

**KARAKTERISTIK PATI PISANG *Musa paradisiaca* TERMODIFIKASI
DENGAN TEKNIK *CROSS-LINKING***

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains

Program studi Kimia



oleh:

Arief Beny Hasanen

1603450

**PROGRAM STUDI KIMIA
DEPARTEMEN PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2020**

**KARAKTERISTIK PATI PISANG *Musa paradisiaca* TERMODIFIKASI
DENGAN TEKNIK *CROSS-LINKING***

Oleh

Arief Beny Hasanen

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

©Arief Beny Hasanen

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2020

Hak Cipta dilindungi undang-undang

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,

Dengan dicetak ulang, difotokopi, atau dengan cara lainnya tanpa izin dari penulis.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “**Karakteristik Pati Pisang *Musa paradisiaca* Termodifikasi Dengan Teknik *Cross-Linking***” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya sendiri dan tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Skripsi ini memuat hasil *review* dari jurnal rujukan dan tidak ada unsur plagiarisme. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya

Bandung, Agustus 2020

Yang membuat pernyataan

Arief Beny Hasanen

NIM: 1603450

LEMBAR PENGESAHAN
KARAKTERISTIK PATI PISANG *MUSA PARADISIACA* TERMODIFIKASI
DENGAN TEKNIK *CROSS-LINKING*

Oleh :

Arief Beny Hasanen

1603450

Disetujui oleh :

Pembimbing 1,

Acc Sidalang



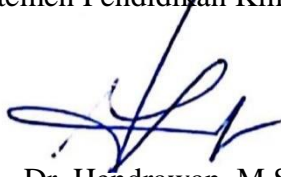
Dr. Siti Aisyah, M.Si.
NIP. 197509302001122001

Pembimbing 2,



Drs. Ali Kusrijadi, M.Si.
NIP. 196706291992031001

Mengetahui,
Ketua Departemen Pendidikan Kimia FPMIPA UPI



Dr. Hendrawan, M.Si.
NIP. 196309111989011001

ABSTRAK

Pisang merupakan tanaman yang mengandung kadar pati tinggi. Namun demikian penggunaan pati alami pisang pada industri pangan masih terbatas karena karakter yang dimilikinya. Modifikasi pati dapat digunakan untuk mengubah karakter dari pati alami. Salah satu teknik modifikasi adalah *cross-linking* (ikatan silang). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakter pati pisang *Musa paradisiaca* setelah dimodifikasi melalui teknik *cross-linking* dengan menggunakan *cross-linking agent* yang berbeda dan membahas kemungkinan penggunaan pati termodifikasi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *systematic literature review*. Hasil review menunjukkan bahwa modifikasi pati dengan menggunakan teknik *cross-linking* dengan menggunakan tiga *cross-linking agent* yang berbeda yaitu sodium tripolifosfat (STTP)/sodium trimetafosfat (STMP), fosforil klorida (POCl_3), dan epiklorihdrin (EPI) berpengaruh pada morfologi dan karakteristik pati. Analisa terhadap komposisi kimia menunjukkan bahwa kadar air, protein, dan lemak pati termodifikasi lebih kecil dibandingkan pati alaminya, sedangkan kadar abu pati termodifikasi lebih besar dibandingkan pati alaminya. Analisa terhadap derajat *cross-linking* menunjukkan bahwa ikatan silang terjadi pada semua *cross-linking agent*, dengan derajat *cross-linking* STMP dan EPI yang lebih besar dibandingkan dengan POCl_3 . Hal ini juga didukung oleh data distribusi molekul menggunakan *particle size analyzer* dan HPSEC. Pada uji morfologi granula pati menggunakan SEM maupun *polarized light*, juga dapat dilihat bahwa penggunaan STMP dan EPI menghasilkan granula yang lebih besar dibandingkan POCl_3 . Perbedaan morfologi ini mempengaruhi karakter *swelling power*, kelarutan, gelatinasi, retrogradasi dan pasting pada pati alami dan termodifikasi. Secara umum, *swelling power* dan kelarutan pati yang dimodifikasi lebih rendah dibandingkan pati alami, sehingga pati memiliki tahanan terhadap pemanasan. Karakter gelatinasi pada pati yang dimodifikasi berbeda tiap *cross-linking agent* yang digunakan jika dibandingkan dengan pati alaminya. Sifat retrogradasi dan karakter *pasting* pada pati yang dimodifikasi lebih rendah dibandingkan dengan pati alaminya. Berdasarkan hal tersebut diatas, pati pisang *Musa paradisiaca* yang telah dimodifikasi dapat digunakan pada produk makanan kaleng.

Kata Kunci: *cross-linking*, *cross-linking agent*, Modifikasi, *Musa paradisiaca*, Pati, Pisang.

ABSTRACT

*Banana is a plant that contains high starch content. However, the use of natural banana starch in the food industry is still limited because of its characteristics. Starch modification can be used to change the character of native starch. One modification technique is cross-linking (cross-linking). This study aims to determine the character of *Musa paradisiaca* banana starch after going through cross-linking techniques using different cross-linking agents and to discuss the using of modified starch. The method used in this research is a systematic literature review. The results of the review show that starch modification using cross-linking techniques using three different cross-linking agents, namely sodium tripolyphosphate (STTP) / sodium trimethaphosphate (STMP), phosphoryl chloride ($POCl_3$), and epichlorohydrin (EPI) has functional, physicochemical effects as well as starch morphology. Analysis of the chemical composition showed that the moisture, protein and fat content of modified starch were smaller than natural starch, while the ash content of modified starch was greater than that of natural starch. Analysis of the degree of cross-linking shows that cross-linking occurs in all cross-linking agents, with a greater degree of cross-linking between STMP and EPI compared to $POCl_3$. This is also supported by molecular distribution data using a particle size analyzer and HPSEC. In the starch granule morphology test using SEM or polarized light, it can also be seen that the use of STMP and EPI produces larger granules than $POCl_3$. These morphological differences affect the character of swelling power, solubility, gelatinization, retrogradation and pasting of natural and modified starches. Generally, swelling power and solubility of starch are lower than natural starches so that the starch has resistance for heating. The gelatinization character of the different starches used for each agent was compared to the natural starch. The retrogradation and pasting characteristics of *Musa paradisiaca* banana starch were lower than the natural starch. Based on the above, *Musa paradisiaca* banana starch can be used in canned food products.*

Keywords: *Banana, cross-linking, cross-linking agent, modification, *Musa paradisiaca*, starch.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan kasih dan sayang-Nya kepada kita sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dapat berjalan dengan baik, yang diberi judul “**KARAKTERISTIK PATI PISANG *Musa paradisiaca* TERMODIFIKASI DENGAN TEKNIK *CROSS-LINKING*”**. Skripsi ini adalah Sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dalam bidang kimia di Program Studi Kimia, Departemen Pendidikan Kimia, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia.

Dalam penyusunan skripsi ini masih ada kekurangan dan keterbatasan, dikarenakan kurangnya pemahaman dan pengetahuan penulis. Oleh karena itu, penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya dan memohon masukan serta kritik yang membangun agar skripsi ini jauh lebih baik lagi. Dengan segala kerendahan hati, penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca

Akhir kata hanya kepada Allah SWT penulis memohon atas apa yang telah dikerjakan selama ini menjadi amal yang bernilai ibadah. Amin

Bandung 20 Agustus 2020

Arief Beny Hasanen

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan skripsi ini peneliti mendapatkan banyak doa, motivasi, bantuan, serta dukungan dengan berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini peneliti mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya dan memberikan apresiasi setulus-tulusnya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Drs. Yuherdin dan Sri Dewi Rahayu, S.E., yang telah mendidik, membimbing, serta memberikan doanya untuk segala hal yang peneliti lakukan selama ini.
2. Kakak tercinta, Rezky Aulia Pratiwi, yang senantiasa memberikan semangat selama peneliti mengerjakan skripsi.
3. Ibu Dr. Siti Aisyah M.Si. selaku dosen pembimbing I yang senantiasa membimbing dengan sabar, dan memberikan ilmu yang bermanfaat, motivasi serta nasihat kepada penulis.
4. Pak Drs. Ali Kusrijadi M.Si selaku pembimbing II yang senantiasa membimbing dengan sabar dan memberikan ilmu yang bermanfaat, motivasi, serta nasihat kepada penulis.
5. Ibu Amelinda Pratiwi, M.Si, selaku dosen yang turut membantu dalam membimbing penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
6. Ibu Dr. F. M. titin Supriyanti, selaku ketua KBK Kimia Makanan
7. Bapak Dr. Hendrawan, M.Si selaku Ketua Departemen Pendidikan Kimia
8. Ibu Fitri Khoerunnisa, Ph.D. selaku ketua Program Studi Kimia FPMIPA UPI.
9. Bapak dan Ibu Dosen serta Laboran Departemen Pendidikan kimia yang telah memberkan ilmunya kepada penulis dan membantu penulis dalam melakukan penelitian.
10. Kakak tercinta, Rezky Aulia Pratiwi, yang senantiasa memberikan semangat selama peneliti mengerjakan skripsi.

11. Rekan Tim Pangan Fungsional: Muhammad Hilmi Djuwantono, Fachira Aulia Bonita dan Nika Nurani, yang telah memberika semangat motivasi dan dukungan kepada penulis.
12. Teman-Teman Terdekat: Arib, Hilmi, Fikri, Irfan, Imam, Erwin, Deri, Tri, Andi, Robby, yang selalu memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.
13. Teman-Teman KBK Kimia Makanan dan Kimia C 2016 yang selalu memberikan semangat, motivasi dan dukungan kepada penulis.
14. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu penulis dalam melaksanakan dan menyelesaikan skripsi ini dengan lancar dan baik.

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Struktur Organisasi Skripsi	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Tanaman Pisang <i>M.paradisiaca</i>	6
2.2. Pati	7
2.2.1. Amilosa	8
2.2.2. Amilopektin	8
2.3. Pati Pisang	8
2.4. Modifikasi Pati	9
2.5. Modifikasi Pati	12
2.5.1. Definisi dan Metode	12
2.5.2. <i>Cross-linking agent</i> yang digunakan	12
2.5.3. Kegunaan dan aplikasi	14
2.6. Karakteristik Pati	15
2.6.1. Analisis Komposisi Kimia	15
2.6.2. Analisis Derajat <i>Cross-linking</i>	15
2.6.3. Analisis Morfologi Granula Pati	15
2.6.4. Distribusi Ukuran Granula	16
2.6.5. <i>Swelling Power</i> dan <i>Solubility</i>/Kelarutan	16
2.6.6. Sifat Gelatinasi dan Sifat retrogradasi	17
2.6.7. Sifat Pasting	17
BAB III METODE PENELITIAN	18
3.1. <i>Systematic Literature Review</i>	18
3.1.1. Pengertian	18
3.1.2. Tujuan	18
3.1.3. Kelebihan Dan Kekurangan	19
3.2. Menentukan Kata Kunci	19
3.3. Seleksi Jurnal Penelitian	19
3.4. Hasil	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1. Isolasi dan Metode Modifikasi Pati <i>Musa paradisiaca</i>	23

4.2. Analisis Komposisi Kimia.....	27
4.3. Analisis Derajat <i>Cross-linking</i>	28
4.4. Analisis Morfologi Pati menggunakan SEM dan Polarized Light.....	29
4.5. Analisis Derajat Distribusi Granula.....	32
4.6. Analisis <i>Swelling Power</i> dan <i>Solubility</i> /Kelarutan.....	34
4.7. Analisis Gelatinasi dan Retrogradasi.....	36
4.8. Analisis Karakter Pasting.....	38
4.9. Analisis kemungkinan aplikasi yang cocok pada pati pisang <i>Musa paradisiaca</i> untuk digunakan pada makanan.....	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	41
5.1. Kesimpulan.....	41
5.2. Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA.....	42
LAMPIRAN.....	49
RIWAYAT HIDUP.....	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. <i>Musa paradisiaca</i>	7
Gambar 2.2 Struktur epiklorihidrin (EPI)	13
Gambar 2.3. Struktur Sodium Tripolifosfat (STTP)	13
Gambar 2.4. Struktur Fosforil Klorida (POCl_3)	14
Gambar 2.5. Hasil dari SEM pada pati yang telah di modifikasi ikatan silang dengan pembesaran 1000x.....	16
Gambar 4.1. Reaksi <i>Cross-linking</i>	25
Gambar 4.2. Perbandingan hasil dari granula pati <i>M. paradisiaca</i> menggunakan SEM.....	30
Gambar 4.3. Perbandingan hasil dari granula pati <i>M. paradisiaca</i> menggunakan <i>Polarized Light</i>	31

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Aplikasi Pati pada Produk Makanan berdasarkan Karakteristik yang Dihilangkan.....	14
Tabel 3.1. Tabel Hasil pencarian dari database yang digunakan.....	19
Tabel 3.2. Data Hasil Screening.....	20
Tabel 3.3 Tabel daftar jurnal: hasil seleksi untuk modifikasi pati <i>M. paradisiaca</i>	
Tabel 4.1. Isolasi pati pisang <i>Musa paradisiaca</i>.....	23
Tabel 4.2. Kondisi Reaksi Modifikasi Pati <i>M. paradisiaca</i>.....	26
Tabel 4.3 Hasil analisis komposisi kimia dari pati <i>M. paradisiaca</i> alami dan termodifikasi.....	27
Tabel 4.4. Data Analisis Persen Posfor dan Derajat <i>Cross-linking</i> Pati <i>M. paradisiaca</i> yang Dimodifikasi.....	26
Tabel 4.5. Distribusi Ukuran Granula Pati <i>M. paradisiaca</i> Alami dan Termodifikasi dengan Menggunakan Instrumen <i>Particle Size Analyzer</i> dan HPSEC.....	33
Tabel 4.6. Data <i>Swelling Power</i> Pati <i>M. paradisiaca</i> Alami dan Termodifikasi.....	34
Tabel 4.7. Data Kelarutan Pati <i>M. paradisiaca</i> Alami dan Termodifikasi.....	34
Tabel 4.8. Karakter Gelatinasi Pati <i>M. paradisiaca</i> Alami dan Termodifikasi.....	36
Tabel 4.9. Karakter retrogradasi Pati <i>M. paradisiaca</i> Alami dan Termodifikasi.....	37
Tabel 4.10. Karakter Pasting Pati <i>M. paradisiaca</i> Alami dan Termodifikasi.....	39
Tabel 4.11. Perbandingan Karakteristik Pati untuk Makan Kaleng dengan Karakteristik pati pisang <i>Musa Paradisiaca</i> yang dimodifikasi.....	40

DAFTAR PUSTAKA

- Ačkar, D., Babić, J., Šubarić, D., Kopjar, M., Miličević, B., (2010) “*Isolation of starch from two wheat varieties and their modification with epichlorohydrin*” *Carbohydrate Polymers* 81(1): 76-82
- Ainezzahria, Multri, H. D., El Kiyat, W., Nacing, N., Dari D. W., (2019) “*Review: Pemanfaatan Enzim Alpha Amilase Pada Modifikasi Pati Singkong Sebagai Substitusi Gelatin Produk Marshmallow*” *Jurnal Agroindustri Halal* 5(2): 220-227
- Anas Tain, D., Handjani, H., Khasanah U., (2016) *Mikroskopi dan Sifat Organoleptic Kue Kering Fungsional dari Pati Garut (Maranta arundinaceae L.) Termodifikasi. Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 6 (4): 161-166
- Apiricio-Saguilan, A., Gutierrez-Meraz, F., Garcia-Suarez, F.J., Bello-Perez, L. A., (2008) “*Physicochemical and Functional Properties of Cross-linked Banana Resistant Starch. Effect of Pressure Cooking*” *Starch/Starke* 60(6): 286-291
- Ashogbon, A.O. dan Akintayo, E.T. (2014). “*Recent Trend in The Physical and Chemical Modification of Starches from Different Botanical Sources: A Review*”. *Starch/Starke* 66: 41-57
- Carlos-Amaya, F., Osorio-Diaz, P., Agama-Acevedo, E., Yee-Madeira, H., Bello-Pérez, L. A., (2011) “*Physicochemical and digestibility properties of double-modified banana (Musa paradisiaca l.) starches*” *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59(4) 1376-1382
- Carmona-Garcia, R., Sanchez-Rivera, M., M., Méndez-Montealvo, G., Garza-Montoya, B., Bello-Pérez, L., A. (2009) “*Effect of the cross-linked reagent type on some morphological, physicochemical and functional characteristics of banana starch (Musa paradisiaca)*” *Carbohydrate Polymers* 76(1):117-122

- Chatakanonda, P., Varavinit, S., Chinachoti, P., (2000) “*Effect of Crosslinking on Thermal and Microscopic Transitions of Rice Starch*” *LWT - Food Science and Technology* 33(4): 276-284
- Chen, Q., Yu, H., Wang, L., Ul Abdin, Z., Chen, Y., Wang, J., Zhou, W., Yang, X., Khan, R., Zhang, H., Chen, X., (2015) “*Recent progress in chemical modification of starch and its applications*” *RSC Advances* 5(83): 67459-67474
- Copeland, L., Blazek, J., Salman, H., & Tang, M. C. (2009). “*Form and functionality of starch*”. *Food Hydrocolloids*, 23(6), 1527–1534.
- Erika, C. (2010). *Produksi pati termodifikasi dari beberapa jenis pati. Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 7(3): 130-137
- Fitriani, S., (2018) “*Daya Pembengkakan Serta Sifat Pasta Dan Termal Pati Sagu, Pati Beras Dan Pati Ubi Kayu*” *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 3(1): 41–48
- Garcia, E. & D.M. Barrett. (2002). “*Fresh-cut Fruits and Vegetables: Science, Technology, and Market – Preservative Treatments for Fresh-cut Fruits and Vegetables. Edited by Olusola Lamikanra*”. CRC Press. Florida.
- Hariati, H., Ardana, M., Rijai, L. (2015). *Modifikasi Pati Dari Buah Pisang Talas Sebagai Eksipien Tablet Dengan Teknik Pemanasan Dalam Berbagai Temperatur, Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Confrences*, 1(1): 231–241.
- Haryanti, P., Setyawati, R., Wicaksono, R., (2014) “*Pengaruh Suhu Dan Lama Pemanasan Suspensi Pati Serta Konsentrasi Butanol Terhadap Karakteristik Fisikokimia Pati Tinggi Amilosa Dari Tapioka*” *AGRITECH*, 34(3): 308-315
- Hazarika, B. J., & Sit, N. (2016) “*Effect of dual modification with hydroxypropylation and cross-linking on physicochemical properties of taro starch*” *Carbohydrate Polymers* 140: 269-278
- Hidayati S. N., Syauqy A., (2015) “*Pengaruh Pemberian pisang kapok (Musa paradisiaca Forma Typical) Terhadap kadar kolesterol total tikus Sparque Dawley Pra Sindrom Metabolik*” *Journal of Nutrition College* 4(2): 499-507

- Hoover, R., Sosulski, F., (1986) “*Effect of Cross-Linking on Functional Properties of Legume Starches*” *Starch - Stärke* 38(5):149-155
- Hung, P. V., Morita, N., (2004) “*Dough properties and bread quality of flours supplemented with cross-linked cornstarches*” *Food Research International* 37(5) 461-467
- Imam, M. Z., Akter, S., (2011) “*Musa paradisiaca l. and Musa sapientum l. : A Phytochemical and Pharmacological Review*” *Journal of Applied Pharmaceutical Science* 1(5):14-20
- Jacobs, H., and J. A. Delcour. (1998). “*Hidrotermal Modifications of Granular Starch, with Retention of the Granular Structure: a Review. Journal of Agriculture*” *Food Chemistry*. 46(8): 2895-2905.
- Judith H. M., (2016) “*Penggunaan Pati Sagu Termodifikasi Dengan Heat Moisture Treatment Sebagai Bahan Substitusi Untuk Pembuat Mi Kering*” *Jurnal Penelitian Teknologi Industri* 8(1): 57-72
- Jane, J., Xu, A., Radosavljevic, M., Seib, A. P., (1992) “*Location of amylose in normal starch granules. I. Susceptibility of amylose and amylopectin to cross-linking reagents*”. *Cereal Chem*, 69: 405–409.
- Kaur, L., Singh, J., & Singh, N. (2006). “*Effect of cross-linking on some properties of potato (Solanum tuberosum L.) starches*”. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(12) 1945–1954.
- Korma, S. A., Alahamad, K., Niazi, S., Ammar, A. F., Zaaboul, F., Zhang, T., (2016) “*Chemically Modified Starch and Utilization in Food Stuffs*” *International Journal of Nutrition and Food Sciences* 5(4): 264-272
- Koswara S., (2009). *Teknologi Modifikasi Pati*. Ebook Pangan.
- Liu, J., Wang, B., Lin, L., Zhang, J., Liu, W., Xie, J., Ding, Y., (2014) “*Functional, Physicochemical Properties and Structure of Cross-Linked Oxidized Maize Starch*” *Food Hydrocolloids* 36:45-52
- Lusiana, Suryani, M., (2014) “*Metode SLR untuk mengidentifikasi isu-isu dalam Software Engineering*” *SATIN (Sains dan Teknologi Informasi)* 3(1):1-11

- Miranda Sechi N. D. S., Marques P. T., (2017) “*Preparation and physicochemical, structural and morphological characterization of phosphorylated starch*” *Materials Research* 20: 174-180
- Miyazaki M., Maeda, T., Morita, N., (2005) “*Gelatinization Properties and Bread Quality of Flours Substituted with Hydroxypropylated, Acylated and Phosphorylated Cross-linked Tapioca Starches*” *Journal of Applied Glycoscience* 52(4): 345-350
- Musita, N., (2012). “*Kajian Kandungan Dan Karakteristik Pati Resisten Dari Berbagai Varietas Pisang*” *Jurnal Teknologi Industri dari hasil pertanian* 14(1):68-79
- Molenda, M., Stasiak, M., Horabik, J., Fornal, J., Błaszczak, W., Ornowski, A., (2006) “*Microstructure And Mechanical Parameters Of Five Types Of Starch*” *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* 15 (2) 161-168
- Nguyen, T. B. T., Ketsa, S., Dorn, W. G. V., (2003) “*Relationship Between Browning and The Activities of Polyphenol Oxidase and Phenylalanine Ammonia Lyase in Banana Peel During Low Temperature Storage*” *Postharvest Biology and Technology* 30(2):187-193
- Ni, Kadek, A. D., Hartiati, A., Admadi, H. B., (2015) “*Pengaruh Suhu Dan Jenis Aam Pada Hidrolisis Pati Ubi Talas (Colocasia esculenta L. Schott) Terhadap Karakteristik Glukosa*” *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri* 6(4): 307-315
- Paramo-Calderon, D. E., Carrilo-Ahumada, J., Juarez Arellano E. A., Bello-Perez, L. A., Aparicio-Saguilan A., Alvarez-Ramirez, J., (2015) “*Effect of Cross-Linking on the Physicochemical, Functional and Digestibility Properties of Starch From Macho (Musa parisiaca L.) and Roatan (Musa Sapiantum L.) Banan Varieties*” *Starch/Starke* 67(7-8): 1-9
- Putra I. N. K., Wisaniyasa N. I., Wiadnyani A.A.I.S., (2016). “*Optimisasi Suhu Pemanasan dan Kadar Air pada Produksi Pati Talas Kimpul Termodifikasi dengan Teknik Heat Moisture Treatment (HMT)*”. *AGRITECH*, 36(3): 302-307

- Rahman, S., Bakar Tawali, A., Mahendradatta, M., (2017) “*Pasta Pati Biji Palado (Aglaia sp) Termodifikasi Metode Pra-gelatinisasi, Ikatan Silang, dan Asetilase*” *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 6(4): 188-193
- Raina, C. S., Singh, S., Bawa, A. S., & Saxena, D. C. (2006). “*Some characteristics of acetylated, cross-linked and dual modified Indian rice starches*”. *European Food Research and Technology*, 223(4), 561–570.
- Retnaningtyas, D.A. & Putri, W.D.R. (2014). *Karakterisasi sifat fisikokimia pati ubi jalar oranye hasil modifikasi perlakuan STPP (lama perendaman dan konsentrasi)*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(4): 68-77.
- Richana, N., Sunarti, Titi C., (2004) “*Karakterisasi Sifat Fisikokimiatepung Umbi Dan Tepung Pati Dari Umbi Ganyong, Suweg, Ubikelapa Dan Gembili*” *J.Pascapanen* 1(1): 29-37
- Rodríguez-Marín, M., L., Núñez-Santiago, C., Wang, Y. J., Bello-Pérez, L. A., (2010) “*Physicochemical and structural characteristics of cross-linked banana starch using three cross-linking reagents*” *Starch/Starke* 62(10): 530-537
- Sanchez-Rivera, M. M., Garcia-Suarez, F. J. L., Velazquez del Valle, M., Guitierrez-Meraz, F., Bello-Perez, L. A., (2005) “*Partial Characterization Of Banana Starches Oxidized By Different Levels Of Sodium Hypochlorite*” *Carbohydrate Polymers* 62(1): 50-56
- Sariamamah, W. O. S., Munir, A., Agriansyah, A., (2016) “*Karakterisasi Morfologi Tanaman Pisang (Musa paradisiaca L.) Dikelurahan Tobimeita Kecamatan Abeli Kota Kediri*” *J.Ampibi* 1(3): 32-41
- Santoso, B. Pratama, F., Hamzah, B., Pambayun, R. (2011) “*Pengembangan Edebli Film dengan Menggunakan Pati Ganyong Termodifikasi Ikatan Silang*” *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 21(2): 105-109
- Santoso, B. Pratama, F., Hamzah, B., Pambayun, R., (2015) “*Karakteristik Fisik Dan Kimia Pati Ganyong Termodifikasi Metode Ikatan Silang*” *AGRITECH* 35(3) 273-279

- Shah, N., Mewada, R. K., Mehta, T., (2016) “Crosslinking of starch and its effect on viscosity behaviour” *Reviews in Chemical Engineering* 32(2): 265-270
- Smith, R. J., & Caruso, J. 1964. “Determination of phosphorus. Pages 42-46 in: *Method in Carbohydrate Chemistry, Vol. 4. R. L. Whistler, ed*” Academic Press: Orlando, FL.
- Sukhija, S., Singh, S., Riar, C. S., (2016) “Effect of oxidation, cross-linking and dual modification on physicochemical, crystallinity, morphological, pasting and thermal characteristics of elephant foot yam (*Amorphophallus paeoniifolius*) starch” *Food Hydrocolloids* 55: 56-64
- Suriani, A.I., (2008). *Mempelajari Pengaruh Pemanasan Dan Pendinginan Berulang Terhadap Karakteristik Sifat Dan Fungsional Pati Garut (Marantha arundinacea) Termodifikasi*, [Skripsi] Institut Pertanian Bogor, Fakultas Teknologi Pertanian, Bogor
- Tie, A. P., Karim, A. A., & Manan, D. M. A. (2008). “Physicochemical Properties of Starch in Sago Palms (*Metroxylon sagu*) at Different Growth Stages”. *Starch - Stärke*, 60(8), 408–416
- Triandini, E., Jayanatha, S., Indrawan, A., Werla P. G., Iswara, B., (2019) “Metode Systematic Literature Review untuk Identifikasi Platform dan Metode Pengembangan Sistem Informasi di Indonesia” *Indonesian Journal of Information Systems* 1(2): 63-77
- Wibowo, P. Saputra J. A., Ayucitra A., Setiawan L.E. (2008) *Isolasi Pati Dari Pisang Kepok Dengan Menggunakan Metode Alkaline Steeping*, *Widya Teknik*, 7(2): 113–123.
- Wiriani, D., Rusmarilin, H., Yusraini, E. (2016) *Karakteristik Fisikokimia Dan Fungsional Pati Pisang Dan Pati Kentang Hasil Heat Moisture Treatment (HMT) Dan Pengaruhnya Terhadap Sifat Fisik Dan Sensori Bihun Instan Pati Kentang*, 4(1): 8-14
- Wurzburg, O.B. (1989). “Introduction. in Wurzburg, O.B. (Ed). *Modified Starchs : Properties and Uses*”. CRC Press, Inc., Florida

- Wongsagonsup, R., Pujchakarn T., Jitrakbumrung, S., Chaiwat, W., Fuongfucat, 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: 656-665
- Wootton, M., & Bamunuarachchi, A. (1979). “*Application of Differential Scanning Calorimetry to Starch Gelatinization. I. Commercial Native and Modified Starches*”. *Starch - Stärke*, 31(6), 201–204
- Yuanita, L., Wikandari, P. R., Poedjiastoeti, S., Tjahyani, S., (2009) “*Penggunaan Natrium Tripolifosfat Untuk Meningkatkan Masa Simpan Daging Ayam*” *AGRITECH* 29(2): 79-86
- Zhang, P., Whistler R. L., N., James, BeMiller, Hamaker B.R., (2005). *Banana starch: production, physicochemical properties, and digestibility-a review*, *Carbohydrate Polymer*, 59 :443-458
- Zuhra C. F., Ginting, M., Marpongahtun, Syufiatun, A., (2016) “*Modifikasi Pati Sukun Dengan Metode Ikat Silang Menggunakan Trinatrium Trimetafosfat*” *Chimica Et Natura Acto* 4(3): 142-146
- Zulaidah, A. (2012) *Peningkatan Nilai Guna Pati Alami Melalui Proses Modifikasi Pati*, *Dinamika Sains*, 11(103): 1–13.