



KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA DAN ORGANOLEPTIK SOSIS TEMPE SIAP MAKAN DENGAN PENAMBAHAN *Spirulina platensis* DAN GLUKOMANAN

[Physicochemical and Organoleptic Characteristics of Ready-to-Eat Tempeh Sausage with the Addition of *Spirulina platensis* and Glucomannan]

Siti Nurfadillah Hasibuan^{1*}, Rosida¹, Rahmawati¹

¹Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik dan Sains, UPN "Veteran" Jawa Timur, Surabaya
Jl. Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya, Jawa Timur – 60294, Telp/Fax: (031) 8706369
Email : rosida.tp@upnjatim.ac.id

Diterima tanggal 6 November 2024
Disetujui tanggal 26 November 2024

ABSTRACT

Ready-to-eat tempeh sausage is a food diversification product based on plant-based protein and an innovative product made from tempeh. To enhance the product's characteristics and develop a nutritious and high-quality innovation, this study explored the addition of *Spirulina platensis* and glucomannan in ready-to-eat tempeh sausage. The research aimed to determine the effects of *Spirulina platensis* and glucomannan on the physicochemical and organoleptic characteristics as well as identify the best formulation. The study used a completely randomized design (CRD) with two factors: Factor I was the concentration of *Spirulina platensis* (100 ppm, 250 ppm, 500 ppm), and Factor II was the concentration of glucomannan (5%, 10%, 15%). Data analysis was conducted using ANOVA at a 5% confidence level, followed by Duncan's multiple range test (DMRT), and the best treatment combination was selected using the De Garmo method. The results indicate that the best formulation for ready-to-eat tempeh sausage is achieved with the addition of 500 ppm *Spirulina platensis* and 10% glucomannan (S3G2), producing elasticity of 30.41 N, cooking loss of 6.62%, water holding capacity (WHC) of 46.59%, moisture content of 56.83%, ash content of 4.05%, protein content of 15.89%, fat content of 4.46%, carbohydrate content of 18.76%, and hedonic test scores showing good acceptance for color, aroma, texture, taste, and overall attributes, with a protein digestibility value of 43.26%.

Keywords: ready-to-eat tempeh sausage, *Spirulina platensis*, glucomannan

ABSTRAK

Sosis tempe siap makan merupakan produk diversifikasi pangan berbasis protein nabati dan salah satu inovasi produk berbahan dasar tempe. Dalam rangka meningkatkan karakteristik produk dan variasi inovasi produk yang bergizi dan berkualitas, penelitian ini mengembangkan penambahan *Spirulina platensis* dan glukomanan dalam sosis tempe siap makan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan *Spirulina platensis* dan glukomanan terhadap karakteristik fisikokimia dan organoleptik serta kombinasi perlakuan terbaik sosis tempe siap makan. Desain pada penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dua faktor. Faktor I adalah konsentrasi *Spirulina platensis* (100 ppm, 250 ppm, 500 ppm). Faktor II adalah konsentrasi glukomanan (5%, 10%, 15%). Analisis data hasil penelitian menggunakan ANOVA dengan tingkat kepercayaan 5% dan dilanjutkan dengan uji lanjut DMRT serta pemilihan perlakuan terbaik menggunakan metode De Garmo. Hasil penelitian menunjukkan bahwa formulasi terbaik sosis tempe siap makan diperoleh pada penambahan *Spirulina platensis* 500 ppm dan glukomanan 10% (S3G2) yang menghasilkan kekenyalan 30,41 N, susut masak 6,62%, WHC 46,59%, kadar air 56,83%, kadar abu 4,05%, kadar protein 15,89%, kadar lemak 4,46%, kadar karbohidrat 18,76%, serta nilai uji hedonik yang menunjukkan penerimaan yang baik pada warna, aroma, tekstur, rasa, dan keseluruhan serta nilai cerna protein 43,26%.

Kata kunci : sosis tempe siap makan, *Spirulina platensis*, glukomanan



PENDAHULUAN

Sosis adalah produk olahan daging yang dimanfaatkan dalam berbagai budaya yang berbeda dan beragam di seluruh dunia. Sosis adalah produk dengan sistem emulsi minyak dalam air (o/w), stabilitas emulsi ini terjadi bila globula lemak yang terdispersi dalam emulsi diselubungi oleh *emulsifier* (protein daging) yang dimantapkan dengan bahan pengikat dan bahan pengisi (Wulandari *et al.*, 2013). Sosis umumnya dibuat dari bahan baku yang berasal dari protein hewani seperti daging sapi, ayam ataupun ikan yang produk akhirnya akan memiliki warna putih hingga coklat kemerahan cerah (Priyanto dan Djajati, 2020). Namun, dalam perkembangannya, permintaan sosis baik yang berbahan baku daging maupun non daging mengalami peningkatan sehingga mendorong industri produk daging untuk memformulasikan sosis menggunakan teknologi pemrosesan dan sistem bahan yang baru (Savadkoohi *et al.*, 2014). Kebutuhan ini mendorong inovasi melalui diversifikasi produk yang memanfaatkan bahan baku nabati sebagai sumber protein yang memiliki keunggulan mengandung serat yang bermanfaat bagi kesehatan (Ambari *et al.*, 2014).

Bahan baku yang dapat digunakan dalam memformulasikan sosis non daging dapat berupa tempe, kacang-kacangan dan bahan nabati lainnya yang diketahui mengandung serat yang bermanfaat bagi kesehatan (Mustika *et al.*, 2018). Penggunaan tempe sebagai bahan baku dipilih karena tempe kedelai mengandung gizi yang tinggi yaitu 25% protein, 5% lemak, 4% karbohidrat dan 60% air, vitamin B12 yang tinggi, rendah lemak dan bebas kolesterol (Mariyam *et al.*, 2017). Tempe dikenal sebagai sumber protein pokok masyarakat Indonesia yang murah, terjangkau, dan bergizi (Ahn-an-Winarno, *et al.*, 2021). Tempe sebagai bahan baku pembuatan sosis juga harus dipertimbangkan secara aspek target konsumen agar produk ini sesuai dengan kebutuhan dan keinginan konsumen. Salah satu target produk ini adalah komunitas vegan. Merujuk pada hal tersebut, untuk meningkatkan ketertarikan target pasar terhadap produk sosis tempe yang disertai dengan peningkatan karakteristik fisikokimianya, maka dapat menambahkan bahan pangan lain salah satunya *Spirulina platensis*.

Spirulina platensis adalah mikroalga yang mengandung protein yang setara dengan daging dan kedelai serta juga dikenal oleh masyarakat sebagai pangan fungsional yang menjadi sumber protein, vitamin dan mineral (Nur, 2014). Kandungan protein dalam *Spirulina platensis* berkisar 55-70% dengan lemak total sekitar 6-6,5% dan karbohidrat sekitar 17-25% (Christwardana *et al.*, 2013). *Spirulina platensis* mengandung protein nabati yang tergolong mudah dicerna dibandingkan protein nabati pada mikroalga lainnya karena 95% penyusun dinding selnya adalah mukopolisakarida yang mudah diserap usus (Sari *et al.*, 2022). *Spirulina platensis* adalah mikroalga dibudidayakan dengan jumlah lahan dan air yang lebih kecil dibandingkan komoditas agrikultur lainnya serta dapat menyerap emisi karbon sebanyak 400 kali lebih efisien daripada sebatang pohon (Suwandono *et al.*, 2021).



Sosis pada umumnya menggunakan bahan tambahan pangan (BTP) yaitu *sodium tripolyphosphate* (STPP) yang bertujuan untuk menstabilkan sistem dispersi yang homogen pada pangan dengan takaran batas maksimal yang diizinkan adalah 1000 mg/kg (BPOM, 2016). Sosis yang ditambahkan STPP secara berlebihan dapat menimbulkan rasa pahit dan tekstur keras pada sosis tersebut (Wahyuningtyas 2016). Penggunaan STPP pada penelitian ini digantikan dengan glukomanan, karena glukomanan memiliki sifat kekentalan dan banyak dimanfaatkan sebagai bahan pengental pada makanan (Risti *et al.*, 2018). Selain karakteristik glukomanan yang dapat memperbaiki dan meningkatkan karakteristik tekstur, glukomanan mengandung serat larut yang dapat membentuk viskus dan memperlambat waktu pengosongan lambung (Rahmawati *et al.*, 2022).

Merujuk pada hal diatas, *Spirulina platensis* dan glukomanan dapat menjadi pangan pilihan diet dengan kandungan nutrisi yang tinggi dan turut memperhatikan aspek keberlanjutan lingkungan sehingga dapat meningkatkan ketertarikan pangsa pasar yakni komunitas vegan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan penambahan *Spirulina platensis* dan glukomanan terhadap karakteristik fisikokimia dan organoleptik serta kombinasi perlakuan terbaik sosis tempe siap makan.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan terbagi atas bahan baku dan bahan analisis. Baku yang digunakan adalah tempe segar, tepung tapioka, glukomanan, *Spirulina platensis*, tepung *isolate soy protein*, telur, minyak goreng, kaldu ayam bubuk, bawang putih, bawang merah, garam, gula, merica, pala, ketumbar, jahe dan air mineral. Bahan analisis yang digunakan adalah aquades, H₂SO₄ pekat (Merck), tablet kjedahl (Merck), NaOH (Merck), alkohol 96% (teknis), HCl (Merck), dan potroleum benzene (Merck).

Tahapan Penelitian

Pembuatan gel glukomanan (Modifikasi Rahma dan Sutrisno, 2017)

Glukomanan bubuk ditimbang sebanyak 5 g dan ditambahkan 100 mL air (konsentrasi 5%). Setelah itu, dipanaskan pada suhu 85°C selama 3 menit sambil diaduk hingga merata, kemudian didiamkan selama 15 menit pada suhu kamar untuk memberikan waktu pada glukomanan untuk menyerap air dan *swelling* dengan baik. Dilakukan hal yang sama untuk membuat gel glukomanan konsentrasi 10% dan 15%.

Pembuatan larutan *Spirulina platensis* (Modifikasi Mukhson, 2018)

Spirulina platensis bubuk ditimbang sebanyak 0,1 g dan dilarutkan dalam air dingin 1000 mL (konsentrasi 100 ppm). Setelah itu, aduk secara merata hingga menjadi larutan *Spirulina platensis* yang homogen. Lakukan hal yang sama untuk membuat larutan *Spirulina platensis* konsentrasi 250 ppm dan 500 ppm.



Pembuatan sosis tempe siap makan

Bahan yang digunakan ditimbang terlebih dahulu sesuai dengan formulasi sebagai berikut : tempe segar 100 g, tepung tapioka 20 g, putih telur 10 g, tepung ISP 4 g, gula 10 g, garam 5 g, kaldu ayam 3 g, bawang putih 12 g, bawang merah 8 g, jahe 0,7 g, merica 0,7, pala 0,2 g, ketumbar 0,2 g dan minyak goreng 15 g. Tempe dihaluskan bersama bumbu basah dan bumbu kering menggunakan *chopper*, kemudian ditambahkan tepung tapioka dan tepung ISP lalu dicampurkan kembali hingga membentuk adonan yang homogen. Memindahkan adonan sosis tempe ke dalam wadah untuk diberikan penambahan larutan *Spirulina platensis* dan gel glukomanan sesuai dengan perlakuan yang telah ditetapkan, lalu diaduk kembali hingga adonan homogen. Kemudian disiapkan selongsong sosis selulosa diameter 23 mm yang telah direndam dalam air. Dilakukan pengisian adonan ke dalam selongsong dengan panjang 7 cm menggunakan *piping bag*, mengikat dengan tali setiap bagian ujungnya dengan kondisi tidak ketat dan dilubangi dengan jarum agar selongsong tidak mudah robek saat dimasak dan sosis matang dengan sempurna. Mengukus sosis tempe selama 45 menit pada suhu 85°C hingga sosis tempe matang dengan sempurna. Setelah itu, meniriskan dan mendinginkan sosis tempe pada suhu ruang selama 30 menit lalu disimpan dalam wadah yang tertutup.

Karakteristik Fisik

Kekenyalan (Priambodo, 2014)

Pengukuran tekstur dilakukan menggunakan *Texture Analyzer* (TA-XT Plus) dengan *cylindrical probe* berdiameter 36 mm dengan seri SMS P/36 R. Prosedur yang dilakukan adalah sampel dengan ketebalan 1 cm diletakkan di atas *sample testing, load cell* akan menggerakkan probe ke bawah untuk menekan sampel dan kemudian kembali ke atas.

Susut Masak (Soeparno, 2004)

Pengujian susut masak dilakukan dengan cara menimbang bobot sampel sebelum (a) dan sesudah dimasak (b) pada suhu 80-83°C selama 20 menit. Kehilangan air yang terjadi menunjukkan banyaknya kadar air dan lemak yang hilang selama pemasakan dan dapat dihitung sebagai *cooking loss* menggunakan rumus sebagai berikut :
$$\text{Cooking loss (\%)} = \frac{(a-b)}{a} \times 100\%$$

Water Holding Capacity (Muchtadi dan Sugiyono, 1992)

Pengujian WCH dilakukan dengan menimbang tabung sentrifuse kosong (a), kemudian dilakukan penimbangan sampel sebanyak 1 gram (b) dan ditambahkan aquades sebanyak 9 ml ke dalam tabung. Selanjutnya di vortex selama 3 menit dengan kecepatan 300 rpm dan disentrifuse selama 30 menit dengan



kecepatan 400 rpm. Kemudian supernatant dipisahkan dan dilakukan penimbangan endapan (c). setelah itu dilakukan perhitungan WHC menggunakan rumus sebagai berikut :

$$WHC (\%) = \left\{ \frac{(c-a)-(b)}{(b)} \right\} \times 100\%$$

Karakteristik Kimia

Analisis ini terdiri atas analisis kadar air metode thermogravimetri (AOAC, 1985), analisis kadar mineral metode penetapan total abu (AOAC, 1995), analisis kadar protein metode makro kjedahl (AOAC, 1995), analisis lemak metode Soxhlet (AOAC, 1995), analisis kadar karbohidrat metode *by different* (AOAC, 1995).

Karakteristik Organoleptik (Rahma dan Sutrisno, 2017)

Uji organoleptik yang digunakan adalah uji hedonik yang merupakan uji yang dilakukan dengan cara pengukuran daya terima konsumen terhadap produk dengan menggunakan alat indra manusia. Pengujian ini menggunakan 25 panelis tidak terlatih dengan 10 sampel. Uji organoleptik yang diterapkan pada penelitian ini adalah uji hedonik yang menggunakan 5 parameter penilaian yaitu warna, aroma, tekstur, rasa, dan keseluruhan dengan skala kesukaan dari angka 1-5 yakni (1) sangat tidak suka, (2) tidak suka, (3) agak suka, (4) suka, (5) sangat suka.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian *True Experiment* dengan desain penelitian Rancangan Acak Lengkap (RAL) 2 faktor yang menggunakan 9 kombinasi perlakuan dengan 2 kali ulangan. Faktor pertama adalah konsentrasi penambahan *Spirulina platensis* yang terdiri atas 100 ppm (S1), 250 ppm (S2), 500 ppm (S3). Faktor kedua adalah konsentrasi penambahan glukomanan yang meliputi 5% (G1), 10% (G2) dan 15% (G3).

Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian akan dianalisa dengan *Analysis of Variance* dengan taraf kepercayaan 5% menggunakan SPSS 25 dan *Microsoft Excel* untuk mengetahui perbedaan atau pengaruh pada setiap perlakuan. Apabila dari hasil uji terdapat perbedaan maka dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) untuk mengamati perbedaan antar perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Fisik

Kekenyalan

Kekenyalan adalah kemampuan suatu bahan untuk kembali ke bentuk semula jika diberi gaya yang dinyatakan dalam satuan gram *second* (gs) (Indrianti *et al.*, 2013). Berdasarkan analisa sidik ragam menunjukkan



bahwa perlakuan penambahan *Spirulina platensis* dan glukomanan berinteraksi nyata ($p \leq 0,05$) dan masing-masing perlakuan berpengaruh nyata ($p \leq 0,05$) terhadap tingkat kekenyalan sosis tempe siap makan. Pada Tabel 1 ditampilkan Nilai rata-rata kekenyalan tempe siap makan

Tabel 1. Nilai rata-rata kekenyalan sosis tempe siap makan

	Perlakuan		Kekenyalan (N)
	<i>S. platensis</i>	Glukomanan	
100 ppm		5%	14,77 ^a ± 0,12
		10%	20,37 ^c ± 0,09
		15%	28,33 ^e ± 0,12
250 ppm		5%	15,20 ^b ± 0,09
		10%	22,91 ^d ± 0,11
		15%	30,13 ^f ± 0,11
500 ppm		5%	15,36 ^b ± 0,12
		10%	30,41 ^g ± 0,11
		15%	32,04 ^h ± 0,12

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p \leq 0,05$)

Peningkatan konsentrasi *Spirulina platensis* menyebabkan tingkat kekenyalan sosis semakin tinggi, hal ini disebabkan karena kadar protein *Spirulina platensis* (65%) yang tinggi, protein ini berperan sebagai pengikat yang memiliki struktur yang kompleks dan dapat membentuk jaringan yang kuat dengan bahan lain sehingga mampu menghasilkan adonan yang kompak dan meningkatkan kekenyalan sosis. Hal ini sesuai Sari *et al.* (2022) yang menyebutkan bahwa penambahan protein nabati yang lebih tinggi pada daging analog dapat menyebabkan pembentukan struktur serat selasar yang tebal dan panjang yang menyerupai serat daging hewani serta tingkat kekenyalannya akan meningkat seiring dengan kantong udara yang terperangkap dalam pencampuran protein nabati tersebut.

Peningkatan penambahan glukomanan menyebabkan tingkat kekenyalan pada sosis tempe siap makan semakin tinggi, hal ini disebabkan karena glukomanan memiliki viskositas (40000 mPa S) yang tinggi, viskositas ini menunjukkan kemampuan hidrokoloid (menyerap dan mengikat air) dan membentuk jaringan gel yang juga mengikat komponen bahan lain seperti protein dan lemak sehingga menghasilkan sosis yang padat dan berkorelasi pada tingkat kekenyalan sosis. Hal ini sesuai Anggraeni *et al.* (2014) yang menyebutkan bahwa glukomanan memiliki sifat hidrokoloid yang dapat mengikat air untuk menghasilkan tekstur kuat dan kompak, semakin banyak air yang terikat pada sosis maka tingkat kekenyalannya akan semakin tinggi.



Susut Masak

Susut masak (*cooking loss*) adalah berat yang hilang akibat proses pemanasan, semakin rendah persentase susut masak maka semakin berkurang cairan yang hilang dan nutrisi yang larut dalam air (Abubakar, 2023). Berdasarkan analisa sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan penambahan *Spirulina platensis* dan glukomanan tidak berinteraksi nyata ($p \leq 0,05$) terhadap nilai susut masak sosis tempe siap makan. Perlakuan penambahan *Spirulina platensis* tidak berpengaruh nyata terhadap nilai susut masak sosis tempe, namun perlakuan penambahan glukomanan berpengaruh nyata terhadap nilai susut masak sosis tempe. Pada Tabel 2 ditampilkan Nilai rata-rata susut masak sosis tempe siap makan

Tabel 2. Nilai rata-rata susut masak sosis tempe siap makan

	Perlakuan		Susut Masak (%)
	<i>S. platensis</i>	Glukomanan	
100 ppm		5%	10,43 ^d ± 0,12
		10%	6,88 ^b ± 0,14
		15%	3,18 ^a ± 0,20
250 ppm		5%	10,09 ^{cd} ± 0,22
		10%	6,79 ^b ± 0,25
		15%	3,12 ^a ± 0,03
500 ppm		5%	10,01 ^c ± 0,08
		10%	6,62 ^b ± 0,26
		15%	3,07 ^a ± 0,05

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p \leq 0,05$)

Peningkatan konsentrasi *Spirulina platensis* tidak berpengaruh nyata susut masak sosis tempe siap makan, hal ini disebabkan karena *Spirulina platensis* ditambahkan dalam bentuk larutan dengan perbedaan konsentrasi yang kecil yakni berkisar 150 – 250 ppm dan adanya pembuatan lubang-lubang kecil pada permukaan sosis sebelum dikukus diduga adanya proses denaturasi protein yang menyebabkan adonan yang tidak cukup kuat diikat dalam struktur protein sehingga akan berkurang selama proses pengukusan. Hal ini sesuai dengan Mufidah (2019) yang menyebutkan bahwa tingginya kadar protein berkorelasi dengan meningkatnya kemampuan untuk membentuk jaringan tiga dimensi yang dapat menghambat keluarnya isi granula pati, sehingga semakin tinggi kadar protein maka semakin rendah susut masaknya.

Peningkatan konsentrasi glukomanan menyebabkan susut masak sosis tempe siap makan semakin rendah, hal ini disebabkan karena glukomanan memiliki kemurnian (85%) dan viskositas (40000 mPa S) cukup tinggi yang berkorelasi dengan banyaknya gugus hidroksil yang dapat mengikat sejumlah besar air dan glukomanan merupakan serat larut air yang akan membentuk gel yang stabil dan kuat sehingga memengaruhi besarnya air yang akan terikat kuat dalam sosis. Hal ini sesuai dengan Widjanarko *et al.* (2015) yang



menyebutkan bahwa kadar dan kemurnian glukomanan yang akan mengikat air bebas dalam suatu larutan dapat memengaruhi tinggi rendahnya viskositas tepung porang dan formasi gel.

Water Holding Capacity

Water Holding Capacity (WHC) adalah kemampuan protein daging mengikat air di dalam daging yang dapat digambarkan sebagai tingkat kerusakan protein daging (Hartono *et al.*, 2013). Berdasarkan analisa sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan penambahan *Spirulina platensis* dan glukomanan berpengaruh nyata ($p \leq 0,05$) terhadap nilai *water holding capacity* (WHC) sosis tempe siap makan. Pada Tabel 3 ditampilkan Nilai rata-rata WHC sosis tempe siap makan

Tabel 3. Nilai rata-rata WHC sosis tempe siap makan

	Perlakuan		WHC (%)
	<i>S. platensis</i>	Glukomanan	
100 ppm		5%	29,49 ^a ± 0,27
		10%	37,65 ^c ± 0,14
		15%	40,92 ^e ± 0,13
250 ppm		5%	32,98 ^b ± 0,16
		10%	43,58 ^f ± 0,11
		15%	46,37 ^g ± 0,10
500 ppm		5%	38,62 ^d ± 0,11
		10%	46,59 ^g ± 0,14
		15%	56,21 ^h ± 0,13

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p \leq 0,05$)

Peningkatan konsentrasi *Spirulina platensis* menyebabkan WHC sosis tempe siap makan semakin tinggi, hal ini disebabkan karena kadar protein (65%) *Spirulina platensis* yang tinggi yang setara dengan protein daging, protein ini bersifat hidrofilik dan mampu menahan air melalui interaksi protein-pati dengan komponen bahan lain seperti pati sehingga kapasitas air yang terikat akan bergantung pada ketersediaan protein pada sosis. Hal ini sesuai dengan literatur Suryanto *et al.* (2017) menyebutkan bahwa peningkatan konsentrasi *Spirulina platensis* (250 – 1000 ppm) pada sosis ayam broiler meningkatkan nilai WHC berkisar 56,5 – 60,6% dibandingkan tanpa penambahan *Spirulina platensis* yakni 55,6%.

Peningkatan konsentrasi glukomanan menyebabkan WHC pada sosis tempe siap makan semakin tinggi, hal ini disebabkan karena glukomanan bersifat hidrofilik yang mampu mengembang dan membentuk gel hingga 200% akibat gelatinisasi, gel yang terbentuk berkorelasi dengan viskositas yang bila konsentrasi glukomanan meningkat, maka gel yang terbentuk dan viskositasnya juga akan meningkat. Hal ini sesuai dengan Yanuriati dan Basir (2020) yang menyebutkan bahwa glukomanan dalam air akan terhidrasi sehingga rantai molekulnya



mengalami pengembangan rantai polimer yang lebih terbuka dan memengaruhi konsentrasinya, konsentrasi yang lebih tinggi menghasilkan ruang bebas rantai molekul polimer yang sempit sehingga interaksi antar dan interpolimer tinggi. Peningkatan interaksi polimer ini berkaitan dengan peningkatan viskositas glukomanan karena terjadinya peningkatan ikatan hidrogen, tumpang tindih (*overlapping*) dan lilitan (*entanglement*) rantai molekul glukomanan.

Karakteristik Kimia

Kadar Air

Kadar air adalah salah satu parameter yang berpengaruh terhadap mutu bahan pangan karena dapat memengaruhi kenampakan, tekstur dan cita rasa makanan (Herlina *et al.*, 2015). Berdasarkan analisa sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan penambahan *Spirulina platensis* dan glukomanan berinteraksi nyata ($p \leq 0,05$) dan masing-masing perlakuan berpengaruh nyata ($p \leq 0,05$) terhadap kadar air sosis tempe siap makan. Pada Tabel 4 ditampilkan Nilai rata-rata kadar air sosis tempe siap makan

Tabel 4. Nilai rata-rata kadar air sosis tempe siap makan

	Perlakuan		Kadar Air (%)
	<i>S. platensis</i>	Glukomanan	
100 ppm		5%	62,30 ^g ± 0,31
		10%	57,26 ^d ± 0,11
		15%	46,29 ^b ± 0,10
250 ppm		5%	61,27 ^f ± 0,07
		10%	56,92 ^{cd} ± 0,12
		15%	46,22 ^b ± 0,14
500 ppm		5%	60,89 ^e ± 0,25
		10%	56,83 ^c ± 0,08
		15%	45,81 ^a ± 0,11

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p \leq 0,05$)

Peningkatan konsentrasi *Spirulina platensis* menyebabkan kadar air sosis tempe siap makan semakin rendah, hal ini disebabkan karena *Spirulina platensis* diketahui mengandung kadar protein (60% – 65%) cukup tinggi, protein ini dapat berinteraksi dengan komponen lain dalam adonan seperti karbohidrat dan lemak yang menghasilkan struktur yang lebih padat selama proses pengukusan sehingga dapat mengurangi ruang untuk air. memengaruhi karakteristik higroskopisnya sehingga tidak meningkatkan kadar air secara signifikan pada adonan dan kadar protein yang tinggi yang dapat mengikat kandungan air dalam adonan. Hal ini sesuai dengan Iqbal dan Ma'ruf (2016) kadar protein yang tinggi pada *Spirulina platensis* mengandung fraksi protein berupa albumin dan



glutelin yang dapat membentuk gel atau menggumpal selama pemanasan yang dapat berpengaruh terhadap daya ikat air dan Aw.

Peningkatan konsentrasi glukomanan menyebabkan kadar air pada sosis tempe siap makan semakin rendah, hal ini disebabkan karena glukomanan memiliki viskositas (40000 mPa-s) cukup tinggi yang berkorelasi dengan banyaknya ikatan hidrogennya, semakin banyak ikatan hidrogen maka gugus karboksil akan semakin banyak dan kuat mengikat air sehingga pada kondisi konsentrasi glukomanan lebih tinggi dapat mengikat air yang ada hingga menyebabkan adonan cenderung kekurangan air (kering). Hal ini sesuai dengan Herlina *et al.* (2015) glukomanan memiliki kemampuan meningkatkan kadar WHC yang dapat menurunkan Aw dan kadar air seiring dengan peningkatan konsentrasinya.

Kadar Protein

Kadar protein merupakan salah satu makromolekul polimer yang tersusun atas monomer asam amino yang sangat mudah rusak oleh panas (Cato *et al.*, 2015). Berdasarkan analisa sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan penambahan *Spirulina platensis* dan glukomanan berinteraksi nyata ($p \leq 0,05$) dan masing-masing perlakuan berpengaruh nyata ($p \leq 0,05$) terhadap kadar protein sosis tempe siap makan. Pada Tabel 5 ditampilkan Nilai rata-rata kadar protein sosis tempe siap makan

Tabel 5. Nilai rata-rata kadar protein sosis tempe siap makan

	Perlakuan		Kadar Protein (%)
	<i>S. platensis</i>	Glukomanan	
100 ppm		5%	12,77 ^a ± 0,10
		10%	13,09 ^b ± 0,11
		15%	13,21 ^b ± 0,13
250 ppm		5%	13,90 ^c ± 0,13
		10%	14,62 ^d ± 0,10
		15%	14,86 ^d ± 0,09
500 ppm		5%	15,80 ^e ± 0,11
		10%	15,89 ^e ± 0,10
		15%	16,21 ^f ± 0,11

Keterangan : Angka yang didampangi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p \leq 0,05$)

Peningkatan konsentrasi *Spirulina platensis* menyebabkan kadar protein pada sosis tempe siap makan semakin tinggi meskipun tidak secara signifikan, hal ini disebabkan karena protein adalah makronutrisi utama dari *Spirulina platensis* yang kandungannya sangat tinggi (60% - 65%) bandingkan makronutrisi lain namun penambahan *Spirulina platensis* dalam bentuk larutan dengan konsentrasi (100 ppm – 500 ppm) sehingga kadar protein pada sosis tempe siap makan tidak meningkat secara signifikan. Hal ini sesuai dengan Suryanto *et al.*



(2017) kadar protein pada sosis daging ayam broiler dengan penambahan *Spirulina platensis* (250 ppm – 1000 ppm) mengalami kenaikan berkisar 18,0% - 18,7% dengan selisih yang cenderung kecil akibat penggunaan konsentrasi yang berbeda hanya 0,075 ppm dan perbedaan kadar protein berdasarkan sumber budidayanya.

Peningkatan konsentrasi glukomanan menyebabkan kadar protein pada sosis tempe siap makan semakin tinggi meskipun tidak secara signifikan, hal ini disebabkan karena glukomanan mengandung kadar protein yang cukup rendah sehingga sedikit berperan dalam meningkatkan kadar protein seiring dengan peningkatan konsentrasi penambahan glukomanan. Dalam Cato *et al.* (2015) menyebutkan bahwa tepung porang mengandung 2 jenis protein yang dibedakan atas susunannya yaitu protein sederhana (tersusun dari molekul asam-asam amino) dan protein gabungan (tersusun dari protein dan gugus bukan protein). Protein yang bersifat sederhana pada tepung porang akan mengalami kerusakan pada susunan molekul asam-asam aminonya akibat proses pemanasan pada suhu tinggi selama 15 menit.

Kadar Karbohidrat

Kadar karbohidrat ditentukan menggunakan prinsip *by different* yaitu diperoleh dengan mengurangi 100% persentase kadar air, abu, lemak dan protein (Chandra *et al.*, 2014). Berdasarkan analisa sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan penambahan *Spirulina platensis* dan glukomanan berinteraksi nyata ($p \leq 0,05$) dan masing-masing perlakuan berpengaruh nyata ($p \leq 0,05$) terhadap kadar karbohidrat sosis tempe siap makan. Pada Tabel 6 ditampilkan Nilai rata-rata kadar karbohidrat sosis tempe siap makan

Tabel 6. Nilai rata-rata kadar karbohidrat sosis tempe siap makan

	Perlakuan		Kadar Karbohidrat (%)
	<i>S. platensis</i>	Glukomanan	
100 ppm		5%	16,33 ^c ± 0,16
		10%	23,08 ^f ± 0,04
		15%	34,52 ⁱ ± 0,50
250 ppm		5%	14,72 ^b ± 0,11
		10%	20,41 ^e ± 0,13
		15%	31,14 ^h ± 0,28
500 ppm		5%	13,14 ^a ± 0,52
		10%	18,76 ^d ± 0,12
		15%	29,29 ^g ± 0,32

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p \leq 0,05$)

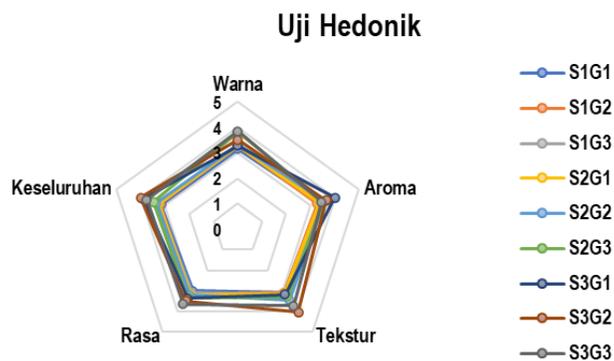
Peningkatan penambahan konsentrasi *Spirulina platensis* hingga 500 ppm menyebabkan kadar karbohidrat pada sosis tempe siap makan semakin rendah, hal ini disebabkan karena *Spirulina platensis* mengandung komponen utama tertinggi adalah protein sehingga kadar karbohidrat yang dihitung secara *by different*



mengalami penurunan. Hal ini sesuai dengan literatur Ardiansyah (2023) menyebutkan peningkatan penambahan *Spirulina platensis* (15g – 35g) pada sosis analog tempe menyebabkan penurunan kadar karbohidrat berkisar 12,34% - 9,65% dibandingkan perlakuan kontrol yakni 12,80%

Peningkatan penambahan konsentrasi glukomanan hingga 15% menyebabkan kadar karbohidrat pada sosis tempe siap makan semakin tinggi, hal ini disebabkan karena glukomanan mengandung kadar karbohidrat dan kemurnian glukomanan yang tinggi sehingga berkorelasi dalam peningkatan kadar karbohidrat secara *by different*. Hal ini sesuai Nugraheni dan Advistasari (2018) menyebutkan bahwa pengujian kadar karbohidrat pada glukomanan porang menggunakan metode *Anthrone* didapatkan sebesar 31,33%.

Uji Hedonik



Keterangan : S1G1 (*Spirulina platensis* 100 ppm, Glukomanan 5%), S1G2 (*Spirulina platensis* 100 ppm, Glukomanan 10%), S1G3 (*Spirulina platensis* 100 ppm, Glukomanan 15%), S2G1 (*Spirulina platensis* 250 ppm, Glukomanan 5%), S2G2 (*Spirulina platensis* 250 ppm, Glukomanan 10%), S2G3 (*Spirulina platensis* 250 ppm, Glukomanan 5%), S3G1 (*Spirulina platensis* 500 ppm, Glukomanan 5%), S3G2 (*Spirulina platensis* 500 ppm, Glukomanan 10%), S3G3 (*Spirulina platensis* 500 ppm, Glukomanan 15%).

Gambar 1. Spider Chart Uji Hedonik Sosis Tempe Siap Makan

Pada diatas menunjukkan *spider chart* antara setiap parameter penilaian terlihat bahwa parameter warna, tekstur dan keseluruhan menunjukkan adanya pengaruh nyata terhadap mutu hedonik panelis sedangkan parameter aroma dan rasa menunjukkan tidak adanya pengaruh nyata terhadap mutu hedonik panelis. Hal ini terlihat dari saling berhimpitannya garis pada setiap perlakuan yang diberikan, namun dapat terlihat bahwa perlakuan terbaik adalah S3G2 (*Spirulina platensis* 500 ppm, Glukomanan 10%), karena pada *spider chart* terlihat bahwa perlakuan S3G2 di setiap parameteranya lebih mendekati angka tertinggi.



Perlakuan Terbaik

Pada penelitian ini, perlakuan terbaik didapatkan dari data aspek kuantitas dan kualitas dengan menggunakan metode De Garmo. Aspek kuantitas meliputi parameter fisikokimia yakni kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kadar karbohidrat, kekenyalan, susut masak, dan *water holding capacity*. Sedangkan aspek kualitas meliputi parameter organoleptik yakni warna, aroma, tekstur, rasa dan keseluruhan. Hasil perlakuan terbaik berdasarkan parameter fisikokimia dan organoleptik adalah sosis tempe siap makan formulasi S3G2 dengan penambahan 500 ppm *Spirulina platensis* dan 10% glukomanan. Perlakuan terbaik ini dianalisis nilai cerna protein secara *in-vitro* yang bertujuan untuk mengetahui tingkat kemudahan protein dihidrolisis oleh enzim pencernaan dalam tubuh menjadi asam-asam amino sederhana. Semakin tinggi nilai cerna protein pada produk maka semakin tinggi mutu protein produk dan semakin tinggi kemudahan untuk mencerna dan menyerap protein oleh tubuh.

Tabel 7. Perlakuan terbaik sosis tempe siap makan

No.	Parameter	Keterangan
1.	Kekenyalan	30,41 N
2.	Susut Masak	6,62%
3.	WHC	46,59%
4.	Kadar Air	56,83%
5.	Kadar Abu	4,05%
6.	Kadar Lemak	4,46%
7.	Kadar Protein	15,89%
8.	Kadar Karbohidrat	18,76%
9.	Warna	3,52 (agak suka)
10.	Aroma	3,64 (agak suka)
11.	Rasa	3,48 (agak suka)
12.	Tekstur	4,04 (suka)
13.	Keseluruhan	4,00 (suka)
14.	Nilai Cerna Protein	43,26%

KESIMPULAN

Formulasi sosis tempe siap makan dengan penambahan *Spirulina platensis* dan glukomanan berpengaruh nyata ($p \leq 0,05$) terhadap kekenyalan, WHC, kadar air, kadar abu, kadar protein dan kadar karbohidrat namun tidak berpengaruh nyata terhadap susut masak dan kadar lemak. Hasil analisis perlakuan terbaik yaitu formulasi sosis tempe siap makan S3G2 dengan penambahan *Spirulina platensis* 500 ppm dan glukomanan 10% diperoleh kekenyalan 30,41 N; susut masak 6,62; WHC 46,59%; kadar air 56,83%; kadar abu 4,05%; kadar protein 15,89%;



kadar lemak 4,46%; kadar karbohidrat 18,76% dan uji hedonik warna 3,52 (agak suka); aroma 3,64 (agak suka); tekstur 4,04 (suka); rasa 3,48 (agak suka) dan keseluruhan 4,00 (suka) serta nilai cerna protein 43,26%.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahnan-Winarno, A. D., Cordeiro, L., Winarno, F. G., Gibbons, J., and Xiao, H. 2021. Tempeh: A Semicentennial Review on Its Health Benefits, Fermentation, Safety, Processing, Sustainability, and Affordability. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 20(2):1717-1767.
- Ambari, D. P., Anwar, F., dan Damayanthi, E. 2014. Formulasi Sosis Analog Sumber Protein Berbasis Tempe dan Jamur Tiram sebagai Pangan Fungsional Kaya Serat Pangan. *Jurnal Gizi dan Pangan* 9(1):65-72.
- Anggraeni, D. A., Widjanarko, S. B., dan Ningtyas, D. W. 2014. Proporsi Tepung Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume): Tepung Maizena Terhadap Karakteristik Sosis Ayam. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 2(3):214-223.
- Anwar, S. H., Antasari, M., Hasni, D., Safriani, N., Rohaya, S., dan Winarti, C. 2017. Kombinasi Pati Sukun Termodifikasi OSA (*Octenyl Succinic Anhydride*) dan Lesitin sebagai Penstabil Emulsi Minyak dalam Air. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian* 14(3):124-133.
- Ardiansyah, M. 2023. Formulation of Sausage Analog Protein Source Based on Tempeh and *Spirulina platensis* Microalgae as Functional Food. Disertasi. Universitas Hasanuddin. Makassar
- [BPOM] Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2016. Peraturan BPOM Nomor 13 Tahun 2016 tentang Pengawasan Klaim pada Label dan Iklan Pangan Olahan. Diakses pada 28 Agustus 2023 [https://standarpangan.pom.go.id/dokumen/peraturan/2016/PerKa BPOM No 13 Tahun 2016 tentang Klaim pada Label dan Iklan Pangan Olahan.pdf](https://standarpangan.pom.go.id/dokumen/peraturan/2016/PerKa%20BPOM%20No%2013%20Tahun%202016%20tentang%20Klaim%20pada%20Label%20dan%20Iklan%20Pangan%20Olahan.pdf)
- Cato, L., Rosyidi, D., dan Thohari, I. 2015. Pengaruh Substitusi Tepung Porang (*Amorphophallus oncophyllus*) pada Tepung Tapioka Terhadap Kadar Air, Protein, Lemak, Rasa dan Tekstur Nugget Ayam. *Journal of Tropical Animal Production* 16(1):15-23.
- Christwardana, M., Nur, M.M.A. dan Hadiyanto, H., 2013. *Spirulina platensis*: Potensinya Sebagai Bahan Pangan Fungsional. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 2(1).
- Ekantari, N., Marsono, Y., Pranoto, Y., dan Harmayani, E. 2017. Pengaruh Media Budidaya Menggunakan Air Laut dan Air Tawar terhadap Sifat Kimia dan Fungsional Biomassa Kering (*Spirulina platensis*). *Agritech* 37(2):173-182.
- Herlina, H., Darmawan, I., dan Rusdianto, A. S. 2015. Penggunaan tepung Glukomanan Umbi Gembili (*Dioscorea esculenta* L.) Sebagai Bahan Tambahan Makanan pada Pengolahan Sosis Daging Ayam. *Jurnal Agroteknologi* 9(02):134-144.
- Iqbal, M., dan Ma'ruf, W. F. 2016. Pengaruh Penambahan Mikroalga *Spirulina platensis* dan Mikroalga *Skeletonema costatum* Terhadap Kualitas Sosis Ikan Bandeng (*Chanos Chanos* F.). *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 5(1), 56-63.
- Jung, F., Krüger-Genge, A., Waldeck, P., and Küpper, J. H. 2019. *Spirulina platensis*, a super food?. *Journal of Cellular Biotechnology* 5(1):43-54.
- Knipe, C.L. 2014. *Sausage Type of Cooked*. *Encyclopedia of Meat Sciences* 3:241-247.



- Lufiana, B., Mokoolang, S., Korompot, I., Fahrullah, F., dan Amin, M. 2023. Penggunaan Tepung Porang sebagai Substitusi Tepung Tapioka terhadap Karakteristik Fisik dan Hedonik Bakso Ayam. *Jurnal Peternakan Lokal* 5(1):8-15.
- Mariyam, M., Arfiana, A., dan Sukini, T. 2017. Efektivitas Konsumsi Nugget Tempe Kedelai Terhadap Kenaikan Berat Badan Balita Gizi Kurang. *Jurnal Kebidanan* 6(12):63-72.
- Mufidah, D. 2019. Analisis Sifat Fisika, Kimia dan Organoleptik Mi Kering dengan Fortifikasi *Spirulina platensis* Terenkapsulasi Iota Karaginan sebagai Sumber Serat Pangan. Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang.
- Mustika, A., Ali, A., dan Ayu, D. F. 2018. Evaluasi Mutu Sosis Analog Jantung Pisang dan Tempe. *Sagu* 17(1):1-9.
- Nur, M. A. 2014. Potensi Mikroalga Sebagai Sumber Pangan Fungsional di Indonesia (*overview*). *Jurnal Eksergi*, 11(2):1-6.
- Nugraheni, B., dan Advistasari, Y. D. 2018. Identifikasi dan Analisis Kandungan Makronutrien Glukomanan Umbi Porang (*Amorphophallus onchophyllus*). *Jurnal Ilmu Farmasi dan Farmasi Klinik*, 15(2), 77-82.
- Priyanto, A. D., dan Djajati, S. 2020. Pengaruh Jenis Bahan Pengikat dan Konsentrasinya pada Formulasi Sosis dari Kerang Hijau dan Tepung Tempe. *Jurnal Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian* 4(1):28-42.
- Purawisastra, S., Slamet, D. S., dan Soetrisno, U. S. 2012. Perubahan kandungan protein dan komposisi asam amino kedelai pada waktu pembuatan tempe dan tahu. *Journal of Nutrition and Food Research*. Diakses pada 4 Juni 2023 <https://doi.org/10.22435/pgm.v0i0.2287>
- Putri, T. W., Sari, N. I., and Sumarto, S. 2016. The Effect of Addition Spirulina to the Catfish (*Pangasius hypophthalmus*) Fish Protein Concentrate Ice Cream on the Consumer Acceptance. Skripsi. Universitas Riau. Pekanbaru
- Rahma, P., dan Sutrisno, A. 2017. Sosis Analog Berbasis Tempe Kedelai Hitam (*Glycine soya*) (Perbedaan Persentase Gel Glukomanan dan Jenis Pati. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 5(2):74-84.
- Rahmawati, F., Harmayani, E., Anggraeni, V. Y., dan Lestari, L. A. 2022. Pengaruh Konsumsi Cookies Garut (*Marantha arundinacea*) yang Mengandung Glukomanan Porang sebagai Makanan Selingan terhadap Kadar Kolesterol Total Penyandang Diabetes Mellitus Tipe 2. *Jurnal Gizi Klinik Indonesia*, 19(1), 29-38.
- Risti, D., Aprilia, V., dan Nisa, F. Z. 2018. Sifat Fisik, Kadar Serat, dan Daya Terima Naget dengan Penggunaan Glukomanan dari Porang (*Amorphophallus oncophyllus*) untuk Substitusi Daging Ayam. *Jurnal Gizi dan Dietetik Indonesia* 5(1): 9-16.
- Romulo, A., and Surya, R. 2021. Tempe: A Traditional Fermented Food of Indonesia and Its Health Benefits. *International Journal of Gastronomy and Food Science* 26:100413.
- Sari, B. L., Dewi, E. N., dan Fahmi, A. S. 2022. Pengaruh Penambahan Spirulina platensis sebagai Sumber Protein Nabati pada Daging Analog bagi Vegetarian. *Jurnal Mutu Pangan: Indonesian Journal of Food Quality* 9(2):76-83.
- Savadkoochi, S., Hoogenkamp, H., Shamsi, K., and Farahnaky, A. 2014. Color, Sensory and Textural Attributes of Beef Frankfurter, Beef Ham and Meat-Free Sausage Containing Tomato Pomace. *Meat science*, 97(4):410-418.
- Suryanto, E., Jamhari, J., Sujarwanta, R. O., Triyannanto, E., Setiyono, S., Sumajava, F. P., and Mukhshon, A. J. 2017. Karakteristik Fisik, Kimia, Sensoris dan Kandungan Antioksidan Sosis Daging Ayam Broiler dengan Penambahan *Spirulina* (*Arthrospira plantensis*). Skripsi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta



- Suci, L. N. O., dan Murtini, E. S. 2017. Formulasi Cookies Sumber Protein Berbahan Tepung Kacang Tunggak Sebagai Upaya Pemanfaatan Komoditas Lokal. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 28(2):194.
- Suwandono, P., Priyandoko, G., Prihandarini, R., dan Hardianto, A. 2022. Pengembangan UKM dalam Bidang Pertanian Mikroalga (*Spirulina*) di Daerah Urban Berbasis *Internet of Things* (IoT). *JAST: Jurnal Aplikasi Sains Dan Teknologi*, 5(2), 138-147.
- Wulandari, D., Komar, N., dan Sumarlan, S. H. 2013. Perekayasaan Pangan Berbasis Produk Lokal Indonesia. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis* 1(2):73-82.
- Wahyuningtyas, R. 2016. Formulasi Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) dengan Daging Analog Berbasis MOLEF (*Modified Legume Flour*) Koro Pedang (*Canavalia ensiformis* L.) dan STPP pada Pembuatan Sosis. Skripsi. Universitas Jember. Jember
- Widjanarko, S. B., Widyastuti, E., dan Rozaq, F. I. 2015. Pengaruh Lama Penggilingan Tepung Porang (*Amorphophallus muelleri* B.) Dengan Metode *Ball Mill* (*Cyclone Separator*) Terhadap Sifat Fisik dan Kimia Tepung Porang. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 3(3):867-877.
- Yanuriati, A., dan Basir, D. 2020. Peningkatan Kelarutan Glukomanan Porang (*Amorphophallus muelleri* B.) dengan Penggilingan Basah dan Kering. *Agritech* 40(3):223-231.