

PERUBAHAN SIFAT FISIKOKIMIA DAN FUNGSIONAL TEPUNG BERAS AKIBAT PROSES MODIFIKASI IKAT-SILANG

S. Joni Munarso¹, D. Muchtadi², D. Fardiaz², dan R. Syarief²

1) Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian
Jl. Tentara Pelajar 12 Bogor, 16114

2) Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Kampus IPB Darmaga, Bogor

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi perubahan sifat fisik, kimia dan fungsional tepung beras akibat proses modifikasi ikat-silang. Sebanyak 4 jenis beras, yaitu IR64B, IR64J, IR42B, dan IR42J yang beragam dalam hal mutu dan kadar amilonya direaksikan dengan fosfor-oksiklorida (POCl_3) dengan konsentrasi yang bervariasi, yaitu 0,1; 0,2 dan 0,3% pada pH 10,5. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tepung beras terfosforilasi atau terikat-silang terbukti mengalami perubahan, yakni kenaikan derajat putih, dan berbagai perubahan sifat kimia maupun fungsional lain. Kadar pati tepung beras makin menurun akibat penggunaan POCl_3 dengan konsentrasi yang makin tinggi. Akibat penurunan kadar pati ini, kadar komponen kimia lain, seperti protein, lemak, serat, abu dan fosfor mengalami peningkatan. Pada tepung beras terikat-silang juga diperoleh sifat pasta yang meningkat baik pada viskositas puncak, viskositas pasta, maupun viskositas balik.

Kata Kunci: tepung beras, sifat fisikokimia, sifat fungsional, modifikasi ikat-silang

ABSTRACT. S.Joni Munarso, D. Muchtadi, D. Fardiaz and R. Syarief. 2004. Changes of physicochemical and functional properties of rice flour as affected by cross link modification process. An experiment to evaluate the changes of physical, chemical and functional properties of rice flour as affected by cross-linked modification process has been executed. Four rice samples, namely IR64B, IR64J, IR42B, and IR42J, which different quality and amylose content, were reacted with phosphor-oxychloride (POCl_3) at various concentrations, i.e. 0.1 ; 0.2 and 0.3%, at the pH of 10.5. The result shows that phosphorilated or cross-linked rice flour had been identified to have higher whiteness degree, and some changes in chemical and functional properties. Starch content of rice decreased as higher concentration of POCl_3 is applied. Meanwhile, the content of other chemical compounds, such as protein, fat, fiber, ash and phosphorous, increased as starch content decreased. Higher peak, paste, and set back viscosities were also observed in cross-linked rice flour.

Keywords: rice, flour, physicochemical properties, functional properties, cross-link modification

PENDAHULUAN

Indonesia mengimpor beragam pati termodifikasi untuk mendukung pengembangan berbagai industri, baik industri pangan maupun non-pangan. Departemen Perindustrian dan Perdagangan RI (1997) melaporkan bahwa impor pati termodifikasi pada tahun 1992 mencapai 21.029 ton dengan nilai lebih dari 14 juta dolar AS, yang kemudian meningkat menjadi 48.273 ton atau senilai 38 juta dolar AS pada tahun 1996.

Pati terfosforilasi atau disebut juga **pati ikat silang** merupakan salah satu jenis pati termodifikasi yang paling banyak diimpor. Jenis pati ini mempunyai peran yang penting dalam industri pangan. Sebagai zat pengatur tekstur, pati ikat silang sering digunakan dalam produksi mie instan. Pati terfosforilasi juga berperan besar dalam produksi *salad dressing*. Hal ini disebabkan oleh sifat gelnya yang tahan terhadap keasaman tinggi maupun gaya “shear” pada proses homogenisasi (Rutenberg dan

Solarek, 1984). Viskositasnya yang stabil terhadap panas menyebabkan pati terfosforilasi juga dipakai dalam produksi bermacam-macam produk yang prosesnya melibatkan tahap sterilisasi, misalnya produk sup dalam kaleng, bubur dan sebagainya.

Secara sederhana, pati terfosforilasi dapat dihasilkan melalui proses pereaksian pati alami dengan suatu reagen tertentu. Berbagai pereaksi dapat digunakan dalam proses produksi pati terfosforilasi ini, misalnya sodium trimetaphosphate, epichlorohydrine, dan adipic acid (O'Dell, 1971). Namun demikian, pereaksi yang umum digunakan adalah phosphor-oxychloride (POCl_3) dan sodium-trimetaphosphate (Rogol, 1986). Yeh dan Yeh (1993) telah mempelajari produksi pati beras terfosforilasi. Pada studi ini juga digunakan POCl_3 sebagai pereaksinya

Dalam reaksi fosforilasi ini, POCl_3 akan bereaksi dengan gugus-gugus hidroksil dari glukosa di suatu rantai sakarida dengan glukosa di rantai lain sehingga membentuk suatu ikatan silang. Yeh dan Yeh (1993)

menunjukkan bahwa ikatan antar gugus hidroksil tersebut, 60% terjadi pada gugus hidroksil pada atom C6 dan 40% sisanya pada atom C3. Akibat adanya ikatan silang antar gugus hidroksil ini, pemasakan pati terfosforilasi di atas suhu gelatinisasi hanya akan melemahkan dan mematahkan ikatan hidrogen tetapi tidak mempengaruhi ikatan silangnya, sehingga proses ikat silang ini akan menghasilkan pati dengan viskositas yang tinggi.

Penelitian ini mengambil beras sebagai bahan studi kasus. Hal ini didasarkan atas pertimbangan bahwa beras mempunyai tingkat produksi yang cukup tinggi di Indonesia, teknologi produksi beras relatif lebih dikuasai oleh sebagian besar petani, dan adanya beras sub standar yang bernilai rendah di pasar domestik. Pada sisi lain, studi ini juga mengangkat tepung beras dan bukan pati beras sebagai topik bahasan, dengan pertimbangan bahwa teknologi produksi tepung jauh lebih dikuasai daripada teknologi ekstraksi pati beras. Penggunaan tepung beras juga diharapkan lebih efisien mengingat proses ekstraksi membutuhkan investasi yang lebih besar.

Penggunaan tepung beras ini disadari berpeluang menghasilkan produk dengan karakteristik yang berbeda dibandingkan dengan produk berbasis pati beras. Namun demikian, Bean (1986) menyatakan bahwa sifat fungsional pati beras dapat langsung diterapkan sebagai sifat tepung beras. Berkenaan dengan hal itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengamati perubahan sifat fisikokimia dan fungsional tepung beras akibat proses modifikasi ikat-silang.

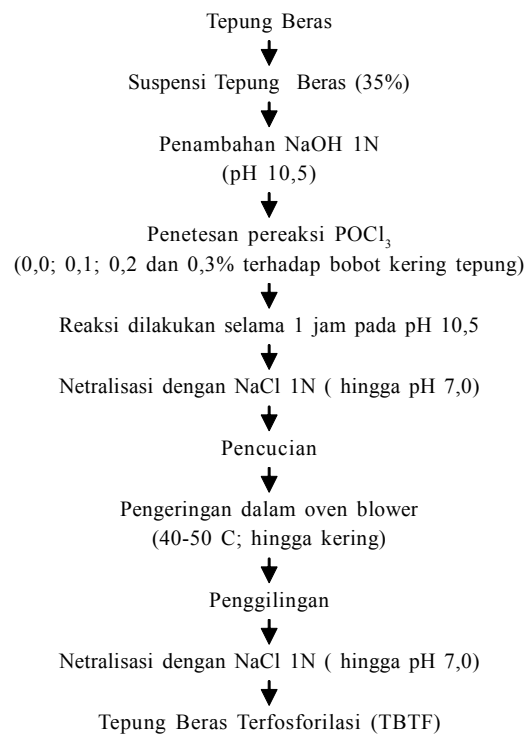
BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan fasilitas yang terdapat di laboratorium Fisiologi Hasil, Balai Penelitian Tanaman Padi dan laboratorium kimia di Pusat Antar Universitas (PAU) Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor pada tahun 1998. Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah 4 jenis beras yang berbeda, yaitu beras IR64 bermutu standar (IR64B), beras IR64 substandar (IR64J), beras IR42 bermutu standar (IR42B) dan beras IR42 substandar (IR42J). Sedangkan bahan lainnya adalah pereaksi POCl_3 dan berbagai bahan kimia untuk analisis terkait.

Bahan utama (4 jenis beras) disiapkan menjadi tepung beras mengikuti prosedur terbaik pembuatan tepung beras yang dihasilkan Artika (1987). Sejumlah contoh beras direndam dalam air bersih selama 15 menit, kemudian diangkat dan ditiriskan selama 15 menit. Beras kemudian digiling dengan alat penggiling tipe Disk Mill, model FFA-23A. Tepung yang diperoleh kemudian dijemur hingga kering, dikemas dalam kantong plastik, dan disimpan dalam ruang dingin ($10 \pm 2^\circ\text{C}$).

Tepung beras (4 jenis) masing-masing difosforilasi mengikuti metode sebagai berikut. Sebanyak 150 g tepung disuspensikan dalam air (aquadest) hingga konsentrasi 35%. Suspensi tersebut kemudian ditambahi dengan larutan NaOH 1N hingga mencapai pH 10,5. Ke dalam suspensi ini kemudian diteteskan larutan pereaksi POCl_3 dengan jumlah yang bervariasi, yaitu 0,0; 0,1; 0,2, dan 0,3% terhadap bobot kering tepung. Selama penetesan, pH dipertahankan pada 10,5 dan dilanjutkan hingga 1 jam waktu reaksi. Setelah itu, suspensi dinetralkan dengan HCl 1 N hingga mencapai pH 7,0; dicuci sampai bersih dan endapan dikeringkan dalam oven blower pada suhu 40-50°C selama periode waktu tertentu hingga kering. Endapan kering kemudian digiling halus menjadi tepung, sehingga diperoleh tepung beras terfosforilasi (TBTF). Secara sederhana, diagram alir proses pembuatan TBTF disampaikan pada Gambar 1.

Selanjutnya TBTF bersama tepung beras aslinya diamati sifat fisikokimia dan sifat fungsionalnya meliputi derajat putih (Kett Whiteness-meter), kadar air (AOAC, 1984), kadar pati (Anthrone), kadar protein (Mikro Kjeldahl), kadar lemak (Soxlet), kadar serat (AOAC, 1984), kadar abu (AOAC, 1984), kadar fosfor total (Molybdate-Vanadate), dan kadar amilosa (Juliano, 1979). Sedangkan pengamatan sifat fungsional mencakup pengamatan waktu dan suhu gelatinisasi, viskositas puncak, viskositas



Gambar 1. Diagram alir proses pembuatan tepung beras terfosforilasi (TBTF).

Figure 1. Flow chart of phosphorilated rice flow

pasta, viskositas dingin dan viskositas balik (*set-back viscosity*). Seluruh pengamatan ini diperoleh dari pembacaan kurva amilografi yang diperoleh dari analisis sifat gelatinisasi dengan alat “Brabender Amylograph”. Percobaan ini dilakukan mengikuti Rancangan Acak Lengkap faktorial dengan 3 ulangan. Sedangkan data yang terkumpul diolah dengan komputer menggunakan program statistik IRRISat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aplikasi POCl_3 pada suspensi tepung beras belum banyak dilakukan. Akibatnya referensi yang terkait dengan pendekatan ini belum banyak ditemukan. Namun demikian Rutledge *et al* (1972) dan Islam *et al.* (1974) melaporkan hasil penelitiannya tentang aplikasi POCl_3 ini pada biji beras. Proses modifikasi ikat-silang ternyata mengubah sifat fisik, kimia, maupun sifat fungsional dari tepung beras. Berikut ini disampaikan perubahan yang terjadi.

1. Perubahan Sifat Fisik

Derajat putih merupakan salah satu sifat fisik yang mengalami perubahan akibat aplikasi POCl_3 pada tepung beras. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi POCl_3 yang ditambahkan, semakin putih tepung beras yang dihasilkan. Peningkatan 0,1% POCl_3 secara nyata mengubah derajat putih tepung. Tabel 1 menyajikan pola pengaruh penambahan POCl_3 terhadap derajat putih. Pada tabel tersebut tampak bahwa tepung tanpa perlakuan mempunyai derajat putih paling rendah (86,1 %).

Dari berbagai pustaka yang ada, belum ditemukan adanya laporan yang menyangkut derajat putih tepung maupun pati terfosforilasi, sehingga faktor penyebab terjadinya peningkatan derajat putih di atas belum dapat dipastikan. Lindsay (1976) menunjukkan bahwa senyawa yang mengandung Cl, seperti gas klorin (Cl_2), Klorin dioksida (ClO_2) dan nitrosil klorida (NOCl) merupakan

Tabel 1. Pengaruh konsentrasi POCl_3 terhadap derajat putih tepung beras terfosforilasi

Table 1. Effect of POCl_3 concentration on whiteness degree of phosphorilated rice flour

% POCl_3	Derajat Putih (%) *
0,0	86,1 ^d
0,1	90,4 ^c
0,2	92,5 ^b
0,3	93,8 ^a

Keterangan :

Serbuk BaSO_4 dengan derajat putih=87,0% sebagai pembanding
Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5 %

Mean values in each column with the same letter are not significantly different ($p = 5\%$)

Tabel 2. Kadar air tepung beras terfosforilasi (% basis basah)
Table 2. Moisture content of phosphorilated rice flour (% wet basis)

Bahan	Konsentrasi POCl_3 (%)			
	0,1	0,2	0,3	0,4
IR64 B	9,31	7,60	7,35	9,66
IR64	9,61	6,48	8,54	10,56
IR42 B	10,16	6,66	7,62	8,82
IR42 J	10,47	7,15	8,14	9,31
Rata – rata	9,89 (a)	6,97 (c)	7,91 (b)	9,58 (a)

Keterangan :

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama adalah tidak berbeda nyata pada taraf 5 %

Mean values in each column with the same letter are not significantly different ($p = 5\%$)

oksidator kuat dan sering digunakan sebagai bahan pemucat tepung terigu (*flour bleaching agent*). Namun demikian belum ada kepastian bahwa peningkatan derajat putih adalah akibat penggunaan POCl_3 .

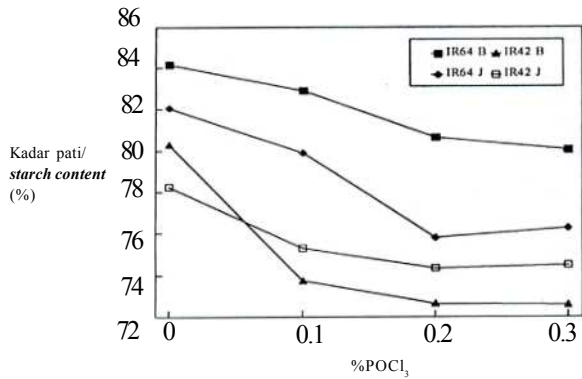
Penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan derajat putih terkait dengan adanya proses pencucian. Pencucian tepung yang dilakukan dengan aquades sebanyak lima kali cenderung melarutkan kotoran dan berdampak membersihkan partikel tepung.

2. Perubahan Sifat Kimia

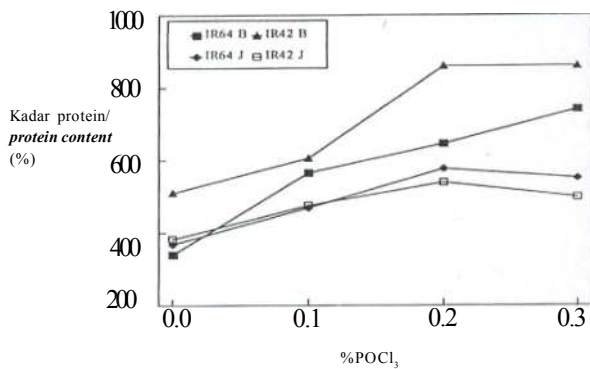
Komposisi kimia tepung beras ternyata juga mengalami perubahan akibat penerapan proses modifikasi ikat silang. Hasil analisis keragaman, terlihat pada faktor bahan baku (jenis beras) dan konsentersasi POCl_3 secara interaktif mempengaruhi kadar komponen kimia (pati, protein, lemak, serat, abu dan fosfor serta amilosa) tepung beras. Lampiran 1 merangkum nilai F hitung dari masing-masing komponen.

Kadar air. Tepung beras terfosforilasi ternyata memiliki kadar air yang beragam (Tabel 2). Pada Tabel 2 tampak bahwa kadar air tepung beras biasa umumnya lebih tinggi kadar air tepung beras terfosforilasi. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh adanya perbedaan dalam proses pengeringan awal. Tepung beras biasa dikeringkan dengan cara dijemur, dimana suhu tidak terkontrol dan tidak kontinyu, sedangkan tepung beras terfosforilasi dikeringkan dengan oven blower pada suhu yang terkontrol (45°C) dan berlangsung kontinyu.

Tabel 2 menunjukkan bahwa tepung beras yang mendapat perlakuan fosforilasi (0,1; 0,2; dan 0,3 %), mempunyai kecenderungan adanya perbedaan diantara mereka. Proses fosforilasi dengan presentase yang lebih tinggi secara nyata dapat meningkatkan kadar air tepung beras terfosforilasi. Hasil yang sama dilaporkan oleh Anwar (1997), bahwa fosforilasi 0,50% POCl_3 menghasilkan maltodextrin terfosforilasi dengan kadar air lebih tinggi daripada fosforilasi 0,25 % POCl_3 .



Gambar 2. Pola interaksi jenis beras dan konsentrasi POCl₃ terhadap kadar pati dalam TBTF.
 Figure 2. Interaction pattern between rice type and POCl₃ on starch content of crosslinked rice flour.

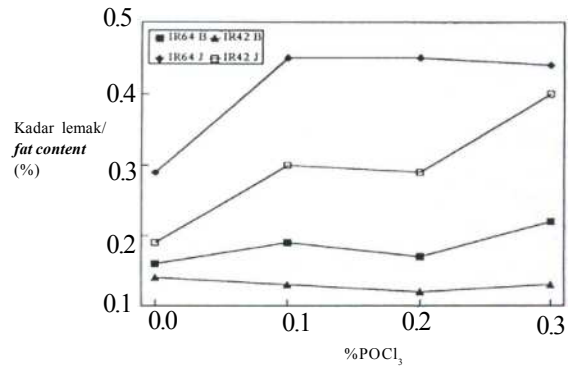


Gambar 3. Pola interaksi jenis beras dan konsentrasi POCl₃ terhadap kadar protein dalam TBTF.
 Figure 3. Interaction pattern between rice type and POCl₃ on protein content of crosslinked rice flour.

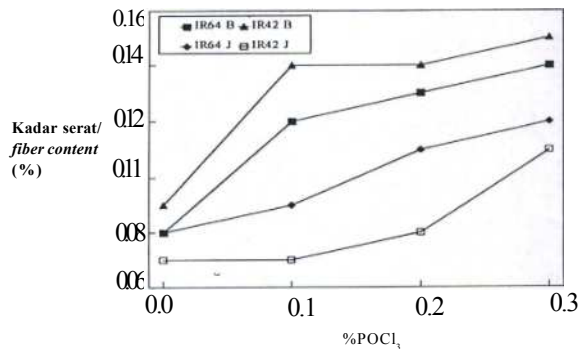
Peningkatan kadar air akibat peningkatan derajat fosforilasi ini cenderung terkait dengan masuknya unsur fosfor (P) yang berperan sebagai jembatan ikat silang dalam molekul pati. Gugus fosfor yang hidrofilik ini menunjukkan peningkatan daya ikat air dari pati, sehingga lebih mampu menahan air di dalam partikel tepung.

Kadar Pati. Proses modifikasi fosforilasi menurunkan kadar pati dalam tepung beras. Penambahan POCl₃ sebesar 0,1 dan 0,2 % mengakibatkan terjadinya penurunan kadar pati pada hasil TBTF yang tajam, sedangkan penggunaan POCl₃ sebanyak 0,3 % memberikan efek yang tidak nyata. Secara skematis hal ini digambarkan pada Gambar 2.

Penurunan kadar pati ini nampaknya terkait dengan tidak adanya penambahan garam dalam proses modifikasi ini. Rutenberg dan Solarek (1984) menyebutkan bahwa keberadaan sejumlah kecil garam, seperti garam sulfat, natrium klorida dan sebagainya (0,1 – 10,0 % terhadap bobot pati) dalam proses modifikasi dapat meningkatkan efisiensi proses tersebut, yakni berupa tingkat penurunan kadar pati yang rendah. BeMiller dan Pratt (1981) juga menyatakan bahwa keberadaan garam ini dapat mengurangi terjadinya pencucian (*leaching*) terhadap



Gambar 4. Pola interaksi jenis beras dan konsentrasi POCl₃ terhadap kadar lemak dalam TBTF.
 Figure 4. Interaction pattern between rice type and POCl₃ on fat content of crosslinked rice flour.

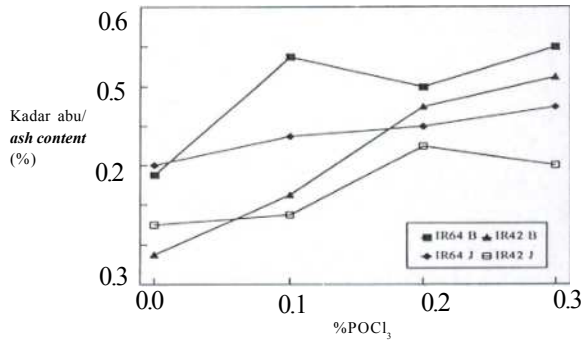


Gambar 5. Pola interaksi jenis beras dan konsentrasi POCl₃ terhadap kadar serat dalam TBTF.
 Figure 5. Interaction pattern between rice type and POCl₃ on fiber content of crosslinked rice flour.

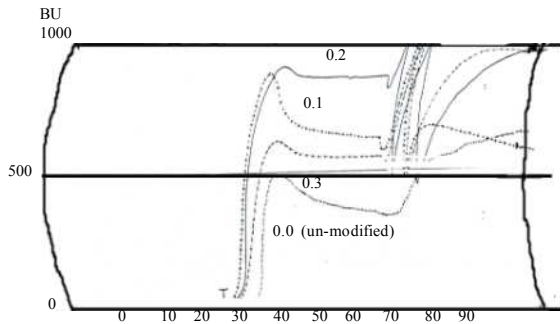
molekul pati. Fardiaz et al. (1989) dan Afdi (1989) tidak menambahkan garam dalam molekul proses fosforilasi, sedangkan Yeh dan Yeh (1993) menggunakan natriumsulfat 5 %. Namun demikian ketiga pustaka ini tidak melaporkan tentang pengaruh penggunaan garam ini terhadap kadar pati.

Kadar Protein. Proses fosforilasi ternyata justru meningkatkan kadar protein tepung beras. Gambar 3 menunjukkan bahwa penggunaan POCl₃ sebesar 0,1 % meningkatkan kadar protein tepung beras secara nyata. Namun demikian pada penambahan POCl₃ 0,2 % dan 0,3 %, pengaruh tersebut tidak nyata. Peningkatan kadar protein ini disebabkan oleh menurunnya kadar pati dalam tepung beras, sehingga proporsi protein terhadap total padatan menjadi lebih tinggi.

Kadar lemak dan serat kasar. Identik dengan kadar protein, kadar lemak dan kadar serat kasar dalam tepung beras juga mengalami peningkatan akibat proses fosforilasi. Gambar 4 dan Gambar 5 menyajikan pola interaksi jenis beras dan konsentrasi POCl₃ terhadap kadar lemak dan kadar serat dalam tepung beras tersebut. Peningkatan kadar lemak dan serat ini terjadi karena adanya



Gambar 6. Pola interaksi jenis beras dan konsentrasi $POCl_3$ terhadap kadar abu dalam TBTF.
Figure 6. Interaction pattern between rice type and $POCl_3$ on ash content of crosslinked rice flour.

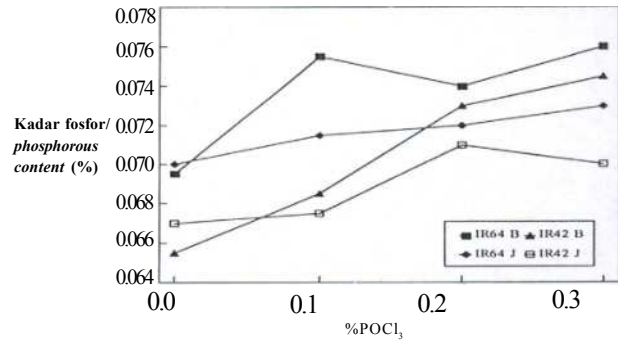


Gambar 9. Pola amilografi TBTF IR64 B pada berbagai taraf $POCl_3$
Figure 9. Amylograph pattern of IR64 B-crosslinked rice flour at various level of $POCl_3$

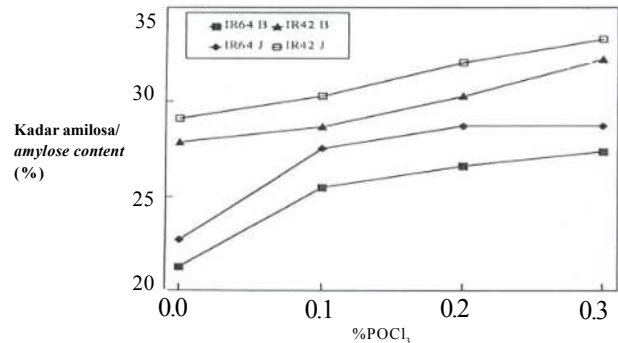
perubahan proporsi lemak dan serat terhadap total komponen, dimana kadar pati menurun. Dengan hasil seperti ini, dapat disebutkan bahwa TBTF memiliki komponen nutrisi yang lebih baik.

Kadar abu dan kadar fosfor. Proses fosforisasi juga mengakibatkan peningkatan kadar abu tepung beras (Gambar 6). Keadaan ini dapat disebabkan oleh terjadinya penurunan kadar pati, tetapi juga dapat disebabkan oleh adanya penambahan unsur fosfor (P) ke dalam tepung. Hasil pengamatan pada kadar fosfor dalam tepung ternyata menunjukkan adanya peningkatan (Gambar 7). Peningkatan kadar P ini juga terjadi pada pembuatan maltodekstrin terfosforilasi (Anwar, 1997). Peningkatan kadar P dalam penelitian ini dapat dipakai sebagai indikator keberhasilan proses fosforilasi, mengingat P merupakan “jembatan” pada struktur ikat silang yang terbentuk dalam proses ini.

Kadar amilosa. Kadar amilosa tepung beras mengalami peningkatan akibat proses fosforilasi (Gambar 8). Jane *et al.* (1992) menunjukkan bahwa molekul amilopektin bersifat lebih mudah mengalami fosforilasi (terikat – silang) daripada molekul amilosa, sehingga molekul amilopektin saling bergabung menghasilkan sedikit molekul dalam ukuran yang besar. Hal ini



Gambar 7. Pola interaksi jenis beras dan konsentrasi $POCl_3$ terhadap kadar fosfor dalam TBTF.
Figure 7. Interaction pattern between rice type and $POCl_3$ on phosphorous content of crosslinked rice flour.



Gambar 8. Pola interaksi jenis beras dan konsentrasi $POCl_3$ terhadap kadar amilosa dalam TBTF.
Figure 8. Interaction pattern between rice type and $POCl_3$ on amylose content of crosslinked rice flour.

menyebabkan proporsi amilosa terhadap amilopektin meningkat.

3. Perubahan Sifat Fungsional.

Proses fosforilasi mengubah sifat fungsional tepung beras. Gambar 9 adalah salah satu contoh yang menunjukkan letak perubahan tersebut.

Suhu dan waktu gelatinisasi. Proses fosforilasi ternyata mengubah suhu dan waktu gelatinisasi tepung beras lebih rendah dari aslinya. Namun perubahan itu baru terjadi ketika fosforilasi pada taraf 0,2 % $POCl_3$. Penurunan semacam ini juga ditemukan oleh Afdi (1989) yang bekerja dengan pati jagung dan Takahashi *et al.* (1993) pada pati terigu. Belum ada penjelasan mengenai fenomena ini, tetapi Afdi (1989) menyebutkan bahwa penurunan suhu dan waktu gelatinisasi terkait dengan peningkatan kadar amilosa.

Viskositas puncak. Viskositas puncak adalah kriteria yang dipakai untuk melihat kemampuan suatu tepung atau pati dalam mempertahankan granulanya akibat proses pemanasan. Proses fosforilasi hingga taraf 0,2% secara signifikan dapat meningkatkan viskositas puncak tepung beras. Namun demikian penambahan $POCl_3$ pada taraf yang lebih tinggi (0,3%) cenderung menurunkan kembali nilai

Tabel 3. Viskositas puncak tepung beras pada berbagai konsentrasi $POCl_3$

Table 3. Peak-viscosity of rice flour at various $POCl_3$ concentration

Konsentersasi $POCl_3$, %	Viskositas (BU)
0,1	647,5 ^c
0,2	720,0 ^{bc}
0,3	825,0 ^a
0,4	742,5 ^{ab}

Keterangan :

BU = Brabender unit

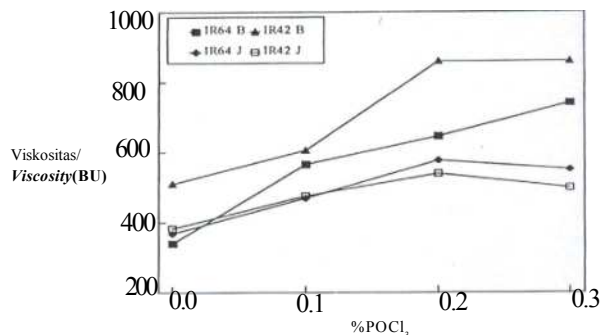
Angka yang diikuti oleh huruf yang sama adalah tidak berbeda nyata pada taraf 5 %

Mean values in each column with the same letter are not significantly different ($p = 5\%$)

viskositas puncak tersebut (Tabel 3). Peningkatan viskositas terjadi karena proses fosforilasi menciptakan adanya ikatan silang pada molekul amilopektin dan amilosa, sehingga integritas granula pati semakin kuat. Oleh karena itu, pada saat suspensi tepung beras terfosforilasi dipanaskan, kapasitas hidrasi granula pati makin besar dan viskositas puncak meningkat.

Wurzburg (1986) menyatakan bahwa untuk memperoleh viskositas puncak yang tinggi, proses modifikasi sebaiknya dilakukan pada derajat substitusi (gugus OH oleh unsur P) yang rendah hingga sedang. Artinya, proses fosforilasi dilakukan pada penambahan $POCl_3$ yang tidak terlalu banyak. Pada konsentrasi yang tinggi, pati tidak dapat mengembang ketika dipanaskan, karena terlambat oleh banyaknya tingkatan silang.

Viskositas panas (95°C). Kriteria ini digunakan untuk mengetahui kemampuan granula pati dalam mempertahankan diri maupun viskositasnya selama pemanasan. Proses pemanasan biasa dilakukan pada suhu 95°C selama 20 menit. Mengingat tepung beras terfosforilasi diharapkan dapat berperan sebagai bahan yang tahan terhadap panas selama pemasakan, maka viskositas panas yang tinggi merupakan hasil yang



Gambar 10. Pola interaksi jenis bahan dan konsentrasi $POCl_3$ terhadap viskositas panas TBTF.

Figure 10. Interaction pattern between rice type and level of $POCl_3$ on hot viscosity of crosslinked rice flour.

Tabel 4. Viskositas dingin dan viskositas balik tepung beras pada berbagai taraf fosforilasi

Table 4. Cold viscosity and set-back viscosity of rice flour at various phosphorilation level

Taraf $POCl_3$, %	Viskositas dingin (BU)	Viskositas balik (BU)
0,0	810,00 ^c	162,50 ^c
0,1	1048,75 ^b	328,50 ^{bc}
0,2	1225,00 ^b	400,00 ^b
0,3	1407,50 ^a	665,00 ^a

Keterangan :

BU=Brabender unit

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama adalah tidak berbeda nyata pada taraf 5 %

Mean values in each column with the same letter are not significantly different ($p = 5\%$)

diharapkan. Proses fosforilasi ternyata meningkatkan nilai viskositas panas tepung beras. Pada Gambar 10 tampak bahwa tepung beras IR64 B mempunyai viskositas panas yang terus meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi $POCl_3$ yang ditambahkan. Sedangkan pada tepung beras IR42 B, IR64, dan IR42 J, penggunaan $POCl_3$ sebesar 0,2% telah menghasilkan viskositas panas yang tertinggi. Oleh sebab itu, berdasarkan kriteria ini, proses fosforilasi tepung beras disarankan agar dilakukan pada konsentrasi $POCl_3$ 0,2%.

Viskositas dingin (50°C) dan Viskositas balik.

Viskositas dingin merupakan parameter yang digunakan untuk melihat perilaku gel dari suatu jenis pati pada kondisi dingin (50°C). Proses fosforilasi diharapkan dapat menghasilkan pati dengan viskositas dingin yang lebih tinggi. Dengan demikian, penggunaan pati terfosforilasi diharapkan dapat mencegah terjadinya proses sineresis atau keluarnya air dari matrix gel suatu produk olahan. Sementara itu, viskositas balik (= selisih nilai viskositas dingin dengan viskositas puncak) merupakan parameter untuk mengetahui sifat gel. Nilai viskositas balik yang tinggi menunjukkan bahwa gel cenderung mengeras pada akhir proses pemasakan, sehingga produk olahannya tidak mudah hancur.

Penggunaan $POCl_3$ hingga 0,3% ternyata menghasilkan tepung beras dengan viskositas dingin dan viskositas balik yang terus meningkat (Tabel 4). Dengan hasil seperti ini, proses fosforilasi tepung beras semestinya dilakukan pada konsentrasi $POCl_3$ sebesar 0,3%. Namun karena konsentrasi 0,3% menghasilkan nilai viskositas puncak dan viskositas panas yang lebih rendah daripada 0,2%, maka fosforilasi tepung beras sebaiknya dilakukan pada konsentrasi 0,2%. Pertimbangan yang digunakan pada pengambilan keputusan ini lebih didasarkan bahwa produk dikehendaki tidak terlalu keras pada kondisi dingin, tetapi mampu bertahan pada pemanasan tinggi dan terhadap proses pengadukan.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Proses ikat-silang terbukti dapat mengubah sifat fisik, kimia maupun fungsional tepung beras. Perubahan sifat fisik ditandai dengan terjadinya peningkatan derajat putih tepung sekitar 4-7 % lebih tinggi daripada awalnya, yaitu dari 86,10% menjadi 90,40-93,80%.
2. Perubahan sifat kimia ditunjukkan oleh terjadinya penurunan kadar pati dari kisaran 78,25-82,05 % menjadi 72,61-76,91 % dan peningkatan kadar komponen kimia lain. Kadar protein meningkat dari 8,11-9,82 % menjadi 9,15-10,40 %, kadar lemak (0,14 - 0,29 % menjadi 0,14-0,45 %), serat kasar (0,07-0,09 % menjadi 0,07-0,15 %), abu (0,32-0,35 % menjadi 0,32-0,58 %), fosfor (0,066-0,070 % menjadi 0,065-0,076 %), dan amilosa (21,24-29,13 menjadi 25,47-33,30 %).
3. Perubahan sifat fungsional terjadi pada variabel suhu gelatinisasi yang menurun dari 75,75-81,75°C menjadi 74,25-81,00°C dan peningkatan nilai pada variabel lain, meliputi viskositas puncak (520-750 BU menjadi 580-985 BU), viskositas panas (340-510 BU menjadi 470-860 BU), viskositas dingin (690-990 BU menjadi 930-1650 BU), dan viskositas balik (45-250 BU menjadi 95-830 BU).
4. Beras IR42 bermutu standar merupakan jenis beras yang paling baik untuk menghasilkan tepung beras terfosforilasi.
5. Penerapan konsentrasi 0,2 dan 0,3% POCl₃ memberikan perubahan sifat fungsional yang masing-masing memiliki kelemahan dan kelebihan. Untuk memperoleh sifat fungsional yang lebih ideal, perlu dilakukan penetapan konsentrasi optimum antara kedua tingkat konsentrasi tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Afdi, E.1989. Modifikasi pati jagung. Tesis. Fakultas Pascasarjana, IPB Bogor. 81 pp.
- Anwar, E.1997. Struktur Kimia Dari Fraksi Polimer Maltodekstrin Sagu Untuk Bahan Pengganti Lemak. Disertai. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- AOAC.1984. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemist. Washington, DC.
- Artika, I.M. 1987. Pengaruh perendaman Dalam Pembuatan Tepung Beras. Skripsi. Fateta. IPB. Bogor. 98pp.
- Bean, M.M.1986. Rice flour : Its functional variations. Cereal Foods World 31 (7) : 477-481.
- BeMiller, J. N and G.W. Pratt.198. Sorption of water, sodium sulfate, and water- soluble alcohols by starch granules in aqueous suspensions. Cereal Chem. 58 (6) : 517-520.
- Departemen Perindustrian dan Perdagangan RI. 1997. Volume dan nilai impor pati termodifikasi di Indonesia tahun 1992-1996. Depperindag RI. Jakarta. (tidak diterbitkan).
- Fardiaz, D., E. Afdi, S. Fardiaz dan D. Kadarisman. 1989. Perbaikan sifat fungsional pati jagung dengan proses modifikasi. Seminar Hasil Penelitian PAU Pangan dan Gizi – IPB Bogor.
- Islam, M.N., J.E. Rutledge and W. H. James. 1974. Influence of rice crystallinity on cross – linking. Cereal Chem. 51 : 51-56.
- Jane, J.A. Xu, M. Radosavljevic and P.A. Seib. 1992. Location of amylose in normal starch granule. I. Susceptibility of amylose and amylopectin to crosslinking reagents. Cereal Chem. 69 (4) : 405-409.
- Juliano, B.O.1979. The chemical basis of rice grain quality. Proceedings of the Workshop on Chemical Aspects of Rice Grain Quality. IRRI. Los Banos. P. 69-90.
- Lindsay. R.C. 1976. Other desirable constituents of food. Di dalam O. R. Fennema (Ed). Principles of Food Science. Marcel Dekke, Inc. New York. P.465-513.
- O'Dell, J. 1971. The use of modified starch in the food industry. Di dalam J.M.V. Blanshard and J.R. Mitchel (Eds.) Polysaccharides in Food. Butterworths. London. p. 172-177.
- Rogol, S. 1986. Starch modification : A view into the future. Cereal Foods World. 31 (12) : 869-874.
- Rutenberg, M.W. and D. Solarek. 1984. Starch derivatives : production and uses. Di dalam R. L. Whistler, J.N. BeMiller and E.F. Paschall (Eds). Starch Chemistry and Rechnology. 2nd ed. Academic Press. Orlando, FL. P. 311-388.
- Rutledge, J.E., M.N. Islam and W.H. James. 1972. Improving canning stability of rice by chemical modification. Cereal Chem. 49 : 430-436.
- Takahashi, S., C.C Maningat and P.A. Seib 1993. Hydroxypropylated wheat starch in several foods from Japan. ASEAN Food Journal. 8 (2) :69-76.
- Wurzburg, O.B. 1986. Forty years of industrial starch research. Cereal Foods World. 31 (12) : 897-903.
- Yeh, A.I. and S. L. Yeh. 1993. Some characteristics of hydroxypropylated and Cross-linked rice starch. Cereaal Chem. 70 (5) : 596-600.