

Karakteristik Pati Modifikasi Ikat Silang Sagu (*Metroxylon Sagu*) Dengan *Vital Wheat Gluten* Menggunakan CaCl_2 dan Aplikasinya dalam Pembuatan *Cookies*

Bagas Purwo Santoso^{*}), Adi Ruswanto , Mohammad Prasanto Bimantio

Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian,
INSTIPER Yogyakarta

*Email Korespondensi : bagasps041@gmail.com

ABSTRAK

Sagu merupakan sumber karbohidrat potensial, namun mengandung protein rendah (0,46%). Penelitian dilakukan untuk meningkatkan kandungan protein sagu melalui modifikasi ikat silang dengan vital wheat gluten dan CaCl_2 . Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik pati sagu modifikasi pada berbagai konsentrasi vital wheat gluten dan CaCl_2 , serta penilaian panelis terhadap cookies yang menggunakan pati sagu modifikasi. Penelitian menggunakan Rancangan Blok Lengkap dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah penambahan vital wheat gluten (A) dengan 3 taraf (A1=10%, A2=15%, A3=20%), dan faktor kedua adalah konsentrasi CaCl_2 (B) dengan 3 taraf (B1=1%, B2=1,5%, B3=2%). Pati sagu modifikasi dianalisis kadar protein, air, abu, pH, warna (Chroma), pati, amilosa, amilopektin, kalsium, serta uji organoleptik cookies untuk rasa, warna, aroma, dan tekstur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan vital wheat gluten berpengaruh terhadap kadar protein, air, abu, pH, kalsium, pati, amilosa, amilopektin, Chroma, rasa, dan tekstur, namun tidak pada warna dan aroma. Kemudian Penambahan konsentrasi CaCl_2 berpengaruh terhadap kadar protein, kadar air, kadar abu, kadar kalsium, kadar pati, kadar amilosa, kadar amilopektin, Chroma, (warna, aroma, dan tekstur). namun tidak berpengaruh pada pH dan rasa. Kesukaan tertinggi (5,55=agak suka) terdapat pada penambahan vital wheat gluten (20%) dan CaCl_2 (1%) dengan kadar protein 9,29%, kadar air 9,54%, kadar abu 0,56%, derajat asam 5,70, kadar kalsium 10,93 ppm, kadar pati 79,28%, kadar amilosa 23,06%, dan kadar amilopektin 56,22%.

Kata Kunci: sagu, pati modifikasi, protein, CaCl_2

PENDAHULUAN

Penggunaan tepung terigu sebagai bahan baku pangan cenderung meningkat tiap tahunnya pada produk kue Indonesia. Konsumsi tepung terigu di Indonesia cenderung mengalami peningkatan, hal ini dapat dilihat dari ketergantungan masyarakat Indonesia dalam konsumsi tepung terigu yang lebih banyak dari pada produksi tepung terigu (Badan Pusat Statistik, 2015). Mengutip dari Listiaty, (2022) terdapat 3 jenis terigu yang ada dipasaran dengan kandungan protein yang berbeda *hard flour* (12-13%), *medium hard flour* (9,5-11%), dan *soft flour* (7-8,5%). Tepung terigu sering digunakan karena dalam tepung terigu mengandung gluten (protein) yang tidak dimiliki oleh tepung lainnya, kandungan gluten dapat diekstrak dari tepung terigu menjadikan produk turunan berupa *vital wheat gluten* yang didalamnya terkandung sekitar 75% protein (Standard, 2001). Proses awal dari *vital wheat gluten* adalah dengan perendaman tepung terigu kemudian memisahkan pati dengan gluten,

gluten basah yang telah dipisahkan dari pati melalui proses pengeringan sebelum akhirnya dimenjadi *vital wheat gluten* (Weegels et al., 1994)

Sagu menjadi salah satu komoditas pangan potensial sebagai sumber karbohidrat yang telah lama dikenal sebagai pangan pokok tradisional di beberapa daerah di Indonesia (Sumaryono, 2006). Hasil dari sagu tanaman sagu berupa tepung sagu dapat digunakan dalam industri kue, pakan ternak bioetanol dan gula, karena sagu memiliki kandungan berupa rendah lemak dan nilai kalorinya cukup tinggi (Harling, 2018). Menurut (Tirta et al., 2013) komposisi kimia tepung sagu sebagian besar terdiri dari karbohidrat sama halnya dengan tepung terigu, tepung tapioka, dan tepung beras. Menurut Jading et al. (2011) pati sagu hampir tidak memiliki nilai protein yaitu sebesar (0,46%), hal ini yang menyebabkan pati sagu memiliki daya serap air yang sangat rendah.

Pati dalam pangan selain sebagai komponen nutrisi, juga menjadi penentu karakteristik produk. Dalam bentuk alaminya, satu jenis pati tidak bisa diaplikasikan untuk semua tipe pengolahan. Penyebab keterbatasan aplikasi pati di industri antara lain adalah hilangnya viskositas pada kondisi pH rendah, suhu tinggi atau perlakuan mekanis (Syamsir et al., 2012). Modifikasi pati ikat silang adalah proses kimia yang bertujuan untuk meningkatkan sifat fungsional pati dengan cara membentuk ikatan silang antar molekul pati. Proses ini melibatkan penggantian ikatan hidrogen yang ada dengan ikatan baru. Mengutip dari (Patriadi, 2015) CaCl_2 digunakan sebagai pereaksi karena gluten merupakan protein yang larut dalam basa.

Di industri makanan, pati digunakan sebagai binding dan thickening agent. Oleh karena itu, karakteristik pati seperti *swelling power*, *solubility*, *freeze-thaw stability*, *paste clarity*, dan *gel strength* berperan penting untuk menghasilkan produk makanan berbasis pati yang berkualitas (Polnaya et al., 2018). Pembuatan *cookies* umumnya menggunakan tepung terigu sebagai bahan bakunya sehingga diharapkan penelitian ini dapat membantu mengurangi ketergantungan konsumsi tepung terigu. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui karakteristik pati sagu modifikasi ikat silang pada berbagai konsentrasi *vital wheat gluten*.
2. Mengetahui karakteristik hasil pati sagu modifikasi ikat silang pada berbagai Konsentrasi CaCl_2 .
3. Mengetahui tanggapan panelis terhadap pengaplikasian pati modifikasi dalam *cookies* dan mengetahui yang paling disukai.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Pilot Plant dan Laboratorium Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian STIPER Yogyakarta. Penelitian ini dilaksanakan selama 3 bulan (27 november 2023 – 29 februari 2024).

Alat dan Bahan

Adapun alat yang digunakan untuk penelitian ini adalah timbangan analitik, *mixer*, cetakan biskuit, spatula, Loyang, oven, *rolling pin*, dan plastik., oven, cawan proselin, gelas ukur, labu kjedhal, pipet tetes, desikator, erlenmeyer, tabung reaksi, kertas saring, corong kaca, soxhlet, labu kjedhal, pipet ukur dan penjepit cawan.

Adapun bahan yang digunakan untuk penelitian ini yaitu pati sagu, *vital wheat gluten*, susu skim, margarin, baking powder, gula halus, garam, dan telur, CaCl_2 , aquades, H_2SO_4 pekat, H_2SO_4 (0,0103 N), H_3BO_3 2%, NaOH 30%, dan HCl.

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan dalam penelitian ini disusun secara faktorial dalam Rancangan Blok Lengkap (RBL) 2 faktor. Faktor pertama adalah konsentrasi *vital wheat gluten* pada pati sagu modifikasi ikat silang (A) terdiri dari 3 taraf yaitu:

A1= (10%)

A2= (15%)

A3= (20%)

Faktor kedua adalah Konsentrasi CaCl_2 dengan 3 taraf yaitu:

B1= (1%)

B2= (1,5%)

B3= (2%).

Faktor A terdiri dari 3 taraf dan faktor B terdiri dari 3 taraf dengan 2 kali ulangan, sehingga banyaknya percobaan yaitu $3 \times 3 \times 2 = 18$ satuan eksperimental.

Parameter yang diamati dalam penelitian pembuatan *cookies* pati sagu modifikasi ikat silang dengan gluten ini meliputi sifat fisik, sifat kimia, dan organoleptik *cookies*. Hasil pengamatan dianalisis menggunakan Anova dengan jenjang nyata 5%. Apabila ada beda nyata dilanjutkan dengan uji Duncan pada jenjang nyata 5%. Berikut ini adalah prosedur yang digunakan dalam menyiapkan tata letak urutan eksperimental (TLUE) sebagai berikut:

Blok 1

Tabel 1. Tata Letak dan Urutan Eksperimental (TLUE) Blok 1

A1B1	1	A1B2	2	A1B3	3
A2B1	4	A2B2	5	A2B3	6
A3B1	7	A3B2	8	A3B3	9

Blok 2

Tabel 2. Tata Letak dan Urutan Eksperimental (TLUE) Blok 2

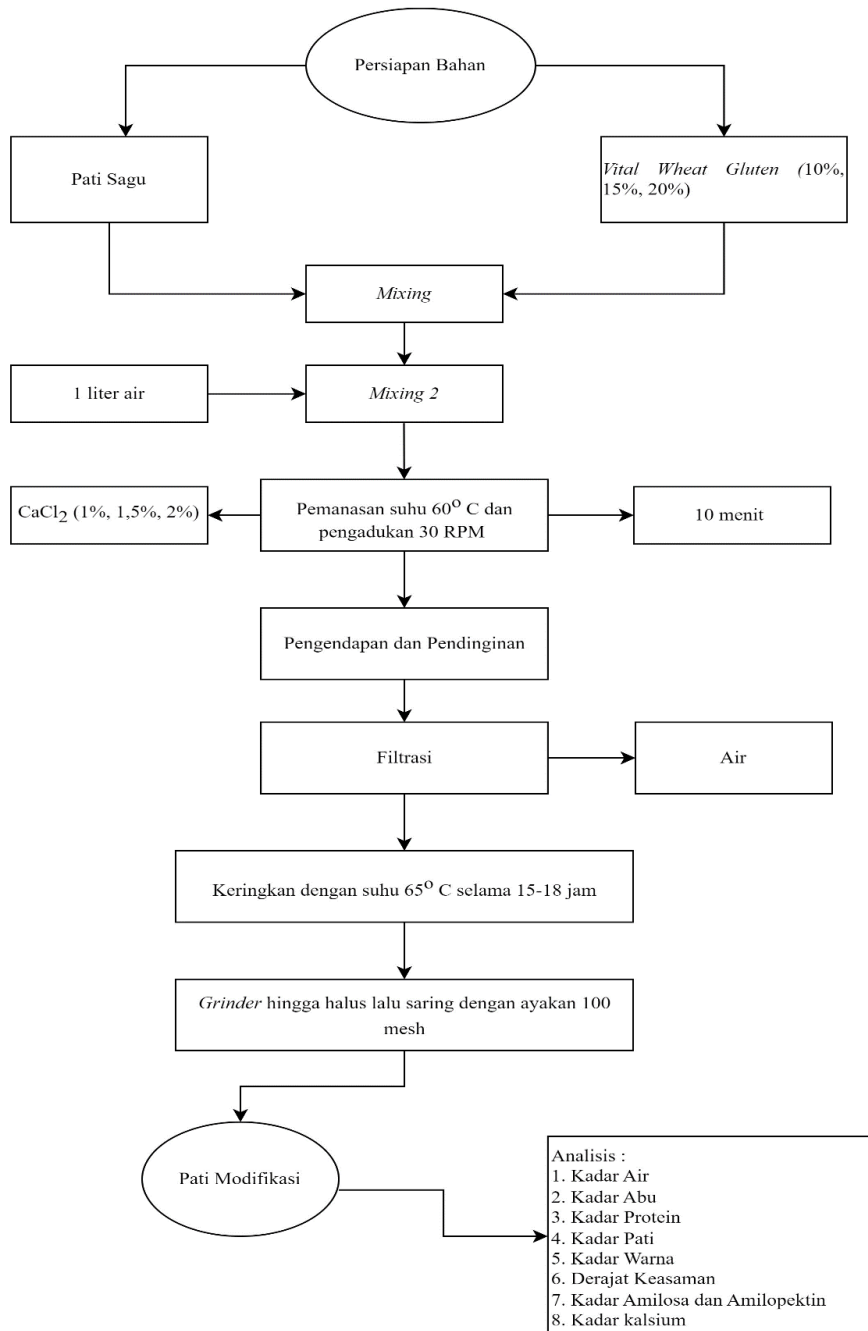
A1B1	10	A1B2	11	A1B3	12
A2B1	13	A2B2	14	A2B3	15
A3B1	16	A3B2	17	A3B3	18

Keterangan

A dan B : taraf faktor

1,2,3...,18 : urutan eksperimental

Prosedur Penelitian



Gambar 1. Diagram alir tahap pembuatan pati sagu modifikasi



Gambar 2. Diagram alir tahap pembuatan cookies

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Pati Sagu Modifikasi

a. Kadar Protein

Hasil analisis kadar protein pati sagu modifikasi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rerata kadar protein

<i>Vital Wheat</i> <i>Gluten</i>	Penambahan CaCl_2			Rerata A
	B1 (1%)	B2(1,5%)	B2(2%)	
A1	5,49	5,87	6,05	5,80 ^a
A2	6,56	6,76	6,91	6,74 ^b
A3	9,29	9,68	9,95	9,64 ^c
Rerata B	7,11 ^x	7,44 ^y	7,64 ^z	

Keterangan: Rerata yang diikuti huruf yang berbeda dengan kolom maupun baris menunjukkan adanya perbedaan berdasarkan uji jarak berganda *Duncan* pada jenjang nyata 5%.

Dari hasil uji pada Tabel 3 menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan *vital wheat gluten* maka semakin meningkatkan kadar protein pati sagu modifikasi. Dengan didapati berpengaruh signifikan pada nilai faktor A1=5,80%, A2=6,74%, dan A3=9,64%. Kadar protein cenderung meningkat seiring dengan penambahan konsentrasi vital wheat gluten, karena vital wheat gluten sendiri memiliki kandungan protein yang tinggi, mengutip dari (Apper-Bossard et al., 2013) kandungan protein dalam *vital wheat gluten* adalah sebesar 75% ini menjelaskan mengapa penambahan vital wheat gluten secara langsung berpengaruh terhadap peningkatan kadar protein pati modifikasi.

Penambahan CaCl_2 berpengaruh signifikan terhadap kadar protein pati sagu modifikasi B1=7,11%, B2=7,44%, B3=7,64%. Penambahan CaCl_2 meningkatkan kadar protein karena kalsium klorida memperkuat ikatan antar molekul protein gluten (glutenin dan gliadin), (*Hasnelly et al.*, 2014) menyatakan bahwa senyawa CaCl_2 yang dilarutkan dalam air rendaman akan terurai menjadi ion Ca^{2+} dan 2Cl^- . Ion Ca^{2+} selanjutnya akan berdifusi ke dalam bahan, ion Ca^{2+} berikatan dengan protein, sehingga protein yang telah berikatan dengan ion Ca^{2+} tidak mudah terdestruksi.

b. Kadar Air

Hasil analisis kadar air pati sagu modifikasi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rerata Kadar Air

<i>Vital Wheat</i> <i>Gluten</i>	Penambahan CaCl_2			Rerata A
	B1 (1%)	B2(1,5%)	B2(2%)	
A1	7,68	7,76	7,84	7,77 ^a
A2	7,87	8,14	8,33	8,11 ^b
A3	9,46	9,74	9,93	9,71 ^c
Rerata B	8,33 ^x	8,55 ^y	8,70 ^z	

Keterangan: Rerata yang diikuti huruf yang berbeda dengan kolom maupun baris menunjukkan adanya perbedaan berdasarkan uji jarak berganda *Duncan* pada jenjang nyata 5%.

Dari hasil uji Duncan pada Tabel 4 menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan vital wheat gluten. Dengan didapati berpengaruh signifikan pada nilai faktor A1=7,77%, A2=8,11%, dan A3=9,71%. Peningkatan kadar air disebabkan karena kemampuan gluten dalam menyerap air, Gluten dalam vital wheat gluten memiliki sifat higroskopis yang membantu adonan untuk menyimpan lebih banyak air, mengutip dari (Mühlenschemie, 2006) penyerapan gluten gandum mampu menyerap 1,3-1,5 kali jumlahnya.

Penambahan CaCl₂ pada pati sagu didapati ada berpengaruh signifikan ditunjuk dengan B1=8,33%, B2=8,55%, B3=8,70%. CaCl₂ meningkatkan kadar air dengan memperkuat ikatan antar molekul protein dalam adonan, sehingga adonan dapat menahan lebih banyak air, mengutip dari (Winarno & Aman, 1981) peningkatan konsentrasi CaCl₂ menyebabkan ion Ca²⁺ yang saling terikat dengan asam galakturonat dengan gugus karbonil mengalami peningkatan sehingga menyebabkan ikatan menyilang dengan gugus karbonilnya sehingga tekstur bahan jadi keras dan struktur jaringan makin kuat sehingga bisa mempertahankan kandungan air pada bahan pangan jika jumlah ikatan menyilangnya banyak terbentuk.

c. Kadar Abu

Hasil analisis kadar abu pati sagu modifikasi dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rerata Kadar abu

<i>Vital Wheat</i> <i>Gluten</i>	Penambahan CaCl ₂			Rerata A
	B1 (1%)	B2(1,5%)	B2(2%)	
A1	0,44	0,53	0,72	0,56 ^a
A2	0,51	0,71	0,81	0,67 ^b
A3	0,56	0,73	0,82	0,70 ^b
Rerata B	0,50 ^x	0,65 ^y	0,78 ^z	

Keterangan: Rerata yang diikuti huruf yang berbeda dengan kolom maupun baris menunjukkan adanya perbedaan berdasarkan uji jarak berganda *Duncan* pada jenjang nyata 5%.

Dari hasil uji Duncan pada Tabel 5 menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan *vital wheat gluten*. Dengan didapati berpengaruh signifikan pada nilai faktor A1=0,56%, A2=0,67%, dan A3=0,70%. Kadar abu dalam bahan meningkat karena banyak vital wheat gluten ditambahkan ke dalam adonan, jumlah mineral yang terkandung juga meningkat, (Iqbal et al., 2022) menyatakan kandungan mineral dalam gandum seperti Zinc, zat besi, magnesium, dan selenium.

Penambahan CaCl₂ pada pati sagu didapati ada berpengaruh signifikan ditunjuk dengan B1=0,50%, B2=0,65%, B3=0,78%. Kadar abu meningkat karena penambahan CaCl₂ (kalsium klorida) mengandung mineral kalsium yang dapat tetap ada sebagai abu setelah proses pemanggangan, (Ambarita et al., 2016) mengatakan ion Ca²⁺ dari CaCl₂ bisa berpenetrasi ke dalam jaringan bahan suatu produk hingga membentuk kalsium pektat kompleks.

d. Uji pH

Hasil analisis Uji pH pati sagu modifikasi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rerata Uji pH

<i>Vital Wheat</i> <i>Gluten</i>	Penambahan CaCl_2			Rerata A
	B1 (1%)	B2(1,5%)	B2(2%)	
A1	5,70	5,56	5,54	5,28 ^a
A2	5,51	5,35	5,36	5,47 ^a
A3	5,34	5,23	5,22	5,67 ^b
Rerata B	5,51 ^x	5,47 ^x	5,43 ^x	

Keterangan: Rerata yang diikuti huruf yang berbeda dengan kolom maupun baris menunjukkan adanya perbedaan berdasarkan uji jarak berganda *Duncan* pada jenjang nyata 5%.

Dari hasil uji *Duncan* pada Tabel 6 menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan *vital wheat gluten*. Dengan didapati berpengaruh signifikan pada nilai faktor A1=5,28, A2=5,47, dan A3=5,67. Peningkatan pH dikarenakan penambahan konsentrasi *vital wheat gluten*, diduga semakin banyak penambahan konsentrasi menyebabkan kadar air meningkat sehingga pH ikut meningkat. (Firnanta, 2020) mengatakan semakin tinggi kadar air, maka nilai pH yang dihasilkan semakin tinggi.

Penambahan CaCl_2 pada pati sagu didapati tidak ada berpengaruh signifikan ditunjukkan dengan B1=5,51, B2=5,47, B3=5,43. Nilai pH mengalami penurunan karena saat larut, ion kalsium (Ca^{2+}) yang dilepaskan dapat berinteraksi dengan komponen lain dalam adonan, menghasilkan senyawa asam yang menurunkan pH. Penelitian yang dilakukan oleh (Levine & Ryan, 2009) CaCl_2 larut dalam air terdisosiasi menjadi ion kalsium (Ca^{2+}) dan ion klorida (Cl^-). Ion Ca^{2+} berinteraksi dengan bahan, yang dapat mempengaruhi keseimbangan ion dan menurunkan pH, tapi karena konsentrasi penambahan relatif kecil sehingga tidak terlihat pengaruh signifikan pada kadar pH pati sagu modifikasi.

e. Kadar Kalsium

Hasil analisis kadar kalsium pati sagu modifikasi dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rerata Kadar kalsium

<i>Vital Wheat</i> <i>Gluten</i>	Penambahan CaCl_2			Rerata A
	B1 (1%)	B2(1,5%)	B2(2%)	
A1	141,05	194,51	240,22	191,93 ^a
A2	130,40	194,92	232,23	185,85 ^a
A3	109,33	183,02	217,64	170,00 ^b
Rerata B	126,93 ^x	190,82 ^y	230,03 ^z	

Keterangan: Rerata yang diikuti huruf yang berbeda dengan kolom maupun baris menunjukkan adanya perbedaan berdasarkan uji jarak berganda *Duncan* pada jenjang nyata 5%.

Dari hasil uji *Duncan* pada Tabel 7 menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan *vital wheat gluten* didapati berpengaruh signifikan pada nilai faktor A1=191,93 ppm, A2=185,85 ppm, dan A3=170 ppm. kandungan kalsium yang relatif rendah dalam *vital wheat gluten* bisa mengencerkan kadar kalsium yang sudah ada sebelumnya, sehingga mengakibatkan penurunan kadar kalsium secara keseluruhan. Mengutip (Day et al., 2006)

vital wheat gluten dilakukan proses pencucian yang membuat kandungan seperti pati dan mineral yang terkandung didalam *wheat gluten* terpisah dengan gluten.

Penambahan CaCl_2 pada pati sugu modifikasi didapati ada berpengaruh signifikan ditunjuk dengan $B_1=126,93$ ppm, $B_2=190,82$ ppm, $B_3=230,03$ ppm. Peningkatan kadar kalsium terjadi seiring dengan semakin bertambahnya konsentrasi CaCl_2 hal ini dikarenakan penambahan CaCl_2 mengandung ion kalsium (Ca^{2+}). (Rahmawati et al., 2011) kandungan dari Kalsium klorida (CaCl_2) yang terdiri dari unsur kalsium (Ca) dan klorin (Cl_2), semakin bertambah konsentrasi CaCl_2 semakin meningkat kadar kalsium pati sugu modifikasi.

f. Kadar Pati

Hasil analisis kadar pati sugu modifikasi dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Rerata Kadar pati

Vital Wheat Gluten	Penambahan CaCl_2			Rerata A
	B1 (1%)	B2(1,5%)	B2(2%)	
A1	74,67	74,92	75,35	74,98 ^a
A2	76,87	77,47	77,83	77,39 ^b
A3	79,79	78,84	79,70	79,11 ^c
Rerata B	76,78 ^x	77,07 ^x	77,63 ^y	

Keterangan: Rerata yang diikuti huruf yang berbeda dengan kolom maupun baris menunjukkan adanya perbedaan berdasarkan uji jarak berganda *Duncan* pada jenjang nyata 5%.

Dari hasil uji *Duncan* pada Tabel 8 menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan *vital wheat gluten*. Dengan didapati berpengaruh signifikan pada nilai faktor $A_1=74,98$ %, $A_2=77,39$ %, dan $A_3=79,11$ %. Peningkatan kadar pati terjadi seiring meningkatnya konsentrasi vital wheat gluten, ini karena penambahan gluten dapat meningkatkan interaksi antara pati dan air, sehingga kadar pati dalam produk akhir juga meningkat. Menurut (Day et al., 2006) vital wheat gluten terdiri dari sekitar 75% protein, 8% kadar air, dan sisanya termasuk pati, lemak, serta serat.

Penambahan CaCl_2 pada pati sugu modifikasi didapati ada berpengaruh signifikan ditunjuk dengan $B_1=76,78\%$, $B_2=77,07$ %, $B_3=77,63\%$. Peningkatan kadar pati terjadi seiring dengan semakin bertambahnya konsentrasi CaCl_2 hal ini tidak sejalan dengan penelitian Jiao et al. (2016) menunjukkan bahwa CaCl_2 mempengaruhi kadar pati dengan melemahkan struktur pati, dan merusak struktur pati tergantung konsentrasi yang digunakan. Konsentrasi kalsium klorida yang lebih rendah dapat sedikit merusak struktur pati, sedangkan konsentrasi yang lebih tinggi dapat menurunkan pati secara signifikan.

g. Kadar Amilosa

Hasil analisis kadar amilosa sugu modifikasi dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Rerata Kadar Amilosa

Vital Wheat Gluten	Penambahan CaCl_2			Rerata A
	B1 (1%)	B2(1,5%)	B2(2%)	
A1	23,06	22,98	23,20	19,81 ^a
A2	22,67	23,01	21,84	22,51 ^b
A3	20,56	19,51	19,36	23,08 ^c
Rerata B	22,09 ^x	21,83 ^x	21,47 ^y	

Keterangan: Rerata yang diikuti huruf yang berbeda dengan kolom maupun baris menunjukkan adanya perbedaan berdasarkan uji jarak berganda *Duncan* pada

Dari hasil uji Duncan pada Tabel 9 menunjukan bahwa semakin banyak penambahan vital wheat gluten. Dengan didapati berpengaruh signifikan pada nilai faktor A1=19,81%, A2=22,51%, dan A3=23,08%. Peningkatan kadar amilosa terjadi seiring meningkatnya konsentrasi vital wheat gluten, hal ini dikarenakan pati (amilosa) yang masih terkandung dalam vital wheat gluten sehingga semakin banyak penambahannya semakin meningkatkan kadar amilosa (Day et al., 2006).

Penambahan CaCl₂ pada pati sagu modifikasi didapati ada berpengaruh signifikan ditunjuk dengan B1=22,09%, B2=21,83%, B3=21,47%. Penurunan kadar amilosa terjadi seiring dengan bertambahnya konsentrasi CaCl₂, hal ini sesuai dengan penelitian Jiao et al. (2016) menunjukkan bahwa CaCl₂ mempengaruhi kadar pati amilosa dengan melemahkan struktur juga semakin tinggi konsentrasi maka semakin signifikan penurunannya, diketahui amilosa adalah salah satu penyusun pati.

h. Kadar Amilopektin

Hasil analisis kadar amilopektin sagu modifikasi dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Rerata Kadar Amilopektin

<i>Vital Wheat</i> <i>Gluten</i>	Penambahan CaCl ₂			Rerata A
	B1 (1%)	B2(1,5%)	B2(2%)	
A1	54,11	55,41	56,00	55,17 ^a
A2	54,20	54,46	55,99	54,88 ^a
A3	56,22	55,86	56,01	56,03 ^b
Rerata B	54,84 ^x	55,24 ^y	56,00 ^z	

Keterangan: Rerata yang diikuti huruf yang berbeda dengan kolom maupun baris menunjukan adanya perbedaan berdasarkan uji jarak berganda *Duncan* pada jenjang nyata 5%.

Dari Dari hasil uji Duncan pada Tabel 10 menunjukan bahwa semakin banyak penambahan *vital wheat gluten*. Dengan didapati berpengaruh signifikan pada nilai faktor A1=55,17%, A2=54,88%, dan A3=56,03%. *Vital wheat gluten*, yang mengandung protein glutenin dan gliadin, membantu memperkuat struktur adonan dengan membentuk jaringan gluten yang lebih kuat. Mengutip dari (Nisah, 2018) *Vital wheat gluten* mengandung protein yang dapat memperkuat struktur adonan, sehingga semakin banyak penambahannya, semakin banyak pula pati, termasuk amilopektin, yang terhidrasi dan terdistribusi dengan baik. Hal ini menyebabkan peningkatan kadar amilopektin dalam produk akhir

Penambahan CaCl₂ pada pati sagu modifikasi didapati ada berpengaruh signifikan ditunjuk dengan B1=54,84%, B2=55,24%, B3=56,00%. Peningkatan kadar amilopektin akibat penambahan CaCl₂ dapat terjadi karena ion kalsium (Ca²⁺) dalam CaCl₂ memperkuat struktur dengan meningkatkan interaksi antara protein gluten dan pati. Mengutip (Lee JuHun et al., 2013) mengatakan kandungan amilopektin dengan larutan mengandung CaCl₂ lebih tinggi pada semua konsentrasi, Hal ini disebabkan oleh ion kalsium (Ca²⁺) dalam CaCl₂ yang memperkuat interaksi pati dan air, sehingga amilopektin lebih terhidrasi dan terdistribusi, meningkatkan kadar amilopektin.

i. Analisis Chroma

Hasil analisis kadar amilopektin sagu modifikasi dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Rerata *chroma*

<i>Vital Wheat</i> <i>Gluten</i>	Penambahan CaCl ₂			Rerata A
	B1 (1%)	B2(1,5%)	B2(2%)	
A1	1,86	1,25	1,24	1,45 ^a
A2	4,34	3,95	3,35	3,88 ^b
A3	7,51	6,54	6,01	6,69 ^c
Rerata B	4,57 ^x	3,92 ^y	3,54 ^y	

Keterangan: Rerata yang diikuti huruf yang berbeda dengan kolom maupun baris menunjukkan adanya perbedaan berdasarkan uji jarak berganda *Duncan* pada jenjang nyata 5%.

Dari hasil uji *Duncan* pada Tabel menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan *vital wheat* gluten. Dengan didapati berpengaruh signifikan pada nilai faktor A1=1,45, A2=3,88, dan A3=6,69. Peningkatan total perbedaan warna terjadi karena *vital wheat* gluten memungkinkan terjadinya pencoklatan, mengutip dari (Winarno, 2004) proses *maillard* yaitu pencoklatan akibat glukosa bereaksi dengan protein dipicu oleh panas.

Penambahan CaCl₂ pada pati sagu modifikasi didapati ada berpengaruh signifikan ditunjuk dengan B1=4,57, B2=3,92, B3=3,54. Penurunan nilai warna ΔE terjadi seiring bertambahnya konsentrasi CaCl₂, Faiqoh (2014) menyebutkan CaCl₂ mampu menghambat pencoklatan non enzimatis karena ion Ca²⁺ akan berkaitan pada asam-asam amino sehingga menghambat reaksi gula reduksi dan reaksi amino yang mengakibatkan warna coklat.

2. Organoleptik Cookies

a. Warna

Hasil organoleptik warna *cookies* dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Rerata organoleptik warna

<i>Vital Wheat</i> <i>Gluten</i>	Penambahan CaCl ₂			Rerata A
	B1 (1%)	B2(1,5%)	B2(2%)	
A1	5,63	5,28	5,33	5,41 ^a
A2	5,65	5,50	5,08	5,41 ^a
A3	5,53	5,20	5,35	5,36 ^a
Rerata B	5,60 ^y	5,33 ^x	5,25 ^x	

Keterangan: Rerata yang diikuti huruf yang berbeda dengan kolom maupun baris menunjukkan adanya perbedaan berdasarkan uji jarak berganda *Duncan* pada jenjang nyata 5%.

Dari hasil uji *Duncan* pada Tabel menunjukkan bahwa didapati tidak berpengaruh signifikan pada nilai faktor A1=5,41, A2=5,41, dan A3=5,36. Tidak adanya pengaruh diduga karena pada hasil pembuatan *cookies* warna yang dihasilkan tidak terlalu berbeda satu sama lain.

Penambahan CaCl₂ pada pati sagu modifikasi didapati tidak ada pengaruh signifikan ditunjuk dengan B1=5,60, B2=5,33, B3=5,25. Adanya pengaruh diduga karena ada pengaruh pada CaCl₂ dimana dapat mengurangi pencoklatan (*maillard*) sehingga *cookies* yang memiliki warna sedikit lebih cerah lebih disukai oleh panelis.

b. Aroma

Hasil organoleptik aroma *cookies* dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 23. Rerata organoleptik aroma *cookies*

<i>Vital Wheat</i> <i>Gluten</i>	Penambahan CaCl ₂			Rerata A
	B1 (1%)	B2(1,5%)	B2(2%)	
A1	5,21	5,39	4,97	5,19 ^a
A2	5,05	5,26	5,37	5,23 ^a
A3	5,58	5,27	5,11	5,23 ^a
Rerata B	5,28 ^x	5,31 ^x	5,15 ^x	

Keterangan: Rerata yang diikuti huruf yang berbeda dengan kolom maupun baris menunjukkan adanya perbedaan berdasarkan uji jarak berganda *Duncan* pada jenjang nyata 5%.

Dari hasil uji *Duncan* pada Tabel menunjukkan bahwa didapatkan tidak berpengaruh signifikan pada nilai faktor A1=5,19, A2=5,23, dan A3=5,23. Tidak adanya pengaruh diduga karena pada hasil pembuatan *cookies* aroma yang dihasilkan tidak memiliki perbedaan sehingga tidak membuat pengaruh signifikan.

Penambahan CaCl₂ pada pati sagu modifikasi didapatkan tidak ada pengaruh signifikan ditunjukkan dengan B1=5,28, B2=5,31, B3=5,15. Penambahan Konsentrasi CaCl₂ pada pembuatan pati sagu modifikasi tidak membuat pengaruh signifikan pada aroma *cookies* yang dihasilkan.

c. Rasa

Hasil organoleptik rasa *cookies* dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Rerata organoleptik rasa *cookies*

<i>Vital Wheat</i> <i>Gluten</i>	Penambahan CaCl ₂			Rerata A
	B1 (1%)	B2(1,5%)	B2(2%)	
A1	5,53	5,70	5,53	5,58 ^a
A2	5,38	5,68	5,45	5,50 ^a
A3	5,60	5,53	5,43	5,52 ^a
Rerata B	5,50 ^x	5,63 ^x	5,47 ^x	

Keterangan: Rerata yang diikuti huruf yang berbeda dengan kolom maupun baris menunjukkan adanya perbedaan berdasarkan uji jarak berganda *Duncan* pada jenjang nyata 5%.

Dari hasil uji *Duncan* pada Tabel menunjukkan bahwa didapatkan tidak berpengaruh signifikan pada nilai faktor A1=5,58, A2=5,50, dan A3=5,52. Tidak adanya pengaruh diduga karena pada hasil pembuatan *cookies* rasa yang dihasilkan tidak memiliki perbedaan karena penggunaan bahan yang sama yaitu vital wheat gluten dalam pati sagu modifikasi sehingga tidak membuat pengaruh signifikan.

Penambahan CaCl₂ pada pati sagu modifikasi didapatkan tidak ada pengaruh signifikan ditunjukkan dengan B1=5,50, B2=5,63, B3=5,47. Penambahan Konsentrasi CaCl₂ pada pembuatan pati sagu modifikasi tidak membuat pengaruh signifikan pada aroma *cookies* yang dihasilkan.

d. Tekstur

Hasil organoleptik tekstur *cookies* dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Rerata organoleptik tekstur *cookies*

Vital Wheat Gluten	Penambahan CaCl ₂			Rerata A
	B1 (1%)	B2(1,5%)	B2(2%)	
A1	5,53	5,70	5,53	5,58 ^a
A2	5,38	5,68	5,45	5,50 ^a
A3	5,60	5,53	5,43	5,52 ^a
Rerata B	5,50 ^x	5,63 ^x	5,47 ^x	

Keterangan: Rerata yang diikuti huruf yang berbeda dengan kolom maupun baris menunjukkan adanya perbedaan berdasarkan uji jarak berganda *Duncan* pada jenjang nyata 5%.

Dari hasil uji *Duncan* pada Tabel 15 menunjukkan bahwa didapati tidak berpengaruh signifikan pada nilai faktor A1=5,31, A2=5,43, dan A3=5,50. Pada Tabel hasil uji anaka menunjukkan penambahan vital wheat gluten tidak ada pengaruh nyata sedangkan pada uji *Duncan* menunjukkan adanya pengaruh, nilai yang dihasilkan relatif meningkat menunjukkan bahwa panelis lebih menyukai tekstur *cookies* dengan penambahan vital wheat gluten terbanyak yaitu A3.

Penambahan CaCl₂ pada pati sagu modifikasi didapati tidak ada pengaruh signifikan ditunjuk dengan B1=5,44, B2=5,33, B3=5,45. Penambahan Konsentrasi CaCl₂ pada pembuatan pati sagu modifikasi tidak membuat pengaruh signifikan pada tekstur *cookies* yang dihasilkan, diduga karena penambahan konsentrasi CaCl₂ yang relatif sedikit dibanding bahan lainnya dalam pembuatan *cookies* pati sagu modifikasi.

e. Rerata organoleptik

Keseluruhan hasil uji kesu didapati rerata dari parameter warna, aroma, rasa, dan tekstur untuk mendapatkan sampel tertinggi terdapat pada Tabel 16.

Tabel 16. Rerata organoleptik tekstur *cookies*

Kode	Aroma	Warna	Rasa	Tekstur	Jumlah	Rerata	Keterangan
A1B1	5,25	5,63	5,53	5,28	21,68	5,42	Agak Suka
A1B2	5,40	5,28	5,70	5,30	21,68	5,42	Agak Suka
A1B3	5,05	5,33	5,53	5,35	21,25	5,31	Agak Suka
A2B1	5,08	5,65	5,38	5,45	21,55	5,39	Agak Suka
A2B2	5,25	5,50	5,68	5,33	21,75	5,44	Agak Suka
A2B3	5,38	5,08	5,45	5,53	21,43	5,36	Agak Suka
A3B1	5,48	5,53	5,60	5,58	22,18	5,54	Agak Suka
A3B2	5,23	5,20	5,53	5,45	21,40	5,35	Agak Suka
A3B3	5,10	5,35	5,43	5,48	21,35	5,34	Agak Suka

Tabel 16. Rerata rerata uji organoleptik keseluruhan menunjukkan hasil keterangan agak suka pada semua sampel, Adapun nilai tertinggi didapati (5,54) pada sampel A3B1 dan terendah (5,31) pada sampel A1B3. Hasil penilaian panelis yang sama dikarenakan kemiripan baik warna, rasa, aroma, dan tekstur dari *cookies* pati sagu modifikasi, Adapun yang dapat disimpulkan bahwa ternyata setelah dilakukannya modifikasi pada pati sagu

dengan beragam perlakuan tidak mengubah karakteristik organoleptik dari *cookies* yang dihasilkan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Karakteristik pati sagu modifikasi ikat silang pada berbagai variasi kadar *vital wheat gluten* diketahui hasil analisis penambahan *vital wheat gluten* berpengaruh terhadap kadar Protein, kadar air, kadar abu, pH, kadar kalsium, kadar pati, kadar amilosa, kadar amilopektin, *chroma* namun tidak pada berpengaruh terhadap organoleptik (warna, aroma, rasa, dan tekstur). Kemudian hasil analisis penambahan CaCl_2 berpengaruh terhadap kadar protein, kadar air, kadar abu, kadar kalsium, kadar pati, kadar amilosa, kadar amilopektin, *chroma* namun tidak berpengaruh terhadap pH, organoleptik (warna, aroma, rasa, dan tekstur).
2. Penambahan konsentrasi CaCl_2 dengan berbagai variasi menghasilkan pati sagu dengan kandungan mineral Ca yang lebih banyak dibanding pati sagu biasa dengan rata-rata perlakuan B1= 129,93 ppm, B2=190,82 ppm, B3=230 ppm. Standar residu kalsium tertinggal pada produk yang diizinkan adalah sebesar 260 ppm.
3. Hasil organoleptik kesukaan menunjukkan rerata keseluruhan sampel agak disukai semua, pada perlakuan A3B1 didapatkan sebagai hasil tertinggi dengan nilai 5,54.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambarita, J., Kencana, P. K. D., & Budisanjaya, I. P. G. (2016). *Pengaruh Konsentrasi Larutan CaCl_2 (Kalsium Klorida) dan Suhu Pengeringan terhadap Karakteristik Tepung Rebung Bambu Tabah (*Gigantochloa nigrociliata* Buse-Kurz)*. 10, 1–23.
- Apper-Bossard, E., Feneuil, A., Wagner, A., & Respondek, F. (2013). Use of vital wheat gluten in aquaculture feeds. *Aquatic Biosystems*, 9(1), 21.
- Badan Pusat Statistik. (2015). Data Statistika Pertanian Tanaman Pangan Data Statistik Konsumsi Makanan Olahan Tepung Terigu. *Jakarta*.
- Day, L., Augustin, M. A., Batey, I. L., & Wrigley, C. W. (2006). Wheat-gluten uses and industry needs. *Trends in Food Science & Technology*, 17(2), 82–90.
- Faiqoh, E. N. (2014). Pengaruh Konsentrasi Dan Lama Perendaman Dalam CaCl_2 (Kalsium Klorida) Terhadap Kualitas Dan Kuantitas Buah Naga Super Merah (*Hylocereus costaricensis*). *Jurusan Biologi Fakultas Sains Dan Teknologi. UIN*.
- Firnanta, C. (2020). *PENAMBAHAN KROMANON DEAMINA DARI EKSTRAK BUAH MAJA (*Aegle marmelos* L. Corr) UNTUK MENINGKATKAN KADAR PROTEIN PADA DADA AYAM BROILER SELAMA MASA PERTUMBUHAN*. Unika Soegijapranata Semarang.
- Harling, V. N. Van. (2018). Analisis perbandingan produksi sagu secara tradisional dan modern pada alat parut sagu dengan menggunakan motor penggerak listrik. *Sosced*, 1(1), 2622–8866.
- Hasnelly, Asgar, A., & Yosepa, V. (2014). Pengaruh Konsentrasi Larutan Air Kapur dan Lama Perendaman Terhadap Karakteristik French Fries Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*. L). *Pasundan Food Technology Journal*, 1(2), 141–151.
- Iqbal, M. J., Shams, N., & Fatima, K. (2022). Nutritional quality of wheat. In *Wheat*. IntechOpen.
- Jiao, F., Shi, X.-R., Han, F.-P., & Yuan, Z.-Y. (2016). Increasing aridity, temperature and soil pH induce soil CNP imbalance in grasslands. *Scientific Reports*, 6(1), 19601.
- Mühlenchemie. (2006). *Future of Flour*. Clenze: Verlag Agrimedia.
- Lee JuHun, L. J., You SangGuan, Y. S., Kweon DongKeon, K. D., Chung HyunJung, C. H., & Lim SeungTaik, L. S. (2013). *Dissolution behaviors of waxy maize amylopectin in aqueous-DMSO solutions containing NaCl and CaCl_2* .

- Levine, R. A., & Ryan, S. M. (2009). Determining the effect of calcium cations on acrylamide formation in cooked wheat products using a model system. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(15), 6823–6829.
- Listiaty, T. (2022). Uji Organoleptik Tepung Sagu Terhadap Daya Terima Konsumen Pada Kue Kering Choco Chips. *Manajemen Kreatif Jurnal*, 496–515.
- Nisah, K. (2018). Study pengaruh kandungan amilosa dan amilopektin umbi-umbian terhadap karakteristik fisik plastik biodegradable dengan plastizicer gliserol. *BIOTIK: Jurnal Ilmiah Biologi Teknologi Dan Kependidikan*, 5(2), 106-.
- Polnaya, F. J., Huwae, A. A., & Tetelepta, G. (2018). Karakteristik Sifat Fisiko-Kimia dan Fungsional Pati Sagu Ihur (*Metroxylon sylvestre*) Dimodifikasi dengan Hidrolisis Asam. *Agritech*, 38(1), 7. <https://doi.org/10.22146/agritech.16611>
- Rahmawati, I. S., Hastuti, E. D., & Darmanti, S. (2011). Pengaruh perlakuan konsentrasi kalsium klorida (CaCl₂) dan lama penyimpanan terhadap kadar asam askorbat buah tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.). *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, 19(1), 62–70.
- Sumaryono. (2006). Sagu Potensial Perkaya Keragaman Pangan. *Badan Pengkajian Dan Penerapan Teknologi Jakarta*.
- Syamsir, E., Hariyadi, P., Fardiaz, D., Andarwulan, N., & Feri Kusnandar, D. (2012). Pengaruh Proses Heat-Moisture Treatment (Hmt) Terhadap Karakteristik Fisikokimia Pati. *J. Teknol. Dan Industri Pangan*, 23(1), 100–106.
- Standard, C. A. (2001). Wheat Protein Products Including Wheat Gluten: CODEX STAN 163-1987, Rev. 1-2001; FAO.
- Tirta, P., Indrianti, N., & Ekafitri, R. (2013). Potensi Tanaman Sagu (*Metroxylon* sp.) dalam Mendukung Ketahanan Pangan di Indonesia. *Jurnal Pangan*, 22(1), 61–75.
- Weegels, P.L., Verhoek, J.A., De Groot, A.M.A., & Hamer, R.J. (1994). Effects on gluten of heating at different moisture contents. I. Changes in functional properties. *Journal of Cereal Science*, 19, 31-38.
- Winarno, F. . G. . (2004). *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama.
- Winarno, F. G., & Aman, M. (1981). *Fisiologi lepas panen*. Sastra Hudaya.