

**MODIFIKASI PATI TALAS (*Colocasia esculenta* L.) DENGAN
METODE IKATAN SILANG MENGGUNAKAN
NATRIUM TRIPOLIFOSFAT**

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
Program Studi Kimia



oleh

Chika Nadhifa Nur Amalina

NIM 1506811

**PROGRAM STUDI KIMIA
DEPARTEMEN PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN
ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2019**

**MODIFIKASI PATI TALAS (*Colocasia esculenta* L.) DENGAN
METODE IKATAN SILANG MENGGUNAKAN
NATRIUM TRIPOLIFOSFAT**

Oleh
Chika Nadhifa Nur Amalina

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Chika Nadhifa Nur Amalina 2019
Universitas Pendidikan Indonesia
Agustus 2019

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

CHIKA NADHIFA NUR AMALINA

MODIFIKASI PATI TALAS (*Colocasia esculenta* L.) DENGAN
METODE IKATAN SILANG MENGGUNAKAN
NATRIUM TRIPOLIFOSFAT

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Drs. Ali Kusrijadi, M.Si.,

NIP. 196706291992031001

Pembimbing II



Dr. Siti Aisyah, M.Si.,

NIP. 197509302001122001

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Kimia FPMIPA UPI



Dr. Hendrawan, M.Si.,

NIP. 196309111989011001

PERNYATAAN

“Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul "MODIFIKASI PATI TALAS (*Colocasia esculenta* L.) DENGAN METODE IKATAN SILANG MENGGUNAKAN NATRIUM TRIPOLIFOSFAT” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Agustus 2019

Yang membuat pernyataan,

Chika Nadhifa Nur Amalina

NIM. 1506811

ABSTRAK

Pati talas (*Colocasia esculenta* L.) memiliki keterbatasan berkaitan dengan retrogradasi, kelarutan, dan daya simpan yang terbatas sehingga perlu dilakukan modifikasi pati, salah satunya dengan metode ikatan silang menggunakan natrium tripolifosfat (*sodium tripolyphosphate*, STPP). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakter dan sifat fisikokimia pati talas termodifikasi. Penelitian ini dilakukan melalui tiga tahap, yaitu pengolahan pati talas, modifikasi pati talas, serta karakterisasi dan analisis sifat fisikokimia pati talas. Rendemen pati talas hasil isolasi yang diperoleh sebesar 25% dengan hasil penurunan kadar kalsium oksalat pada pati sebesar 75%. Modifikasi pati talas dilakukan dengan variasi konsentrasi STPP sebesar 0,5%, 1% dan 1,5% dengan variasi waktu perendaman STPP selama 30 menit, 60 menit, dan 90 menit. Pada spektra FTIR yang dihasilkan, intensitas gugus O-H pada pati talas modifikasi memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan pati talas alami. Kadar fosfat pati talas termodifikasi sebesar $6,7 \times 10^{-3}$ % dengan nilai derajat substitusi sebesar $3,5 \times 10^{-4}$. Analisis sifat fisikokimia pati talas meliputi analisis kadar air, kadar amilosa, viskositas, *swelling power*, dan kelarutan. Nilai kadar air pati talas modifikasi ($8,46 \pm 0,81$) lebih rendah dibandingkan pati talas alami ($10,96 \pm 0,19$). Nilai kadar amilosa pati talas modifikasi ($20,93 \pm 1,35$) lebih rendah dibandingkan pati talas alami ($27,80 \pm 1,27$). Nilai viskositas pati talas modifikasi ($256,72 \pm 1,17$) lebih tinggi dibandingkan pati talas alami ($38,12 \pm 1,71$). Nilai *swelling power* pati talas modifikasi ($14,99 \pm 0,38$) lebih tinggi dibandingkan pati talas alami ($12,64 \pm 0,12$) dan nilai kelarutan pati talas modifikasi ($8,87 \pm 0,51$) lebih tinggi dibandingkan pati talas alami ($6,56 \pm 0,54$).

Kata kunci : Pati, talas, modifikasi, ikatan silang, natrium tripolifosfat, STPP

ABSTRACT

Taro starch (Colocasia esculenta L.) has limitations related to retrogradation, solubility, and limited shelf life, so starch modification is necessary, one of which is the cross-linking method using sodium tripolyphosphate (STPP). The purpose of this study is to determine the character and physicochemical properties of taro starch modified. This research was carried out in three stages, namely processing of taro starch, modification of taro starch, characterization and analysis of the physicochemical properties of taro starch. Isolation yield of taro starch resulting 25% with the result of a decrease in calcium oxalate levels in starch by 75%. Modification of taro starch was carried out by varying the concentration of STPP by 0.5%, 1% and 1.5% by varying the time of STPP immersion for 30 minutes, 60 minute, and 90 minutes. In the FTIR spectra, the intensity of the O-H group in modified taro starch has a lower value than native taro starch. Modified taro starch phosphate content was 6.7×10^{-3} % with a degree of substitution value was 3.5×10^{-4} . Analysis of the physicochemical properties of taro starch includes testing water content, amylose content, viscosity, swelling power, and solubility. Water content of modified taro starch (8.46 ± 0.81) was lower than native taro starch (10.96 ± 0.19). The value of modified taro starch amylose content (20.93 ± 1.35) was lower than that of native taro starch (27.80 ± 1.27). The modified taro starch viscosity (256.72 ± 1.17) was higher than the native taro starch (38.12 ± 1.71). Modified taro starch swelling power (14.99 ± 0.38) was higher than native taro starch (12.64 ± 0.12) and modified taro starch solubility value (8.87 ± 0.51) was higher than native taro starch (6.56 ± 0.54).

Keywords: Starch, taro, modification, crosslinking, sodium tripolyphosphate, STPP

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia sehingga atas izin-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “**Modifikasi Pati Talas (*Colocasia esculenta* L.) dengan Metode Ikatan Silang Menggunakan Natrium Tripolifosfat**”. Shalawat dan salam semoga tetap tercurah limpahkan kepada Nabi Muhammad SAW, kepada keluarga, serta sahabatnya hingga akhir zaman.

Penulisan skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Kimia Departemen Pendidikan Kimia Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa masih terdapat kekurangan dalam penyusunan skripsi ini dikarenakan keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang penulis miliki sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak sangat penulis harapkan. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menjadi tambahan ilmu bagi pembaca serta bagi perkembangan bidang kimia pangan khususnya. Aamiin.

Bandung, Agustus 2019

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang senantiasa memberikan limpahan rahmat, karunia, dan kekuatan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan skripsi ini. Tantangan dan kesulitan tak sedikit penulis temui selama penyelesaian penulisan skripsi ini. Penulis mendapatkan banyak bantuan baik secara moril maupun materiil dari berbagai pihak. Oleh karenanya, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. Ali Kusrijadi, M.Si., selaku pembimbing I yang selalu memberikan semangat, arahan, dan jalan keluar dari setiap permasalahan yang datang dan dihadapi selama penelitian serta selalu sabar dalam membimbing penulis selama penelitian berlangsung.
2. Ibu Dr. Siti Aisyah, M.Si., selaku pembimbing II sekaligus dosen pembimbing akademik yang telah membimbing penulis selama kurang lebih empat tahun di program studi kimia serta telah mengarahkan dan memberi masukan serta solusi kepada penulis selama keberlangsungan penelitian.
3. Kedua orang tua (Mamat Slamet dan Nenden Nurhayati), adik (Chisa Hashifa N.S), nenek (Euis Karyati) dan segenap keluarga atas segala kasih sayang, dukungan, do'a, nasihat, motivasi, dan pengorbanan yang telah diberikan kepada penulis.
4. Bapak Dr. Hendrawan, M.Si., selaku Ketua Departemen Pendidikan Kimia FPMIPA UPI.
5. Ibu Fitri Khoerunnisa, S.Pd., M.Si., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Kimia FPMIPA UPI.
6. Bapak dan Ibu Dosen Departemen Pendidikan Kimia FPMIPA UPI yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat selama perkuliahan.
7. Seluruh staff dan laboran Departemen Pendidikan Kimia yang telah memberikan bantuan dan kemudahan selama keberlangsungan penelitian.
8. Teman-teman terdekat penulis, Ratu Reni Budiyantri, Silvi Oxtaviani, Fiona Finandia, Afifah Nurul S, Rumaisha Aulia V, Hana Aulia S, dan Zahraa Zaahirah A, yang telah kebersamai dan selalu menyemangati penulis dalam masa perkuliahan, selama penelitian, penulisan skripsi, hingga kelulusan.

9. Rekan-rekan KBK Kimia Makanan 2015 atas kerja samanya dalam perkuliahan dan penelitian.
10. Rekan-rekan kelas Kimia C 2015 yang telah kebersamai penulis dari awal perkuliahan hingga akhir kelulusan.
11. Seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam penyelesaian penulisan skripsi yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis ucapkan banyak terima kasih atas segala hal yang telah diberikan kepada penulis, semoga Allah SWT memberikan balasan yang lebih baik untuk seluruh pihak yang terlibat. Aamiin Yaa Robbal 'Alamiin.

Bandung, Agustus 2019

Penulis

DAFTAR ISI

PERNYATAAN.....	i
ABSTRAK	ii
<i>ABSTRACT</i>	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Struktur Organisasi Skripsi	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	5
2.1 Talas	5
2.2 Pati Talas	7
2.2.1 Amilosa.....	9
2.2.2 Amilopektin	9
2.2.3 Perbedaan Sifat Amilosa dan Amilopektin.....	10
2.3 Modifikasi Pati	11
2.4 Pati Talas Modifikasi Ikatan Silang	12
2.5 Karakterisasi Pati Talas Termodifikasi Ikatan Silang	14
2.5.1 Spektra <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR) Pati Talas	14
2.5.2 Kadar Fosfat dan Derajat Substitusi	15
2.6 Sifat Fisikokimia Pati Talas Termodifikasi.....	16
2.6.1 Kadar Air	16
2.6.2 Kadar Amilosa	17
2.6.3 Viskositas.....	18
2.6.4 <i>Swelling Power</i>	19
2.6.5 Kelarutan.....	20

BAB III METODE PENELITIAN.....	21
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	21
3.2 Alat dan Bahan	21
3.2.1 Alat.....	21
3.2.2 Bahan	21
3.3 Bagan Alir Penelitian	22
3.4 Prosedur Penelitian.....	23
3.4.1 Pengolahan Pati Talas	23
3.4.2 Modifikasi Pati Talas	25
3.4.3 Karakterisasi Pati Talas Termodifikasi Ikatan Silang.....	26
3.4.4 Analisis Sifat Fisikokimia Pati Talas Termodifikasi	27
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Hasil Pengolahan Umbi Talas menjadi Pati Talas	31
4.1.1 Data Kadar Kalsium Oksalat Talas.....	31
4.1.2 Data Randemen Isolasi Pati Talas	32
4.2. Data Karakterisasi Pati Talas Termodifikasi.....	33
4.2.1 Spektra <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR) Pati Talas	33
4.2.2 Kadar Fosfat dan Derajat Substitusi	35
4.3 Data Sifat Fisikokimia Pati Talas	35
4.3.1 Kadar Air	35
4.3.2 Kadar Amilosa	37
4.3.3 Viskositas.....	38
4.3.4 <i>Swelling Power</i>	40
4.3.5 Kelarutan.....	41
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI	43
5.1 Simpulan.....	43
5.2 Implikasi dan Rekomendasi	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	52
RIWAYAT HIDUP.....	74

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Komposisi kimia talas 100 gram bahan	6
Tabel 3.2. Variasi Perlakuan Konsentrasi STPP dan Waktu Perendaman.....	25
Tabel 4.3. Hasil Isolasi Pati dari Umbi Talas.....	32
Tabel 4.4. Perbandingan spektra FTIR pati talas alami dan termodifikasi	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Tanaman Talas (<i>Colocasia esculenta</i> L.).....	5
Gambar 2.2. Ikatan α -glikosidik pada pati.....	7
Gambar 2.3. Struktur Amilosa	9
Gambar 2.4. Struktur Amilopektin.....	9
Gambar 2.5. Reaksi Ikatan Silang pada Pati	12
Gambar 2.6. Struktur Natrium Tripolifosfat	14
Gambar 3.7. Bagan Alir Penelitian	22
Gambar 4.8. Spektra FTIR Pati Talas Alami dan Pati Talas Modifikasi.....	33
Gambar 4.9. Pengaruh Konsentrasi STPP dan Waktu Perendaman terhadap Kadar Air	36
Gambar 4.10. Pengaruh Konsentrasi STPP dan Waktu Perendaman terhadap Kadar Amilosa.....	38
Gambar 4.11. Pengaruh Konsentrasi STPP dan Waktu Perendaman terhadap Viskositas	39
Gambar 4.12. Pengaruh Konsentrasi STPP dan Waktu Perendaman terhadap <i>Swelling Power</i>	41
Gambar 4.13. Pengaruh Konsentrasi STPP dan Waktu Perendaman terhadap Kelarutan	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Determinasi Tanaman	52
Lampiran 2. Dokumentasi Penelitian	53
Lampiran 3. Spektra <i>Fourier Transform Infrared</i> Pati Talas	56
Lampiran 4. Hasil Perhitungan Kadar Fosfat dan Nilai Derajat Substitusi	57
Lampiran 5. Hasil Perhitungan Kadar Air	59
Lampiran 6. Hasil Perhitungan Kadar Amilosa	62
Lampiran 7. Hasil Perhitungan Viskositas	65
Lampiran 8. Hasil Perhitungan <i>Swelling Power</i>	68
Lampiran 9. Hasil Perhitungan Kelarutan	71

DAFTAR PUSTAKA

- Aboubakar, Y., Njintang, J., Scher, & Mbofung, C. (2008). Physicochemical, thermal properties, and microstructure of six varieties taro (*Colocasia esculenta* L. Schott) flours and starches. *Journal of Food Engineering*, 86 (2) , 294-305.
- Adebowale, K., & Lawal, O. (2003). Functional properties and retrogradation behaviour of native and chemically modified starch of mucuna bean (*Mucuna pruriens*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83 , 1541-1546.
- Amin, N. (2013). *Pengaruh suhu fosforilasi terhadap sifat fisikokimia pati tapioka termodifikasi*. Makassar: Fakultas Pertanian Universitas Hasanudin.
- AOAC. (1995). *Official Methods of Analysis*. Washington DC: Association of Official Analytical Chemist.
- AOAC. (1984). *Official methods of analysis: phosphorus in flour*. Arlington: Association of official analytical chemistry.
- Ariyanti, Budiyati, & Kumoro. (2014). Modifikasi tepung umbi talas Bogor (*Colocasia esculentum* (L) Schott) dengan teknik oksidasi sebagai bahan pangan pengganti tepung terigu. *Reaktor*, 15(1) , 1-9.
- Astuti, N. A. (2017). *Produksi dan pemanfaatan hidrokoloid berbasis bagian central dari umbi talas liar Indonesia (Colocasia esculenta) sebagai edible film*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Atichokudomchaia, N., Shobsngobb, S., & Varavinita, S. (2000). Morphological properties of acid-modified tapioca starch. *Weinheim* , 283-289.
- Augustyn, G., Polnaya, F., & Parinusa, A. (2007). Karakterisasi beberapa sifat pati ubi kayu (*Manihot esculenta*, Crantz). *Buletin Penelitian BIAM*, 3(51) , 35-39.
- Balagopalan, C., Padmaja, G., Nanda, S., & Moorthy, S. (1988). *Cassava in food, feed, and industry*. Florida: CRC Press.
- BeMiller, J. N., & Lafayette, W. (1997). Starch modification: Challenges and prospects. *USA, Review* , 127-131.
- BeMiller, J., & Han, J. (2007). Preparation and physical characteristics of slowly digesting modified food starches. *Carbohydrate Polymers*, 67 , 366-374.

- Blennow, A., Engelsens, S., Munck, L., & Moller, B. (2000). Starch molecular structure and phosphorylation investigated by a combined chromatographic and chemometric approach. *Carbohydrate Polymer*, 41 , 163-174.
- Cui, S. (2005). *Food carbohydrates chemistry physics, properties and applications*. New York: CRC Press.
- Deetae, P., Shobsngo, S., Varayanond, W., Chinachoti, P., Naivikul, O., & Varavinit, S. (2008). Preparation, pasting properties and freeze-thaw stability of dual modified crosslink-phosphorylated rice starch. *Carbohydrate Polymers*, 73 , 351-358.
- Effendy, A. B. (2016). *Modifikasi pati tapioka secara cross-linking dengan menggunakan natrium asetat*. Lampung: FMIPA, Universitas Lampung.
- Eliasson, A. C. (2004). *Starch in Food*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited.
- Erika, C. (2010). Produksi pati termodifikasi dari beberapa jenis pati. *Jurnal rekayasa kimia dan lingkungan*, 7(3) , 130-137.
- FDA. (2016). *GRAS Notification for Distarch Phosphate Modified Food Starch*. Washington DC: Keller and Heckman LLP.
- Fennema. (1996). *Food Chemistry*. New York: Marcel Dekker Inc.
- Fleche. (1985). Chemical modification and degradation of starch. In G. Beynum, & J. Roels, *Starch Conversion Technology* (pp. 73-99). New York: Marcel Dekker.
- Fortuna, T., Juszczak, L., & Palasinski, M. (2001). Properties of Corn and Wheat Starch Phosphates Obtained from Granules Segregated According to Their Size. *EJPAU*, 4 .
- Greenwood, C. (1970). Starch and Glycogen. In W. Pigmen, & D. Horton, *The carbohydrate chemistry and biochemistry*. London: Academic Press.
- Greenwood, C., & Munro, D. (1979). Carbohydrates. In R. Priestley, *Effects of Heat on Foodstufs*. London: Applied Science Publ. Ltd.
- Harazika, B. J., & Sit, N. (2016). Effect of dual modification with hydroxypropylation and cross-linking on physicochemical properties of taro starch. *Carbohydrate polymers* , 269-278.
- Hartati, N., & Prana, T. (2003). Analisis kadar pati dan serat kasar tepung beberapa kultivar talas (*Colocasia esculenta* L. Schott). *Jurnal Natur Indonesia*, 6(1) , 29-33.

- Hasibuan, E., Hamzah, F., & Rahmayuni. (2016). Sifat kimia dan organoleptik pati sago (*Metroxylon sago* Rottb.) modifikasi kimia dengan perlakuan sodium tripolyphosphate (STPP). *Jon Faperta*, 3(1) .
- Hauschild, K., & Picker, K. (2004). Evaluation of new corprocessed compound based on lactose and maize starch for tablet formulation. *Pharm Sci Tech*, 6(2) .
- Hee, J. A. (2005). Effects of ozonation and addition of amino acids on properties of rice starches. *A Dissertation Submitted to the Graduate Faculty of the Louisiana state University and Agricultural and Mechanical College*.
- Herlina. (2010). Karakterisasi sifat fisik, kimia, dan fungsional bahan pati umbi gembili (*Dioscorea esculenta* L.) termodifikasi secara ikatan silang dengan natrium tripolifosfat. *Agrotek*, 4(1) , 60-67.
- Hidayat, B., Ahza, A., & Sugiyono. (2007). Karakterisasi tepung ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.) varietas shiroyutaka serta kajian potensi penggunaannya sebagai sumber pangan karbohidrat alternatif. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* , 32-39.
- Hirsch, J., & Kokini, J. (2002). Understanding the mechanism of cross-linking agents (POCl₃, STMP, and EPI) through swelling behaviour and pasting properties of cross-linked waxy maize starches. *Cereal Chemistry*, 79 , 102-107.
- Hung, P., & Morita, N. (2005). Effect of granule sizes on physicochemical properties of cross-linked and acetylated wheat starches. *J Starch*, 57 , 413-420.
- Indrianti, A. D. (2018). *Sintesis dan karakterisasi pati terasetilasi berbahan dasar talas liar (*Colocasia esculenta* L. Schott)*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Janathan. (2007). *Karakteristik fisikokimia tepung bekatul serta optimasi formula dan pendugaan umur simpan minuman campuran susu skim dan tepung bekatul*. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian.
- Jane, J., Shen, L., Chen, J., Lim, S., Kasemsuwan, T., & Nip, W. (1992). Physical and chemical studies of taro starches and flours 1 2. *Cereal Chemistry*, 69 , 528-535.
- Jirarart, Sukruedee, & Persuade. (2006). Chemical and physical properties of flour extracted from Taro (*Colocasia esculenta*) grown in different regions of Thailand. *Sci Asia*, 32 , 279.

- Jobling, S. (2004). Improving starch for food and industrial applications. *J Plant Biology*, 7 , 210-218.
- Kartasapoetra. (1988). *Teknologi Budidaya Tanaman Pangan di Daerah Tropis*. Jakarta: Bina Aksara.
- Koswara. (2006). *Teknologi Modifikasi Pati*. Ebook Pangan.
- Koswara, S. (2013). *Teknologi pengolahan umbi-umbian*. Bogor: Bogor Agricultural University.
- Kumoro, A., Budiyati, C., & Retnowati, D. (2014). Calcium oxalate reduction during soaking of giant taro corn chips in sodium bicarbonate solution. *International Food Research Journal*, 21 (4) , 1583-1588.
- Kusnandar, F. (2010). *Teknologi Modifikasi Pati dan Aplikasinya di Industri Pangan*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Light, J. (1990). Modified food starches: why, what, where, and how. *Cereal Foods World*, 35 , 1081.
- Lim, S., & Seib, P. (1993). Preparation and pasting properties of wheat and corn starch phosphates. *Cereal Chem*, 70 , 137-144.
- Liu, J., Wang, B., Lin, L., Zhang, J., Liu, W., Xie, J., et al. (2014). Functional physicochemical properties and structure of cross-linked oxidized maize starch. *Food Hydrocolloids* , 45-52.
- Lopez, O., Zaritzky, N., & Gracia, M. (2010). Physicochemical characterization of chemically modified corn starches related to rheological behaviour, retrogradation, and film forming capacity. *Journal of Food Engineering*, 100 , 160-168.
- Medikasari, S., Nurjanah, N., Yuliana, & Lintang, N. (2009). Sifat amilografi pasta pati sukun termodifikasi menggunakan sodium tripolifosfat (STPP). *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 14 (2) , 173-177.
- Mergedus, A., Kristl, J., Ivancic, A., Sober, A., Sustar, V., Krizan, T., et al. (2015). Variation of mineral composition in different parts of taro (*Colocasia esculenta*) corms. *Food Chemistry*, 170 , 37-46.
- Meriatna, Maulinda, L., Khalil, M., & Zulmiardi. (2015). Pengaruh temperatur pengeringan dan konsentrasi asam sitrat pada pembuatan silika gel dari sekam padi. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 4(1) , 78-88.
- Mirmoghtadaie, L., Kadivar, M., & Shahedi, M. (2009). Effects of cross-linking and acetylation on oat starch properties. *Food Chemistry*, 116 , 709-713.

- Miyazaki, M., Hunga, P. V., Maedad, T., & Morita, N. (2006). Recent advances in application of modified starches for breadmaking. *Elsevier Journal* .
- Moningka, J. (1996). *Kajian viskositas umbi kimpul (Xanthosomasagittifolium scott) dan kemungkinan pengaruhnya terhadap pengembangan produk olahannya*. Manado: Fakultas Pertanian Unsrat.
- Moorthy, S. (2002). Physicochemical and functional properties of tropical tuber starches: a review. *Starch*, 54(12) , 559-592.
- Neelam, K., Vijay, S., & Lalit, S. (2012). Various techniques for the modification of starch and the applications of its derivatives. *International Research Journal of Pharmacology*, 3 , 25-31.
- Niba, L. (2003). Processing effects on susceptibility of starch to digestion in some dietary starch sources. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 54 , 97-109.
- Onwueme. (1978). Strategies for increasing cocoyam (*Colocasia Xanthosoma* sp). *in Nigeria food basket paper presented at the first national workshop on cocoyam NRCRI-Umudike*. Nigeria.
- Onwueme. (1999). *Taro cultivation in Asia and The Pacific*. Bangkok: Food and agriculture organization of the United Nations.
- Passauer, L., Bender, H., & Fischer, S. (2010). Synthesis and characterization of starch phosphates. *Carbohydrate Polymer*, 82 , 809-814.
- Polnaya, F. J., Talahatu, J., Haryadi, & Marseno, D. W. (2009). Karakterisasi tiga jenis pati sagu (*Metroxylon* sp.) hidroksipropil. *Agritech*, 29(2) .
- Pudiasuti, L., & Tika, P. (2013). Pembuatan dekstrin dari tepung tapioka secara enzimatik dengan pemanas microwave. *Teknologi Kimia dan Industri*, 2(2) , 169-176.
- Rahmawati, Yovita, A., & Aryanti, N. (2012). Alternatif sumber pati industri di Indonesia. *Jurnal Teknologi Diponegoro*, 1(1) , 347-351.
- Rapaille, A., & Vanhemelruck. (1999). Modified starches. In A. Imeson, *Thickening and Gelling Agents for Food*. Maryland: Aspen Publisher Inc.
- Retnaningtyas, D. A., & Putri, W. D. (2014). Karakterisasi sifat fisikokimia pati ubi jalar oranye hasil modifikasi perlakuan STPP (lama perendaman dan konsentrasi). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2 (4) , 68-77.
- Rintani, R. (2011). *Karakterisasi fisikomekanik pati talas (Xanthosoma sagitiifolium) pregelatinisasi sebagai eksipien tablet*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.

- Rosmayanti, V. (2017). *Kajian sifat hidrokoloid berbahan dasar upper umbi talas liar*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Saha, D., & Bhattacharya, S. (2010). Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: a critical review. *Journal of Food Science and Technology*, 47(6), 587-597.
- Santoso, B., Pratama, F., Hamzah, B., & Pambayun, R. (2015). Karakteristik fisik dan kimia pati ganyong dan gadung termodifikasi metode ikatan silang. *Jurnal Agritech*, 35 (3), 233-279.
- Saputro, M., Kurniawan, Arizal, & Retnowati, D. (2012). Modifikasi pati talas dengan asetilasi menggunakan asam asetat. *1(1)*, 258-263.
- Sciarini, L., Maldonado, F., Ribotta, P., & Perez, G. (2009). Chemical composition and functional properties of Gleditsia triacanthos gum. *Food Hydrocolloids*, 306-313.
- Sechi, N. d., & Marques, P. T. (2017). Preparation and physicochemical, structural and morphological characterization of phosphorylated starch. *Materials Research*, 20(02), 174-180.
- Sefa-Dedeh, S., & Agyir-sackey, E. (2004). Chemical composition and the effect of processing on oxalate content of cocoyam *Xanthosoma sagittifolium* and *Colocasia esculenta* cormels, 85. *Food Chemistry*, 479-487.
- Shelton, D., & Lee, W. (2000). Cereal Carbohydrates. In K. Kulp, & G. P. Jr., *Handbook of Cereal Science and Technology*. New York: Marcell Dekker Inc.
- Shi, M., Gu, F., Wu, J., Yu, S., & Gao, Q. (2013). Preparation, physicochemical properties, and in vitro digestibility of cross-linked resistant starch from pea starch. *Starch/Starke*, 65, 947-953.
- Shieldneck, P., & Smith, C. (1971). Production and uses of acid modified starch. In R. Whistler, & E. Paschal, *Starch: Chemistry and Technology* (pp. 173-215). New York: Academic Press.
- Shogren, R. (1993). Complexes of starch with telechelic poly(-caprolactone) phosphate. *Carbohydrate Polymers*, 93-98.
- Singh, J., Kaur, L., & McCarthy, O. (2007). Factors influencing the physicochemical, morphological, thermal, and rheological properties of some chemically modified starches for food applications: a review. *Food Hydrocolloids*, 21, 1-22.

- Suhery, W. N., Anggraini, D., & Endri, N. (2015). Pembuatan dan Evaluasi Pati Talas (*Colocasia esculenta* Schott) Termodifikasi dengan Bakteri Asam Laktat (*Lactobacillus* sp). *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, 1(2) , 207-214.
- Supriyadi, D. (2012). *Studi pengaruh rasio amilosa-amilopektin dan kadar air terhadap kerenyahan dan kekerasan model produk gorengan*. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Swinkels, J. (1985). Source of starch, its chemistry and physics. In Beynum, & J. Roels, *Starch conversion technology*. New York: Marcel Dekker Inc.
- Syarief, R., & Halid, H. (1993). *Teknologi penyimpanan pangan*. Jakarta: Arcan.
- Teja, A. W., Ignatius, S. P., Ayucitra, A., E.K, L., & Setiawan. (2008). Karakteristik pati sagu dengan metode modifikasi asetilasi dan crosslinking. *Jurnal Teknik kimia Indonesia*, 7(3) , 836-843.
- Teja, W., & Albert. (2009). *Karakteristik pati sagu dengan metode modifikasi asetilasi dan cross-linking*. Surabaya: Universitas Katolik Widya Mandala.
- Tomasik, P., & Schilling, H. (2004). Chemical modification of starch. *Advances in Carbohydrate Chemistry and Biochemistry*, 59 , 175-403.
- Ulyarti. (1997). *Mempelajari sifat-sifat amilografi pada amilosa, amilopektin, dan campurannya*. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Wattanachant, S., Muhammad, K., Hashim, D., & Rahman, R. (2003). Effect of crosslinking reagents and hydroxypropylation levels on dual modified sago starch properties. *J Food Chemistry vol. 80* , 463-471.
- Widhaswari, V., & Putri, W. (2014). Pengaruh modifikasi kimia dengan STPP terhadap karakteristik tepung ubi jalar ungu. *Jurnal pangan dan agroindustri*, 2(3) , 121-128.
- Winarno, F. (1997). *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Wongsagonsep, R., Shobsngob, S., Oonkhanond, B., & Varavinit, S. (2005). Zeta potential and pasting properties of phosphorylated or crosslinked rice starches. *Starch/Starke*, 57 , 32-37.
- Wu, Y., & Seib, P. (1990). Acetylated and hydroxypropylated distarch phosphates from waxy barley: paste properties and freeze-thaw stability. *Cereal chemistry*, 67 , 202-208.
- Wurzburg. (1995). *Modified starches food polysaccharides and their applications*. New York: Marcel Dekker.
- Wurzburg. (1989). *Modified Starches: properties and uses*. Florida: CRC Press.

- Wurzburg. (1986). Nutritional aspects and safety of modified food starches. *Nutrition Reviews*, 44 , 74-79.
- Yuliana. (2011). *Karakterisasi Prigelatinisasi Pati Singkong Fosfat yang Dibuat dengan Menggunakan Natrium Tripolifosfat sebagai Eksipien dalam Sediaan Farmasi*. Depok: FMIPA UI.
- Zuhra, C. F., Ginting, M., Marpongahtun, & Syufiatun, A. (2016). Modifikasi pati sukun dengan metode ikat silang menggunakan trinitrium trimetafosfat. *Chimica et Natura Acta*, 4(3) , 142-146.