

PEMANFAATAN KULIT SINGKONG SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN BAKU EDIBLE FILM

Sri Hilma Siregar, dan Widarti Irma

Jurusan Kimia, Fakultas MIPA dan Kesehatan Universitas Muhammadiyah Riau
Jalan K.H. Ahmad Dahlan No.88 Pekanbaru
Telp. (0761)35008, 20497 Fax.(0761)36912, email: srihilma_siregar@yahoo.com

ABSTRAK

Bahan makanan pada umumnya sangat sensitif dan mudah mengalami penurunan kualitas. Salah satu cara untuk mencegah atau memperlambat fenomena tersebut adalah dengan pengemasan yang tepat. Bahan pengemas dari plastik banyak digunakan dengan pertimbangan ekonomis dan memberikan perlindungan yang baik dalam pengawetan. Penggunaan material sintesis tersebut berdampak pada pencemaran lingkungan, sehingga dibutuhkan penelitian mengenai bahan pengemas yang dapat diuraikan. Alternatif penggunaan kemasan yang dapat diuraikan adalah dengan menggunakan edible film. Edible Film didefinisikan sebagai lapisan yang dapat dimakan yang ditempatkan di atas atau di antara komponen makanan, dapat memberikan alternatif bahan pengemas yang tidak berdampak pada pencemaran lingkungan karena menggunakan bahan yang dapat diperbaharui dan harganya murah. Polisakarida seperti pati dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan edible film menggantikan polimer plastik karena ekonomis, dapat diperbaharui, dan memberikan karakteristik fisik yang baik. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa dengan semakin meningkatnya konsentrasi gliserol, maka semakin meningkat pula ketebalan dari edible film tersebut ($0,097 \pm 0,0029\%$) pada pati kulit ubi kayu 5 gram dengan variasi gliserol 0,8 ml/gram). Daya kuat tarik yang tertinggi diperoleh pada pati kulit ubi kayu dengan variasi gliserol 0,6 ml/gram yaitu sebesar $2,0 \text{ GPa} \pm 0,4$. Sedangkan persentase pemanjangan (elongasi) tertinggi pada pati kulit ubi kayu 5 gram dengan variasi gliserol 0,8 ml/gram yaitu $11\% \pm 4\%$. Penambahan gliserol tidak menunjukkan adanya penambahan gugus fungsi pada edible film, tetapi terjadi interaksi ikatan gaya Van Der Waals dan ikatan hidrogen antar molekul penyusun edible film.

Kata kunci: Kulit singkong, edible film, membran

1. PENDAHULUAN

Bahan makanan pada umumnya sangat sensitif dan mudah mengalami penurunan kualitas karena faktor lingkungan, kimia, biokimia, dan mikrobiologi. Penurunan kualitas tersebut dapat dipercepat dengan adanya oksigen, air, cahaya, dan temperatur. Salah satu cara untuk mencegah atau memperlambat fenomena tersebut adalah dengan pengemasan yang tepat (Komolprasert, 2006 dalam Hui, 2006). Pengemasan makanan yaitu suatu proses pembungkusan makanan dengan bahan pengemas yang sesuai. Pengemasan dapat dibuat dari satu atau lebih bahan yang memiliki kegunaan dan karakteristik yang sesuai untuk mempertahankan dan melindungi makanan hingga ke tangan konsumen, sehingga kualitas dan keamanannya dapat dipertahankan (Komolprasert, 2006 dalam

Hui, 2006). Menurut Robertson (1993), dikutip Maulana (2008) bahan pengemas yang dapat digunakan antara lain plastik, kertas, logam, dan kaca. Bahan pengemas dari plastik banyak digunakan dengan pertimbangan ekonomis dan memberikan perlindungan yang baik dalam pengawetan. Sekitar 60% dari poliethilen dan 27% dari polyester diproduksi untuk membuat bahan pengemas yang digunakan dalam produk makanan. Akan tetapi penggunaan material sintesis tersebut berdampak pada pencemaran lingkungan (Alvin dan Gil, 1994 dikutip Henrique, Teofilo, Sabino, Ferreira, Cereda, 2007). Oleh karena itu pada saat ini dibutuhkan penelitian mengenai bahan pengemas yang dapat diuraikan (*biodegradable*) (Henrique *et. al.*, 2007).

Menurut Hamrad (2007), dikutip Hanum (2011) Industri merupakan salah satu kegiatan ekonomi yang cukup strategis untuk meningkatkan pendapatan dan perekonomian masyarakat secara cepat yang ditandai dengan meningkatnya penyerapan tenaga kerja, transfer teknologi dan meningkatnya devisa negara. Akan tetapi, selain memberikan dampak yang positif ternyata perkembangan di sektor industri juga memberikan dampak yang negatif berupa limbah industri yang bila tidak dikelola dengan baik dan benar akan mengganggu keseimbangan lingkungan, sehingga pembangunan yang berwawasan lingkungan tidak dapat tercapai. Menurut Purba (1999) dikutip Hanum (2011) Salah satu industri yang menghasilkan air limbah adalah pabrik tepung tapioka yang jenis limbahnya adalah limbah organik. Limbah tapioka jika tidak dikelola dengan baik sebelum dibuang ke badan air akan mengakibatkan gangguan kesehatan seperti timbulnya penyakit gatal-gatal, badan air menjadi keruh dan berbau, membunuh kehidupan biota-biota yang ada di air serta merusak keindahan karena bau busuk dan pemandangan yang tidak sedap dipandang mata.

Selain limbah cair, pabrik tepung tapioka juga menghasilkan limbah padat. Limbah padat berupa kulit singkong, ampas basah dan ampas kering. Selama ini limbah kulit singkong belum dimanfaatkan secara maksimal di masyarakat. Kulit singkong biasanya dijadikan sebagai makanan ternak, bahan kompos untuk tanaman dan selebihnya dibuang ke TPA karena mengandung *Cyanogenic glucosides* yang dapat meracuni hewan ternak.

Singkong merupakan makanan yang sudah mendarah daging bagi banyak orang di Indonesia. Hampir semua bagian dari pohon singkong bisa dimanfaatkan mulai dari ubi hingga daunnya. Sama halnya dengan Pabrik tapioka, Home industri yang bergerak di bidang pembuatan keripik singkong biasanya hanya diambil dagingnya saja, sedangkan kulitnya dibuang begitu saja, sehingga kulit singkong bertumpuk-tumpuk di TPA, hal ini akan menyebabkan bau busuk yang sangat menusuk disekitar daerah TPA tersebut.

Seiring dengan kesadaran manusia akan masalah ini, maka dikembangkanlah jenis kemasan dari bahan organik, dan berasal dari bahan-bahan terbarukan (*renewable*) dan ekonomis. Salah satu jenis kemasan yang bersifat ramah lingkungan adalah kemasan edible (*edible packaging*). Keuntungan dari *edible packaging* adalah dapat melindungi produk pangan, penampakan asli produk dapat dipertahankan dan dapat langsung dimakan serta aman bagi lingkungan.

Edible film adalah bahan pengemas organik yang dapat dimakan sekaligus dengan bahan pangan yang dikemasnya, biasa terbuat dari senyawa polisakarida dan turunan lemak. Bahan yang digunakan antara lain polisakarida yang berasal dari rumput laut (agarose, karaginan, dan alginat), polisakarida pati, amilosa film, gelatin, gum arabik, dan turunan monogliserida. Contoh pengemasan edible film adalah pada sosis, permen, kapsul minyak ikan, sari buah dan lain-lain. Polisakarida seperti pati dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan *edible film*. Pati sering digunakan dalam industri pangan sebagai *biodegradable film* untuk menggantikan polimer plastik karena ekonomis, dapat diperbaharui, dan memberikan karakteristik fisik yang baik (Bourtom, 2007). Ubi-ubian, sereal, dan biji polong-polongan merupakan sumber pati yang paling penting. Ubi-ubian yang sering dijadikan sumber pati antara lain ubi jalar, kentang, dan singkong (Liu, 2005 dalam Cui, 2005). Pati singkong sering digunakan sebagai bahan tambahan dalam industri makanan dan industri yang berbasis pati karena kandungan patinya yang cukup tinggi (Niba, 2006 dalam Hui, 2006).

2. METODE PENELITIAN

A. 1. Diagram Alir Penelitian

Metode *casting* merupakan salah satu metode yang sering digunakan untuk membuat *film*. Pada metode ini protein atau polisakarida didispersikan pada campuran air dan *plasticizer*, yang kemudian diaduk. Setelah pengadukan dilakukan pengaturan pH, lalu sesegera mungkin campuran tadi dipanaskan dalam beberapa waktu dan dituangkan pada *casting plate*. Setelah dituangkan kemudian dibiarkan mengering

dengan sendirinya pada kondisi lingkungan dan waktu tertentu. *Film* yang telah mengering dilepaskan dari cetakan (*casting plate*) dan kemudian dilakukan pengujian terhadap karakteristik yang dihasilkan. (Lee dan Wan, 2006 dalam Hui, 2006).

B. Uji Parameter Fisik

- Ketebalan
- Kuat Tarik
- Elongasi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Sampel Pengujian

Pati yang digunakan sebagai *edible film* dapat pati singkong murni atau pati yang telah dimodifikasi. Dari setiap bahan tersebut akan menghasilkan karakteristik *film* yang berbeda-beda. Menurut Careda *et. al.* (2000), konsentrasi 3 % pati singkong tanpa modifikasi akan menghasilkan pori-pori yang kecil, yang mungkin disebabkan gelembung-gelembung kecil dari udara terlarut ketika pemanasan. Pori-pori yang kecil mengakibatkan *edible film* dari pati singkong memiliki laju transmisi rendah terhadap uap air dan gas (Santoso dkk., 2004). Pada penelitian ini, kami menggunakan konsentrasi pati singkong tanpa modifikasi 3%. Pencampuran pati kulit singkong dengan penambahan variasi gliserol dilakukan dengan cara memanaskan diatas hot plate dan dilakukan pengadukan manual dengan menggunakan batang pengaduk. Hal inilah yang menyebabkan hasil dari larutan *edible film* kurang homogen, sehingga kualitas *edible film* yang di dapatkan kurang baik.

Komposisi Variasi Penambahan Plastisier Gliserol

Menurut Flores *et. al.* (2006) dalam Bourtoom (2007), tidak ada metode standar dalam pembuatan *edible film* sehingga dapat dihasilkan *film* dengan fungsi dan karakteristik

fisikokimia yang diinginkan akan berbeda. Penelitian-penelitian yang telah dilakukan dalam pembuatan *edible film* berbasis pati seringnya dilakukan penambahan hidrokoloid dan *plasticizer* agar didapatkan karakteristik *film* yang baik. Hidrokoloid berfungsi untuk membentuk struktur *film* agar tidak mudah hancur. *Plasticizer* berfungsi untuk meningkatkan elastisitas dari *film* dengan mengurangi derajat ikatan hidrogen dan meningkatkan jarak antar molekul dari polimer (Lee dan Wan, 2006 dalam Hui 2006). Penggunaan *plasticizer* yang terlampau banyak akan meningkatkan permeabilitas terhadap uap air (Dohowe dan Fennema, 1994 dalam Krochta *et. al.*, 1994; Lee dan Wan 2006 dalam Hui, 2006).

Menurut Santoso dkk. (2004), Pembuatan larutan *edible film* komposit antara bahan bersifat hidrofobik dengan hidrofilik, harus ditambahkan emulsifier agar larutan lebih stabil.

Film dari pati dengan penambahan sorbitol sebagai *plasticizer* memiliki permeabilitas yang rendah terhadap uap air dibandingkan dengan glikol, gliserol, polietilen glikol, maupun sukrosa pada konsentrasi yang sama (McHugh *et. al.*, 1994 dikutip Bourtoom, 2007). Jenis dan konsentrasi dari *plasticizer* akan berpengaruh terhadap kelarutan dari *film* berbasis pati. Semakin banyak penggunaan *plasticizer* maka akan meningkatkan kelarutan. Begitu pula dengan penggunaan *plasticizer* yang bersifat hidrofilik juga akan meningkatkan kelarutannya dalam air. Gliserol memberikan kelarutan yang lebih tinggi dibandingkan sorbitol pada *edible film* berbasis pati (Bourtoom, 2007).

Pada penelitian ini dilakukan variasi konsentrasi dari penambahan gliserol. Pada Tabel 5.1. dibawah ini tertera kode sampel pengujian dimana setiap sampel divariasikan konsentrasi dari gliserol ataupun dengan tanpa penambahan gliserol.

Tabel 1. Variasi Konsentrasi Plastisier Gliserol Pada Edible Film Pati Kulit Singkong

Kode Sampel	Massa Sampel (gram)	Konsentrasi Gliserol (ml/gram)	Pelarut Air (ml)
A1G0	5 gram	Tanpa gliserol	100
A2G1	5 gram	0,2	100
A3G2	5 gram	0,4	100
A4G3	5 gram	0,6	100

Kode Sampel	Massa Sampel (gram)	Konsentrasi Gliserol (ml/gram)	Pelarut Air (ml)
A5G4	5 gram	0,8	100

Edible film yang dihasilkan dari pati kulit ubi kayu tanpa gliserol sudah transparan, tetapi masih dalam kondisi yang keras dan kaku hal ini disebabkan film belum mengandung gliserol sebagai pemlastis. Edible film dari pati kulit singkong dengan variasi gliserol 0,2 ml dan 0,4 ml yang dihasilkan sudah cukup transparan dan lebih jernih dibandingkan dengan pati tanpa gliserol, Tetapi secara visual masih terdapat gelembung-gelembung udara yang terjebak dalam film kemasan yang terbentuk dari pati.gliserol. Edible film dari pati kulit singkong dengan variasi gliserol 0,6 dan 0,8 gliserol yang dihasilkan semakin bertambah konsentrasi gliserol yang diberikan dalam 5 gram pati kulit singkong, maka memiliki hasil film yang kurang baik karena karakteristik yang dihasilkan oleh film lebih getas dan mudah pecah yang terlihat secara visual. Dari kelima perlakuan diatas, bila dilihat secara visual maka edible film dengan komposisi 5 gram pati kulit singkong dengan variasi gliserol 0,6 ml memiliki edible film yang transparan, elastis, dan permukaannya yang licin.

Hasil Analisis Uji Ketebalan

Ketebalan merupakan parameter penting yang berpengaruh terhadap pembentukan edible film. Tebal pada film diukur pada lima tempat yang berbeda. Berdasarkan hasil pengukuran dengan menggunakan Microcal Meshmer diperoleh rata-rata ketebalan bekisar antara 0,018 mm \pm 0,0011% sampai dengan 0,097 mm \pm 0,0029%. Edible film yang tidak ditambahkan gliserol memiliki ketebalan rata-rata 0,061 mm \pm 0,0004%. Sedangkan edible film yang ditambahkan gliserol memiliki rata-rata ketebalan terendah sebesar 0,067 mm \pm 0,0029% pada komposisi 5gram pati kulit singkong dengan variasi gliserol 0,2 ml/gram dan yang tertinggi pada ketebalan rata-rata sebesar 0,097 mm \pm 0,0029% pada komposisi 5 gram pati kulit singkong dengan variasi gliserol 0,8 ml/gram. Hasil pengukuran edible film dapat dilihat pada Tabel.2 dibawah ini.

Tabel.2 Hasil Pengujian Ketebalan Edible Film disertai Standar Deviasi (mm \pm %)

Kode Sampel	I	II	III	IV	V	Rata-rata	Standar Deviasi
A1G0	0,061	0,062	0,061	0,061	0,061	0,061	0,0004
A2G1	0,071	0,064	0,065	0,068	0,065	0,067	0,0029
A3G2	0,67	0,070	0,073	0,073	0,076	0,072	0,0034
A4G3	0,092	0,090	0,088	0,084	0,090	0,089	0,0030
A5G4	0,101	0,099	0,094	0,095	0,098	0,097	0,0029

Dari tabel diatas, kita dapat simpulkan bahwa penambahan gliserol berpengaruh pada ketebalan dari suatu edible film. Semakin banyak penambahan kosentrasi gliserol yang diberikan, maka larutan semakin kental sehingga edible film yang dihasilkan semakin tebal. Ketebalan juga meningkat jika komposisi pati ubi kayu yang dilarutkan semakin banyak karena total padatan yang terlarut akan semakin besar yang menyebabkan edible film yang dihasilkan semakin besar. Ketebaln film juga dipengaruhi oleh volume larutan yang ditunangkan ke dalam

cetakan. Ukuran cetakan sama yaitu 21 cm x 21 cm dengan ketebalan 5 mm.

Hasil Analisa Kekuatan Tarik (Tensile Strength)

Kekuatan tarik berperan penting dalam sifat mekanik edible film. Kekuatan tarik adalah tegangan regangan sampel sebelum putus. Sifat mekanik dipengaruhi oleh besarnya jumlah kandungan komponen-komponen penyusun film pati, gliserol dan serbuk. Gliserol sebagai plastisiser dapat memberikan sifat elastis pada film yang jumlah komposisinya bervariasi

sehingga dapat memberikan efek yang berbeda. Film berbahan pati saja bersifat elastis serta memberikan kekuatan tarik yang rendah dibandingkan film yang mengandung

gliserol. Pengaruh terhadap sifat mekanik disebabkan peningkatan affinitas dengan adanya penambahan gliserol. Menurut Weiping Ban (2005) dikutip Yusmarella (2009), *Faktor penting yang mempengaruhi sifat mekanik pada suatu film adalah affinitas antara tiap komponen penyusunnya*. Affinitas adalah suatu fenomena di mana atom-atom molekul tertentu memiliki kecenderungan untuk bersatu atau berikatan. Dengan adanya peningkatan affinitas maka semakin banyak terjadi ikatan antar molekul. Kekuatan suatu bahan dipengaruhi oleh ikatan kimia penyusunnya. Ikatan kimia yang kuat bergantung pada jumlah ikatan molekul dan jenis ikatannya (Seperti ikatan kovalen, ion, hidrogen dan Van der waals). Ikatan kimia yang kuat sulit untuk diputus karena diperlukan energi yang cukup besar untuk memutuskan ikatan tersebut.

Sifat mekanik yang diuji dalam penelitian ini meliputi kekuatan tarik, kemuluran. Analisa kekuatan tarik dan kemuluran campuran pati kulit ubi kayu dengan variasi komposisi pemlastis gliserol yang berbeda merupakan faktor penting untuk menentukan sifat mekanik bahan yang diinginkan. Hasil dari pengujian didapat load dan stoke. Harga load dalam satuan Kgf dan stroke dalam satuan mm. Hasil pengujian ini diolah

kembali untuk mendapatkan kekuatan tarik, kemuluran. Dari kelima perlakuan, hanya 3 perlakuan saja yang memenuhi syarat untuk diuji kuat tarik, dan elastisitas. Ketiga perlakuan yang dapat diuji hanya pada sampel dengan kode A2G1, A4G3, dan A5G4. Tabel 5.3 menunjukkan bahwa pada edible film yang ditambahkan gliserol, nilai kuat tarik menurun seiring dengan peningkatan konsentrasi gliserol. Hal ini terjadi karena pada kadar 20 % campuran berada pada titik jenuh yang menyebabkan molekul-molekul pemlastis hanya terdispersi dan berinteraksi diantara struktur rantai pati yang menyebabkan rantai-rantai pati lebih sulit bergerak akibat halangan sterik. Sementara itu yang menyebabkan kekuatan tarik meningkat dikarenakan adanya gaya intermolekuler antar rantai pati tersebut.

Apabila kadar gliserol ditingkatkan 60%-80% akan menyebabkan kekuatan tarik menurun. Hal ini disebabkan karena titik jenuh telah terlampaui, sehingga molekul pemlastis yang berlebih berada pada fase tersendiri di luar fase pati dan akan menurunkan gaya intermolekuler antar rantai yang menyebabkan gerakan rantai lebih bebas dan akibatnya gaya intermolekuler antar rantai menurun. Berdasarkan penjelasan di atas dapat dikatakan bahwa campuran pati kulit ubi kayu dengan gliserol mencapai kompatibilitas tertinggi pada kadar 20%.

Tabel.3 Hasil Uji Kuat Tarik Edible Film Pati Kulit Ubi Kayu

Kode Sampel	Tensile Strength (GPa)	Standar Deviasi	Modulus Elastisitas (GPa)	Standar Deviasi
A2G1	1,8	0,3	68,3	17,0
A4G3	2,0	0,4	53,9	1,3
A5G4	1,3	0,4	40,4	1,2

Pemilihan edible film pati kulit ubi kayu yang memiliki kuat tarik tertentu tergantung dari penggunaannya. Edible film yang memiliki nilai kuat tarik yang tinggi dapat dimanfaatkan sebagai kemasan untuk produk-produk yang perlu perlindungan tinggi, seperti untuk kemasan tinta. Sedangkan edible film dengan nilai kuat tarik yang rendah dapat dimanfaatkan untuk kemasan seperti makanan ringan, permen, bumbu mie, dan produk pangan lainnya.

Hasil Analisis Persentase Pemanjangan (Elongasi)

Pengukuran nilai kuat tarik biasanya dilakukan bersamaan dengan pengukuran persentase pemanjangan (elongasi). Data analisis Tabel 5.4 Hasil Analisis Persentase Pemanjangan (Elongasi) menunjukkan bahwa pemanjangan edible film makin meningkat dengan meningkatnya penambahan konsentrasi gliserol. Nilai pemanjangan film pada edible film diperoleh nilai terendah $4\% \pm 2\%$ pada sampel

pati kulit ubi kayu 5 gram dengan penambahan gliserol 0,2 ml/gram. Sedangkan nilai pemanjangan film yang tertinggi $11\% \pm 4\%$ pada

sampel pati kulit ubi kayu 5 gram dengan penambahan gliserol 0,8 ml/gram.

Tabel.4 Hasil Analisa Persentase Pemanjangan (Elongasi)

Kode Sampel	Kemuluran (Elongasi) (%)	Standar Deviasi
A2G1	4	2
A4G3	10	4
A5G4	11	4

Peningkatan jumlah gliserol akan menghasilkan edible film dengan persentase pemanjangan yang lebih tinggi dalam batasan edible film yang tidak sampai lembek. Hal ini disebabkan karena adanya peningkatan jumlah gliserol maka akan menurunkan kekuatan gaya antar molekul sehingga mobilitas antar rantai molekul makin meningkat dan persentase pemanjangan edible film pun semakin meningkat. Persentase pemanjangan menentukan keelastisan suatu film. Semakin tinggi persentase suatu pemanjangan maka film tersebut semakin elastis. Gliserol dalam fungsinya sebagai plasticizer dapat menurunkan ikatan kohesi ikatan mekanik antar polimer dan dapat merubah sifat rigiditasnya sehingga edible film yang terbentuk lebih elastis. Penambahan gliserol akan mengurangi gaya intermolekuler sehingga mobilitas antar rantai molekul polimer meningkat.

4. KESIMPULAN

1. Penambahan gliserol dalam film pati kulit ubi kayu dapat meningkatkan kelarutan pati dalam air dan juga dapat menambah kuat tarik film pati dibandingkan tanpa gliserol, penambahan konsentrasi gliserol yang baik bila dilihat dari uji kuat tariknya ialah pada pati kulit ubi 5 gram dengan variasi gliserol 0,6 ml/gram.
2. Hasil analisa persentase kemuluran menunjukkan bahwa nilai yang tertinggi $11\% \pm 4\%$ pada edible film yang dihasilkan dari 5 gram pati kulit ubi kayu dengan variasi gliserol 0,8 ml/gram.
3. Ketebalan suatu edible film bergantung pada banyaknya konsentrasi gliserol yang ditambahkan pada larutan.

Komposisi pati kulit ubi kayu yang ditambahkan pada larutan juga mempengaruhi ketebalan suatu edible film. Semakin meningkat komposisi pati kulit ubi kayu yang ditambah maka ketebalan edible film semakin meningkat juga.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Bayu Tri Harsunu. 2008. Pengaruh Konsentrasi Plasticizer Gliserol dan Komposisi Khitosan dalam Zat Pelarut Terhadap Sifat Fisik Edible Film dari Khitosan. Skripsi, Fakultas Teknik, Departemen Metalurgi dan Material, UI, Jakarta.
- Careda, M. P., C. M. Henrique, M. A. de Oliveira, M. V. Ferraz, N. M. Vincentini. 2000. Characterization of Edible Films of Cassava Starch by Electron Microscopy. *Braz. J. Food Technol* 3: 91-95 (on line).
- Cristiania. 2008. Pengaruh Pelapisan Dengan Edible Coating Berbahan Baku Karagenan Terhadap Karakteristik Buah Stroberi (*Fragaria nilgerrensis*) Selama Penyimpanan Pada Suhu $5^{\circ}\text{C} + 2^{\circ}\text{C}$. Skripsi. Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jatinangor
- Deptan. 2005. Database Pemasaran Internasional Ubi Kayu. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Emma Kemalasari. 2010. Karakteristik Mikrobiologi dan Biodegradasi Edible Film berbasis Pati Ubi Kayu. Skripsi, FMIPA, USU, Medan.
- Farida Hanum, R. 2011. Efektifitas Karbon Aktif Kulit Singkong Untuk Menurunkan Kadar Biological Oksigen Demand (BOD) dan Total Suspended Solid (TSS) Air Limbah Pabrik Tepung Tapioka. Skripsi, Fakultas Kesehatan Masyarakat, USU, Medan.

- Gontard, N., Guilbert, S., dan Cuq, J. L. 1993. Water and Glycerol as Plasticizer Affect Mechanical and Water Barrier Properties at an Edible Wheat Gluten Film. USA: J. Food Science.
- Harris, H. 2001. Kemungkinan Penggunaan Edible Film Dari Pati Tapioka Untuk Pengemas Lempuk. Jurnal Ilmu-Ilmu pertanian Indonesia 3 (2): 99-106.
- Hayati, R., Wina Faradina, Irawan, Pengki, dan Andhini. 2008. Pembuatan dan Analisis Nilai Kalor Briket Kulit Singkong. Skripsi, Fateta IPB. Bogor.
- Hui, Y. H. 2006, Handbook of Food Science, Technology, and, Engineering Volume I. CRC Press, USA
- Maulana, K.W.2008. Pemanfaatan Pati Singkong Sebagai Bahan Baku Edible Film. Laporan Penelitian Beswan Djarum. Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jatinangor
- McHugh, T. H. and Sanesi, E. 2000. A Novel Method to Improve The Quality and Extend The Shelf Life of Fresh-Cut Apples. J. Food Sci. Cambridge: Food Technology Publisher. Co. Inc.
- Prihatman, K. 2000. Ketela Pohon/Singkong (Manihot utilissima Pohl). Available at: <http://www.ristek.go.id> (diakses tanggal 6 Februari 2009)
- Santoso, B., D. Saputra, dan Pambayun, R. 2004. Kajian Teknologi Edible Coating dari Pati dan Aplikasinya Untuk Pengemas Primer Lempok Durian. Jurnal Teknol dan Industri Pangan XV (3).
- Yusmarella. 2009. Studi Pemanfaatan Plastisiser Gliserol dalam Film Pati Ubi dengan Pengisi Serbuk Batang Ubi Kayu. Tesis, Sekolah Pasca Sarjana, USU, Medan.
- Yusi, S.,S., Diana Lo, Hanifah, D. 2009. Potensi Kulit Singkong Dalam Produksi Biobriket Sebagai Solusi Permasalahan Kelangkaan Energi di Indonesia. Laporan Penelitian PKM-GT, Institut Pertanian, Bogor