn	4,49	8,53
S kuad	1	0,043513	0,043513	5	*	4,49	8,53
S Kub	1	0,001562	0,001562	0,17946	tn	4,49	8,53
P	3	0,218212	0,072737	8,4	**	3,24	5,29
P Lin	1	0,04761	0	5,5	*	4,49	8,53
P Kuad	1	0,149	0,149	17,057	**	4,49	8,53
P Kub	1	0,02209	0,02209	2,537136	tn	4,49	8,53
S x P	9	0,294437	0,032715	3,757497	*	2,54	3,78
Galat	15	0,131	0,009				
Total	31	2,82739					

Keterangan : KK: 9,17% **: Sangat nyata *: Nyata tn: Tidak nyata

Lampiran 2. Tabel Data Rataan Parameter Daya Serap Air

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
S ₀ P ₁	168	164	332	166
S ₀ P ₂	132	130	262	131
S ₀ P ₃	135	135	270	135
S ₀ P ₄	168	166	334	167
S ₁ P ₁	130	129	259	129
S ₁ P ₂	240	238	478	239
S ₁ P ₃	162	162	324	162
S ₁ P ₄	101	100	201	100
S ₂ P ₁	164	166	330	165
S ₂ P ₂	178	178	356	178
S ₂ P ₃	89	86	175	87
S ₂ P ₄	130	130	260	130
S ₃ P ₁	138	135	273	136
S ₃ P ₂	116	114	230	115
S ₃ P ₃	164	169	333	166
S ₃ P ₄	100	107	207	103
Total	2315,00	2309	4624	2312
Rataan	144,688	144,313	289	144,5

Tabel Analisis Sidik Ragam Daya Serap Air

SK	Db	Jk	Kt	F hit.	F.05	F.01	
Perlakuan	15	41479	2765,267	638,1385	**	2,35	3,41
S	3	3374,25	1124,75	259,5577	**	3,24	5,29
S Lin	1	14,34516	14,34516	3,310421	tn	4,49	8,53
S kuad	1	630,125	630,125	145	**	4,49	8,53
S Kub	1	448,9	448,9	103,5923	**	4,49	8,53
P	3	7122	2374	547,8	**	3,24	5,29
P Lin	1	4000	4000	923,1	**	4,49	8,53
P Kuad	1	1682,000	1682,000	388,154	**	4,49	8,53
P Kub	1	1440	1440	332,3077	**	4,49	8,53
S x P	9	30982,75	3442,528	794,4295	**	2,54	3,78
Galat	15	65,000	4,333				
Total	31	41544					

Keterangan : KK: 17,31% **: Sangat nyata tn: tidak nyata

Lampiran 3. Tabel Data Rataan Parameter Stabilitas Beku Cair

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
S ₀ P ₁	57,6	57,6	115,2	57,6
S ₀ P ₂	55,8	55,8	111,6	55,8
S ₀ P ₃	55,8	55,6	111,4	55,7
S ₀ P ₄	53,4	53,4	106,8	53,4
S ₁ P ₁	55,8	55,2	111	55,5
S ₁ P ₂	55,8	55,8	111,6	55,8
S ₁ P ₃	52,6	52,2	104,8	52,4
S ₁ P ₄	52,4	52,4	104,8	52,4
S ₂ P ₁	55,8	55,2	111	55,5
S ₂ P ₂	52,8	52,8	105,6	52,8
S ₂ P ₃	52,6	52,2	104,8	52,4
S ₂ P ₄	51	50	101	50,5
S ₃ P ₁	51,2	51,2	102,4	51,2
S ₃ P ₂	51	49,6	100,6	50,3
S ₃ P ₃	51	50	101	50,5
S ₃ P ₄	50,4	50,4	100,8	50,4
Total	855,00	849,4	1704,4	852,2
Rataan	53,4375	53,0875	106,525	53,2625

Tabel Analisis Sidik Ragam Parameter Stabilitas Beku Cair

SK	Db	Jk	Kt	F hit.	F.05	F.01	
Perlakuan	15	8,535	0,569	15,24107	**	2,35	3,41
S	3	7,5025	2,500833	66,98661	**	3,24	5,29
S Lin	1	0,022877	0,022877	0,612765	tn	4,49	8,53
S kuad	1	3,38	3,38	91	**	4,49	8,53
S Kub	1	0,46225	0,46225	12,3817	**	4,49	8,53
P	3	0,1575	0,0525	1,4	tn	3,24	5,29
P Lin	1	0,03025	0	0,8	tn	4,49	8,53
P Kuad	1	0,125	0,125	3,348	tn	4,49	8,53
P Kub	1	0,00225	0,00225	0,060268	tn	4,49	8,53
S x P	9	0,875	0,097222	2,604167	*	2,54	3,78
Galat	15	0,560	0,037				
Total	31	9,095					

Keterangan : KK: 5,61% **: Sangat nyata *: Nyata tn: Tidak nyata

Lampiran 4. Tabel Data Rataan Parameter Warna L*

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
S ₀ P ₁	81,69	81,69	163,38	81,69
S ₀ P ₂	82,02	82,1	164,12	82,06
S ₀ P ₃	83,11	83	166,11	83,05
S ₀ P ₄	81,31	81,2	162,51	81,25
S ₁ P ₁	81,46	81,5	162,96	81,48
S ₁ P ₂	82,77	82,77	165,54	82,77
S ₁ P ₃	84,75	84,5	169,25	84,62
S ₁ P ₄	82,46	82,49	164,95	82,50
S ₂ P ₁	82,78	82,8	165,58	82,79
S ₂ P ₂	82,42	82	164,42	82,21
S ₂ P ₃	82	82,1	164,1	82,05
S ₂ P ₄	84,88	84,7	169,58	84,79
S ₃ P ₁	83,91	83,93	167,84	83,92
S ₃ P ₂	83,41	83,43	166,84	83,42
S ₃ P ₃	83,9	83,7	167,6	83,80
S ₃ P ₄	82,92	82,8	165,72	82,86
Total	1325,79	1324,71	2650,5	1325,25
Rataan	82,8619	82,7944	165,656	82,8281

Tabel Analisis Sidik Ragam Warna L*

SK	Db	Jk	Kt	F hit.	F.05	F.01	
Perlakuan	15	33,82369	2,254913	182,8307	**	2,35	3,41
S	3	9,040537	3,013512	244,3389	**	3,24	5,29
SLin	1	0,052384	0,052384	4,247332	tn	4,49	8,53
S kuad	1	0,159613	0,159613	13	**	4,49	8,53
S Kub	1	0,499522	0,499522	40,50182	**	4,49	8,53
P	3	3,850338	1,283446	104,1	**	3,24	5,29
P Lin	1	1,432623	1	116,2	**	4,49	8,53
P Kuad	1	0,932	0,932	75,536	**	4,49	8,53
P Kub	1	1,486103	1,486103	120,4948	**	4,49	8,53
S x P	9	20,93281	2,325868	188,5839	**	2,54	3,78
Galat	15	0,185	0,012				
Total	15	33,82369	2,254913	182,8307	**	2,35	3,41

Keterangan : KK: 1,22% **: Sangat nyata tn: Tidak nyata

Lampiran 5. Tabel Data Rataan Parameter Warna a*

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
S ₀ P ₁	2,15	2,1	4,25	2,12
S ₀ P ₂	5,36	5	10,36	5,18
S ₀ P ₃	1,39	1,39	2,78	1,39
S ₀ P ₄	4,45	4,4	8,85	4,42
S ₁ P ₁	4,55	4,3	8,85	4,42
S ₁ P ₂	5,2	5,2	10,4	5,20
S ₁ P ₃	1,28	1,2	2,48	1,24
S ₁ P ₄	4,72	4,7	9,42	4,70
S ₂ P ₁	4,92	4,6	9,52	4,76
S ₂ P ₂	5,18	5,1	10,28	5,14
S ₂ P ₃	5,06	5,02	10,08	5,04
S ₂ P ₄	4,82	4,9	9,72	4,86
S ₃ P ₁	1,46	2,4	3,86	1,93
S ₃ P ₂	5,31	5,3	10,61	5,30
S ₃ P ₃	5,5	5,5	11	5,50
S ₃ P ₄	5,11	5,3	10,41	5,20
Total	66,46	66,41	132,87	66,435
Rataan	4,15375	4,15063	8,30438	4,15219

Tabel Analisis Sidik Ragam Warna a*

SK	Db	Jk	Kt	F hit.	F.05	F.01	
Perlakuan	15	69,3217	4,621446	111,7641	**	2,35	3,41
S	3	12,59816	4,199386	101,5571	**	3,24	5,29
S Lin	1	0,054551	0,054551	1,319261	tn	4,49	8,53
S kuad	1	2,327403	2,327403	56	**	4,49	8,53
S Kub	1	1,542526	1,542526	37,30413	**	4,49	8,53
P	3	23,83241	7,944136	192,1	**	3,24	5,29
P Lin	1	2,613766	3	63,2	**	4,49	8,53
P Kuad	1	0,302	0,302	7,310	*	4,49	8,53
P Kub	1	20,91639	20,91639	505,8377	**	4,49	8,53
S x P	9	32,89113	3,65457	88,38137	**	2,54	3,78
Galat	15	0,620	0,041				
Total	31	69,9419					

Keterangan : KK: 9,97% **: Sangat nyata *: Nyata tn: Tidak nyata

Lampiran 6. Tabel Data Rataan Parameter Warna b*

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
S ₀ P ₁	14,69	14,50	29,19	14,59
S ₀ P ₂	10,23	10,25	20,48	10,24
S ₀ P ₃	14,03	14,05	28,08	14,04
S ₀ P ₄	8,88	8,87	17,75	8,87
S ₁ P ₁	8,97	8,90	17,87	8,93
S ₁ P ₂	9,71	9,74	19,45	9,72
S ₁ P ₃	17,19	17,2	34,39	17,19
S ₁ P ₄	9,92	9,94	19,86	9,90
S ₂ P ₁	10,39	10,40	20,79	10,39
S ₂ P ₂	9,93	9,92	19,85	9,925
S ₂ P ₃	9,91	9,90	19,81	9,905
S ₂ P ₄	10,45	10,40	20,85	10,42
S ₃ P ₁	15,84	15,70	31,54	15,77
S ₃ P ₂	10,68	10,60	21,28	10,64
S ₃ P ₃	10,32	10,35	20,67	10,33
S ₃ P ₄	11,02	11,00	22,02	11,01
Total	182,16	181,72	363,88	181,94
Rataan	11,385	11,3575	22,7425	11,3713

Tabel Analisis Sidik Ragam Warna b*

SK	Db	Jk	Kt	F hit.	F.05	F.01	
Perlakuan	15	193,6851	12,91234	5277,522	**	2,35	3,41
S	3	16,87518	5,625058	2299,07	**	3,24	5,29
S Lin	1	0,004096	0,004096	1,674114	tn	4,49	8,53
S kuad	1	10,28311	10,28311	4203,000	**	4,49	8,53
S Kub	1	5,936703	5,936703	2426,445	**	4,49	8,53
P	3	52,83313	17,61104	7198,000	**	3,24	5,29
P Lin	1	7,58641	8,000000	3100,700	**	4,49	8,53
P Kuad	1	0,53600	0,536000	218,9150	**	4,49	8,53
P Kub	1	44,7111	44,71110	18274,29	**	4,49	8,53
S x P	9	123,9767	13,77519	5630,188	**	2,54	3,78
Galat	15	0,037	0,002				
Total	31	193,722					
Keterangan :	KK: 1,46%	**:	Sangat nyata	tn:	Tidak nyata		

Lampiran 7. Tabel Data Rataan Parameter Organoleptik Aroma

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
S ₀ P ₁	3,1	3,0	6,1	3,05
S ₀ P ₂	3,2	3,1	6,3	3,15
S ₀ P ₃	2,9	3,0	5,9	2,95
S ₀ P ₄	3,1	3,0	6,1	3,05
S ₁ P ₁	3,0	2,9	5,9	2,95
S ₁ P ₂	3,0	3,3	6,3	3,15
S ₁ P ₃	2,8	3,0	5,8	2,90
S ₁ P ₄	3,3	3,0	6,3	3,20
S ₂ P ₁	3,0	3,1	6,1	3,05
S ₂ P ₂	3,0	2,8	5,8	2,90
S ₂ P ₃	2,9	3,0	5,9	2,95
S ₂ P ₄	3,1	3,0	6,1	3,05
S ₃ P ₁	3,0	3,1	6,1	3,05
S ₃ P ₂	3,2	3,0	6,2	3,10
S ₃ P ₃	2,9	3,0	5,9	2,95
S ₃ P ₄	3,0	2,8	5,8	2,90
Total	48,50	48,1	96,6	48,3
Rataan	3,03	3,006	6,03	3,01

Tabel Analisis Sidik Ragam Aroma

SK	Db	Jk	Kt	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	0,24875	0,016583	1,130682	tn	2,35	3,41
S	3	0,02125	0,007083	0,482955	tn	3,24	5,29
S Lin	1	1,04	1,04	0,006818	tn	4,49	8,53
S kuad	1	0,0125	0,00125	0	tn	4,49	8,53
S Kub	1	0,004	0,004	0,272727	tn	4,49	8,53
P	3	0,08125	0,027083	1,8	tn	3,24	5,29
P Lin	1	0,004	0	0,3	tn	4,49	8,53
P Kuad	1	0,005	0,005	0,341	tn	4,49	8,53
P Kub	1	0,07225	0,07225	4,926136	*	4,49	8,53
S x P	9	0,14625	0,01625	1,107955	tn	2,54	3,78
Galat	15	0,220	0,015				
Total	31	0,46875					

Keterangan : KK: 6,97% *: Nyata tn: Tidak nyata

Lampiran 8. Tabel Data Rataan Parameter Organoleptik Tekstur

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
S ₀ P ₁	3,2	3,1	6,3	3,15
S ₀ P ₂	3,1	3,15	6,25	3,12
S ₀ P ₃	3,1	3,3	6,4	3,20
S ₀ P ₄	3,4	3,1	6,5	3,25
S ₁ P ₁	3,3	3,2	6,5	3,25
S ₁ P ₂	3,5	3,4	6,9	3,45
S ₁ P ₃	3,4	3,2	6,6	3,30
S ₁ P ₄	3,2	3,4	6,6	3,30
S ₂ P ₁	3,1	3,1	6,2	3,10
S ₂ P ₂	3,5	3,3	6,8	3,40
S ₂ P ₃	3,2	3,4	6,6	3,30
S ₂ P ₄	3,4	3,4	6,8	3,40
S ₃ P ₁	3,2	3,2	6,4	3,20
S ₃ P ₂	3,3	3,4	6,7	3,35
S ₃ P ₃	3,1	3,1	6,2	3,10
S ₃ P ₄	3,5	3,3	6,8	3,40
Total	52,50	52,05	104,55	52,275
Rataan	3,28125	3,25313	6,53438	3,26719

Tabel Analisis Sidik Ragam Organoleptik Tekstur

SK	Db	Jk	Kt	F hit.	F.05	F.01
Perlakuan	15	0,391797	0,02612	2,103607	tn	2,35 3,41
S	3	0,094609	0,031536	2,539849	tn	3,24 5,29
S Lin	1	0,00012	0,00012	0,009635	tn	4,49 8,53
S kuad	1	0,065703	0,065703	5	*	4,49 8,53
S Kub	1	0,009766	0,009766	0,786493	tn	4,49 8,53
P	3	0,154609	0,051536	4,2	*	3,24 5,29
P Lin	1	0,058141	0	4,7	*	4,49 8,53
P Kuad	1	0,004	0,004	0,308	tn	4,49 8,53
P Kub	1	0,092641	0,092641	7,46099	*	4,49 8,53
S x P	9	0,142578	0,015842	1,275867	tn	2,54 3,78
Galat	15	0,186	0,012			
Total	31	0,57805				

Keterangan : KK: 6,16% *: Nyata tn: Tidak nyata

Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian

Pembuatan Pati



Modifikasi



Analisis Protein



Analisis Beku Cair



Analisis Daya Serap Air



Analisis Warna dan Pati yang dihasilkan

