

Pendayagunaan Pati Singkong dan Tepung Kulit Singkong sebagai Bahan Pembuatan Plastik Biodegradable (Kajian Rasio Pati Singkong dan Tepung Kulit Singkong)

Maimunah Hindun Pulungan*, Nur Hidayat, dan Ali Wafa, Khairina Wardina

Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya

Jl. Veteran Malang 65145, Indonesia

*Penulis Korespondensi. Telp: 08123256436

e-mail:hindunmaimunah@yahoo.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui rasio terbaik antara pati singkong dan tepung kulit singkong sebagai bahan pembuatan plastik *biodegradable*. Penelitian dirancang dengan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) non-faktorial dimana faktornya adalah rasio antara pati singkong dan tepung kulit singkong (100%, 80%, 60%, 40%, 20%, 0% pati singkong dan 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100% tepung kulit singkong). Parameter penilaian yaitu kuat tarik dan *elongation* (metode Llyod), *swelliing* (metode penyerapan air), ketebalan, warna, transmisi uap air, tekstur dan biodegradasi dengan menggunakan EM4. Data yang diperoleh diolah dengan anova, jika ada perbedaan dilanjutkan dengan uji BNT. Rasio terbaik didapat pada kombinasi rasio 100% pati singkong dan 0% tepung kulit singkong dengan nilai kuat tarik sebesar 19,5333 N, *elongation* sebesar 27,47%, *swelling* sebesar 0,30 %, ketebalan sebesar 0,22 mm, intensitas kecerahan nilainya sebesar 61,30 yang berarti cerah, transmisi uap air sebesar 0,0794 g.mm/m.24jam, tekstur yang halus, serta terdegradasi dengan dalam waktu 14 hari.

Kata kunci: pati singkong, tepung kulit singkong, plastik *biodegradable*.

Empowerment of Cassava Starch and Cassava Skin Flour as Material Manufacture Biodegradable Plastic (Study Ratio of Cassava Starch and Cassava Skin Fflour)

Maimunah Hindun Pulungan*, Nur Hidayat, Ali Wafa, Khairina Wardina

Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya

Jl. Veteran Malang 65145, Indonesia

*Corresponding author. Telp: 08123256436

e-mail:hindunmaimunah@yahoo.com

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the best ratio between the cassava starch and cassava skin flour in use as materials for biodegradable plastics. The study used randomized block design non-factorial in which the factor is the ratio between the cassava starch and cassava skin flour (100%, 80%, 60%, 40%, 20%, 0% of cassava starch and 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100% of cassava skin flour). Valuation parameters used are tensile strength and elongation (method Lloyd), swelling (water absorption method), thickness, color, water vapor transmission, textures and biodegradability using EM4. The data obtained were processed with ANOVA test, if there is a difference it will be followed by LSD test. Based on the analysis the results show that the best ratio is on a combination between 100% of cassava starch with 0% of cassava skin flour that the tensile strength value of 19.5333 N, elongation of 27.47%, swelling of 0.3%, a thickness of 0.22 mm, the value color intensity of 61.3 is bright, water vapor transmission of 0.0794 g.mm/m.24 hours, smooth texture, and degraded within 14 days.

Keywords: cassava starch, cassava skin flour, biodegradable plastics.

PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari, manusia banyak memanfaatkan plastik, mulai dari keperluan rumah tangga hingga industri, baik sebagai kemasan maupun kebutuhan lainnya. Pada umumnya, plastik digunakan sebagai kemasan. Salah satu kelemahan plastik yang digunakan sebagai kemasan adalah tidak tahan panas sehingga produk dapat tercemari oleh partikel plastik dan dapat mempengaruhi kesehatan konsumen. Faktor lain permasalahan plastik saat ini adalah penggunaan bahan baku dari minyak bumi yang merupakan bahan tidak terbarukan (Sanjaya, 2011). Hal ini menjadikan penggunaan plastik semakin dipermasalahkan dari sisi lingkungan masa depan.

Berdasarkan pada berbagai kelemahan yang ada pada plastik, maka perlu dicari alternatif bahan baku yang berbasis bahan alami dan mudah terurai. Alternatif dari plastik yang berbahan baku minyak bumi atau plastik sintetis yaitu "*biodegradable plastic*". *Biodegradable plastic* merupakan plastik yang dapat terurai kembali secara alami oleh aktivitas mikroba, karena bahan dasarnya terbuat dari senyawa alami yang diambil dari tumbuhan yaitu berupa pati atau selulosa. Tumbuhan penghasil pati yang banyak juga terdapat pada singkong.

Singkong memiliki kandungan pati sebesar 32,4% (Hidayat, 2009). Produksi singkong di Indonesia pada tahun 2015 mencapai 21.801.415 ton menurut Badan Pusat Statistika Provinsi Jawa Timur (2015). Produksi singkong di Jawa Timur pada tahun 2015 sebesar 3.161.573 ton. Lima kabupaten penghasil singkong terbesar di Jawa timur pada tahun 2015 yaitu Ponorogo mencapai 416.638 ton, Pacitan 319.964 ton, Malang 360.322 ton, Trenggalek 298.195 ton, dan Tuban 123.545 ton. Hal tersebut tentunya sangat mendukung penggunaan komoditas lokal sebagai bahan pembuatan plastik *biodegradable*. Selain singkong, kulit singkong juga memiliki kandungan karbohidrat yang bisa diambil patinya. Kandungan karbohidrat pada kulit singkong sebesar 4,55% (Hidayat, 2009). Keberadaan kulit singkong mencapai 15% dari berat singkong (Lebot, 2009), maka kulit singkong yang dihasilkan pada tahun 2013 sebesar 3.270.212,25 ton. Kulit singkong yang dianggap sebagai limbah selama ini hanya dibuang dan dimanfaatkan sebagai makanan ternak, padahal selain itu kulit singkong yang kaya pati sangat berpotensi sebagai bahan baku plastik (Munthoub, 2011).

Pembuatan plastik *biodegradable* dari pati kulit singkong menurut penelitian Anita *et al.*, (2013), yang memiliki sifat mekanik terbaik didapatkan pada 12 gram pati kulit singkong. Penentuan proporsi bahan baku yang pas akan menghasilkan plastik dengan sifat mekanik terbaik. Menurut penelitian Sanjaya (2011), pembuatan plastik *biodegradable* dari pati kulit singkong yang memiliki sifat mekanik terbaik didapatkan pada konsentrasi kitosan 2% dan gliserol 3%.

Selama ini plastik *biodegradable* yang dikembangkan terbuat dari bahan dasar pati. Penggunaan tepung kulit singkong memiliki kendala karena rendahnya kandungan pati, sehingga diperlukan alternatif lain yaitu penambahan pati singkong.

BAHAN DAN METODE

Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu kulit singkong (singkong diperoleh dari pasar tradisional Merjosari, Malang), pati singkong (produksi PT. Budi *Starch & Sweetener* Tbk, Lampung), kitosan, gliserol, aquades, dan asam asetat yang diperoleh dari UD Makmur Sejati, Malang.

Peralatan Penelitian

Peralatan penelitian mencakup: gelas ukur, tabung erlenmeyer, *beaker glass*, alat pengaduk manual, sendok, timbangan, *hot plate*, *magnetic stirrer*, wadah plastik atau loyang, pisau, kompor, mesin blender, dan kaca bening. Alat uji yang digunakan *tensile strength* (uji kuat tarik dan elastisitas), mikrometer (uji ketebalan), Spektrofotometer (warna), oven, dan desikator (uji transmisi uap air).

Metode Penelitian

Metode penelitian dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap non-faktorial dimana faktornya adalah rasio antara pati singkong dan tepung kulit singkong. Rasionya yaitu 100% pati singkong 0% tepung kulit singkong, 80% pati singkong 20% tepung kulit singkong, 60% pati singkong 40% tepung kulit singkong, 40% pati singkong 60% tepung kulit singkong, 20% pati singkong 80% tepung kulit singkong dan 0% pati singkong 100% tepung kulit singkong.

Penelitian dilakukan dengan dua tahap, yaitu proses pembuatan tepung kulit singkong dan pembuatan plastik *biodegradable*. Pembuatan plastik menggunakan metode *blending* yang dilakukan oleh Sanjaya (2011), dengan mengubah pada pencampuran pati singkong dan tepung kulit singkong dengan pemlastis gliserol dan kitosan. Proporsi kitosan, gliserol, dan aquades dibuat tetap dengan proporsi kitosan sebanyak 2%, gliserol 3%, asam asetat 1%, dan aquades 100 ml.

Analisa dalam pengujian plastik *biodegradable* ini yaitu analisa sifat fisik, mekanik, dan biodegradabilitas. Pengukuran yang dilakukan meliputi: kuat tarik (*tensile strength*) (metode *Llyod*) (Bastioli (2005), elastisitas (*Elongation*) (metode *Llyod*) (Bastioli (2005), *swelling* (metode penyerapan air) (Yuwono dan Susanto, 1998), ketebalan (Cuq *et al.*, 1996), warna (Triyati, 2013), transmisi uap air (Krochta & Nisperas, 1994), uji biodegradabilitas (Sanjaya, 2011), dan organoleptik (tekstur) (Rakhmah, 2006).

Data yang diperoleh kemudian dilakukan analisis sidik ragam (ANOVA). Perolehan data akan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) bila pada faktor terdapat beda nyata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kuat Tarik

Rerata kuat tarik plastik *biodegradable* berkisar antara 11,0333 N sampai 19,5333 N (Tabel 1).

Tabel 1. Rerata kuat tarik plastik *biodegradable* pada berbagai rasio pati singkong dan tepung kulit singkong

Rasio		Rerata kuat tarik (N)	Notasi
Pati singkong (%)	Tepung kulit singkong (%)		
100	0	19,5333	b
80	20	12,7667	a
60	40	14,0667	a
40	60	11,5000	a
20	80	11,4667	a
0	100	11,0333	a

BNT 0,05 = 3,6591

Keterangan: Nilai rerata dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($\alpha=0,05$).

Tabel 1 menunjukkan bahwa rasio 100% pati singkong dan 0% tepung kulit singkong mempunyai nilai kuat tarik berbeda nyata dengan rasio yang lainnya. Kuat tarik semakin menurun sejalan dengan berkurangnya pati singkong dan bertambahnya tepung kulit singkong. Hal ini diduga karena pati singkong dapat tergelatinisasi secara maksimal tanpa tambahan tepung kulit singkong yang mengakibatkan meningkatnya nilai kuat tarik plastik *biodegradable*. Hasil ini selaras dengan penelitian Purwanti (2010) yang menyebutkan pati akan mengalami gelatinisasi secara maksimal pada pembuatan plastik membuat plastik memiliki kuat tarik yang lebih baik, hal tersebut dikarenakan pati yang tergelatinisasi memiliki peningkatan interaksi ikatan antara molekul yang semakin kuat (Marseno, 2012).

Elongation

Rerata pemanjangan (*Elongation*) plastik *biodegradable* berkisar antara 15,78 % sampai 31,09 % (Tabel 2).

Tabel 2. Rerata *elongation* plastik *biodegradable* pada berbagai rasio pati singkong dan tepung kulit singkong

Rasio		Rerata <i>Elongation</i> (%)	Notasi
Pati Singkong (%)	Tepung Kulit Singkong (%)		
100	0	27,47	b
80	20	31,09	c
60	40	24,03	ab
40	60	16,38	a
20	80	18,34	ab
0	100	15,78	a

BNT 0,05 = 9,22

Keterangan : Nilai *elongasi* dengan notasi sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($\alpha=0,05$).

Tabel 2 memperlihatkan bahwa rasio 80% pati singkong, 20% tepung kulit singkong mempunyai nilai *elongation* berbeda nyata dengan rasio yang lainnya. Hal ini diduga karena campuran tepung kulit singkong yang tepat dapat memengaruhi nilai *elongation* pada plastik *biodegradable*. Sesuai dengan pernyataan Putra (2010), yang menyatakan bahwa campuran pada granula pati yang masih terikat dengan air menyebabkan sebagian besar bahan juga belum membentuk matriks kompak sehingga menyebabkan film *biodegradable* plastik memiliki daya regang rendah dan mudah putus. Wittaya (2012) menyatakan, jenis molekul dalam campuran bahan pembuatan plastik *biodegradable* mempengaruhi karakteristik yang dihasilkan. Molekul yang lebih kecil dari molekul pati akan lebih mudah masuk di dalam rantai polimer pati sehingga elastisitas plastik *biodegradable* meningkat.

Swelling

Rerata *swelling* plastik *biodegradable* berkisar antara 0,30% sampai 0,35% (Tabel 3).

Tabel 3. Rerata *swelling* plastik *biodegradable* pada berbagai rasio pati singkong dan tepung kulit singkong

Rasio		Rerata <i>swelling</i> (%)	Notasi
Pati singkong (%)	Tepung kulit singkong (%)		
100	0	0,30	a
80	20	0,35	b
60	40	0,35	b
40	60	0,33	ab
20	80	0,34	b
0	100	0,34	b

BNT 0,05 = 0,04

Keterangan: Nilai rerata dengan notasi sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($\alpha=0,05$).

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa rasio 100% pati singkong, 0% tepung kulit singkong mempunyai nilai *swelling* berbeda nyata dengan rasio yang lainnya. Hal ini diduga karena penambahan tepung kulit singkong yang tepat dapat mempengaruhi nilai *swelling* pada plastik *biodegradable*. Semakin banyak tambahan tepung kulit singkong, nilai *swelling* semakin menurun. Hal ini sesuai dengan pernyataan Darni (2010), bahwa penambahan selulosa akan mengurangi sifat hidrofobik pati karena selulosa yang tidak larut dalam air.

Ketebalan

Rerata ketebalan plastik *biodegradable* berkisar antara 0,18 mm sampai 0,22 mm (Tabel 4).

Tabel 4. Rerata ketebalan plastik *biodegradable* pada berbagai rasio pati singkong dan tepung kulit singkong

Rasio		Rerata ketebalan (mm)	Notasi
Pati singkong (%)	Tepung kulit singkong (%)		
100	0	0,22	c
80	20	0,20	ab
60	40	0,18	a
40	60	0,19	ab
20	80	0,21	bc
0	100	0,19	ab
BNT 0,05 = 0,02			

Keterangan : Rerata dengan notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($\alpha = 0,05$).

Tabel 4 menunjukkan bahwa rasio 100% pati singkong dan 0% tepung kulit singkong mempunyai nilai ketebalan berbeda nyata dengan yang lainnya. Hal ini diduga karena penambahan tepung kulit singkong yang semakin banyak mengakibatkan bahan sulit tercampur merata dengan pati singkong. Sehingga ketebalan semakin menurun karena air yang tidak dapat masuk ke dalam campuran akan menguap saat pengeringan plastik *biodegradable*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Bourtoom (2008), yang menyatakan bahwa ketebalan plastik *biodegradable* juga merupakan sifat fisik yang dipengaruhi oleh konsentrasi padatan terlarut dalam larutan film. Sudaryati *et al.* (2010) menyatakan, jarak intermolekuler rantai polimer yang saling terikat menyebabkan akan menurunnya jumlah air yang terikat sehingga ketebalan semakin turun. Air yang menguap semakin banyak mengakibatkan jarak antar molekul menjadi semakin rapat yang mengakibatkan ketebalan film semakin tipis.

Warna

Rerata warna plastik *biodegradable* berkisar antara 44,87 sampai 61,30 (Tabel 5).

Tabel 5. Rerata warna plastik *biodegradable* pada berbagai rasio pati singkong dantepung kulit singkong

Rasio		Rerata warna	Notasi
Pati singkong (%)	Tepung kulit singkong (%)		
100	0	61,30	e
80	20	51,07	c
60	40	53,20	d
40	60	46,53	b
20	80	45,63	ab
0	100	44,87	a
BNT 0,05 = 1,45			

Skala penilaian: 0 = Gelap; 100 = Sangat Cerah

Keterangan: Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($\alpha = 0,05$).

Pengujian warna menggunakan intensitas warna yang meliputi L (kecerahan), a (merah), b (kuning). Pengujian warna pada plastik *biodegradable* yang digunakan yaitu intensitas warna L (kecerahan). Nilai kecerahan maksimal yaitu 100. Pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa pada rasio 100% pati singkong, 0% tepung kulit singkong memiliki nilai warna yang berbeda dengan yang lainnya. Hal ini diduga karena penambahan tepung kulit singkong yang memiliki kandungan bukan hanya pati mengakibatkan warna plastik memiliki tingkat kecerahan yang semakin menurun. Hal ini sesuai dengan pernyataan Tapia-Blacido (2008), yang menyatakan bahwa plastik *biodegradable* yang memiliki tingkat kecerahan yang gelap dipengaruhi oleh beberapa komponen seperti adanya kandungan protein, lemak, dan serat yang terdapat pada bahan baku yang di gunakan dalam pembuatan plastik *biodegradable*.

Transmisi Uap Air

Rerata transmisi uap air plastik *biodegradable* berkisar antara 0,0747 g.mm/m.24jam sampai 0,0794 g.mm/m.24jam (Tabel 6).

Tabel 6. Rerata transmisi uap air plastik *biodegradable* pada berbagai rasio pati singkong dan tepung kulit singkong

Rasio		Rerata transmisi uap air (g.mm/m. 24jam)	Notasi
Pati singkong (%)	Tepung kulit singkong (%)		
100	0	0,0794	b
80	20	0,0774	a
60	40	0,0762	a
40	60	0,0747	a
20	80	0,0785	a
0	100	0,0757	a
BNT 0,05 = 0,0043			

Keterangan: Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($\alpha=0,05$).

Pada Tabel 6 dapat dilihat bahwa rasio 100% pati singkong dan 0% tepung kulit singkong memiliki nilai transmisi uap air berbeda dengan yang lainnya. Hal ini diduga karena penambahan tepung kulit singkong pada pati singkong mengakibatkan molekul sulit tergelatinisasi. Hasil ini sesuai dengan penelitian Putra (2010). Penyempitan rongga sel ini akan menurunkan laju perpindahan uap air. Widiawan (2012) menyatakan, pada saat film telah dikeringkan, ruang antar sel pada gel yang terbentuk akan semakin sempit.

Tekstur

Rerata nilai kesukaan tekstur berkisar antara 1,16 sampai 5,30 yaitu dari sangat halus hingga sangat kasar. Rerata nilai kesukaan panelis terhadap tekstur plastik *biodegradable* dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rerata nilai kesukaan panelis terhadap tekstur plastik *biodegradable*

Rasio		Tekstur	Notasi
Pati singkong (%)	Tepung kulit singkong (%)		
100	0	1,16	a
80	20	2,26	b
60	40	4,14	bc
40	60	3,92	bc
20	80	4,22	bc
0	100	5,30	c

Keterangan: Notasi yang didampingi oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($\alpha=0,05$).













Pada Tabel 7 dapat dilihat rasio 100 % pati singkong dan 0 % tepung kulit singkong nilainya yaitu 1,16 yang berada pada kisaran antara sangat halus dan halus. Hal ini diduga karena penambahan tepung kulit singkong yang memiliki kandungan selain pati, sehingga mengakibatkan adanya

gumpalan-gumpalan pada plastik *biodegradable*. Sesuai dengan pernyataan Pellisari *et al.*, (2013) yang menyatakan bahwa ketidakberaturan tekstur permukaan pada plastik *biodegradable* diakibatkan dari adanya berbagai molekul selain selulosa dalam jaringan polimer plastik *biodegradable*. Penyebab lainnya adalah adanya interaksi antara komponen-komponen molekul. Komponen molekul memiliki peran penting dalam pembentukan struktur tekstur pada plastik *biodegradable*.

Biodegradasi Plastik *Biodegradable*

Plastik *biodegradable* dari rasio pati singkong dan tepung kulit singkong di uji sifat biodegradabilitasnya menggunakan EM4 (*Effective Microorganism*). EM4 merupakan campuran inokulum yang terdiri dari *Lactobacillus*, *Actinomycetes*, *Streptomyces*, ragi jamur, dan bakteri fotosentik (Eva, 2011) . Bakteri-bakteri ini akan mendegradasi plastik *biodegradable* dengan cara mendegradasi polimer menjadi lebih sederhana dengan bantuan enzim yang dihasilkan dari bakteri tersebut. Hasil pengamatan uji biodegradasi plastik *biodegradable* dilakukan melalui pengamatan secara visual. Pengamatan secara visual dilakukan dengan memfoto plastik yang berada didalam larutan EM4. Pengamatan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil uji biodegradasi menggunakan EM4

Rasio		Hari ke 0	Hari ke 14
Pati singkong (%)	Tepung kulit singkong (%)		
100	0		
80	20		
60	40		
40	60		
20	80		
0	100		

Plastik dengan rasio 100% pati singkong dan 0% tepung kulit singkong mengalami proses degradasi lebih cepat dari pada rasio lainnya. Hal ini diduga karena penambahan tepung kulit singkong yang mempunyai kandungan selain pati mengakibatkan proses pendegradasian sedikit lebih lambat terurai pada larutan EM4. Hal ini sesuai dengan pernyataan Aripin dan Kustiyah (2017), polimer akan terdegradasi karena proses kerusakan atau penurunan mutu karena putusanya ikatan rantai pada polimer.

Pemilihan Perlakuan Terbaik

Perlakuan terbaik diperoleh pada rasio 100% pati singkong dan 0% tepung kulit singkong. Hasil pemilihan perlakuan terbaik dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil pemilihan perlakuan terbaik

Karakteristik	Hasil Penelitian Terbaik
Kuat Tarik (N/cm ²)	19,53
Elastisitas (%)	27,47
Swelling (%)	0,30
Ketebalan (mm)	0,22
Warna	61,30
Transmisi uap air (g.mm/m.24jam)	0,0794
Tekstur	Halus
Biodegradasi	75%

KESIMPULAN

Rasio terbaik pada pembuatan plastik *biodegradable* adalah rasio 100% pati singkong dan 0% tepung kulit singkong dengan karakteristik nilai kuat tarik sebesar 19,5333 N, *elongation* sebesar 27,47%, *swelling* sebesar 0,30 %, ketebalan sebesar 0,22 mm, intensitas kecerahan nilainya sebesar 61,30 yang berarti cerah, transmisi uap air sebesar 0,0794 g.mm/m.24jam, tekstur yang halus, serta terdegradasi hampir keseluruhan (75%) dengan menggunakan EM4 dalam waktu 14 hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan terselesaikannya penelitian ini, penulis mengucapkan terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada seluruh civitas Jurusan Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya yang telah membantu penulis dalam melaksanakan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anita, Z., Akbar, F., & Harahap, H. (2013). Pengaruh Penambahan Gliserol Terhadap Sifat Mekanik *Film* Plastik Biodegradasi dari Kulit Singkong. *Jurnal Kimia Universitas Sumatra Utara*, 2(2), 37-41.
- Aripin, S., B. Saing, & E. Kustiyah. 2017. Studi Pembuatan Bahan Alternatif Plastik *Biodegradable* dari Pati Ubi Jalar dengan *Plasticizer* Gliserol dengan Metode *MeltIntercalation*. *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, 6, 79-84.
- Badan Pusat Statistik. (2015). *Produksi Ubi Kayu Menurut Provinsi (ton), 1993-2015*. <https://www.bps.go.id/dynamictable/2015/09/09/880/produksi-ubi-kayu-menurut-provinsi-ton-1993-2015.html>. Diakses 2 Agustus 2018.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. (2015). *Produksi Ubi Kayu Menurut Kabupaten/Kota di Jawa Timur Tahun 2007-2016 (Ton)*. <https://jatim.bps.go.id/statictable/2018/02/07/870/produksi-ubi-kayu-menurut-kabupaten-kota-di-jawa-timur-ton-2007-2016.html>. Diakses 2 Agustus 2018.
- Bastioli, C. (2005). *Mater-Bi: Biodegradable Material for Various Applications*. London, UK: Technomic Pub. Co.
- Bourtoom, T. & Manjeet, S.C. 2008. Preparation and Properties of Rice Starch – Chitosan Blend Biodegradable Film. *Journal of Food Science and Technology*. 41(9), 1633-1641.
- Cuq, B. K., Gontard, N., & Aymand, C. (1996). Functional Properties of Myofibrillar Protein-Based Biopackaging as Affected by Film Thickness. *Journal of Food Science*. 16(3), 580-584.
- Darni, Y. (2010). Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas Bioplastik dari Pati Sorgum. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 7(4), 88-93.
- Eva, S. (2011). Pengaruh Dosis EM4 dan Pupuk Kandang Sapi Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica Juncea L.*). *Jurnal Agritek*. 8(4), 505-510.
- Hidayat, C. (2009). Peluang Penggunaan Kulit Singkong Sebagai Pakan Unggas. Dalam *Seminar Nasional Teknologi dan Veteriner*. Balai Penelitian Ternak. Bogor
- Krochta, J. M. & Nisperas, C. (1994). *Edible Coatings and Films to Improve food Quality*. Londong, UK: Technomic Pub.Co.
- Lebot, V. (2009). *Tropical Root and Tuber Crops: Cassava, Sweet Potato, Yams and Aroids*. New York: Cabi North American Office.
- Marseno, D. W. (2012). Karakterisasi Sifat-sifat Fisik dan Mekanik Edible Film Berbasis Pati Sagu. *Jurnal Ilmu Hayati*. 7(2), 121-130.
- Munthoub, D.I. (2011). Tensile and Water Absorption of Biodegradable Composites Derived from Cassava Skin/Polyvinyl Alcohol With Glycerol as Plasticizer. *Journal Sains Malaysiana*. 40(7), 713-718.
- Pelissari, F. M., Andrade-Mahecha, M. M., Sobral, P. J. A. & Menegalli, F. C. (2013). Comparative Study on the Properties of Flour and Starch Films of Plantain Bananas (*Musa paradisiaca*). *Journal Food Hydrocolloids*. 3(2), 681-690.
- Purwanti, A. (2010). Analisis Kuat Tarik dan *Elongasi* Plastik Kitosan *Terplastisasi* Sorbitol. *Jurnal Teknologi*. 3(2), 23-30.

- Putra, J. (2010). Pembuatan Membran Kitin dan Pengujian Sifat Permeabilitasnya. *Jurnal Penelitian Pangan*. 18(2), 15-17.
- Rakhmah, R. F. (2006). Pengujian Organoleptik (Evaluasi Sensori) Dalam Industri Pangan. *Jurnal Universitas Surakarta*. 2(1), 33-34.
- Sanjaya, I. G. (2011). *Pengaruh Penambahan Khitosan dan Plasticizer Gliserol pada Karakteristik Plastik Biodegradable dari Pati Limbah Kulit Singkong (Skripsi)*. Institut Teknologi Surabaya. Indonesia.
- Sudaryati, H.P., Tri Mulyani, S., & Egha Rodhlu, H. (2010). Sifat Fisik dan Mekanis Edible Film dari Tepung Porang dan Karboksimetilselulosa. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 11(3), 45-56.
- Tapia-Blácido, D. R. (2008). Development and Characterization of Biofilms Based on Amaranth Flour (*Amaranthus caudatus*). *Journal of Food Engineering*. 67(1-2), 215-223.
- Triyati, E. (2013). Spektrofotometri Ultra-Violet dan Sinar Tampak Serta Aplikasinya dalam Oseanologi. *Jurnal Penelitian Ekologi Laut*. 10(1), 39-47.
- Widiawan, I. M. E. (2012). Karakterisasi Sifat Fisiko - Kimia Pati Talas Kimpul (*Xanthosoma Sagittifolium*) Termodifikasi Dengan Metode Asetilasi. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 1(3), 66-69.
- Wittaya, T. (2012). Rice Starch-Based Biodegradable Films: Properties Enhancement, Structure and Function of Food Engineering. *Journal of Food Technology*. 4(3), 89-92.
- Yuwono, S & Susanto, T. (1998). *Pengujian Fisik Pangan (Skripsi)*. Universitas Brawijaya. Indonesia.

