

MODIFIKASI PATI SUWEG (*Amorphophallus paeoniifolius* var. *companulatus*) DENGAN MENGGUNAKAN SODIUM TRIPOLIFOSFAT (STPP)

MODIFICATION OF SUWEG STARCH (*Amorphophallus paeoniifolius* var. *Compulatus*) USING SODIUM TRIPOLYPHOSPHATE (STPP)

Sarlina Palimbong^{1*}, Pulung Nugroho¹, Alfianti Ajeng Pratiwi¹

¹Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Kristen Satya Wacana, Jl. Kartini no 11A, Salatiga

ABSTRAK

Suweg berpotensi sebagai sumber pati karena memiliki kadar amilosa 24,5% dan amilopektin 75,5%. Beberapa kelemahan pati alami seperti tidak tahan selama proses pengadukan, kondisi asam, panas, dan ketidakstabilan produk selama penyimpanan, menyebabkan pati perlu dimodifikasi. Tujuan penelitian ini adalah melakukan modifikasi ikat silang pada pati suweg dengan sodium tripolifosfat (STPP) dan menganalisa sifat fisikokimia pati suweg termodifikasi (kadar air, kadar amilosa, *swelling power*, dan derajat substitusi). Metode penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial yang terdiri dari 5 jenis perlakuan dan 3 kali ulangan yaitu P0 (0%:0 menit), P1 (1%:30 menit), P2 (1%:60 menit), P3 (3%:30 menit), dan P4 (3%:60 menit), sehingga terdapat 15 unit perlakuan. Analisis data menggunakan ANOVA dan uji lanjut Duncan pada taraf kepercayaan 5%. Paduan konsentrasi STPP dan lama waktu perendaman berpengaruh nyata pada parameter pati suweg modifikasi. Nilai parameter uji pati suweg kontrol berada dalam rentang nilai-nilai parameter uji pati suweg termodifikasi. Secara umum hal ini disebabkan penggunaan metode pengeringan pati yang berbeda, terdapat jeda waktu penyimpanan pada suhu ruangan hingga sampel pati dimodifikasi dan diuji.

Kata kunci: pati modifikasi, sodium tripolifosfat, suweg

ABSTRACT

Suweg has the potential as a source of starch because it has an amylose content of 24.5% and amylopectin of 75.5%. Some of the weaknesses of natural starch, such as not being resistant during the moving process, acidic conditions, heat, and product instability during storage, cause the starch to be modified. This study aimed to change the cross-linking of suweg starch with sodium tripolyphosphate (STPP), and analyzed the physicochemical properties of modified suweg starch (moisture content, amylose content, swelling power, and degree of substitution). The research method used a factorial, completely randomized design (CRD) consisting of 5 types of treatment and three replications, namely P0 (0%: 0 minutes), P1 (1%: 30 minutes), P2 (1%: 60 minutes), P3 (3%:30 minutes), and P4 (3%:60 minutes), so there are 15 treatment units. Data analysis using ANOVA and Duncan's test at a 5% confidence level. The STPP concentration and soaking time significantly affected the modified suweg starch parameters. However, the parameter values for the control suweg starch test were within the range of the modified suweg test parameter values. This is generally due to difference starch drying methods; storage at room temperature has a time lag until the samples are altered and tested.

Keywords: sodium tripolyphosphate, starch modification, suweg

^{*}) Penulis Korespondensi.

E-mail: sarlina.palimbong@uksw.edu

Telp: +62-811279922

Pendahuluan

Suweg (*Amorphophallus companulatus*) adalah tanaman jenis umbi-umbian yang banyak tumbuh liar di Indonesia (Indika et al., 2017). Tanaman suweg dapat tumbuh di hutan, kebun, lereng gunung di atas tanah pada ketinggian 1 – 700 meter di atas permukaan laut. Biasanya tanaman suweg tumbuh di bawah pohon lain disekitarnya seperti dibawah pohon jati, pohon mahoni ataupun di bawah pohon bambu (Dwikandana et al., 2019). Umbi suweg memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi pati karena sifat fisikokimianya, yaitu mempunyai kadar amilosa rendah (24,5%) dan amilopektin tinggi (75,5%) (Septiani et al., 2015). Pati pada umumnya mengandung amilopektin lebih banyak dibandingkan amilosa. Amilosa dan amilopektin akan berpengaruh terhadap sifat kelarutan dan derajat gelatinisasi pati. Kadar amilosa yang semakin tinggi, akan menghasilkan pati yang kering dan kurang lengket (Nisah, 2017). Karakteristik rantai amilosa yang lurus menyebabkan sifat gel yang dihasilkan cenderung kurang elastis. Sedangkan amilopektin memiliki struktur granula yang lebih kompak, ruang udara antar granula dan ukuran granula yang lebih besar (Amrinola, 2015; Luna et al. 2015).

Pati adalah salah satu golongan karbohidrat yang memiliki ciri fisik berwarna putih, tidak larut dalam air, tidak berbau dan tawar. Pati merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan α -glikosidik produk yang dihasilkan oleh tumbuhan dari proses fotosintesis. Pati digunakan sebagai cadangan makanan yang disimpan bagi tumbuh-tumbuhan dalam jangka panjang, seperti di dalam biji buah (padi, jagung, gandum), di dalam umbi (ubi kayu, ubi jalar, umbi suweg) dan pada batang (aren dan sagu) (Audiensi, 2019). Pati dalam produk pangan umumnya digunakan sebagai bahan pengikat, pengental, pembentuk gel, emulsifier, enkapsulasi, pembentuk film, pembentuk tekstur, penstabil, dan lain-lain (Amrinola, 2015).

Menurut Audiensi (2019) dan Rahim et al. (2019) pati secara alami memiliki banyak kelemahan terutama ketika diaplikasikan dalam proses pengolahan. Sebagai contoh pati tidak tahan selama proses pengadukan, kondisi atau penambahan asam, dan panas. Selain itu, juga dapat menyebabkan produk tidak stabil selama penyimpanan akibat mengalami retrogradasi, penampakan kurang baik, dan sineresis. Oleh karena itu, perlu modifikasi pati baik secara

kimia, fisik, maupun biologi yang diharapkan mampu memperbaiki sifat fungsionalnya.

Modifikasi merupakan suatu perlakuan khusus yang diberikan pada suatu bahan pangan supaya mendapatkan hasil dengan sifat yang lebih baik atau mengubah beberapa sifat-sifat tertentu (Maulana et al. 2016). Pelakuan khusus tersebut dapat berupa penggunaan panas, bakteri, asam, alkali, zat pengoksidasi, atau bahan kimia lainnya yang dapat mengubah gugus kimia dan atau perubahan bentuk, ukuran dan struktur molekul pati (Hanifah, 2018).

Salah satu modifikasi pati yang dapat dilakukan secara kimia, yaitu dengan metode ikat silang menggunakan beberapa pereaksi seperti fosforil klorida (POCl_3), sodium trimetafosfat (STMP) atau epiklorohidrin (EPI) dan sodium tripolifosfat (STPP) (Syafriyanti et al. 2017). Sodium tripolifosfat merupakan senyawa berupa garam alkali yang mempunyai gugus fungsional gugus fosfat. STPP berpotensi dimanfaatkan dalam proses modifikasi pati karena monofungsional di dalamnya (Aulia dan Widya, 2015). Modifikasi ini dapat membentuk *monostarch phosphate* jika satu gugus -OH bereaksi dengan fosfat melalui reaksi substitusi. Jika dua gugus -OH bereaksi dengan fosfat melalui reaksi *cross linking* maka membentuk *distarch phosphate* (Polnaya et al. 2013). Pada reaksi substitusi bertujuan untuk menstabilkan pati dengan mencegah retrogradasi/ reasosiasi. Pada reaksi *cross linking* bertujuan untuk membentuk ikatan kimia yang lebih kuat sehingga saat suhu suspensi dinaikkan granula akan tetap utuh, suhu gelatinisasi pati menjadi meningkat, pati menjadi tahan terhadap pH rendah dan pengadukan. Oleh karena itu, dari sekian banyak karakteristik kimia dan fisik pati modifikasi pati, karakteristik yang akan dilihat dalam penelitian ini antara lain kadar air, kadar amilosa, daya gelembung/daya kembang (*swelling power*), dan derajat substitusi. Menurut Retnaningtyas dan Widya (2014) reaksi ikat silang dengan reagen STPP dipengaruhi oleh konsentrasi STPP yang digunakan dan lama waktu perendaman.

Sodium tripolifosfat merupakan salah satu bahan tambahan pangan berupa garam pengemulsi. STPP yang digunakan sebagai reagen dalam proses ikat silang penggunaannya telah diizinkan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) sehingga dinilai aman ketika dikonsumsi dalam jumlah tertentu (Nursanty dan Yenny, 2018). Dengan kata lain bahwa STPP

merupakan bahan tambahan pangan yang food grade. Selain sudah diizinkan oleh BPOM, STPP juga mudah ditemukan dan lebih murah (ekonomis) dibandingkan dengan fosforil klorida (POCl_3), sodium trimetafosfat (STMP) dan epiklorohidrin (EPI) (Hasibuan et al. 2016). Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan sebelumnya maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kombinasi konsentrasi STPP dan lama reaksi terhadap beberapa sifat fisikokimiawi pati suweg setelah dimodifikasi.

Metode Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan Agustus – Desember 2020 di Laboratorium *Food Processing* FKIK UKSW. Bahan-bahan yang digunakan terdiri dari umbi suweg dari tanaman suweg yang berumur $\pm 9 - 10$ bulan, STPP, Na_2SO_4 , HCl 5%, NaOH 5%, NaCl, Na_2CO_3 , NaHCO_3 , Na_2SO_4 , $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, *arsenomolybdate*, *vandate-molybdate*, D-glucosa, asam asetat, amilosa, dan aquades.

Tahapan Penelitian

Ekstraksi Pati Suweg

Tahap ini meliputi pemotongan umbi suweg segar, pengupasan, pembersihan, pengecilan ukuran (penghancuran), penyaringan, pengendapan/ pendiaman, pengeringan, penggilingan dan pengayakan menggunakan saringan ukuran 60 – 80 mesh serta penyimpanan pati suweg kering dalam wadah kedap. Proses ekstraksi pati suweg ditampilkan pada Gambar 1.

Modifikasi Ikat Silang (Novitasari et al. 2017)

Modifikasi ikat silang pati suweg pada penelitian ini berdasarkan pada modifikasi ikat silang pati sente (Novitasari et al. 2017). Sodium tripolifosfat dilarutkan dalam aquades 150 ml masing-masing 1%, 3% dari berat pati suweg (100 g). Kemudian pati suweg sebanyak 100 g dimasukkan ke dalam larutan STPP, pH larutan diatur hingga mencapai pH 10 dengan penambahan NaOH 5%. Setelah itu larutan

diaduk sesuai dengan perlakuan (30, 60 menit) pada suhu ruang, lalu larutan dinetralkan hingga mencapai pH 6,5 dengan ditambahkan HCl 5%. Selanjutnya larutan disentrifus dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit. Pati kemudian dicuci sebanyak 3 kali menggunakan aquades 100 ml sampai pH 7, lalu dioven pada suhu 50°C selama 8 jam. Kemudian pati diblender dan diayak dengan ayakan 80 mesh (Medikasari et al. 2009). Pati lolos ayakan kemudian disebut sebagai pati suweg modifikasi (PSM). Proses modifikasi ikat silang ditampilkan pada Gambar 2.

Analisis Kadar Air dan Fisikokimia

Analisis kadar air berdasarkan AOAC (2005). Analisa fisikokimia meliputi kadar amilosa, derajat pembengkakan *swelling power* (SP), dan derajat substitusi (DS) (Teja et al. 2008).

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 kali ulangan. Terdapat 5 perlakuan yaitu P0 (konsentrasi STPP 0% : lama reaksi 0 menit), P1 (konsentrasi STPP 1% : lama reaksi 30 menit), P2 (konsentrasi STPP 1% : lama reaksi 60 menit), P3 (konsentrasi STPP 3% : lama reaksi 30 menit), dan P4 (konsentrasi STPP 3% : lama reaksi 60 menit) sehingga diperoleh 15 unit percobaan.

Analisis Data

Data dianalisis dengan menggunakan sidik ragam (Analysis of Variance) ANOVA *oneway*, dan dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$).

Hasil dan Pembahasan

Uji Kadar Air dan Fisikokimia

Hasil modifikasi pati suweg menggunakan STPP dan lama reaksi menunjukkan perbedaan pada kadar air, kadar amilosa, SP, dan DS, yang ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat fisikokimia pati umbi suweg setelah dimodifikasi

Parameter	Tepung pati umbi suweg				Tepung Pati umbi Suweg Modifikasi (PSM) menggunakan STPP				
	Faridah (2005), Utami (2008)	Sukhij et al. (2016)	Utami (2008)	P0	P1	P2	P3	P4	
Air (% bb)	72,14			16.13±0.10 ^d	32.15±0.05 ^a	16.29±0.05 ^c	13.33±0.04 ^e	22.06±0.05 ^b	
Kadar amilosa (% wb)	1,49	14,07	15,92	33.24±0.16 ^d	31.60±0.22 ^e	35.75±0.38 ^c	39.52±0.57 ^a	37.63 ±0.25 ^b	
SP (% wb)				2102,57±5.27 ^c	2065,70±11.4 ^d	2256,63±5.58 ^b	2353,97 ±8.29 ^a	2350,00 ±11.69 ^a	
DS (% wb)				Tidak terdeteksi	0.00 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.02 ± 0.00	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada baris yang sama berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95%.

Kadar air

Tepung pati suweg modifikasi ternyata memiliki kadar air yang beragam. Nilai kadar air berada pada rentang 13,33 – 32,15%. Pada Tabel 1 tampak bahwa kadar air tepung pati suweg kontrol berada pada kisaran kadar air tepung pati suweg modifikasi. Tepung pati suweg kontrol dikeringkan dengan cara dijemur pada sinar matahari secara langsung, dimana suhu tidak terkontrol dan tidak kontinu. Sedangkan tepung PSM berasal dari tepung pati suweg kering matahari sebelumnya, kemudian diberi perlakuan dan waktu modifikasi berbeda-beda lalu dikeringkan dengan oven pada suhu yang terkontrol (50°C) dan kontinu. Hasil penelitian (Munarso et al. 2009) mengemukakan terdapat perbedaan kadar air pada tepung beras kontrol dan tepung beras modifikasi karena adanya perbedaan dalam proses pengeringan awal. Bahwa kadar air antar perlakuan pada tepung beras modifikasi POCl₃ (0,1; 0,2; dan 0,3%) berbeda-beda (naik turun), dan kadar air mengalami peningkatan nyata pada konsentrasi POCl₃ tertinggi. Sejalan dengan pendapat Anwar (1997) dalam Munarso et al. (2009) bahwa penggunaan POCl₃ 0,5% pada maltodekstrin menghasilkan kadar air lebih tinggi daripada POCl₃ 0,25%. Namun, hasil ini berbeda dengan hasil penelitian (Bremer et al. 2020) yang mengemukakan terjadi peningkatan kadar air tepung buru hotong hasil modifikasi seiring peningkatan konsentrasi STPP dengan nilai kadar air 5,96–10,23% dimana pati fosforilasinya dikemas dalam kemasan plastik dan disimpan

pada suhu 4°C; pati umbi gembili (0,25–5,17%), (Herlina, 2010), pada tepung ubi jalar oranye (6,37–6,86%) (Aulia dan Widya, 2015) dan pada pati ubi jalar orange (9,98–13,38) (Retnaningtyas dan Widya, 2014). Adanya perbedaan nilai kadar air antara tepung pati suweg modifikasi dengan sumber-sumber pati yang dimodifikasi baik dengan POCl₃ maupun STPP diduga karena perbedaan dalam proses pengeringan awal, ada jeda waktu agak lama antara pati suweg kering dengan proses modifikasi dan analisisnya, serta penyimpanan sampel pada suhu ruangan.

Kadar amilosa

Kadar amilosa pada bahan berpati menurut (Aliawati, 2003) terdiri dari empat kelompok yaitu amilosa sangat rendah (<10%), amilosa rendah (10 - 20%), amilosa sedang (20–24%), dan amilosa tinggi (>25%). Berdasarkan pustaka tersebut, diketahui hasil penelitian pati suweg kontrol mengandung kadar amilosa tinggi (33,24%), dan nilai ini berada pada kisaran nilai-nilai kadar amilosa perlakuan P1 hingga P4 (31,60 – 39,52%). Semua nilai-nilai amilosa hasil penelitian ini jauh lebih tinggi dari nilai yang dikemukakan oleh Sukhija et al. (2016), (Septiani et al. 2015), dan Utami (2008) yaitu masing-masing 14,07%, 24,5%, dan 15,29% (metode pengeringan menggunakan oven pengering suhu 60°C selama 5 jam). Jika dibandingkan kadar amilosa pada tepung umbi suweg (1,49%) menurut Faridah (2005) dan Utami (2008), kadar amilosa pada tepung pati suweg modifikasi dan

nonmodifikasi jauh lebih tinggi. Bervariasinya kadar amilosa hasil penelitian ini berbeda dengan hasil penelitian (Breemer et al. 2020) yang menyatakan terjadi kecenderungan peningkatan kadar amilosa dan nilai DS pada pati buru hotong termodifikasi seiring peningkatan konsentrasi STPP, dan (Novitasari et al. 2017) pada pati sente yang dimodifikasi menggunakan STPP. Berdasarkan referensi ini terlihat ketidaksinkronan antara perolehan kadar amilosa dan nilai DS seluruh sampel yang diujikan dalam hasil penelitian ini. Diduga karena adanya perbedaan metode pengeringan sample diawal. Namun, untuk kepastian penyebab ini perlu penelitian lebih lanjut.

Swelling power

Swelling power adalah proses meningkatnya volume dan berat maksimum pati selama proses perendaman di dalam air (Armuyuni et al. 2015). Pembengkakan ukuran granula pada pati modifikasi terjadi karena adanya reaksi antara pereaksi fosfat (STPP) dengan kemampuan mengembang granula pada pati. Mengembangnya granula pati terjadi karena adanya gugus positif pada proses fosforilasi (ikat silang), yang menyebabkan penghubung ikatan antar rantai pati menjadi lebih dekat hingga membuat pati lebih kuat mengembang. Pembengkakan pada granula pati mengakibatkan penyerapan air pada bahan akan semakin sulit. Pati yang mengalami hidrolisis akibat proses pemanasan berdampak pada tidak stabilnya molekul penyusun, yaitu OH-. Keadaan molekul yang tidak stabil, akan mengakibatkan terbentuknya ikatan baru dengan senyawa yang juga tidak bermuatan stabil, salah satunya yaitu muatan positif. Senyawa fosfat yang terkandung dalam sodium tripolifosfat memiliki beberapa atom yang tidak stabil, memiliki pasangan elektron bebas pada atom O. Kemudian molekul penyusun pada pati akan berikatan dengan molekul senyawa fosfat dan membentuk ikatan yang lebih stabil. Hidrolisis pati akibat proses pemanasan berakibat pada tidak stabilnya molekul penyusun (Herawati, 2009).

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa nilai *swelling power* antar perlakuan berbeda secara nyata. Rentang nilai SP dari perlakuan P1-P4 adalah 2065,70– 2353,97%. Namun, pada perlakuan kontrol nilai SP nya berada dalam kisaran nilai-nilai SP perlakuan lainnya. Perolehan nilai-nilai SP ini bertentangan dengan pernyataan Retnaningtyas dan Widya

(2014); Novitasari et al. (2017), dan Breemer et al. (2020) yang menyatakan bahwa nilai *swelling power* akan meningkat seiring tingginya konsentrasi STPP yang digunakan. Selain konsentrasi STPP, nilai *swelling power* dipengaruhi oleh lamanya pengeringan sampel. Menurut Sumardiono dan Pudjihastuti (2015) semakin meningkat waktu pengeringan maka *swelling power* akan semakin naik dengan lama pengeringan 5 jam dibawah sinar matahari; Breemer et al. (2020) melakukan pengeringan pati buru hotong modifikasi pada oven bersuhu 40°C selama 12 jam dan menyatakan terdapat peningkatan daya gelembung seiring peningkatan konsentrasi STPP. Pada tepung pati suweg kontrol mengalami proses pengeringan dibawah sinar matahari selama beberapa jam, sedangkan tepung PSM selain mengalami proses pengeringan dibawah sinar matahari juga setelah dimodifikasi kemudian mengalami pengeringan di oven bersuhu 50°C selama 8 jam. Penyebab lainnya diduga karena terdapat jeda waktu penyimpanan pada suhu ruangan sejak diperoleh pati kering hingga proses modifikasi pati dan pengujian meskipun sampel ditempatkan dalam wadah kedap udara menyebabkan kemungkinan terjadi fluktuasi kadar air yang berpengaruh pada *swelling power* pati. Meskipun *swelling power* pada perlakuan P3 dan P4 tidak berbeda nyata serta keduanya lebih tinggi dibanding pada perlakuan lainnya, tetapi nilai ini belum tentu disebabkan oleh penggunaan STPP yang lebih tinggi. Karena terdapat nilai SP kontrol diantara nilai SP perlakuan P1, P2, P3, dan P4. Untuk itu perlu penelitian lanjut untuk memastikan penyebabnya.

Derajat Substitusi

Derajat Substitusi DS adalah jumlah rata-rata gugus per anhidroglukosa unit yang disubstitusikan oleh gugus lain. Apabila gugus yang menggantikan berupa satu gugus anhidroksil pada setiap unit anhidroglukosa diesterifikasi dengan satu buah gugus asetil, nilai DS sebesar 1. Apabila terdapat tiga buah gugus hidroksil yang diesterifikasi, maka nilai DS sebesar 3 (Wurzburg, 1989). Hasil analisis ragam menunjukkan nilai DS berkisar antara 0,00 – 0,02. Nilai DS pada perlakuan pati kontrol P0 tidak terdeteksi. Nilai DS pada P1 adalah 0,00%, dan pada P2, P3, dan P4 masing-masing sebesar 0,02%. Perolehan nilai DS terkait dengan perolehan nilai amilosa pada semua perlakuan, yaitu bahwa seharusnya terjadi Peningkatan

keduanya seiring peningkatan konsentrasi STPP dan lama reaksi. Namun, hasil penelitian yang diperoleh belum sesuai rujukan teori. Oleh karena itu diperlukan penelitian lebih lanjut.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa perpaduan konsentrasi STPP dan lama waktu reaksi yang diberikan pada pati suweg modifikasi memberikan pengaruh beda nyata ($\alpha=5\%$) antar perlakuan. Namun, terdapat nilai-nilai kontrol yang berada pada kisaran nilai-nilai perlakuan. Diduga, penyebab hal ini adalah akibat perbedaan proses pengeringan di awal, ada jeda waktu penyimpanan beberapa minggu pada suhu ruangan hingga sampel pati dimodifikasi dan diuji fisikokimiawinya (mengingat terdapat pembatasan penggunaan lab/ fisik di masa pandemi).

Daftar Pustaka

- Aliawati, G. (2003). Teknik Analisis Kadar Amilosa dalam Beras. *Buletin Teknik Pertanian*. Vol.8 (2):82–84.
- Amrinola, W. (2015). Pati Alami VS Pati Termodifikasi. Artikel. Department of Food Technology. Binus University. <https://foodtech.binus.ac.id/2015/10/12/pati-alami-vs-pati-termodifikasi/> [21 07 2020]
- Anwar, E. (1997). Struktur Kimia dari Fraksi Polimer Maltodekstrin Sagu Untuk Bahan Pengganti Lemak. Disertasi. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- AOAC. (2005). ‘Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists International’, *Journal of the Association of Official Agricultural Chemists*, 41, p. 12
- Ardiansyah., Nurlansi., Musta, R. (2018). Waktu Optimum Hidrolisis Pati Limbah Hasil Olahan Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz var. Lahumbu) Menjadi Gula Cair Menggunakan Enzim α -Amilase Dan Glukoamilase. *Indo. J. Chem. Res.* Vol. 5 No. 2
- Armayuni, Putu H., Putu Timur Ina., A. A. I Sri W. (2015). Karakteristik Pati Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* var. formatipyca) Termodifikasi Dengan Metode Ikat Silang Menggunakan Sodium Tripoliphosphat (STPP). Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Udayana.
- Audiensi, A. (2019). Karakteristik Sifat Fisikokimia Pati dari Tiga Jenis Ubi Kayu Manis (*Manihot esculenta* Crantz) Pada Dua Umur Panen yang Berbeda Asam Kecamatan Palas, Kabupaten Lampung Selatan. Skripsi Teknologi Hasil Pertanian. Universitas Lampung. Lampung.
- Aulia, R., Widya, D.R. (2015). Karakteristik Sifat Fisikokimia Tepung Ubi Jalar Oranye Hasil Modifikasi Kimia Dengan STPP. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol. 3. No. 2
- Breemer, Rachel., Sigmarlatu, Trisonda., Polnaya, Febby J. (2020). Pengaruh Penambahan Sodium Tripolyphosphate Terhadap Karakteristik Tepung Buru Hotong (*Setaria italica* L Beauv.) Fosfat. *Agritekno: Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol. 9, No. 2, 88-95. DOI: [10.30598/jagritekno.2020.9.2.88](https://doi.org/10.30598/jagritekno.2020.9.2.88)
- Dwikandana, I., Damiaty, Ni Made Suriani. (2018). Studi Eksperimen Pengolahan Tepung Umbi Suweg. *Jurnal Bosaparis*. Vol. 9 No. 3
- Faridah, D.N. (2005). Kajian Sifat Fungsional Umbi Suweg (*Amorphophallus campanulatus* B1) secara in Vivo Pada Manusia. Laporan Akhir Penelitian Dosen Muda-IPB. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan. Fakultas Pertanian. IPB. Bogor
- Fatkhiyah, N., Laeli Kurniasari., Indah R. (2020). Modifikasi Pati Umbi Ganyong (*Canna edulis* Kerr) Secara Ikat Silang Menggunakan Sodium Tripoliphosphat (STPP). *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*. Vol. 5 No. 2
- Hanifah, N. (2018). Optimasi Formulasi Cookies Berbahan Baku Tepung Suweg (*Amorphophallus campanulatus* B) Modifikasi HMT dengan Design Expert Metode Mixture D-Optimal. Tugas Akhir Teknologi Pangan. Universitas Pasundan. Bandung.
- Hasibuan, E., Faizah, H., Rahmayuni. (2016). Sifat Kimia dan Organoleptik Pati Sagu (*Metroxylon sago* Rottb.) Modifikasi Kimia Dengan Perlakuan Sodium Tripolyphosphate (STPP). *Jom Faperta*. Vol. 3. No. 1

- Herawati, Dian. (2009). Modifikasi Pati Sagu dengan Teknik Heat Moisture Treatment (HMT) dan Aplikasinya dalam Memperbaiki Kualitas Bihun. Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Indika, Syifa M., Wisnu Ramadhan., Rikno Budiyanto., Ika Shintya., Alfina Sari. (2017). Formulasi Flakes Berbasis Suweg Dengan Komposit Kacang Merah dan Wortel Untuk Sarapan Pagi Tinggi Protein. Prosiding SNST ke-8 Taun 2017. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro, Semarang. ISBN 978-602-99334-7-5
- Jane, J., Xu, A., Radosavljevic, M., Seib, P.A. (1992). Location of amylose in Normal Starch Granules. I Susceptibility of Amylose and Amilopektin to Cross-Linking Reagents. *Cereal Chem* 69 (4): 405-409
- Kementerian Perdagangan republik Indonesia. (2013). Analisis Kebijakan Impor Komoditas Food Additives and Ingredients dalam Mengurangi Defisit Neraca Perdagangan. www.kemedag.go.id/id/view/kajian/74. [27 07 2020]
- Luna, P., Heti Herawati, Sri Widowati., Aditya B. (2015). Pengaruh Kandungan Amilosa Terhadap Karakteristik Fisik dan Organoleptik Nasi Instan. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*. Vol 12 No. 1
- Maulana, C., Turmala, E., Rahman, T. (2016). Optimasi Formulasi Tepung Bumbu Ayam Goreng Crispy Berbahan Baku Tepung Singkong Modifikasi Autoclaving-cooling cycle. Skripsi Teknologi Pangan. Universitas Pasundan. Bandung.
- Medikasari, S. Nurjanah., N. Yuliana., N.Lintang. (2009). Sifat Amilografi Pasta Pati Sukun Termodifikasi Menggunakan Sodium Tripolifosfat (STPP). *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 14 (2): 173-177.
- Munarso, J., Muchtadi., Fardiaz., Syarief. (2004). Perubahan Sifat Fisikokimia dan Fungsional Tepung Beras Akibat Proses Modifikasi Ikat Silang. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Nisah, K. (2017). Study Pengaruh Kandungan Amilosa dan Amilopektin Umbi-Umbian terhadap Karakteristik Fisik Plastik Biodegradable dengan Plastizicer Gliserol. *Jurnal Biotik*. Vol. 5 No. 2
- Novitasari, S., I Wayan R., I Sri W. (2017). Pengaruh Penambahan Sodium Tripolifosfat (STPP) Terhadap Karakteristik Pati Sente (*Alocasia macrorrhiza* (L.) Schoot) yang Dimodifikasi Dengan Metode Cross-Linking). *Jurnal ITEPA*. Vol. 5 No. 2
- Nursanty., Yenni Sugiarti. (2018). Pengaruh Tautan Silang STPP (Sodium tripolyphosphate) Pada Pati Gayong, Singkong, dan Talas Terhadap Kadar Pati, Amilosa, Swelling Power dan Solubility. *Publikasi Penelitian Terapan dan Kebijakan*. Vol 1. No. 2
- Polnaya, F., Haryadi, D.W. Marseno, and M.N. Cahyanto. (2013). Effect of phosphorilation and cross-linking on the pasting properties and molecular structure of sago starch. *International Food Research Journal* 20: 1609-1615
- Rahim, A., Kadir, S., Jusman. (2019). Asetilasi, Butirilisasi, dan Ikat Silang Pati Aren. Untad Press.
- Retnaningtyas, D., Widya Dwi R. (2014). Karakteristik Sifat Fisikokimia Pati Ubi Jalar Oranye Hasil Modifikasi Perlakuan STPP (Lama Perendaman dan Konsentrasi). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol. 2. No. 4
- Septiani, D., Y. Hendrawan., R. Yulianingsih. (2015). Uji Karakteristik Fisik, Kimia dan Organoleptik Pembuatan Tepung Umbi Suweg (*Amorphophallus campanulatus* B) Sebagai Bahan Pangan Alternatif. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*. Volume 3 No.1
- Sumardiono, S., Pudjihastuti, I. (1995). Pengembangan Proses Modifikasi Cassava dengan Hidrolisa Asam Laktat dan UV untuk Substitusi Terigu dalam Produk Pangan. *Metana*, Vol. 11 No. 02, Desember 2015, Hal. 27 – 32
- Syafriyanti, D. (2017). Modifikasi Ikat Silang Pada Pati Sagu (*Metroxylon* sp.). Skripsi. Ilmu dan Teknologi Pangan. IPB. Bogor.
- Teja W, A., Sindi, Ignatius., Ayucitra, Aning., Setiawan, Laurentia E. K. (2008). Karakteristik Pati Sagu dengan Metode Modifikasi Asetilasi dan Cross-linking.

Jurnal Teknik Kimia Indonesia, 7(3),
pp.836–843.

Utami, R.A. (2008). Kajian Indeks Glikemik dan Kapasitas In Vitro Pengikatan Kolesterol dari Umbi Suweg (*Amorphophallus campanulatus* Bl.) dan Umbi Garut (*Maranta*

arundinaceae L.). Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor

Wurzburg, O.B. (1989). *Modified Starches: Properties and uses*. CRC Press Boca Raton Florida.