

**KARAKTERISTIK *FLAKES* YANG DIHASILKAN DARI TEPUNG
HANJELI (*Coix lacryma jobi L.*) TERMODIFIKASI DENGAN METODE
*HEAT MOISTURE TREATMENT***

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Syarat Sidang Sarjana
Program Studi Teknologi Pangan

Oleh:

Ajeng Galih Nastiti

14.302.0240

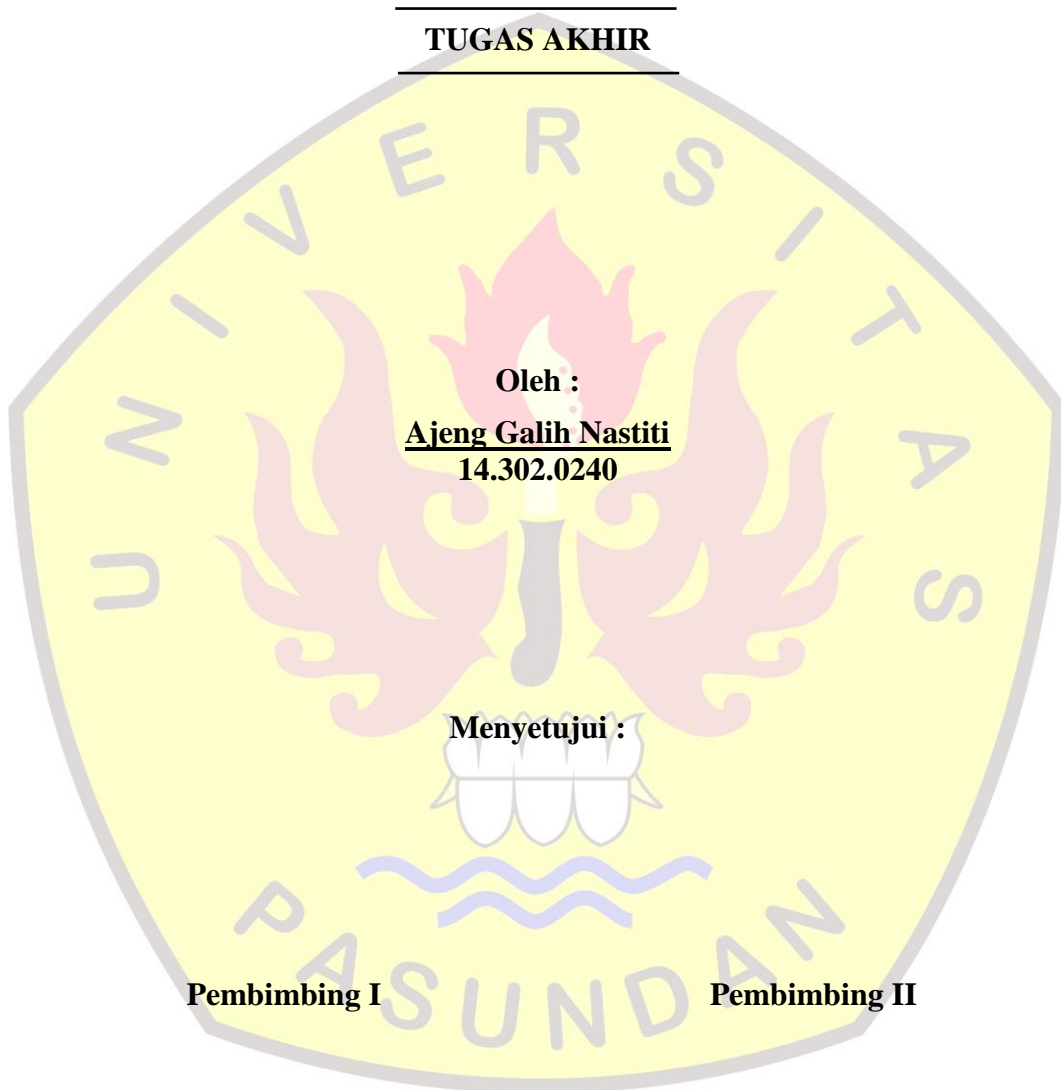


**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2018**

**KARAKTERISTIK *FLAKES* YANG DIHASILKAN DARI TEPUNG
HANJELI (*Coix lacryma jobi L.*) TERMODIFIKASI DENGAN METODE
*HEAT MOISTURE TREATMENT***

Lembar Pengesahan

TUGAS AKHIR



(Ir. Hervelly, MP.)

(Dr. Ir. Yudi Garnida, MP.)

**KARAKTERISTIK *FLAKES* YANG DIHASILKAN DARI TEPUNG
HANJELI (*Coix lacryma jobi L.*) TERMODIFIKASI DENGAN METODE
*HEAT MOISTURE TREATMENT***

Lembar Pengesahan

TUGAS AKHIR

Oleh :

Ajeng Galih Nastiti
14.302.0240

Menyetujui :

Koordinator Tugas Akhir

Program Studi Teknologi Pangan

Fakultas Teknik

Universitas Pasundan

(Ira Endah Rohimah, ST., M.Si.)

INTISARI

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan kondisi yang sesuai pada modifikasi tepung hanjeli dengan variasi kadar air tepung hanjeli dan suhu pemanasan sehingga dapat memperbaiki karakteristik tepung hanjeli dan meningkatkan penggunaannya menjadi produk *flakes*. Manfaat dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan nilai tambah bahan baku lokal yang belum banyak dimanfaatkan, memanfaatkan teknologi modifikasi metode *Heat Moisture Treatment* untuk pengolahan pangan berbahan baku hanjeli agar karakteristik hanjeli dapat diaplikasikan pada produk *flakes*.

Penelitian yang dilakukan dibagi menjadi tiga tahap meliputi penelitian pendahuluan, penelitian utama dan penelitian utama lanjutan. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 2 faktor yaitu kadar air dan suhu pemanasan dengan masing-masing 3 taraf sebanyak 3 kali ulangan, sehingga didapatkan 27 satuan percobaan. Rancangan perlakuan terdiri dari variasi kadar air a_1 (20%), a_2 (25%), a_3 (30%), dan suhu pemanasan b_1 (90°C), b_2 (100°C), b_3 (110°C). Hasil penelitian diperoleh sampel terpilih yaitu sampel kode a_3b_1 (kadar air 30% dan suhu pemanasan 90°C) dengan hasil rata-rata kadar air 9,657%, kadar amilosa 8,393% dan viskositas balik 955,000 cP. Pembuatan *flakes* dari tepung hanjeli modifikasi terpilih dilakukan pengujian kadar air, kadar amilosa, daya serap air *flakes* dan respon organoleptik.

Kata Kunci: Tepung Hanjeli, *Heat Moisture Treatment*, *Flakes*.

ABSTRACT

The aim of this study was obtained suitable conditions on the modification of hanjeli flour with variations of hanjeli flour moisture and heating temperature so as to improve the characteristics of hanjeli flour and increased its used into flakes products. The benefit of this study was an increase the added value of local raw materials that widely used, to utilized the technology of modification method of Heat Moisture Treatment for food processing made from raw hanjeli for hanjeli characteristics can be applied to flakes products.

The study was divided into three stages: preliminary, main and second research. The experimental design used in this study was Randomized Block Design (RBD) consist of two factors: moisture level and heating temperature with 3 levels and 3 time replications, so that 27 experimental units were obtained. The treatment design consisted of variations was conducted in moisture a_1 (20%), a_2 (25%), a_3 (30%), and heating temperature b_1 (90°C), b_2 (100°C), b_3 (110°C). The result of this study was obtained that the selected sample were a_3b_1 (moisture level 30% and heating temperature 90°C) with an average water content 9,657%, amylose 8,393% and setback viscosity 955,000 cP. The preparation of flakes from selected modified hanjeli flour was tested for water content, amylose, water absorption of flakes and the organoleptic response.

Keyword: Hanjeli Flour, Heat Moisture Treatment, Flakes.



DAFTAR ISI

INTISARI	i
ABSTRACT	ii
DAFTAR ISI.....	iii
I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	4
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian	5
1.4. Manfaat Penelitian.....	5
1.5. Kerangka Pemikiran	5
1.6. Hipotesis Penelitian	9
1.7. Waktu dan Tempat Penelitian	9
DAFTAR PUSTAKA	10

I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan mengenai: (1) Pendahuluan, (2) Identifikasi Masalah, (3) Tujuan Penelitian, (4) Manfaat Penelitian, (5) Kerangka Pemikiran, (6) Hipotesis Penelitian dan (7) Tempat dan Waktu.

1.1. Latar Belakang

Masyarakat urban cenderung menerapkan pola makan yang serba instan, praktis dan siap saji. Nurjanah (2000), menyatakan olahan sereal yang banyak dikonsumsi selain mie dan roti, yaitu produk sereal, seperti minuman sarapan, produk ekstrusi dan *flakes* menempati angka tertinggi pola konsumsi masyarakat. *Flakes* adalah makanan yang dibuat dari biji-bijian dan diolah menjadi adonan berbentuk lembaran atau kepingan tipis yang dapat dikonsumsi dengan penambahan susu atau *flakes* dapat dimakan langsung sebagai kudapan (Tarmizi, 2015).

Flakes pada dasarnya dibuat dari bahan yang mengandung kadar pati tinggi, ada tiga komponen utama komposisi *flakes* yaitu sereal, pemanis dan bahan pembentuk flavor. Bahan tambahan lain yang dapat menunjang produk adalah garam, ragi, pewarna, vitamin, mineral dan pengawet (Syamsir, 2012). Sereal *flakes* yang beredar dipasaran sebagian besar dibuat dari campuran tepung terigu. Tepung terigu berasal dari gandum yang tidak cocok ditanam di Indonesia sehingga untuk memperoleh bahan baku tepung terigu ini masih harus melakukan impor dari negara lain. Berdasarkan hal tersebut upaya yang dapat dilakukan adalah mengurangi produk berbahan dasar terigu dengan mengembangkan produk berbasis sumber

pangan lokal yang mampu menjadi pensubstitusi tepung terigu atau menggantikan tepung terigu secara utuh.

Indonesia memiliki potensi yang besar dalam pengembangan sumber bahan pangan alternatif selain terigu yang berasal dari sereal lain seperti sorgum, hanjeli, jewawut (millet), jagung, kedelai dan umbi-umbian. Salah satu sereal yang memiliki potensi baik untuk dikembangkan adalah hanjeli (*Coix lacryma jobi L.*). Tanaman berbiji monokotil ini, merupakan sereal dari ordo *Glumifora*, family *Poaceae*, selain sebagai bahan pangan juga dapat dimanfaatkan untuk pakan, obat dan bahan baku industri kerajinan (Nurmala, 2011).

Hanjeli memiliki kandungan karbohidrat sebesar 76,4%, protein 14,1%, lemak 7,9%, vitamin B₁ 0,48 mg, kalsium 54 mg dan serat 0,9%. Selain itu, kandungan protein, lemak dan vitamin B₁ hanjeli lebih tinggi bila dibandingkan dengan beras, jagung, millet dan sorgum (Grubben dan Partohardjono, 1996 dalam Munawar, 2016).

Pati alami yang terdapat pada biji hanjeli mempunyai beberapa kekurangan yaitu membutuhkan waktu yang lama dalam pengolahan, pasta yang terbentuk lengket dan tidak tahan terhadap perlakuan dengan asam (Nurmala, 2011). *Cookies* yang dibuat dari tepung hanjeli memiliki kelemahan yaitu tekstur yang keras dan terdapat rasa berpasir saat dikonsumsi (Syahputri dan Wardani, 2015).

Untuk memperbaiki karakteristik tepung hanjeli dapat dilakukan modifikasi sifat pati alami hanjeli. Modifikasi pati merupakan perubahan struktur molekul yang dapat dilakukan secara kimia, fisik maupun biologis. Pati alami dapat dibuat menjadi pati termodifikasi atau *modified starch*, dengan sifat-sifat yang

dikehendaki atau sesuai dengan kebutuhan. Metode modifikasi yang paling efisien adalah modifikasi secara fisik. Modifikasi pati menggunakan metode fisik memiliki kelebihan cenderung lebih aman serta lebih alami dibanding dengan perlakuan kimia (Putri dan Elok, 2017). Metode ini relatif murah dan aman sebab tidak menggunakan bahan kimia sehingga tidak meninggalkan residu (Siwi dan Widya, 2013).

Putri dan Elok, (2017) menyatakan bahwa modifikasi pati secara fisik merupakan proses yang melibatkan panas, baik dibawah suhu gelatinisasi maupun di atas suhu gelatinisasi. Proses ini melibatkan penggunaan air dalam jumlah terbatas, yang dapat membatasi terjadinya perubahan pada granula pati. Salah satu modifikasi fisik yang sekarang berkembang adalah panas lembab atau *Heat Moisture Treatment* (HMT).

Heat Moisture Treatment (HMT) merupakan modifikasi pati secara fisik terhadap granula pati dengan kadar air kurang dari 35% (kondisi lembab) selama 15 menit sampai dengan 16 jam, pada suhu 80°C sampai dengan 120°C (Pangesti dkk., 2014).

Modifikasi HMT menyebabkan perubahan karakteristik fisikokimia tepung, perubahan yang terjadi meliputi morfologi granula, kristalinitas pati dan karakteristik gelatinisasi. Keberadaan air saat HMT berlangsung mengakibatkan area amorphous pati mengembang, kemudian menekan keluar area berkristal sehingga terjadi kerusakan dan pelelehan area berkristal granula pati, serta menghasilkan bentuk granula pati yang lebih stabil terhadap panas (Hoover dan Manuel, 1996 dalam Wahyuningsih dkk., 2015).

Intensitas perubahan dipengaruhi oleh kondisi proses (kadar air, suhu dan waktu) serta kondisi pati (jenis pati, kadar amilosa pati dan kadar amilopektin pati). Berdasarkan hal tersebut, interaksi antara kondisi proses penting dipahami untuk menghasilkan tepung HMT dengan karakteristik yang konsisten untuk diaplikasikan ke dalam produk pangan (Syamsir dkk., 2012). Penelitian ini menentukan perlakuan HMT dengan faktor variasi kadar air yang dapat menyebabkan reformasi struktur amilosa dan amilopektin, sehingga granula pati lebih mudah menyerap air (Santosa dkk., 2018). Faktor kedua adalah variasi suhu pemanasan, dimana semakin tinggi suhu dapat menurunkan kelarutan pati (Sunyoto dkk., 2016).

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, masalah yang dapat diidentifikasi yaitu:

1. Apakah modifikasi tepung hanjeli dengan metode *Heat Moisture Treatment* (HMT) pada variasi kadar air berpengaruh terhadap karakteristik tepung yang dihasilkan?
2. Apakah modifikasi tepung hanjeli dengan metode *Heat Moisture Treatment* (HMT) pada variasi suhu pemanasan berpengaruh terhadap karakteristik tepung yang dihasilkan?
3. Apakah interaksi antara kadar air dan suhu pemanasan modifikasi tepung metode *Heat Moisture Treatment* (HMT) berpengaruh terhadap karakteristik tepung hanjeli yang dihasilkan?

1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud penelitian yang dilakukan adalah untuk mengetahui pengaruh modifikasi tepung hanjeli metode *Heat Moisture Treatment* (HMT) pada variasi kadar air bahan dan suhu pemanasan berbeda terhadap karakteristik fisik dan kimia tepung hanjeli yang dihasilkan untuk diaplikasikan pada produk *flakes*.

Tujuan penelitian yang dilakukan adalah untuk menentukan perlakuan modifikasi tepung hanjeli metode *Heat Moisture Treatment* (HMT) yaitu kadar air dan suhu pemanasan yang optimum untuk bahan baku *flakes* hanjeli dan mengetahui karakteristik *flakes* yang dihasilkan.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memanfaatkan bahan baku lokal yang belum banyak dimanfaatkan menjadi bahan baku yang memiliki nilai tambah.
2. Memanfaatkan teknologi modifikasi metode *Heat Moisture Treatment* untuk pengolahan pangan berbahan baku hanjeli agar karakteristik tepung hanjeli modifikasi lebih baik dibandingkan tepung hanjeli alami.
3. Meningkatkan penggunaan tepung hanjeli agar dapat mengurangi penggunaan tepung terigu dalam pengolahan pangan.
4. Memperkenalkan produk-produk pangan yang dapat diolah dari tepung hanjeli.

1.5. Kerangka Pemikiran

Tepung hanjeli terbuat dari beras hanjeli melalui proses penumbukan atau penggilingan sampai berupa butiran kecil, penepungan dapat dilakukan

menggunakan metode basah maupun metode kering. Hanjeli mengandung 15% air dalam 100 gram biji (Grubben dan Partohardjono, 1998 dalam Munawar, 2016). Menurut Munawar, (2016) hanjeli berpotensi menjadi sumber karbohidrat dengan kandungan pati 68,215%, kadar protein 11,81%, kadar lemak 4,54% dan kadar serat kasar 4,84%.

Pati alami memiliki kekurangan karakteristik diantaranya suspensi pati dengan viskositas dan kemampuan membentuk gel yang tidak seragam, profil gelatinisasi pati alami bervariasi sehingga jenis pati yang sama belum tentu memiliki sifat fungsional yang sama, pati alami tidak tahan suhu tinggi dan cenderung mudah terhidrolisis pada kondisi asam, pati tidak tahan proses mekanis (pengadukan atau pemompaan), kelarutan yang terbatas dan gel pati mudah mengalami sineresis akibat retrogradasi pati (Putri dan Elok, 2017).

Modifikasi pati dapat dilakukan untuk menghasilkan sifat yang lebih baik dari sifat pati alami. Penggunaan pati termodifikasi pada pembuatan produk pangan dapat meningkatkan kualitas maupun nilai fungsional produk pangan tersebut (Saguilan dkk., 2005 dalam Putra dkk., 2015).

Ada beberapa metode modifikasi pati, Putri dan Elok (2017) menyatakan modifikasi pati merupakan suatu cara yang dapat dilakukan untuk mengatasi kelemahan pati alami, proses modifikasi pati terdiri dari modifikasi pati secara biologi yaitu dengan modifikasi fermentasi dengan menambah mikroba penghasil enzim tertentu atau modifikasi enzimatik dimana suatu enzim yang telah diisolasi ditambahkan untuk memecah pati. Modifikasi pati secara kimiawi dengan cara penambahan asam, oksidasi, *cross-linking*, substitusi dan kationik (Koswara,

2009). Modifikasi secara fisik terdiri dari Prigelatinisasi dan *Heat Moisture Treatment* (HMT). Modifikasi yang paling efisien untuk diterapkan dari ketiga metode tersebut adalah metode secara fisik, yaitu dengan menggunakan panas lembab atau HMT untuk mendapatkan tepung hanjeli yang sesuai ketika diaplikasikan pada produk makanan dengan tetap mempertahankan sifat fungsional yang terdapat pada biji hanjeli. Metode ini tergolong murah dan aman sebab tidak menggunakan bahan kimia sehingga tidak meninggalkan residu (Fitriani, 2014).

Lorenz dan Kulp (1982) dalam Wahyuningsih dkk., (2015) menyatakan HMT merupakan proses pemanasan pati menggunakan suhu tinggi di atas suhu gelatinisasi pada kondisi lembab, dengan pengaturan kadar air di bawah suhu gelatinisasi yaitu kadar air 18-30% pada suhu 100°C.

Menurut Zhou *et al.*, (2014), pengaturan kadar air pada modifikasi HMT memiliki peran penting dalam proses reorganisasi struktur pati yaitu dapat menghasilkan struktur *double helix* pati termodifikasi yang lebih teratur dan resisten terhadap amilolisis. Semakin tinggi suhu HMT dapat meningkatkan daerah kristalin dengan semakin kuatnya ikatan intramolekul amilosa dan amilopektin sehingga pati modifikasi akan lebih resisten terhadap panas dan suhu gelatinisasi akan meningkat (Syamsir, 2012).

Budiyati (2010), menyatakan perlakuan modifikasi HMT optimum pada pembuatan pati ganyong adalah dengan kombinasi suhu 100°C dan kadar air 25%. Perlakuan tersebut menyebabkan pati ganyong yang dimodifikasi mengalami perubahan dari pati alaminya secara fisik berupa peningkatan suhu awal gelatinisasi (SAG) dan kenaikan viskositas balik. Perubahan kimia yang terjadi adalah

peningkatan kadar amilosa pada pati ganyong alami 31,84% menjadi 34,78% pada pati ganyong HMT.

Pangesti dkk., (2014), menyatakan bahwa sifat amilografi modifikasi HMT tepung bengkuang pada suhu 80°C, 90°C, 100°C dan 110°C dengan pengaturan kadar air hingga 30% menghasilkan kurva amilografi tipe C. Semakin tinggi suhu modifikasi *Heat Moisture Treatment* (HMT) pada tepung bengkuang HMT dapat menurunkan kadar air, suhu gelatinisasi dan viskositas balik.

Marta dkk., (2016) menyatakan dalam penelitiannya bahwa pati millet putih yang dimodifikasi HMT dengan kadar air 25% pada suhu 110°C menyebabkan penurunan kadar air, viskositas puncak, viskositas *breakdown*, viskositas pasta dingin, dan viskositas balik serta peningkatan kelarutan dan suhu awal gelatinisasi terhadap pati millet putih alami.

Sunyoto dkk., (2016), menyatakan modifikasi HMT pada pati ubi jalar dengan variasi suhu (80°C dan 110°C) dengan kadar air 25% memberikan pengaruh suhu awal gelatinisasi tepung ubi jalar HMT yang lebih besar dari tepung ubi jalar tanpa HMT dan viskositas balik tepung ubi jalar HMT yang lebih besar dibandingkan dengan tepung ubi jalar tanpa HMT.

Suhu pemanasan dan pengaturan kadar air pada proses modifikasi HMT berpengaruh nyata pada kadar air dan kadar amilosa Pati Talas Kimpul Termodifikasi (PTKT). Proses HMT mampu mengubah pati talas kimpul dari tipe B menjadi tipe C. Kondisi modifikasi dengan suhu 110°C dan kadar air 30% menghasilkan PTKT yang memiliki stabilitas pasta terhadap panas tinggi. Kondisi

modifikasi tersebut menghasilkan PTKT dengan kadar air 6,50%, kadar amilosa 50,14%, dan profil gelatinisasi pati tergolong sebagai pati tipe C (Putra, dkk., 2015).

Rahma, (2017), menyatakan bahwa berdasarkan penelitian modifikasi tepung ganyong menggunakan metode HMT dengan penambahan kadar air $\pm 25\%$ didapatkan suhu optimum adalah pada 100°C. Perlakuan tersebut menghasilkan kadar air 5,47%, kadar amilosa 27,07% dan viskositas balik 856,7 cP.

1.6. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran di atas, maka dapat diambil hipotesis sebagai berikut.

1. Modifikasi tepung hanjeli dengan metode *Heat Moisture Treatment* (HMT) pada variasi kadar air diduga berpengaruh terhadap karakteristik tepung yang dihasilkan.
2. Modifikasi tepung hanjeli dengan metode *Heat Moisture Treatment* (HMT) pada variasi suhu pemanasan diduga berpengaruh terhadap karakteristik tepung yang dihasilkan.
3. Interaksi antara kadar air dan suhu pemanasan modifikasi tepung metode *Heat Moisture Treatment* (HMT) diduga berpengaruh terhadap karakteristik tepung hanjeli yang dihasilkan.

1.7. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus sampai dengan November 2018 bertempat di Laboratorium Jurusan Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Pasundan, Jl. Setiabudhi No. 193 Bandung.

DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier, S. (2010). **Prinsip Dasar Ilmu Gizi**. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Andarwulan, Nuri D.R., dan Sutrisno K. (2004). **Formulasi Flakes Triple Mixed Ubi Jalar-Kecambah Kedelai-Wheat Germ Sebagai Produk Sarapan Fungsional Untuk Anak-Anak**. Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Anggraeni, R. (2015). **Aplikasi Pati Untuk Industry**. Terdapat pada: <https://foodtech.binus.ac.id/2015/08/28/aplikasi-pati-untuk-industry/>. Diakses: 11 Mei 2018.
- Association of Official Analytical Chemist [AOAC]. (2005). **Official Method of Analysis of The Association of Official Analytical of Chemist**. The Association Official Analytical Chemist. Inc. Arlington.
- Atichokudomchaia, N., Sujin S., and Saiyavit V. (2000). **Morphological Properties of Acid-Modified Tapioca Starch**. Weinheim. 283-289.
- Baah F.D. (2009). **Characterizarion of Water Yam (*Dioscورا alata*) for Existing and Potential Food Products**. Disertasi. Kwame Nkrumah Unversitiy of Science and Technology.
- Badan Standarisasi Nasional [BSN]. (2008). SNI 6128-2008 Beras. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional [BSN]. (1996). SNI 01-4270-1996 Susu Sereal. Jakarta.
- Buckle, K.A., Edwards R.A., Fleet, G.H., and Wootton. M. (2013). **Ilmu Pangan**. Department of Education And Culture Directorate General of Higher Education (DGHE). Internasional Development Program of Australian Universities and Colleges.
- Brainly. **Rumus Struktur Amilosa dan Amilopektin**. Terdapat: <https://brainly.co.id/tugas/8872877>. Diakses: 22 Mei 2018.
- Budiyati, R. (2010). **Formulasi Tepung Komposit Berbasis Pati Ganyong (*Canna edulis Kerr.*) Termodifikasi Heat Moisture Treatment dan Tepung Kacang Tunggak (*Vigna unguiculata*) Pada Pembuatan Mi Kering**. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Chaisiricharoenkul, J., Worapaka M., and Aranya M. (2011). **In Vitro Anticancer Activities Of Job's Tears (*Coix lacryma-jobi Linn.*) Extracts On Human Colon Adenocarcinoma.** Saudi Journal of Biological Sciences. Pages 248-256.
- Chaisiricharoenkul, J., Sumanta T., and Kanok-Orn I. (2011). **Structure And Chemical And Physicochemical Properties Of Jobs's Tear (*Coix Lacryma-Jobi L.*) Kernels And Flours.** School of Food Technology. Institute of Agricultural Technology. Suranaree University of Technology. Nakhon Ratchasima 30000. Thailand.
- Collado L.S., Mabesa L.B., Oates C.G., Corke H. (2001). **Bihon-Type Noodles From Heat-Moisture Treated Sweet Potato Starch.** J. Food Sci 66 : 604-609.
- Dewi, S.W. (2018). **Perbandingan Campuran Tepung Hanjeli (*Coix lacryma-jobi L.*) Dan Tepung Ikan Tongkol (*Euthynus affinis C.*) Terhadap Karakteristik Food Bar.** Skripsi. Program Studi Teknologi Pangan. Fakultas Teknik. Universitas Pasundan. Bandung.
- Fardiaz S. (1989). **Mikrobiologi Pangan I.** Pusat Antar Universitas Pangan Gizi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Felicia, A. (2006). **Pengembangan Produk Sereal Sarapan Siap Santap Berbasis Sorghum.** Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Fitasari, E. (2009). **Pengaruh Tingkat Penambahan Tepung Terigu Terhadap Kadar Air, Kadar Lemak, Kadar Protein, Mikrostruktur, dan Mutu Organoleptik Keju Gouda Olahan.** Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil ternak hal. 17-29.
- Fitriani, S., Evi B., dan Rahmayuni. (2010). **Karakteristik Mutu Pati Sagu dari Provinsi Riau dengan Perlakuan *Heat Moisture Treatment*.** Program Studi Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Pertanian Universitas Riau.
- Fogarty, William M. 1983. **Microbial Enzyme and Biotechnology.** Applied Science Publisher. New York.
- Gaman, P.M., dan K.B Sherington. (1981). **Ilmu Pangan Pengantar Ilmu dan Nutrisi Pangan, Mikrobiologi, Edisi Kedua.** Universitas Gajah Mada Press. Yogyakarta.
- Gasperz, V. (2006). **Teknik Analisis dalam Penelitian Percobaan Jilid 1.** Tarsito. Bandung.

- Gisca, I.D., Bernadhera dan Arintina R. (2013). **Penambahan Gembili Pada Flakes Jewawut Ikan Gabus Sebagai Alternatif Makanan Tambahan Anak Gizi Kurang**. Program Studi Ilmu Gizi. Fakultas Kedokteran. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Harper, J.M. (1981). **Extrusion of Food**. CRC Press, Inc Florida.
- Haryanto, B., Siti K., dan Sugiyono. (2012). **Kajian Pengaruh Pengukusan Bertekanan (Steam Pressure Treatment) terhadap Sifat Fisikokimia Tepung Jagung**. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. Vo. XXIII No. 1.
- Hidayat, A., Ayip A., dan Hana F. (2017). **Budidaya Tanaman Pangan Hanjeli. Jurusan Agroteknologi. Fakultas Sains dan Teknologi**. UIN Sunan Gunung Djati. Bandung.
- Huang, D.P. (1995). **New Perspective on Starch and Starch Derrivates for Snack Applications**. Tersedia: http://www.foodstarch.com/products_services/pdfs/newspersp.pdf. Diakses: 11 Mei 2018.
- Hormdok, R., and Noomhorm, A. (2007). **Hydrothermal Treatment of Rice Starch For Improvement of Rice Noodle Quality**. LWT – Food Science and Technology, 40, 173-1731.
- Irawanto, R., Dewi A.L., dan R. Hendrian. (2017). **Jali (Coix lacryma-jobi L.): Biji, Perkecambah, dan potensinya**. Pro Sem Nas Masy Biodiv Indon Vol. 3, No. 1 Februari 2017. Hal. 147-153.
- Kainuma K., Odat T., and Cuzuki S. (1967). **Study of Starch Phosphates Monoesters**. J. Technol, Soc. Starch 14: 24 – 28. dalam Artiani, P.A., da Yohanita R.A. **Modifikasi Cassava Strach dengan Proses Acetylasam Asam Aseat Untuk Produk Pangan**. Jurusan Teknik Kimia. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro.
- Kartika, B. (1988). **Pedoman Uji Inderawi Bahan Pangan**. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Kartikasari, S.N., Puspitas S., Achmad S. (2016). **Karakterisasi Sifat Kimia, Profil Amilografi (RVA) Dan Morfologi Granula (SEM) Pati Singkong termodifikasi Secara Biologi**. Jurnal Agroteknologi Vol. 10 No. 01.
- Klanarong, S., Kuakoon P., Kunruedee S., and Cristopher O. (2002). **Modification of Cassava Strach. Paper of X Internasional Strach Convention**. Poland.
- Koswara, S. (2009). **Teknologi Modifikasi Pati**. Tersedia pada: ebookpangan.com. Diakses: 11 Mei 2018.

- Kusnandar. (2010). **Pati dengan Nilai Indeks Glikemik**. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Lorlowhakarn, K., and Naivikul O. (2006). **Modification of Rice Flour by Heat Moisture Treatment (HMT) to Produce Rice Noodles**. Kasetart Journal (Nat. Sci.) 40 (Suppl.) : 135 – 143.
- Lorenz, K. dan Kulp, K. (1981). **Heat-moisture treatment of starches II: Functional properties and baking potential**. Di dalam: Manuel, H.J. (1996). **The Effect of Heat-Moisture Treatment on The Structure and Physicochemical Properties of Legume Starches**. Thesis. Department of Biochemistry. Memorial University of Newfoundland Canada.
- Manuel, H.J. (1996). **The Effect of Heat-Moisture Treatment on The Structure and Physicochemical Properties of Legume Starches**. Thesis. Department of Biochemistry. Memorial University of Newfoundland Canada.
- Marta, H., Marsetio, Yana C., dan Arum G.P. (2016). **Sifat Fungsional dan Amilografi Pati Millet Putih (*Pennisetum glaucum*) Termodifikasi secara Heat Moisture Treatment dan Annealing**. Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan 5 (3) hal 76-84.
- Mariana, E. (2010). **Pembuatan Crackers Jagung Dan Pendugaan Umur Simpannya Dengan Pendekatan Kadar Air Kritis**. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Munawar, L.T. (2016). **Pengaruh Konsentrasi Senyawa Fosfat dan Perbandingan Air Perebusan Terhadap Karakteristik Tepung Instan Hanjeli (*Coix lacryma-jobi L.*)**. Skripsi. Program Studi Teknologi Pangan. Fakultas Teknik Universitas Pasundan. Bandung.
- Muchtadi, D. (2011). **Karbohidrat Pangan Dan Kesehatan**. ALFABETA. Bandung.
- Nurjanah, E. (2000). **Analisis Karakteristik Konsumen dan Pola Konsumsi Sereal Sarapan**. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Nurmala, T. (2003). **Serealia Sumber Karbohidrat Utama**. PT. Rineka Cipta Jakarta. Jakarta.
- Nurmala, T. (2011). **Potensi dan Prospek Pengembangan Hanjeli (*Coix lacryma joi L.*) sebagai Pangan Bergizi Kaya Lemak untuk Mendukung Diversifikasi Pangan Menuju Ketahanan Pangan Mandiri**. Artikel Pangan Vol. 20 No. 1 Maret 2011 hal. 41-48.

- Pangesti, Y.D., Nur H.R.P., dan Achmad R.A. (2014). **Kajian Sifat Fisikokimia Tepung Bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) Dimodifikasi Secara Heat Moisture Treatment (HMT) Dengan Variasi Suhu.** *Jurnal Teknologi Pangan Vol 3 Juli 2014 hal. 72-77.*
- Papunas, M.E., Gregoria S.S.D., dan Judith S.C.M. (2013). **Karakteristik Fisiko Dan Sensoris Flakes Berbahan Baku Tepung Jagung (*Zea mays L.*), Tepung Pisang Goroho (*Musa acuminata, sp.*) Dan Tepung Kacang Hijau (*Phaseolus radiates*).** Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan Unsrat. Teknologi Pangan. Universitas Sam Ratulung. Sulawesi Utara.
- Pariwiyanti, Filli P., Agus W., dan Nura M. (2017). **Modifikasi Profil Pasta Pati Ganyong dengan Heat Moisture Treatment dan Gum Xanthan untuk Produk Roti.** *Jurnal Penelitian Sains Vol. 19 No. 1 Januari 2017 hal 42-46.*
- Permana, R.A., dan Widya, D.R.P. (2015). **Pengaruh Proporsi Jagung dan Kacang Merah Serta Substitusi Bekatul Terhadap Karakteristik Fisik Kimia Flakes.** *Jurnal Pangan dan Agroindustri Vol. 3 No. 2 hal: 734-742.*
- Poedjiadi, A., dan F.M. Titin S. (2005). **Dasar-Dasar Biokimia.** UI-Press. Jakarta.
- Pukkahuta, C. dan S., Varavinit. (2007). **Structural Transformation of Sago Starch by Heat-Moisture and Osmotic-Pressure Treatment.** *Starch/Stärke 59 (2007) page 624-631.*
- Pukkahuta, C., B. Suwannawat, S. Shobsngoh., and V. Sayavit. (2008). **Comperative Study of Pasting and Thermal Transition Characteristic of Osmotic Pressure a Heat Moisture Treated Corn Starch.** *Carbohydrate Polymers 72: 527-536.*
- Purwani, E.Y., Widianingrum, R. Thahrir dan Muslich. (2006). **Effect of Moisture Treatmnet of Sago Starch on Its Noodle Quality.** *Indonesian Journal of Agricultural Science 7 (1) : 8-14.*
- Purwanto, E. (2017). **Teknis Budidaya Hanjeli Organik Teknologi MMC.** Tersedia: <http://agrokomplekskita.com/teknis-budidaya-hanjeli-organik-teknologi-mmc>. Diakses: 22 Mei 2018.
- Putra, I. N. K., Ni W. W., dan Anak A. I. S. W. (2015). **Optimasi Suhu Pemanasan dan Kadar Air pada Produksi Pati Talas Kimpul Termodifikasi dengan Teknik Heat Moisture Treatment (HMT).** Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Udayana. Bali.
- Putri, W.D.R., dan Elok Z. (2017). **Pati: Modifikasi dan Karakteristiknya.** Universitas Brawijaya. Malang.

- Rahma, R.N. (2017). **Modifikasi Tepung Ganyong (*Canna edulis Kerr.*) Metode Heat Moisture Treatment Pada Suhu Dan Waktu Pemanasan Berbeda Dan Aplikasi Tepung Pada Pembuatan Cookies**. Skripsi. Universitas Pasundan. Bandung.
- Ratnayake W.S., Hoover R., and Tom W. (2002). **Pea Starch: Composition, Structure, and Properties-Review**. *J. Starch* 54: 217-234.
- Richana, N., dan Suarni. (2007). **Teknologi Pengolahan Jagung**. In Sumarno et al. **Jagung: Teknik Produksi dan Pengembangan**. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bahan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. P: 386-409.
- Rohmah, M. (2013). **Kajian Kandungan Pati, Amilosa dan Amilopektin Tepung dan Pati Pada Beberapa Kultivar Pisang (*Musa spp.*)**. Prosiding Seminar Nasional Kimia 2013. Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian. Universitas Mulawarman.
- Saleha, N.M. (2016). **Optimasi Formulasi Flakes Berbasis Tepung Ubi Cilembu Tepung Tapioka Serta Tepung Kacang Hijau Menggunakan Aplikasi Design Expert Metode Mixture D-Optimal**. Program Studi Teknologi Pangan. Fakultas Teknik. Universitas Pasundan. Bandung.
- Santosa, H., Noer, A.H., Ahmad, D.F., dan Anwar, T. (2018). **Pembuatan Beras Analog Berbahan Dasar Tepung Sukun Termodifikasi Heat Moisture Treatment**. Departemen Teknik Kimia. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Saputra, K.A. (2012). **Modifikasi Pati Walur (*Amorphophallus campanulatus var. Sylvestris*) Dengan Heat Moisture Treatment (HMT) Serta Karakteristisasi Sifat Fisiko-Kimia Dan Sifat Fungsionalnya**. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Siwi, K.S., dan Widya D.R. (2013). **Studi Perubahan Sifat Fisik Kimia Tepung Ubi Jalar Putih (*Ipoema batatas Var. Sukuh*) sebagai Efek Modifikasi Menggunakan Metode Heat Moisture Treatment**. Universitas Brawijaya. Malang.
- Soekarto, T.S. (1985). **Penilaian Organoleptik untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian**. Bhrata Karya Aksara. Jakarta.
- Sudarmadji, S., Bambang H., dan Suhardi. (2010). **Analisa Bahan Makanan dan Pertanian**. Liberty. Yogyakarta.

- Sunyoto, M., R. Andoyo, H. Radiani A., dan Michelle C.T. (2016). **Kajian Sifat Fungsional Pati Ubi Jalar melalui Perlakuan Modifikasi Heat Moisture Treatment Sebagai Sediaan Pangan Darurat.** Jurnal Sains dan Teknologi Vol. 5, No. 2, Oktober 2016 hal. 846-854.
- Surprihana, Enny, S., dan Rozika, H.E. (2010). Substitusi Jamur Tiram Putih Untuk Peningkatan Sifat Fisik dan Kimia *Flake* Dari Maizena. *Agrika*, Vol. 4 No. 1.
- Syamsir, E., Purwayatno, H., Dedi F., Nuri A. dan Feri K. (2012). **Pengaruh Proses Heat-Moisture Treatment (HMT) Terhadap Karakteristik Fisikokimia Pati.** Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Syamsir, E. (2012). **Sereal Sarapan.** Terdapat pada: <http://ilmupangan.blogspot.com/2012/02/sereal-sarapan.html>. Diakses: 23 Mei 2018.
- Taggart, P. (2004). **Starch as an Ingredient: Manufacture and Applications.** Starch in Food. Woodhead Publishing Limited.
- Tarigan, E. (2018). **Artikel: Hanjeli, Biji-bijian Pengganti Beras Jadi Favorit Warga Wado Sumedang.** Terdapat: <http://www.rmol.co/read/2018/01/05/320959/Hanjeli,-Biji-Bijian-Pengganti-Beras-Jadi-Favorit-Warga-Wado-Sumedang-.> Diakses: 9 Mei 2018.
- Tarmizi, M.R. (2015). **Pengaruh Perbandingan Konsentrasi Tepung Sorgum Termodifikasi (*Sorgum Bicolor* (L.) Dengan Tepung Terigu dan Suhu Pemanggangan Terhadap Sifat Fisiko Kimia *Flakes* Ikan Patin (*Pangasius hypothalmus*).** Program Studi Teknologi Pangan. Fakultas Teknik. Universitas Pasundan. Bandung.
- Ulyarti. (1997). **Mempelajari Sifat-Sifat Amilograf Pada Amilosa, Amilopektin, Dan Campurannya.** Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor
- Wahyuningsih, K., Natasa P.D., Wisnu C., dan Endang Y.P. (2015). **Pemanfaatan Beras (*Oryza sativa* L.) Inpari 17 Menjadi Tepung sebagai Bahan Baku Roti Tawar Non Gluten.** Jurnal Pangan, Vol. 24 No. 3 Desember 2015 : hal 167-182.
- Winarno, F.G. (1992). **Kimia Pangan dan Gizi.** PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

- Yuliasih, I., Tun T.I., Illah S., dan Hardaning P. (2007). **Pengaruh Proses Fraksinasi Pati Sagu Terhadap Karakteristik Fraksi Amilosanya**. Jurnal Teknologi Industri Pertanian. Vol. 17 (1) hal 29-36.
- Yuliwardi, F., Elvira, S., Purwiyatmo H., dan Sri W. (2014). **Pengaruh Dua Siklus Autoclaving-Cooling Terhadap Kadar Pati Resisten Tepung Beras dan Bihun yang Dihasilkannya**. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Zavareze, E.R., Storck, CR., Castro, L.A.S., Schirmer, M.A., and Dias, A.R.G. (2010). **Effect of Heat-Moisture Treatment on Rice Starch of Varying Amylose Content**. Food Chemistry. 121, 358-365.
- Zhou, Y., Shaohua, M., Deyi, C., Xiping, Z., and Huaibo, Y. (2014). **Structure Characterization And Hypoglycemic Effects of Dual Modified Resistant Starch From Indica Rice Starch**. College of Technology and Food Engineering. Hefei University of Technology. China.
- Zulaidah, A. (2012). **Peningkatan Nilai Guna Pati Alami Melali Proses Modifikasi Pati**. Jurusan Teknik Kimia. Fakultas Teknik. Universitas Pandanaran. Semarang.