

VOLUME 15, NOMOR 1 MARET 2021

**ISSN: 1907-8056
e-ISSN: 2527-5410**

AGROINTEK

JURNAL TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN

**JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA**

AGROINTEK: Jurnal Teknologi Industri Pertanian

Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian is an open access journal published by Department of Agroindustrial Technology, Faculty of Agriculture, University of Trunojoyo Madura. Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian publishes original research or review papers on agroindustry subjects including Food Engineering, Management System, Supply Chain, Processing Technology, Quality Control and Assurance, Waste Management, Food and Nutrition Sciences from researchers, lecturers and practitioners. Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian is published four times a year in March, June, September and December.

Agrointek does not charge any publication fee.

Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian has been accredited by ministry of research, technology and higher education Republic of Indonesia: 30/E/KPT/2019. Accreditation is valid for five years. start from Volume 13 No 2 2019.

Editor In Chief

Umi Purwandari, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Editorial Board

Wahyu Supartono, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

Michael Murkovic, Graz University of Technology, Institute of Biochemistry, Austria

Chananpat Rardniyom, Maejo University, Thailand

Mohammad Fuad Fauzul Mu'tamar, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Khoirul Hidayat, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Cahyo Indarto, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Managing Editor

Raden Arief Firmansyah, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Assistant Editor

Miftakhul Efendi, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Heri Iswanto, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Safina Istighfarin, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Alamat Redaksi

DEWAN REDAKSI JURNAL AGROINTEK

JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN

FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA

Jl. Raya Telang PO BOX 2 Kamal Bangkalan, Madura-Jawa Timur

E-mail: Agrointek@trunojoyo.ac.id



PENGARUH KONSENTRASI SODIUM TRIMETAPHOSPATE DAN SODIUM TRIPOLYPHOSPAT TERHADAP KARAKTERISTIK KIMIA PATI AREN MODIFIKASI

Abdul Rahim*, Jugni Hadiustri Agape¹, Muhammad Fawzul Alif Nugroho¹, Syahraeni Kadir¹, Jusman², Usman Made¹, If'all³

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako, Palu, Sulawesi Tengah, Indonesia.

²Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tadulako, Palu, Sulawesi Tengah, Indonesia.

³Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Alkhairaat, Palu, Sulawesi Tengah, Indonesia.

Article history

Diterima:
22 Oktober 2020
Diperbaiki:
6 November 2020
Disetujui:
26 Januari 2021

Keyword

dual modification,
chemical
characteristic;
phosphate acetylated
arenga starches;
STMP/STPP.

ABSTRACT

The utilizing of arenga starch is still limited in its use in the food or non-food industry, because it needs to be dual modified. The dual modification that has been done is acetylation and phosphorylation in various ratios of sodium trimetaphosphate and sodium tripolyphosphate (STMP/STPP). The objectives of the study was to obtain an concentrations of STMP/STPP (99:1, w/w) which based on chemical characteristics at phosphate acetylated arenga starches (PAAS). The treatment used in this study consisted of dual modification of acetylation and phosphorylation using at different concentration of STMP/STPP of 2, 4, 6, 8, 10 and 12 %. Observation parameters were acetyl percent, substitution degree (DS), phosphate content, moisture content, starch content, amylose content and ash content. The results showed that the best concentration of STMP/STPP was 6 % because it was produced PAAS with the highest percent acetyl and DS of 10.52 % and 0.48, respectively. PAAS water content is significantly lower ($p \leq 0.05$) than native arenga starch. Phosphate, starch and amylose content showed insignificantly different ($p \leq 0.05$) and have been relatively constant at 2, 4, 6, 8, 10 and 12 % respectively, following dual modification. PAAS ash content is significantly ($p \leq 0.05$) with increasing concentration of STMP/STPP. The Acetylation and phosphorylation were improve the chemical properties of arenga starch.

© hak cipta dilindungi undang-undang

* Penulis korespondensi
Email : a_pahir@yahoo.com
DOI 10.21107/agrointek.v15i1.8870

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki keanekaragaman komoditi hasil pertanian yang menjadi sumber pati-patian yang salah satunya adalah tanaman aren (*Arenga pinnata*) yang banyak tumbuh dan menyebar di hutan. Pati aren alami penggunaannya masih terbatas untuk industri pangan maupun non pangan karena mudah mengalami retrogradasi, tidak stabil terhadap panas dan asam. Untuk mengatasi keterbatasan tersebut maka pati harus dimodifikasi secara fisik, kimia, enzimatis atau modifikasi ganda sehingga penggunaannya lebih luas baik pangan maupun non pangan termasuk di bidang farmasi (Haq *et al.*, 2019; Lawal, 2019).

Proses modifikasi secara asetilasi menghasilkan pati asetat. Pati asetat mempunyai peran penting sebagai bahan pangan fungsional sebagai bahan pangan sehat. Pati asetat memiliki pati resisten yang berefek fungsional (Rahim *et al.*, 2016). Pati dari apel bintang afrika yang dimodifikasi dengan proses asetilasi menghasilkan pati modifikasi yang mempunyai kadar air, kadar lemak dan protein lebih rendah dibandingkan dengan pati alaminya (Ibikunle *et al.*, 2019). Selain asetilasi, proses fosforilasi juga termasuk modifikasi pati secara kimiawi melalui pengikatan silang yang menghasilkan pati fosfat ikat silang.

Reagen modifikasi ikat silang pada umumnya menggunakan senyawa-senyawa agen *cross-linking* seperti *sodium tripolyphosphate* (STPP), *sodium trimetaphosphate* (STMP), *phosphorus oxychloride* (POCl_3), dan *Epichlorohyde* (EPI) yang dapat mengubah struktur pati menjadi lebih kuat (Hasibuan *et al.*, 2016). Menurut Sajilata *et al.* (2006), pati fosfat sulit mengalami retrogradasi, stabil terhadap panas dan asam. Pati kentang yang dimodifikasi ikat silang menggunakan rasio STMP/STPP dapat

memperbaiki sifat reologi dan menstabilkan viskositas pasta (Heo *et al.*, 2017). Pati tapioka yang dimodifikasi dengan campuran rasio STMP/STPP menghasilkan pati tapioka modifikasi yang mempunyai kelarutan, absorpsi air dan minyak lebih tinggi dibandingkan dengan pati alami (Sugih *et al.*, 2019)

Proses asetilasi dan fosforilasi merupakan modifikasi tunggal yang belum sepenuhnya menghasilkan pati termodifikasi yang memiliki sifat fisik, kimia dan fungsional yang diharapkan. Oleh karena itu, untuk menghasilkan pati termodifikasi sesuai karakteristik fisik, kimia dan fungsional yang diinginkan perlu dilakukan modifikasi ganda. Proses modifikasi ganda dapat dilakukan dengan cara memberikan perlakuan ganda termasuk asetilasi-fosforilasi. Menurut Pietrzyk *et al.* (2018) bahwa pati jagung biasa dan pulut yang telah dimodifikasi ganda dengan menggunakan NaCl dan asetat anhidrida memiliki kelarutan dalam air yang lebih baik, retrogradasinya terkendali dan viskositasnya cukup stabil. Modifikasi pati jagung varietas anoman dan pulut menggunakan metode hidroksipropilasi dan pengikatan silang menghasilkan pati jagung hasil modifikasi ganda yang memiliki sifat pemastan dan kejernihan pasta lebih baik dibandingkan dengan pati jagung alaminya (Maulani *et al.*, 2019).

Pengembangan teknologi modifikasi pati secara ganda dengan mengkombinasikan asetilasi dan fosforilasi pada pati aren masih jarang dilakukan. Berdasarkan uraian dan permasalahan tersebut maka perlu penelitian modifikasi ganda asetilasi dan fosforilasi pada pati aren dengan menekankan pada proses fosforilasi menggunakan konsentrasi rasio STMP dan STPP. Tujuan penelitian mendapatkan konsentrasi rasio STMP dan STPP yang optimum pada modifikasi ganda asetilasi-ikat silang berdasarkan

karakteristik kimia pati modifikasi yang dihasilkan berupa pati aren asetat fosfat (PAAF)

METODE

Bahan

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian terdiri dari pati aren yang berasal Desa Tongoa, Kecamatan Palolo Kabupaten Sigi Provinsi Sulawesi Tengah. Bahan lainnya diantaranya akuades, asetat anhidrida, STMP, STPP, NaOH, HCl etanol, KOH, iodine, asam asetat, amilosa murni dan *phenolphthalein*.

Alat

Alat yang digunakan yaitu timbangan analitik (Ohaus-PA224, USA), *hot plate stirrer* (IKA, German), pH meter (Lamotte-pH Plus Direct 2, United Kingdom), *cabinet dryer* (Aneka Mesin-AM-TD24, Indonesia), oven (Mettler-German), desikator (ZyLab, Shanghai China), *waterbath* (Mettler WNB 10, German), tanur (Nabertherm, German), spectrometer (MIDAC, prospect 269, Costa Mesa, CA, USA), ayakan 80 *mesh* (CBN, Bogor Indonesia) dan beberapa peralatan gelas di laboratorium.

Metode

Desain penelitian

Penelitian disusun dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap yang terdiri dari tujuh taraf perlakuan dan diulang sebanyak tiga kali sehingga terdapat 21 unit percobaan. Analisis data menggunakan *one-way Anova* dengan SPSS versi 22. Perlakuan yang digunakan berupa rasio konsentrasi STMP/STPP. Adapun taraf perlakuan yang digunakan yaitu pati alami, 2, 4, 6, 8, 10 dan 12 %.

Sintesis Pati Aren Asetat Fosfat

Modifikasi pati secara asetilasi dilakukan sesuai metode oleh Rahim *et al.* (2015) dan ikat silang sesuai Polnaya *et al.* (2013) dengan sedikit dimodifikasi. Suspensi yang terdiri dari pati aren (50 g)

dan akuades (112,5 mL) diaduk dengan pengaduk magnet selama satu jam pada suhu ruang. Selanjutnya suspensi tersebut ditambahkan asetat anhidrida dengan kemurnian 98 % sebanyak 5 % (v/b) secara tetes demi tetes sampai habis sambil menjaga pH suspensi 8,0 - 8,5 dengan menambahkan NaOH 3 % kemudian reaksi asetilasi berlangsung selama 60 menit pada suhu ruang. Suspensi ditambahkan NaOH 3 % sampai mencapai pH 10,5 kemudian ditambahkan konsentrasi rasio STMP dan STPP (99:1) b/b yaitu 2, 4, 6, 8, 10 dan 12 % (b/b). Selanjutnya suspensi diaduk selama 30 menit pada suhu kamar sambil mempertahankan pH suspensi 10,5. Proses selanjutnya ditambahkan HCl 0,5 N sampai pH menjadi 4,5. Setelah itu dilakukan pengendapan dan pencucian dengan akuades tiga kali dan etanol 96 % satu kali, kemudian dilakukan pengeringan dengan *cabinet dryer* pada suhu 50 °C selama 12 jam, dihaluskan, dan disaring dengan ayakan 80 *mesh*. PAAF yang dihasilkan diuji sifat kimianya.

Prosedur analisis

Persen asetil dan derajat substitusi

Penentuan persen asetil dan derajat substitusi (DS) sesuai metode yang dikembangkan oleh Singh *et al.* (2004). Sebanyak 1,0 gram pati temodifikasi dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL dan kemudian ditambah dengan 50 mL etanol 75 %. Dispersi pati dipanaskan dan dibiarkan pada suhu 50 °C di dalam *waterbath* selama 30 menit dan kemudian didinginkan pada suhu kamar. Setelah dingin, ke dalam suspensi pati ditambahkan 40 mL KOH 0,5 M dan kemudian dipanaskan dalam *waterbath* selama 30 menit pada suhu kamar. Setelah dipanaskan, kelebihan alkali dititrasi dengan menggunakan larutan HCl 0,5 M dan dengan menggunakan *phenolphthalein* sebagai indikator sampai warna merah muda menghilang. Sebagai blanko digunakan pati aren alami. Jika W = berat

substituen yang terikat dan menggantikan gugus hidrogen pada gugus OH (% berat), M = berat molekul substituen (gugus asetil = 43), W/M = jumlah mol substituen, 1 x W/M = total berat hidrogen (%), 162 = berat molekul satuan glukosa (anhidro, C₆H₁₀O₅) dan (100 - W + 1 x W/M)/162 = berat mol satuan glukosa, maka:

Persen Asetil (W)

$$\frac{[(\text{Blanko-Sampel}) \times \text{mL} \times \text{MHCl} \times 0,043 \times 100]}{\text{Berat Kering Sampel (g)}}$$

$$\text{DS} = \frac{162 \text{ W}}{100 \text{ M} - (\text{M}-1)\text{W}}$$

Kadar Fosfat

Penentuan kadar fosfat dilakukan dengan cara ditimbang sampel sebanyak 1,5 g dengan menggunakan neraca analitik, kemudian dimasukkan ke dalam cawan pengabuan lalu dipanaskan menggunakan *furnace* hingga menjadi abu. Ditambahkan larutan HCl 1:3 (melarutkan 60 mL HCl 38 % ke dalam 180 mL akuades) sebanyak 10 mL, sambil di saring dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL, dicukupkan sampai tanda tera dengan akuades. Larutan tersebut ditambahkan 5 mL ke dalam tabung reaksi yang berisi 0,5 mL peraksi p (fosfat) pekat lalu larutan tersebut dibiarkan selama 15 menit. Absorbansi diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 693 nm. Kadar fosfat (P) dapat diperoleh dengan persamaan berikut:

$$P (\%) = \frac{(\text{ppm} \times \text{volume ekstrak} \times \text{faktor konversi})}{\text{Berat sampel (g)}} \times 100$$

Analisis kadar air (AOAC 1990)

Cawan kosong dibersihkan, lalu diberi label kemudian dipanaskan di dalam oven pada suhu 105 °C selama 20 menit, kemudian ditimbang (W₀). Bioplastik sebanyak 0,5 g ditimbang di masukkan dalam cawan lalu ditimbang lagi (W₁). Cawan beserta isinya dipanaskan didalam oven pada suhu 105 °C selama 2 jam, dan didinginkan di dalam desikator kemudian ditimbang sampai mendapatkan nilai

konstan (W₂). Nilai kadar air bahan diperoleh melalui persamaan:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100 \%$$

Kadar Pati (AOAC 1990)

Sebanyak 2 - 5 g pati aren ditimbang dimasukkan ke dalam beker glass 250 mL kemudian ditambahkan 50 mL aquades dan diaduk selama 1 jam. Suspensi disaring dengan kertas saring kemudian dicuci dengan akuades sampai volume filtrat menjadi 250 mL. Residu dipindahkan secara kuantitatif dari kertas saring ke dalam erlenmeyer dengan pencucian 200 mL akuades dan ditambahkan 20 mL HCl 25 % (berat jenis 1,125), ditutup dengan pendingin balik dan dipanaskan di atas penangas air mendidih selama 2,5 jam. Setelah dingin dinetralkan dengan larutan NaOH 45 % dan diencerkan sampai volume 500 mL kemudian disaring. Kadar gula dinyatakan sebagai kadar glukosa dari filtrat yang diperoleh. Penentuan glukosa seperti pada penentuan gula reduksi. Kadar glukosa dikalikan 0,9 adalah merupakan kadar pati.

Kadar Amilosa (AOAC 1990)

Penentuan kurva Standar :

Amilosa murni ditimbang sebanyak 0,04 g dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan 1 mL etanol 95 % dan 9 mL NaOH 1 N. Dipanaskan selama 10 menit dalam penangas air mendidih, kemudian didinginkan dan ditambahkan akuades sampai volume 10 mL dan dikocok. Dipipet larutan tersebut sebanyak 1, 2, 3, 4, 5 mL dan dipindahkan ke labu ukur 100 mL, diasamkan dengan menambahkan 1 mL asam asetat 1N, kemudian 2 mL iodine 0,2 % dan selanjutnya ditambahkan akuades sampai volume 100 mL, diaduk dan dibiarkan selama 20 menit. Absorbansi larutan dilakukan pada panjang gelombang 620 nm, lalu dibuat kurva standar.

Penentuan amilosa sampel:

Sampel ditimbang sebanyak 1 g dimasukkan dalam labu ukur 100 mL, ditambahkan 1 mL etanol 95 % dan 9 mL larutan 1 N NaOH. Dipanaskan selama 10 menit, dalam penangas air mendidih, kemudian didinginkan dan ditambahkan aquades sampai volume 100 mL dan diaduk. Larutan tersebut diambil sebanyak 5 mL dan dimasukkan dalam labu ukur 100 mL. Diasamkan dengan menambahkan 1 mL 1 N asam asetat, kemudian 2 mL larutan iodin 0,2 % dan selanjutnya ditambahkan akuades sampai volume 100 mL, dikocok dan dibiarkan selama 20 menit. Ditentukan besar absorbansi larutan pada panjang gelombang 620 nm, lalu dibuat kurva standar.

Kadar Abu (AOAC 1990)

Kadar abu ditentukan dengan metode pemanasan dalam tanur bersuhu 550 °C. Mula-mula cawan pengabuan dipanaskan dalam tanur, lalu didinginkan di dalam desikator selama 15 menit, kemudian ditimbang. Proses ini diulangi sampai diperoleh berat konstan (X). Ke dalam cawan tersebut diisi sampel sebanyak 2 g (Y), kemudian dimasukkan ke dalam tanur dibakar sampai diperoleh abu yang berwarna kelabu dan mempunyai berat yang konstan. Pengabuan dilakukan dalam dua tahap, yaitu pertama pada suhu sekitar 400 °C. Pada tahap ini pintu tanur dibiarkan terbuka, sebab bahan yang dibakar akan mengeluarkan asap. Pemanasan dilanjutkan pada suhu 550 °C dengan pintu tanur tertutup. Abu didinginkan dalam desikator, lalu ditimbang (Z). Persamaan kadar abu :

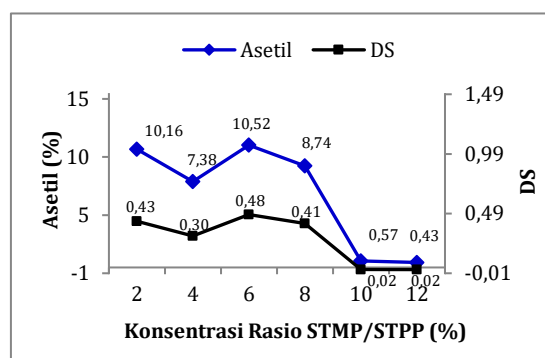
$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{[Z-X]}{Y} \times 100 \%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan karakteristik kimia pati modifikasi ganda yang telah dianalisis dalam penelitian meliputi persen asetil dan DS, kadar fosfat, air, pati, amilosa dan abu.

Persen Asetil dan DS

Persen asetil merupakan jumlah gugus asetil yang terikat pada molekul pati melalui gugus OH, sedangkan DS merupakan tingkat modifikasi pati yang terjadi yang keduanya bersifat linier. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi rasio STMP dan STPP hasil modifikasi ganda tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kadar pati. Persen asetil dan DS disajikan pada Gambar 1. Persen asetil dan DS PAAF hasil modifikasi ganda memiliki kecenderungan menurun seiring dengan bertambahnya konsentrasi rasio STMP dan STPP.



Gambar 1. Persen asetil dan DS PAAF pada berbagai konsentrasi rasio STMP dan STPP.

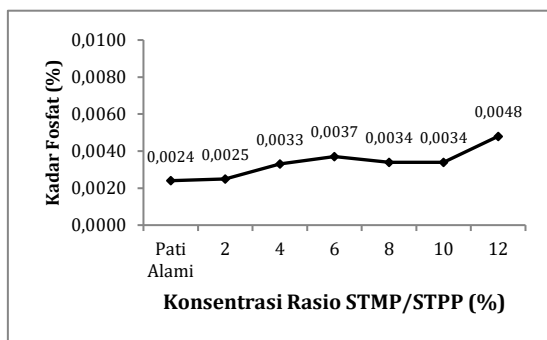
Pada konsentrasi rasio STMP dan STPP 6 %, persen asetil mencapai 10,52 % dan DS 0,48 paling besar bila dibandingkan dengan konsentrasi rasio STMP dan STPP lainnya. Hal ini menunjukkan pada konsentrasi 6 % molekul pati aren menjadi sangat reaktif dan cenderung mengembang sehingga gugus OH mudah terlepas dari molekul pati. Hal ini diduga adanya pengaruh konsentrasi rasio STMP dan STPP terhadap proses modifikasi pati.

Menurut Wongsagonsup *et al.* (2014), konsentrasi rasio campuran STMP/STPP (2 - 6) % dari berat pati memiliki DS yang optimal (DS 0,0011 – 0,0013) yang disebabkan pada konsentrasi tersebut memiliki kondisi optimal untuk terjadinya reaksi fosforilasi. Menurut Rahim *et al.*

(2016) menyatakan bahwa pati termodifikasi yang memiliki DS lebih dari 1, diarahkan untuk non pangan karena tidak bisa dicerna oleh tubuh, sedangkan pati aren modifikasi dengan DS kurang dari 1 (satu) dapat digunakan sebagai pangan fungsional karena memiliki pati resisten yang dapat melewati sistem pencernaan dalam tubuh masuk ke usus besar untuk difermentasi oleh mikroflora dalam kolon menghasilkan asam lemak rantai pendek yang bersifat fungsional bagi kesehatan.

Kadar Fosfat

Kadar fosfat merupakan jumlah gugus fosfat terikat pada molekul pati yang membentuk ikatan silang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi rasio STMP dan STPP hasil modifikasi ganda menunjukkan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar fosfat (Gambar 2). Kadar fosfat pati termodifikasi mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya konsentrasi rasio STMP dan STPP meskipun tidak signifikan. Hal ini diduga bahwa bertambahnya konsentrasi STMP dan STPP akan meningkatkan energi kinetik partikel yang menyebabkan reaksi cepat terjadi dan menghasilkan produk yang lebih banyak. Konsentrasi STPP yang lebih tinggi dapat meningkatkan reaktivitas dari molekul pati (Rahim *et al.*, 2013).



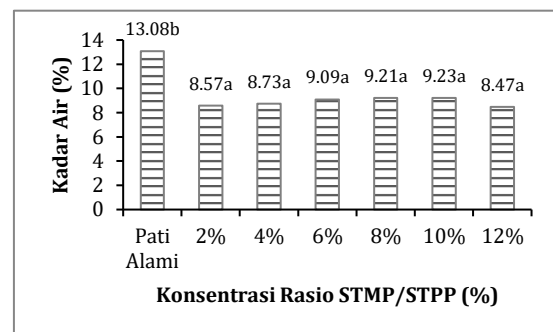
Gambar 2. Kadar fosfat pati aren alami dan PAAF pada berbagai konsentrasi rasio STMP dan STPP

Menurut Santoso *et al.* (2015) bahwa kadar fosfat pati ganyong dan gadung mengalami peningkatan seiring bertambahnya konsentrasi POCl_3 . Semakin

tinggi konsentrasi senyawa POCl_3 kadar fosfat pati setelah dimodifikasi semakin meningkat. Hal ini disebabkan semakin tinggi konsentrasi POCl_3 maka semakin banyak ion fosfat yang dapat mensubstitusi gugus OH terutama pada molekul amilosa. Menurut Wang *et al.* (2017) menyatakan bahwa pati ubi yang dimodifikasi ganda dengan propilen oksida dan rasio STPM/STPP pada berbagai konsentrasi terjadi peningkatan kadar fosfat seiring bertambahnya konsentrasi reaktan

Kadar air

Kadar air pati termodifikasi ikat silang biasanya berkurang karena terjadinya ikat silang dalam molekul pati sehingga air sulit berdifusi ke dalam molekul pati. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi rasio STMP dan STPP hasil pati modifikasi ganda berpengaruh nyata terhadap kadar air (Gambar 3). Pati modifikasi dengan perlakuan konsentrasi rasio STMP dan STPP 2 % sampai 12 % tidak berbeda nyata sedangkan pati alami berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi rasio STMP dan STPP.



Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf berbeda pada grafik menunjukkan adanya perbedaan yang nyata berdasarkan uji Duncan's pada taraf 5 % ($p \leq 0,05$)

Gambar 3. Kadar air pati alami dan PAAF pada berbagai konsentrasi rasio STMP dan STPP.

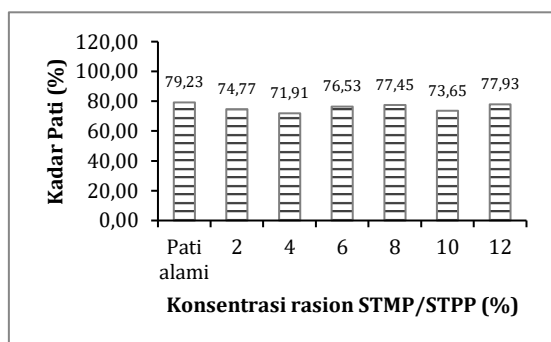
Kadar air pati alami lebih besar dibandingkan dengan PAAF pada berbagai konsentrasi rasio STMP/STPP. Rendahnya kadar air pati setelah mengalami modifikasi diduga karena modifikasi dengan rasio STMP dan STPP dapat

menyebabkan pengembangan granula pati yang berarti kemampuan untuk memerangkap air juga semakin besar, tetapi pada saat proses pengeringan semakin banyak air yang teruapkan Menurut Faridah dan Thonthowi (2020) bahwa kadar air pati hasil modifikasi sangat dipengaruhi oleh kondisi proses terutama pada saat pengeringan.

Hasil penelitian Latifah dan Yuniarta (2017) modifikasi ganda pati garut menggunakan MSP (*Monosodium Fosfat*) menunjukkan bahwa penambahan MSP memberikan pengaruh nyata terhadap daya serap air dikarenakan MSP sebagai agen ikat silang. Penambahan MSP terhadap daya serap air mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya konsentrasi MSP yang ditambahkan.

Kadar Pati

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi rasio STMP dan STPP hasil modifikasi ganda memberikan pengaruh tidak nyata terhadap kadar pati (Gambar 4). Pada Gambar 4 terlihat terjadinya penurunan kadar pati hasil modifikasi ganda dibandingkan dengan pati alaminya meskipun tidak signifikan.



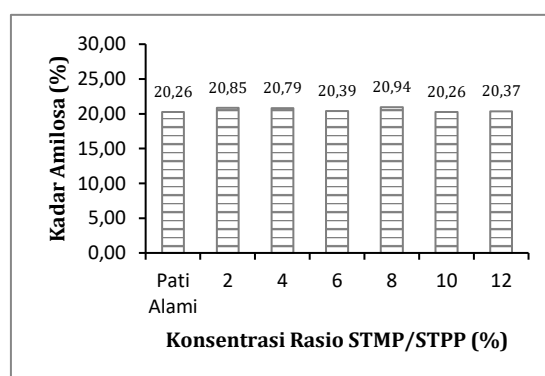
Gambar 4. Kadar pati aren alami dan PAAF pada berbagai konsentrasi rasio STMP dan STPP

Hal ini menunjukkan bahwa pati aren alami mempunyai kecenderungan terjadi penurunan kadar pati setelah diberi perlakuan modifikasi ganda melalui asetilasi dan fosforilasi. Hal ini disebabkan karena adanya ikatan silang antara senyawa fosfat dengan molekul pati

semakin banyak sehingga granula pati semakin stabil. Hasil penelitian serupa dengan yang ditemukan oleh Karmvir *et al.* (2018) bahwa kadar pati dari pati sorgum modifikasi ikat silang lebih rendah dibandingkan dengan pati alaminya.

Kadar Amilosa

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi rasio STMP dan STPP pada pati modifikasi ganda memberikan pengaruh tidak nyata terhadap kadar amilosa. Kadar amilosa pada berbagai konsentrasi rasio STMP/STPP disajikan pada Gambar 5. PAAF memiliki amilosa yang lebih tinggi dibandingkan nilai pati alaminya meskipun tidak signifikan. Kadar amilosa terjadi peningkatan lebih sedikit meningkat seiring bertambahnya penambahan konsentrasi rasio STMP dan STPP.



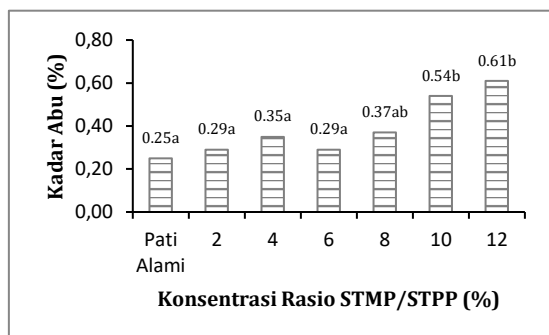
Gambar 5. Kadar amilosa pati aren alami dan PAAF pada berbagai konsentrasi rasio STMP dan STPP

Adanya peningkatan amilosa pada PAAF diduga karena adanya ikat silang inter dan intra dalam molekul pati yang menyebabkan molekul tersebut lebih stabil. Menurut Maulani *et al.* (2014) bahwa kandungan amilosa modifikasi ganda yang menggunakan kombinasi propilen oksida, STMP dan STPP lebih tinggi dibandingkan dengan pati alaminya.

Kadar abu

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada konsentrasi rasio STMP dan STPP hasil modifikasi ganda berpengaruh nyata

terhadap kadar abu yang disajikan pada Gambar 6. PAAF pati hasil modifikasi ganda memiliki kadar abu lebih tinggi dibandingkan dengan pati alaminya serta meningkat seiring dengan penambahan konsentrasi rasio STMP dan STPP.



Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf berbeda pada grafik menunjukkan adanya perbedaan yang nyata berdasarkan uji Duncan's pada taraf 5 % ($p \leq 0,05$)

Gambar 6. Kadar abu pati aren alami dan PAAF pada berbagai konsentrasi rasio STMP dan STPP

Menurut Widhaswari dan Putri (2014), bahwa kadar abu pati modifikasi meningkat seiring dengan penambahan STPP. Hal ini disebabkan adanya penetrasi fosfor yang terjadi dari STPP ke dalam granula pati dan berikatan dengan rantai polimer pati membentuk jembatan fosfat antar molekul pati. Fosfor mampu meningkatkan kadar abu karena fosfor merupakan komponen penyusun ikat silang dalam molekul pati modifikasi. Menurut Rao dan Parimalavalli (2019) kadar abu pati jagung ikat silang (pati jagung fosfat) lebih tinggi dibandingkan dengan pati alaminya.

KESIMPULAN

Pati aren yang dimodifikasi ganda melalui proses asetilasi dan fosforilasi pada berbagai konsentrasi rasio STMP/STPP menghasilkan PAAF yang memiliki karakteristik kimia yang lebih baik dibandingkan pati aren alami. Konsentrasi rasio STMP/STPP yang optimal adalah 6 % (b/b) dengan persen asetil dan DS tertinggi. Karakteristik kimia PAAF yang

dihasilkan yaitu kadar pospor 0,0037 %, kadar air 9,09 %, kadar pati 76,53 %, kadar amilosa 20,39 % dan kadar abu 0,29 %. PAAF yang dihasilkan berpotensi sebagai bahan pangan fungsional.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis (16th edisi). AOAC International.
- Faridah, D.N., Thonthowi, A. 2020. Karakterisasi Fisik Pati Tapioka Modifikasi Gabungan Hidroksipropilasi dengan Fosfat-Ikat Silang Physical Characteristics of Double Modified Tapioka Starch with Hydroxypropylation and Phosphate Cross-Linked. *Jurnal Mutu Pangan*, 7(1), 30–37. <https://doi.org/10.29244/jmpi.2020.7.1.30>
- Haq, F., Yu, H., Wang, L., Teng, L., Haroon, M., Khan, R.U., Mehmood, S., Bilal-Ul-Amin, Ullah, R.S., Khan, A., Nazir, A. 2019. Advances in chemical modifications of starches and their applications. *Carbohydrate Research*, 476(March), 12–35. <https://doi.org/10.1016/j.carres.2019.02.007>
- Hasibuan, E., Hamzah, F., Rahmayuni. 2016. Sifat kimia dan organoleptik pati sagu (Metroxylon sago Rottb.) modifikasi kimia dengan perlakuan sodium tripolyphosphate (STPP). *Jom Faperta*, 3(1), 1-8.
- Heo, H., Lee, Y.K., Chang, Y.H. 2017. Rheological, pasting, and structural properties of potato starch by cross-linking. *International Journal of Food Properties*, 20(2), 2138–2150. <https://doi.org/10.1080/10942912.2017.1368549>
- Ibikunle, A.A., Sanyaolu, N.O., Yussuf, S.T., Ogunneye, A.L., Badejo, O.A., Olaniyi, O.M. 2019. Effects of chemical modification on functional and physical properties of African

- star apple kernel (*Chrysophyllum albidum*) starch. *African Journal of Pure and Applied Chemistry*, 13(1), 1–11.
<https://doi.org/10.5897/ajpac2018.0764>
- Karmvir, G., Ritika, B.Y., Baljeet, S.Y., Roshanlal, Y. 2018. Physico-chemical, textural and crystallinity properties of oxidized, crosslinked and dual- modified white sorghum starch. *International Food Research Journal*, 25(5), 2104–2111.
- Latifah, H., Yuniata. 2017. Modifikasi Pati Garut (*Marantha arundinacea*) Metode Ganda (Ikatan Silang – Substitusi) dan Aplikasinya sebagai Pengental Pada Pembuatan Saus Cabai. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 5(4), 31–41.
- Lawal, M.V. 2019. Modified Starches as Direct Compression Excipients – Effect of Physical and Chemical Modifications on Tablet Properties: A Review. *Starch/Staerke*, 71(1–2), 1–41.
<https://doi.org/10.1002/star.201800040>
- Maulani, R.R., Fardiaz, D., Kusnandar, F., Candra S. T. 2014. Characterization of chemical and physical properties of hydroxypropylated and cross-linked arrowroot (*Marantha arundinacea*) starch. *Journal of Engineering and Technological Sciences*, 45 B(3), 207–221.
<https://doi.org/10.5614/j.eng.technol.sci.2013.45.3.1>
- Maulani, R.R., Hidayat, A., Husyari, U.D. 2019. Functional properties of dual modified white corn starch. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 7(6), 1624–1628.
- Pietrzyk, S., Fortuna, T., Łabanowska, M., Juszczak, L., Gałkowska, D., Bączkiewicz, M., Kurdziel, M. 2018. The effect of amylose content and level of oxidation on the structural changes of acetylated corn starch and generation of free radicals. *Food Chemistry*, 240, 259–267.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.07.125>
- Polnaya, F.J., Haryadi, Marseno, D.W., Cahyanto, M.N. 2013. Effects of phosphorylation and cross-linking on the pasting properties and molecular structure of sago starch. *International Food Research Journal*, 20(4), 1609–1615.
- Rahim, A., Alam, N., Hutomo, G.S., Kadir, S. 2016. *Teknologi modifikasi pati aren*. Magnum Pustaka Utama.
- Rahim, A., Lamusa, A., Hamid, A. 2015. Peningkatan Produktivitas Dan Kualitas Palm Sugar. *Agrotekbis*, 3(4), 427–432.
- Rahim, A., GS, H., Jusman, J. 2013. Effect of phosphorylation on the physical and chemical characteristics of arenga starch. *Ijbpas*, 2(11), 1973–1985.
http://ijbpas.com/pdf/1383279619M_S_IJBPAS_2013_1605.pdf
- Rao, S.J., Parimalavalli, R. 2019. Effect of cross-linking on structural , chemical and functional properties of corn starch. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 4(3), 135–140.
- Sajilata, M., Singhal, R.S., Kulkarni, P.R. 2006. *Starch — A Review*. Institute of Food Technologists, 5(Figure 2).
- Santoso, B., Pratama, F., Hamzah, B., Pambayun, R. 2015. Physical and Chemical Characteristics of *Canna edulis* Kerr and *Dioscorea hispida* Dennst Modified Starch with Cross Linking Method. *Agritech*, 35(3), 273–279.
- Singh, N., Chawla, D., Singh, J. 2004. Influence of acetic anhydride on physicochemical, morphological and

- thermal properties of corn and potato starch. *Food Chemistry*, 86(4), 601–608.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.10.008>
- Sugih, A.K., Christabella, L., Kristianto, H., Prasetyo, S. 2019. Effect of different types of phosphorylating reagent on the synthesis of modified tapioca starch. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 673(1).
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/673/1/012001>
- Wang, L., Liu, X., Wang, J. 2017. Structural properties of chemically modified Chinese yam starches and their films. *International Journal of Food Properties*, 20(6), 1239–1250.
<https://doi.org/10.1080/10942912.2016.1209775>
- Widhaswari, V.A., Putri, W.D.R.P. 2014. TEPUNG UBI JALAR UNGU The Effect of Chemical Modifications with STTP on Characteristics of Purple Sweet Potato Fluor. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 2(3), 121–128.
- Wongsagonsup, R., Pujchakarn, T., Jitrakbumrung, S., Chaiwat, W., Fuongfuchat, A., Varavinit, S., Dangtip, S., Suphantharika, M. 2014. Effect of cross-linking on physicochemical properties of tapioca starch and its application in soup product. *Carbohydrate Polymers*, 101(1), 656–665.
<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.09.100>

AUTHOR GUIDELINES

Term and Condition

1. Types of paper are original research or review paper that relevant to our Focus and Scope and never or in the process of being published in any national or international journal
2. Paper is written in good Indonesian or English
3. Paper must be submitted to <http://journal.trunojoyo.ac.id/agrointek/index> and journal template could be download here.
4. Paper should not exceed 15 printed pages (1.5 spaces) including figure(s) and table(s)

Article Structure

1. Please ensure that the e-mail address is given, up to date and available for communication by the corresponding author
2. Article structure for original research contains

Title, The purpose of a title is to grab the attention of your readers and help them decide if your work is relevant to them. Title should be concise no more than 15 words. Indicate clearly the difference of your work with previous studies.

Abstract, The abstract is a condensed version of an article, and contains important points of introduction, methods, results, and conclusions. It should reflect clearly the content of the article. There is no reference permitted in the abstract, and abbreviation preferably be avoided. Should abbreviation is used, it has to be defined in its first appearance in the abstract.

Keywords, Keywords should contain minimum of 3 and maximum of 6 words, separated by semicolon. Keywords should be able to aid searching for the article.

Introduction, Introduction should include sufficient background, goals of the work, and statement on the unique contribution of the article in the field. Following questions should be addressed in the introduction: Why the topic is new and important? What has been done previously? How result of the research contribute to new understanding to the field? The introduction should be concise, no more than one or two pages, and written in present tense.

Material and methods, “This section mentions in detail material and methods used to solve the problem, or prove or disprove the hypothesis. It may contain all the terminology and the notations used, and develop the equations used for reaching a solution. It should allow a reader to replicate the work”

Result and discussion, “This section shows the facts collected from the work to show new solution to the problem. Tables and figures should be clear and concise to illustrate the findings. Discussion explains significance of the results.”

Conclusions, “Conclusion expresses summary of findings, and provides answer to the goals of the work. Conclusion should not repeat the discussion.”

Acknowledgment, Acknowledgement consists funding body, and list of people who help with language, proof reading, statistical processing, etc.

References, We suggest authors to use citation manager such as Mendeley to comply with Ecology style. References are at least 10 sources. Ratio of primary and secondary sources (definition of primary and secondary sources) should be minimum 80:20.

Journals

Adam, M., Corbeels, M., Leffelaar, P.A., Van Keulen, H., Wery, J., Ewert, F., 2012. Building crop models within different crop modelling frameworks. *Agric. Syst.* 113, 57–63. doi:10.1016/j.agsy.2012.07.010

Arifin, M.Z., Probawati, B.D., Hastuti, S., 2015. Applications of Queuing Theory in the Tobacco Supply. *Agric. Sci. Procedia* 3, 255–261. doi:10.1016/j.aaspro.2015.01.049

Books

Agrios, G., 2005. *Plant Pathology*, 5th ed. Academic Press, London.