

SIFAT FISIKOKIMIA TEPUNG KOMPOSIT BEBAS GLUTEN

[Physicochemical Properties of Gluten Free Composite Flour]

Nurmiati¹⁾, Petrus Oktavianus Hutajulu¹⁾, Andi Fitra Suloi¹⁾

¹⁾ Agroindustri, Jurusan Agroindustri, Politeknik Negeri Fakfak, Indonesia

email: nurmiati@polinef.id

ABSTRACT

Gluten-containing flour has been linked to celiac disease. Gluten-free flour can be used in a gluten-free diet. Gluten-free composite flour can be made using local ingredients such as sago starch, yellow sweet potato, and green beans. Soaked and germinated green beans are used to lower anti-nutritional compounds, boost digestibility and protein content, and improve the functional qualities of the composite flour. Finding out the functional and chemical characteristics of composite flour formulations was the goal of this study. A quantitative research approach is being applied. The study was conducted by first creating flour from locally grown food, then formulating a composite flour, and then examining the functional, chemical, and physical characteristics of the final composite flour. According to the research findings, the composite flour's lightness ranged from 88.18 to 87.19, its redness value from 1.90 to 2.74, and its yellowish-colored b value from 12.23 to 14.56. Compared to the raw material's hygroscopicity, the composite flour formulation's hygroscopicity value decreased. The composite flour developed had a compaction density value of 0.96 gr/ml. There were observed alterations in the chemical parameters of green bean sprout flour, specifically a decrease in fat content and an increase in fiber content. However, when mung bean sprout flour was added to the composite flour formulation, the amount of fiber decreased. Increased water absorption capacity, oil absorption capacity, and solubility were also detected in composite flour with mung bean sprout flour. The composite flour formulation was shown to have increased swelling power and water absorption capability.

Keywords: Composite Flour, Formulation, Gluten Free

ABSTRAK

Konsumsi tepung dengan kandungan gluten telah menyebabkan pemicu *celiac disease*. Diet penggunaan gluten dapat dilakukan dengan menggunakan tepung bebas gluten. Pembuatan tepung komposit bebas gluten dapat dilakukan dengan menggunakan pangan lokal seperti pati sago, ubi jalar kuning, dan kacang hijau. Penggunaan kacang hijau yang telah direndam dan dikecambahkan dilakukan untuk mengurangi zat antinutrisi, meningkatkan kandungan protein dan daya cerna, serta peningkatan sifat fungsional tepung komposit tersebut. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui sifat kimia dan sifat fungsional formulasi tepung komposit. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode kuantitatif. Penelitian dilakukan dengan pembuatan tepung dari pangan lokal, kemudian membuat formulasi tepung komposit, selanjutnya dilakukan analisa sifat fisik, kimia dan sifat fungsional terhadap tepung komposit yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecerahan (*lightness*) tepung komposit berkisar antara 88,18-87,19; dengan nilai a (kemerahan) berkisar antara 1,90-2,74; nilai b (kekuningan) berkisar antara 12,23-14,56. Penurunan nilai higroskopisitas ditunjukkan pada formulasi tepung komposit dibandingkan dengan higroskopisitas bahan baku. Nilai densitas pemadatan tepung komposit yang diperoleh yaitu 0,96 gr/ml. Perubahan sifat kimia ditemukan pada tepung kecambah kacang hijau, yaitu pengurangan kadar lemak dan peningkatan kadar serat pada tepung kecambah kacang hijau. Namun terjadi penurunan kadar serat pada formulasi tepung komposit dengan tepung kecambah kacang hijau. Peningkatan daya serap air, daya serap minyak dan kelarutan juga ditemukan pada tepung komposit dengan penambahan tepung kecambah kacang hijau. Peningkatan daya serap air dan *swelling power* ditemukan pada formulasi tepung komposit.

Kata kunci: Bebas Gluten, Formulasi, Tepung Komposit

PENDAHULUAN

Gluten merupakan protein yang tersimpan dalam biji-bijian seperti gandum, *rye*, *barley*, dan oat (Biesiekierski, 2017). Konsumsi tepung dengan kandungan gluten telah menyebabkan pemicu beberapa penyakit diantaranya *celiac disease* (Plot dan Amital, 2009; Lau *et al.*, 2013); Lebowohl *et al.*, 2015). Satu-satunya cara untuk mengurangi penyakit tersebut adalah dengan diet gluten (Vici *et al.*, 2016). Sumber protein bebas gluten banyak ditemui pada kacang-kacangan, biji-bijian, dan umbi-umbian (Jnawali *et al.*, 2016). Sekarang ini berkembang tepung komposit yang merupakan campuran dari berbagai macam tepung terigu maupun non terigu untuk pembuatan berbagai macam produk (Ajifolokun *et al.*, 2019). Beberapa tepung komposit yang telah dibuat diantaranya campuran tepung beras, tepung kentang, tepung jagung dan tepung millet (Quiñones *et al.*, 2015); campuran tepung jagung, tepung ubi jalar, tepung kentang, tepung *mocaf* dan *xanthan gum* sebagai bahan pembuatan roti bebas gluten (Yulianti *et al.*, 2019); campuran tepung singkong dengan kacang tunggak untuk pembuatan biskuit bebas gluten (Soedirga *et al.*, 2021); campuran tepung millet jari, sorgum dan kacang hijau untuk pembuatan bubur (Saxena *et al.*, 2019); campuran tepung ubi jalar *orange*, wortel, dan kacang merah untuk pembuatan bubur instan (Putra *et al.*, 2021); campuran pati sagu, tepung talas dan tepung kacang hijau menunjukkan bahwa tepung komposit tersebut sebagai alternatif yang baik untuk pembuatan biskuit bebas gluten (Puspitasari *et al.*, 2021).

Potensi pengolahan tepung komposit tersebut menjadi berbagai macam produk olahan menunjukkan bahwa pembuatan tepung komposit dapat memanfaatkan sumber pangan lokal. Pati sagu merupakan pati yang berasal dari batang pohon sagu (*sago palm*) yang banyak tumbuh di wilayah Indonesia Timur, diantaranya, Sulawesi, Maluku dan Papua. Pati sagu mengandung 353 kalori dengan kandungan karbohidrat 81,73%. Meskipun memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi dibandingkan dengan beras, pati sagu hanya memiliki kandungan protein 0,12% (Liestianty *et al.*, 2016). Keterbatasan kandungan protein tersebut menyebabkan pati sagu sulit membentuk adonan sehingga pemanfaatannya masih sedikit. Upaya peningkatan kandungan protein pada tepung rendah protein dapat dilakukan dengan pembuatan tepung komposit dengan penambahan sumber protein lain, seperti tepung dari sereal, legum, umbi-umbian ataupun tepung lainnya yang memiliki kandungan protein lebih tinggi (Ekafitri dan Isworo, 2014; Ali *et al.*, 2018; Pycia *et al.*, 2022; Azkia, *et al.*, 2020).

Pemilihan bahan campuran tepung komposit perlu mempertimbangkan kesesuaiannya untuk penggunaan akhir dan ketersediannya (Chandra, *et al.*, 2015). Kesesuaian penggunaan akhir terkait dengan sifat fungsional yang diperlukan untuk melihat kemampuan tepung komposit tersebut dapat digunakan atau tidak. Kacang hijau merupakan salah satu kacang yang mudah ditemukan dengan harga terjangkau. Dalam beberapa kajian, kacang hijau dijadikan sebagai tepung komposit untuk pembuatan mie dan biskuit (Azkia *et al.*, 2020; Puspitasari *et al.*, 2021). Perendaman kacang hijau dilakukan sebelum dibuat tepung bertujuan untuk menurunkan zat antinutrisi yang terdapat pada kacang tersebut (Narsih *et al.*, 2008), perendaman dan perkecambahan kacang-kacangan mampu meningkatkan kandungan protein dan daya cerna (Rachim *et al.*, 2020; Yen *et al.*, 2022). Berdasarkan pemaparan diatas, maka penelitian ini dilakukan dengan pembuatan formulasi tepung komposit dari pati sagu dengan penambahan tepung ubi jalar, dan tepung kacang hijau yang sebelumnya dilakukan perendaman dan perkecambahan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui sifat kimia dan sifat fungsional formulasi tepung komposit.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pati sagu, ubi jalar kuning, dan kacang hijau. Bahan yang digunakan untuk analisa meliputi aquades, glukosa standar (*merck*), petroleum eter, H₂SO₄ (*merck*), asam borat (*merck*), NaOH (*merck*), K₂SO₄ (*merck*), HCl (*merck*), etanol (*merck*), tablet kjedahl, indikator PP (*merck*), nelson somogy, arsenomolibdat, dan buffer fosfat.

Metode

Pembuatan tepung

Tepung sagu dapat diperoleh dari pasar Fakfak yang masih dalam keadaan basah kemudian dikeringkan dalam *food dehydrator* dengan suhu 50°C, lalu dihaluskan dan diayak dengan ayakan 60 mesh. Pembuatan tepung ubi jalar kuning dilakukan dengan cara ubi dicuci bersih, dikupas dan diiris tipis-tipis, kemudian diblansir selama 5 menit pada suhu 80 °C, kemudian ditebar rata pada nampan lalu dikeringkan pada suhu 50 °C selama 18 jam. Setelah itu digiling pada ayakan 60 mesh (Simamora *et al.*, 2020). Pembuatan tepung kacang diperoleh dengan dua cara yaitu tepung kacang hijau tanpa perkecambahan dan dengan perkecambahan. Kacang hijau direndam dalam air selama 8 jam (Ratnawati *et al.*, 2019) kemudian kacang hijau diblansir dengan suhu 80 °C selama 5 menit. Kemudian dikeringkan dalam *food dehydrator* dengan suhu 50 °C selama 18 jam. Kemudian dihancurkan dengan blender atau grinder lalu diayak dengan ayakan 60 mesh. Untuk tepung kacang dengan perkecambahan, setelah kacang direndam selama 8 jam, ditiriskan. Lalu dipindahkan ke wadah lembab tertutup. Kemudian diinkubasi dalam inkubator dengan suhu 30 °C selama 24 jam. Selanjutnya kacang hijau diblansir dengan suhu 80 °C selama 5 menit. Kemudian kacang hijau kecabah dikeringkan dalam *food dehydrator* dengan suhu 50 °C selama 15 jam. Kemudian dihancurkan dengan blender atau grinder lalu diayak dengan ayakan 60 mesh (Ndagire *et al.*, 2015).

Pembuatan tepung komposit

Pembuatan formulasi tepung komposit dilakukan berdasarkan penelitian Azkia *et al.*, (2020) dan dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan penelitian. Pembuatan tepung komposit dengan mencampur pati sagu, tepung ubi jalar kuning, dan tepung kacang hijau. Formulasi pencampuran tepung komposit dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rancangan Formulasi Tepung Komposit

Formula	Formulasi Bahan			
	Sagu (%)	Ubi Jalar Kuning (%)	Kacang Hijau (%)	Kacang Hijau Kecambah (%)
F1	50	20	30	-
F2	40	30	30	-
F3	50	20	-	30
F4	40	30	-	30

Analisa tepung komposit

Tepung komposit yang diperoleh dilakukan analisa sifat fisik terhadap warna (Ntau *et al.*, 2017) dan densitas pemadatan (Ridawati dan Alsuhendra, 2019), sifat kimia terdiri dari higroskopisitas (Yuwono dan Susanto, 1998) kadar air (Metode Oven) , kadar protein (Metode Kjeldahl) kadar lemak (Metode Ekstraksi Soxhlet), kadar abu (Metode Gravimetri), kadar serat (Tuapattinaya, 2017), dan karbohidrat (*by difference*) dan sifat fungsional terdiri dari daya serap air (Rauf dan Sarbini, 2015) *swelling power* dan kelarutan (Ariyantoro *et al.*, 2016) dan daya serap minyak (Ntau *et al.*, 2017).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisik

Pembuatan tepung komposit diperoleh dengan mencampurkan tepung ubi jalar, pati sagu, dan tepung kacang hijau. Karakteristik fisik bahan baku dan tepung komposit tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil sifat analisa fisik bahan baku dan tepung komposit

Sampel	Parameter Pengamatan			
	Warna			Densitas Pemadatan (gr/ml)*
	L	a	b	
A	87,87	7,74	17,8	0,93
B	91,23	3,26	7,40	0,92
C	86,45	-1,19	10,22	1,03
D	83,50	-1,49	11,14	1,00
F1	88,08	2,02	12,23	0,96
F2	88,18	2,92	13,43	0,96
F3	87,19	1,90	12,59	0,96
F4	87,42	2,74	14,56	0,96

Sumber : Hasil Olah Data Penelitian, 2022

Keterangan :

- A : Tepung ubi jalar kuning
- B : Pati Sagu
- C : Tepung Kacang Hijau Tanpa Kecambah
- D : Tepung Kacang Hijau Kecambah
- F1 : Tepung ubi jalar kuning 20, pati sagu 50, 30 tepung kacang hijau tanpa perkecambahan
- F2 : Tepung ubi jalar kuning 30, pati sagu 40, 30 tepung kacang hijau tanpa perkecambahan
- F3 : Tepung ubi jalar kuning 20, pati sagu 50, 30 tepung kacang hijau dengan perkecambahan
- F4 : Tepung ubi jalar kuning 30, pati sagu 40, 30 tepung kacang hijau dengan perkecambahan

Karakteristik fisik tepung komposit yang diamati adalah warna dengan menggunakan *General Colorimeter*. Sistem nilai *colorimeter* meliputi nilai L, a dan b. Nilai L merupakan tingkat kecerahan (*lightness*) dengan kisaran antara 0 yang berarti hitam sampai 100 yang berarti putih. Notasi a (kemerahan) menunjukkan warna campuran merah-hijau dengan kisaran antara 0 sampai +100 untuk warna merah, dan nilai a(-) berkisar antara 0 sampai -80 untuk warna hijau. Notasi b (kekuningan) menunjukkan warna kromatik campuran biru-kuning, dan nilai b(+) berkisar 0 sampai +70 untuk warna kuning, dan nilai b(-) berkisar 0 sampai -70 untuk warna biru (Ntau *et al.*, 2017).

Bahan baku pembuatan tepung komposit yang terdiri dari tepung ubi jalar kuning (A) memiliki nilai L 87,87, pati sagu (B) memiliki nilai L 91,23, tepung kacang hijau tanpa perkecambahan dan dengan perkecambahan (C dan D) memiliki nilai L 86,45 dan 83,50. Nilai L tepung kacang hijau ini tidak jauh berbeda dengan penelitian (Ratnawati *et al.*, 2019). Nilai L dari tepung komposit (F1, F2, F3, dan F4) yang diperoleh berkisar antara 87,19 - 88,18. Penambahan tepung kacang hijau tanpa perkecambahan pada tepung komposit (F1 dan F2) memberikan nilai 88,08 dan 88,18, sedangkan penambahan tepung kacang hijau dengan perkecambahan (F3 dan F4) memberikan nilai L 87,19 dan 87,42. Tepung komposit yang dihasilkan memberikan nilai warna yang berbeda. Hal ini merupakan perpaduan warna dari gabungan tepung bahan baku yang digunakan yaitu putih, kuning dan hijau. Nilai a pada tepung yang memberikan negatif merupakan warna hijau (Ginting *et al.*, 2015). Nilai a negatif pada tepung kacang hijau tanpa kecambah dan dengan kecambah secara berturut-turut yaitu (-1,19) dan (-1,49). Meskipun pembuatan tepung komposit menggunakan bahan baku tepung kacang hijau dengan nilai a negatif, akan tetapi nilai a pada tepung komposit yang dihasilkan memberikan nilai positif yaitu antara 1,90 - 2,92. Nilai b tepung komposit yang diperoleh berkisar (+12,23) - (+14,56).

Densitas pemadatan merupakan salah satu sifat fisik yang digunakan untuk menentukan jumlah bahan dalam suatu wadah/kemasan. Densitas padatan merupakan perbandingan antara berat dengan volume suatu bahan setelah bahan tersebut dipadatkan pada gelas ukur. Densitas pemadatan dijadikan sebagai salah satu parameter yang sering kali digunakan untuk merencanakan suatu gudang penyimpanan, volume alat pengolahan, jenis pengemasan atau sarana transportasi. Pengukuran densitas pemadatan pada tepung ubi jalar dan tepung kecambah kacang hijau juga telah dilakukan oleh (Hartoyo dan Sunandar, 2006) dengan densitas pemadatan pada tepung tersebut secara berturut 0,63 gr/ml dan 0,56 g/ml. Dalam penelitian ini ditemukan densitas pemadatan pada

tepung ubi jalar kuning dan tepung kecambah kacang hijau secara berturut-turut yaitu 0,93 g/ml dan 1,00 g/ml. Sedangkan densitas pemadatan pada tepung komposit yang diperoleh yaitu 0,96 gr/ml yang menunjukkan tidak ada perbedaan diantara semua perlakuan tepung komposit, baik pada penambahan tepung kacang hijau tanpa perkecambahan maupun dengan tepung kecambah kacang hijau. Perbedaan nilai densitas pemadatan disebabkan oleh ukuran partikel dan kadar air. Hal ini sesuai dengan pendapat (Sulistiadi dan Lestari, 2022), bahwa semakin kecil ukuran partikel maka kepadatannya akan semakin besar. Sedangkan kadar air yang tinggi dapat menyebabkan partikel tepung lebih berat sehingga rongga partikel semakin besar.

Sifat kimia

Sifat kimia tepung komposit yang diperoleh pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil analisa sifat kimia tepung komposit

Sampel	Parameter Pengamatan (%)						
	Higroskopisitas	Kadar Air	Protein	Lemak	Abu	Karbohidrat	Serat
A	9,34	5,72	2,09	4,09	2,03	88,09	0,95
B	6,75	8,09	1,88	5,58	0,45	84,44	0,75
C	7,60	6,23	4,55	5,79	2,63	83,43	9,71
D	8,37	5,99	3,74	1,95	3,36	88,32	10,09
F1	5,89	9,77	2,29	6,16	1,34	81,77	6,98
F2	5,15	8,43	2,64	6,19	1,64	82,74	5,83
F3	5,33	9,41	1,75	5,31	1,39	83,52	0,97
F4	6,71	7,31	1,46	5,69	1,74	85,54	1,90

Sumber : Hasil Olah Data Penelitian, 2022

Keterangan :

- A : Tepung ubi jalar kuning
- B : Pati Sagu
- C : Tepung Kacang Hijau Tanpa Kecambah
- D : Tepung Kacang Hijau Kecambah
- F1 : Tepung ubi jalar kuning 20, pati sagu 50, 30 tepung kacang hijau tanpa perkecambahan
- F2 : Tepung ubi jalar kuning 30, pati sagu 40, 30 tepung kacang hijau tanpa perkecambahan
- F3 : Tepung ubi jalar kuning 20, pati sagu 50, 30 tepung kacang hijau dengan perkecambahan
- F4 : Tepung ubi jalar kuning 30, pati sagu 40, 30 tepung kacang hijau dengan perkecambahan

Higroskopisitas merupakan kemampuan menyerap molekul air dari lingkungan atau suhu ruangan. Menurut (Canuto *et al.*, 2014) analisa higroskopis penting dilakukan pada produk yang memiliki wujud bubuk maupun turunannya karena higroskopis yang tinggi dapat memicu penurunan kualitas. Produk dengan nilai higroskopis yang tinggi akan memicu penyerapan uap air yang tinggi. Sehingga bahan pangan dengan kadar air yang tinggi sangat berpengaruh terhadap aktivitas mikrobiologis yang dapat menyebabkan kerusakan produk selama penyimpanan. Kadar air pada bahan baku maupun tepung komposit yang telah diperoleh memiliki kadar air yang rendah sehingga memiliki daya simpan yang awet.

Higroskopisitas bahan baku pembuatan tepung komposit berkisar 6,75-9,34%. Pati sagu memiliki nilai higroskopisitas paling rendah, dan tepung ubi jalar kuning memiliki higroskopisitas paling tinggi. Tepung komposit yang diperoleh memiliki nilai higroskopisitas antara 5,15-6,71%. Campuran 30% tepung ubi jalar kuning, dengan 40% pati sagu dan 30% tepung kacang hijau dengan perendaman memiliki nilai higroskopisitas paling rendah. Sedangkan higroskopisitas tepung komposit yang paling tinggi diperoleh pada campuran 30% tepung ubi jalar kuning, dengan 40% pati sagu dan 30% tepung kacang hijau kecambah. Tepung komposit memberikan perbedaan pada higroskopisitas, karena higroskopisitas dipengaruhi oleh kandungan amilosa (Fauzi *et al.*, 2023).

Pengujian proksimat terdiri dari kadar air, protein, lemak, kadar abu, dan karbohidrat

memberikan hasil yang berbeda-beda. Perbedaan tersebut karena komposisi bahan baku dan jumlah dalam formulasi yang berbeda pula. Kadar air bahan baku tepung berkisar 5,72-8,09%, dengan kadar air paling tinggi pada pati sagu, sedangkan kadar air paling rendah terdapat pada tepung ubi jalar kuning. Kadar air pada bahan baku dengan tepung komposit memberikan nilai kadar air yang berbeda-beda. Perbedaan kadar air pada bahan tepung komposit juga ditemukan pada penelitian (Aurum, 2015). Menurut SNI 01-3751-2009 kadar air pada tepung berkisar 11,0 – 14,2%. Sedangkan kadar air tepung komposit pada penelitian ini berkisar 5,72 – 9,77%. Hal ini disebabkan karena waktu pengeringan bahan tepung lebih lama. Namun kadar air pada tepung komposit ini tidak jauh berbeda dengan penelitian Ajatta *et al.*, 2016).

Penurunan kadar protein ditemukan pada tepung kecambah kacang hijau, sehingga kadar protein tepung komposit pada penambahan tepung kecambah kacang hijau juga mengalami penurunan kadar protein. Penambahan tepung kecambah kacang hijau menurunkan kadar lemak tepung komposit dari 6,16 dan 6,19% menjadi 5,31 dan 5,69%. Peningkatan karbohidrat juga terjadi dengan penambahan tepung kecambah kacang hijau. Kadar abu yang paling rendah ditemukan pada bahan baku pati sagu yaitu 0,45% sedangkan kadar abu paling tinggi ditemukan pada tepung kecambah kacang hijau yaitu 3,36%. Sementara kadar abu pada tepung komposit ditemukan berkisar 1,34 - 1,74%. Kadar abu dalam suatu bahan pangan menunjukkan kandungan mineral (Ria *et al.*, 2020). Kadar serat yang paling rendah ditemukan pada tepung ubi jalar kuning dan pati sagu secara berturut-turut yaitu, 0,95 dan 0,75%. Sedangkan kadar serat yang paling tinggi ditemukan pada tepung kacang hijau dan tepung kecambah kacang hijau yaitu 9,71 dan 10,09%. Penambahan tepung kacang hijau pada tepung komposit tersebut ditemukan kadar serat 6,98 dan 5,83%. Akan tetapi menyebabkan penurunan kadar serat pada tepung komposit dengan penambahan tepung kecambah kacang hijau yaitu 0,97 dan 1,90%. Secara keseluruhan nilai proksimat tepung komposit tidak jauh berbeda dengan penelitian (Indrianti *et al.*, 2019).

Sifat fungsional

Tabel 4. Hasil analisa sifat fungsional tepung komposit

Sampel	Parameter Pengamatan			
	Daya Serap Air (ml/g)	Daya Serap Minyak (g/g)	Swelling Power %	Kelarutan %
A	2,92	1,12	30,42	4,0
B	1,94	2,12	53,03	1,0
C	3,29	2,38	56,44	2,2
D	3,83	2,62	53,79	3,7
F1	2,24	4,00	47,61	3,6
F2	2,46	1,99	48,10	2,7
F3	2,53	2,07	51,02	2,2
F4	2,94	1,82	57,48	3,1

Sumber : Hasil Olah Data Penelitian, 2022

Keterangan :

- A : Tepung ubi jalar kuning
- B : Pati Sagu
- C : Tepung Kacang Hijau Tanpa Kecambah
- D : Tepung Kacang Hijau Kecambah
- F1 : Tepung ubi jalar kuning 20, pati sagu 50, 30 tepung kacang hijau tanpa perkecambahan
- F2 : Tepung ubi jalar kuning 30, pati sagu 40, 30 tepung kacang hijau tanpa perkecambahan
- F3 : Tepung ubi jalar kuning 20, pati sagu 50, 30 tepung kacang hijau dengan perkecambahan
- F4 : Tepung ubi jalar kuning 30, pati sagu 40, 30 tepung kacang hijau dengan perkecambahan

Hasil penelitian karakterisasi sifat fungsional tepung komposit dapat dilihat pada Tabel 4. Sifat fungsional merupakan sifat fisik dan kimia yang berkaitan dengan perilaku protein dalam sistem makanan selama pemrosesan, penyimpanan, dan konsumsi (Kinsella, 1976). Sifat fisik dan kimia

tersebut seperti ukuran, bentuk, komposisi dan urutan asam amino, muatan netto, distribusi muatan, hidrofobisitas, hidrofilisitas, jenis struktur, molekul fleksibilitas/kekakuan dalam menanggapi faktor eksternal seperti pH, suhu, garam konsentrasi atau interaksi dengan konstituen makanan lainnya. Sifat-sifat fungsional terdiri dari pengikatan air dan minyak, emulsifikasi, kapasitas busa, *gelation*, *whipping capacity*, viskositas dan lain-lain. Sifat fungsional sangat erat kaitannya dengan penentuan kualitas (nutrisi, sensorik, fisikokimia dan sifat organoleptik) dari produk akhir (Jideani 2011).

Daya serap air

Daya serap air pada tepung berkaitan dengan hubungan protein dengan air yang mempengaruhi karakteristik makanan. Tingginya kandungan protein dan serat pada tepung dapat meningkatkan daya serap air (Affandi *et al.*, 2017). Pada tepung maupun pati, daya serap air dapat dilihat secara langsung ketika tepung ataupun pati dicampur dengan air. Tepung dengan kandungan komponen yang masih kompleks memiliki daya serap air yang tinggi. Sedangkan pati memiliki daya serap air rendah, karena komponennya hanya karbohidrat, yaitu pati amilosa dan amilopektin (Rauf dan Sarbini, 2015; (Harni *et al.*, 2022). Pati sagu yang digunakan pada penelitian ini memiliki daya serap air 1,94 ml/gr, sedangkan tepung ubi jalar kuning, tepung kacang hijau tanpa kecambah dan tepung kacang hijau dengan perkecambahan secara berturut-turut yaitu 2,92; 3,29; 3,83 ml/gr. Hasil penelitian ini tidak jauh berbeda dengan penelitian (Damayanti dan Suwita, 2018; Liu *et al.*, 2018).

Daya serap air tepung komposit yang diperoleh berkisar antara 2,24-2,94 ml/gr. Penambahan tepung kacang hijau tanpa perkecambahan dan dengan perkecambahan meningkatkan daya serap air. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Manyatsi *et al.*, 2020) bahwa kandungan protein pada tepung kacang hijau berperan dalam meningkatkan daya serap air. Meskipun tingginya kandungan protein berbanding lurus dengan tingginya daya serap air, namun profil asam amino protein juga menjadi salah satu penentu peningkatan daya serap air. Asam amino dengan sifat hidrofobik dapat menyebabkan penghambatan daya serap air (Affandi *et al.*, 2017).

Daya serap minyak

Sifat fungsional daya serap minyak merupakan hal yang berkaitan dengan terperangkapnya minyak secara fisik dalam bahan pangan. Daya serap minyak akan mempengaruhi tekstur dan kualitas pangan yang berperan sebagai *flavour* dan meningkatkan rasa makanan pada mulut. Daya serap minyak memberikan petunjuk tentang tingkat protein dan karbohidrat yang dapat mengikat lemak dalam makanan (Zayas, 1997). Hal ini dibutuhkan dalam aplikasi makanan, seperti produk roti, yang memerlukan retensi rasa dan peningkatan palatabilitas (Tejaningrum *et al.*, 2018). Nilai penyerapan minyak pada bahan baku pembuatan tepung komposit berkisar 1,12-4,00 g/g. Daya serap minyak yang paling tinggi ditemukan pada tepung komposit (F3) dari campuran tepung ubi jalar kuning 20%, pati sagu 50% dan tepung kacang hijau tanpa kecambah 30%.

Swelling power

Pembengkakan (*swelling power*) merupakan interaksi protein dengan air. Penyerapan air tersebut mengakibatkan pembengkakan (Jideani 2011). *Swelling power* merupakan fenomena pembentukan jaringan polimer yang berikatan silang akibat bersentuhan dengan pelarut. Hal ini sesuai dengan pendapat (Hammann dan Schmid, 2014) bahwa interaksi molekuler yang terdapat dalam film berbasis polimer protein dapat diukur dengan metode pembengkakan. *Swelling power* bahan baku pembuatan tepung komposit berkisar antara 30,42-56,44%. Tepung komposit yang diperoleh antara 47,61-57,48%. Kelarutan adalah persentase sampel yang larut dalam suatu pelarut yang terjadi pada suhu yang sama dengan *swelling power*. Kelarutan merupakan jumlah protein dalam sampel yang larut ke dalam larutan (Zayas, 1997). Kelarutan memberikan informasi terkait potensi pemanfaatannya khususnya pada makanan dan minuman cair. Kelarutan tepung memiliki daya bengkak (*swelling power*) yang rendah. Hal ini diungkapkan oleh (Singh *et al.*, 2004) bahwa pati atau tepung dengan daya bengkak (*swelling power*) lebih rendah memiliki kelarutan dan suhu awal

gelatinisasi (*pasting temperature*) yang lebih tinggi.

KESIMPULAN

Sifat kimia formulasi tepung komposit menunjukkan penurunan kadar lemak dan kadar serat dengan penambahan tepung kecambah kacang hijau, namun memberikan peningkatan kadar karbohidrat. Sifat fungsional pada daya serap air serta *swelling power* tepung komposit meningkat dengan penambahan tepung kecambah kacang hijau.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan Politeknik Negeri Fakfak yang telah memberi bantuan dana melalui Lembaga Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat sehingga hasil dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi ilmiah untuk pengembangan bahan pangan lokal sebagai alternatif tepung selain terigu.

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, D.R., Praseptiangga, D., Nirmala, F.S., Amanto, B.S. dan Atmaka, W., 2017, April. Physical and chemical characterization of greater yam (*Dioscorea alata*) and jack bean (*Canavalia ensiformis*)-based composite flour. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 193(1), p. 012041.
- Ajatta, M.A., Akinola, S.A. and Osundahunsi, O.F., 2016. Proximate, functional and pasting properties of composite flours made from wheat, breadfruit and cassava starch. *Applied Tropical Agriculture*, 21(3), pp.158-165.
- Ajifolokun, O.M., Basson, A.K., Osunsanmi, F.O. and Zharare, G.E., 2019. Nutritional composition and organoleptic properties of composite maize porridge. *J Food Process Technol*, 10(798), p.2.
- Ali, A., Maylani, D. dan Pato, U., 2018. Study on the quality of instant noodles made from Riau local corn flour and sago starch. *International Journal of Agricultural Technology*, 14(4), pp. 465–474.
- Ariyantoro, A.R., Rachmawanti, D. dan Ikarini, I. 2016. Karakteristik fisikokimia tepung koro pedang termodifikasi dengan variasi konsentrasi asam laktat dan lama perendaman. *AgriTech*, 36(1), pp. 1–6.
- Aurum, F.S. 2015. Formulasi tepung komposit keladi dan ubi jalar sebagai bahan baku mi kering pengganti sebagian terigu. pp. 237–250.
- Azkia, M.N., Wahjuningsih, S.B. dan Wibowo, C.H., 2021. The nutritional and functional properties of noodles prepared from sorghum, mung bean and sago flours. *Food Res*, 5(2), pp.65-69.
- Biesiekierski, J.R., 2017. What is gluten?. *Journal of gastroenterology and hepatology*, 32, pp.78-81.
- Canuto, H.M.P., Afonso, M.R.A. dan da Costa, J.M.C., 2014. Hygroscopic behavior of freeze-dried papaya pulp powder with maltodextrin, *Acta Scientiarum - Technology*, 36(1), pp. 179–185.
- Chandra, S., Singh, S. dan Kumari, D., 2015. Evaluation of functional properties of composite flours and sensorial attributes of composite flour biscuits. *Journal of food science and technology*, 52, pp.3681-3688.
- Damayanti, R.W. dan Suwita, I.K. 2018. Pengaruh lama blanching uap terhadap kandungan kadar β -karoten, kadar air, daya serap air, densitas kamba dan rendemen tepung ubi jalar kuning (*Ipomea batatas* L.). *Jurnal Agromix*, 9(2), pp.99-110.
- Ekafitri, R. dan Isworo, R., 2014. Pemanfaatan kacang-kacangan sebagai bahan baku sumber protein untuk pangan darurat. *Jurnal Pangan*, 23(2), pp.134-145.
- Fauzi, M., Herlina, H. dan Sholeha, I.M. 2023. Karakteristik fisik dan fungsional tepung labu kuning LA3 Desa Tegalrejo, Kecamatan Tegalsari, Kabupaten Banyuwangi. *AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian*, 12(2), pp. 106–114.

- Ginting, I., Julianti, E., dan Nainggolan, R., J., 2015. Karakteristik fisikokimia tepung komposit berbahan dasar tepung ubi jalar, pati jagung, dan tepung kedelai. *J.Rekayasa Pangan dan Pert.* 3(1), pp.19-25.
- Hammann, F. dan Schmid, M., 2014. Determination quantification of molecular interactions in protein films: A review. *Materials*, 7(12), pp.7975-7996.
- Harni, M., Anggraini, T., Rini, R. dan Suliansyah, I., 2022. Review Artikel: Pati pada Berbagai Sumber Tanaman. *Agroteknika*, 5(1), pp.26-39.
- Hartoyo, A. dan Sunandar, F.H. 2006. Pemanfaatan tepung komposit ubi jalar putih (*Ipomea batatas* L), kecambah kedelai (*Glycine max* Merr.) dan kecambah kacang hijau (*Virginia radiata* L) sebagai substituen parsial terigu dalam produk pangan alternatif biskuit kaya energi protein. *Teknologi dan Industri Pangan*, pp. 50–57.
- Indrianti, N., Afifah, N. dan Sholichah, E. 2019. Pembuatan tepung komposit dari pati ganyong/Garut dan tepung labu kuning sebagai bahan baku flat noodle. *Jurnal Biopropal Industri*. 10(1), pp. 49–63.
- Jnawali, P., Kumar, V. dan Tanwar, B., 2016. Celiac disease: Overview and considerations for development of gluten-free foods. *Food Science and Human Wellness*, 5(4), pp.169-176.
- Kinsella, J.E. dan Melachouris, N., 1976. Functional properties of proteins in foods: a survey. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 7(3), pp.219-280.
- Lau, N.M., Green, P.H., Taylor, A.K., Hellberg, D., Ajamian, M., Tan, C.Z., Kosofsky, B.E., Higgins, J.J., Rajadhyaksha, A.M. dan Alaedini, A., 2013. Markers of celiac disease and gluten sensitivity in children with autism. *PloS one*, 8(6), p.e66155.
- Lebwohl, B., Ludvigsson, J.F. dan Green, P.H., 2015. Celiac disease and non-celiac gluten sensitivity. *Bmj*, 351.
- Liestianty, D., Rodiana, I., Patimah, dan Muliadi, M. 2016. Chemical Composition of Modified and Fortified Sago Starch (*Metroxylon* sp.) From Northern Maluku. *International Journal of Applied Chemistry*. 12(3). 243-249.
- Liu, Y., Xu, M., Wu, H., Jing, L., Gong, B., Gou, M., Zhao, K. and Li, W., 2018. The compositional, physicochemical and functional properties of germinated mung bean flour and its addition on quality of wheat flour noodle. *Journal of food science and technology*, 55, pp.5142-5152.
- Manyatsi, N.T., Solomon, W.K. dan Shelembe, J.S., 2020. Optimization of blending ratios of wheat-maize-sprouted mungbean (*Vigna radiata* L.) composite flour bread using D-optimal mixture design. *Cogent Food & Agriculture*, 6(1), p.1824304. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 9(3), pp.173-180.
- Narsih., Yunianta., dan Harijono. 2008. Studi lama perendaman dan lama perkecambahan sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) untuk menghasilkan tepung rendah tanin dan fitat.
- Ndagire, C.T., Muyonga, J.H., Manju, R. dan Nakimbugwe, D., 2015. Optimized formulation and processing protocol for a supplementary bean-based composite flour. *Food Science & Nutrition*, 3(6), pp.527-538.
- Ntau, L., Sumual, M.F. dan Assa, J.R., 2018. The fermentation effects of *Lactobacillus casei* to sweet corn physical characteristic. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 5(2), pp.11-19.
- Plot, L. and Amital, H., 2009. Infectious associations of Celiac disease. *Autoimmunity reviews*, 8(4), pp.316-319.
- Puspitasari, D., Noerhartati, E., Revitriani, M., Rejeki, F.S. dan Wedowati, E.R., 2021, April. The concentration of sago flour to taro-mung bean composite flour on the quality of non-gluten biscuits. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 733(1), p.012076.
- Putra, A., Nurminah, M. dan Ginting, S., 2021, November. Instant porridge from natural local resources (orange sweet potato, carrot, and red bean) with highly nutritious as an alternative food source. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 912(1), p. 012041.

- Pycia, K. and Juszcak, L., 2022. The Effect of the addition of hazelnut or walnut flour on the rheological characteristics of wheat dough. *Materials*, 15(3), p.782.
- Quiñones, R.S., Macachor, C.P. dan Quiñones, H.G., 2015. Development of gluten-free composite flour blends. *Tropical Technology Journal*, 19, pp.1-4.
- Rachim, F.R., Wisaniyasa, N.W. dan Wiadnyani, A.A.I.S. 2020. Studi daya cerna zat gizi dan aktivitas antioksidan tepung kecambah kacang hijau (*Phaseolus radiatus* L.). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan (ITEPA)*. 9(1), p. 1.
- Ratnawati, L., Ekafitri, R. dan Desnilasari, D., 2019. Karakterisasi tepung komposit berbasis mocaf dan kacang-kacangan sebagai bahan baku biskuit MP-ASI. *Biopropal Industri*, 10(2), pp.65-81.
- Rauf, R. dan Sarbini, D. 2015. Water absorption as reference to determine the volume of aater in dough making from wheat flour and cassava flour mixture. *Jurnal Agritech*, 35(03), p.324.
- Ria, N., Rawung, D. dan Nurali, E.J.N., 2020. Pemanfaatan tepung komposit pisang goroho (*Musa acuminata*) dan ubi jalar (*Ipomoea batatas*. L) sebagai bahan baku pembuatan crust pie. *Jurnal Teknologi Pertanian (Agricultural Technology Journal)*, 10(2).
- Ridawati dan Alsuhendra. 2019. Seminar Nasional Edusainstek Pembuatan tepung beras warna menggunakan pewarna alami dari kayu secang (*Caesalpinia sappan* L.). *Seminar Nasional Edusainstek*. pp. 409–419.
- Tejaningrum, N., Prarudiyanto A., dan Yasa, I.W.S., 2018. Pengaruh proporsi ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.) dan tepung bekatul (Rice Bran) terhadap beberapa sifat mutu fisik dan sensoris bakpao. *Pro Food (Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan)*. 4(2), pp-363-375.
- Saxena, D., Jain, S. dan Dixit, A., 2019. Development of instant gluten free porridge. *Integr Food Nutr Metab*. 6, pp.1-3.
- Simamora, A., Julianti, E. dan Sinaga, H. 2020. Pemanfaatan pati, tepung, dan serat ubi jalar orange dalam pembuatan roti kaya serat. *Agrointek*. 14(2), pp.157–168.
- Singh, N., Sandhu, K.S. dan Kaur, M., 2004. Characterization of starches separated from Indian chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. *Journal of food Engineering*, 63(4), pp.441-449.
- Soedirga, L.C., Cornelia, M. dan Vania. 2021. Development of gluten-free biscuits made from composite flour of *cassava* (*Manihot esculenta crantz*) and cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) walp), *Food Research*, 5(4), pp. 336–341.
- Sulistiadi, S. dan Lestari, H.A., 2022. Pengaruh ukuran partikel mocaf pada karakteristik fisik tepung. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 10(2), pp. 161–170.
- Tuapattinaya, P.M.J., 2017. Pengaruh lama penyimpanan terhadap kandungan serat kasar tepung biji lamun (*Enhalus acoroides*), serta implikasinya bagi pembelajaran masyarakat di Pulau Osi Kabupaten Seram Bagian Barat. *Biosel: Biology Science and Education*, 5(1), p. 46.
- Vici, G., Belli, L., Biondi, M. dan Polzonetti, V., 2016. Gluten free diet and nutrient deficiencies: A review. *Clinical nutrition*, 35(6), pp.1236-1241.
- Yen, N.T.H., Huong, N.T.M., Hoa, P.N. and Van Hung, P., 2023. Incorporation of germinated mung bean flour with rice flour to enhance physical, nutritional and sensory quality of gluten-free cookies. *International Journal of Food Science & Technology*, 58(1), pp.423-431.
- Yulianti, L.E., Afifah, N. dan Ekafitri, R., 2019. Physicochemical and pasting properties of composite flours for making gluten-free bread. *AIP Conference Proceedings*, 2175 (November).
- Zayas, J.F. 1997. Oil and fat binding properties of proteins. *Functionality of proteins in food*, pp.228-259.