

PENINGKATAN KARAKTERISTIK  
MEKANIK FILM PLASTIK  
BIODEGRADABLE DARI PATI  
SINGKONG DENGAN PERLAKUAN  
PENTANOL-1 DALAM PROSES  
POLIMERISASI

*By* ENDANG DARMAWAN

# PENINGKATAN KARAKTERISTIK MEKANIK FILM PLASTIK BIODEGRADABLE DARI PATI SINGKONG DENGAN PERLAKUAN PENTANOL-1 DALAM PROSES POLIMERISASI

Feris Firdaus\*, Sri Mulyaningsih\*\*, Endang Darmawan\*\*

\* Peneliti : Kimia Material dan Komposit. Lembaga Penelitian Ull, fiva\_izause@yahoo.com

\*\* Dosen, Jurusan Farmasi FMIPA UII, enddarmawan@yahoo.com

## Abstract

*Starch is a renewable degradable carbohydrate biopolymer that can be purified from various sources by environmentally sound processes. Starch, by it self, has severe limitation due to its water solubility. Articles made from starch will swell and deform upon exposure to moisture. To improve some of the properties, starch is often blended with hydrophobic biopolymers. Starch generally consist of amylase (hydrophilic biopolymer) and amylopectin (hydrophobic biopolymer). The amylopectin was isolated from amylase by diluting penthanol-1 then both amylase and amylopectin blended together to form biopolymer. The amylopectin was cross-linked with amylase, and biodegradable plastic films produced mechanically were more optimal than before, and they were longer in water resistant time. The biodegradable plastic films produced were prospective biodegradable plastics for eco-friendly packaging.*

**Keywords:** starch, amylase, amylopectin, penthanol-1. biodegradable plastic films.

## Pendahuluan

Asia adalah konsumen plastik terbesar di dunia menyerap sekitar 30% konsumsi plastik dunia diikuti benua Amerika, Eropa, serta negara-negara lain Plastik dan polimer banyak digunakan di berbagai sektor kehidupan. Hampir setiap produk menggunakan plastik sebagai kemasan atau sebagai bahan dasar. Setiap tahun sekitar 100 juta ton plastik diproduksi dunia untuk industri. Dan kira-kira sebesar itulah sampah digunakan di berbagai sektor industri. Dan kira-kira sebesar itulah sampah plastik yang dihasilkan setiap tahun. Sesuai perkiraan Industri Plastik Olefin Indonesia (INAPlas) disebutkan, kebutuhan plastik masyarakat Indonesia di tahun 2002 sekitar 1,9 juta ton kemudian meningkat menjadi 2,1 juta ton di tahun 2003. Sementara kebutuhan plastik dalam negeri di tahun 2004 diperkirakan mencapai 2,3 juta ton. Ini berarti sudah berpuluh-puluh ton plastik yang telah diproduksi dan digunakan masyarakat. Plastik telah menjadi kebutuhan hidup yang terus meningkat jumlahnya (Martaningtyas, 2004).

Plastik sangat berpotensi menjadi material yang mengancam kelangsungan makhluk hidup di bumi ini. Untuk menyelamatkan lingkungan dari bahaya plastik, saat ini telah dikembangkan plastik *biodegradable*, artinya plastik ini dapat duraikan kembali mikroorganisme secara alami menjadi senyawa yang ramah lingkungan. Biasanya plastik konvensional berbahan dasar petroleum, gas alam, atau batu bara. Sementara plastik *biodegradable* terbuat dari material yang dapat diperbaharui, yaitu dari senyawa-senyawa yang terdapat dalam tanaman misalnya selulosa, kolagen, kasein, protein atau lipid yang terdapat dalam hewan.

Secara umum film plastik *biodegradable* diartikan sebagai film yang dapat didaur ulang dan dapat dihancurkan secara alami. Griffin (1994), plastik *biodegradable* adalah suatu bahan dalam kondisi tertentu, waktu tertentu mengalami perubahan dalam struktur kimianya, yang mempengaruhi sifat-sifat yang dimilikinya oleh pengaruh mikroorganisme (bakteri, jamur, algae). Sedangkan Seal (1994), film plastik *biodegradable* adalah suatu material polimer yang berubah kedalam senyawa berat molekul rendah dimana paling sedikit satu tahap pada proses degradasinya melalui metabolisme organisme secara alami.

Plastik *biodegradable* berbahan dasar pati/amilum dapat didegradasi bakteri *pseudomonas* dan *bacillus* memutus rantai polimer menjadi monomer-monomernya. Senyawa-senyawa hasil degradasi polimer selain menghasilkan karbon dioksida dan air, juga menghasilkan senyawa organik lain yaitu asam organik dan aldehid yang tidak berbahaya bagi lingkungan. Plastik berbahan dasar pati/amilum aman bagi lingkungan. Sebagai perbandingan, plastik tradisional membutuhkan waktu sekitar 50 tahun agar dapat terdekomposisi alam, sementara plastik *biodegradable* dapat terdekomposisi 10 hingga 20 kali lebih cepat. Hasil degradasi plastik ini dapat digunakan sebagai makanan hewan ternak atau sebagai pupuk kompos. Plastik *biodegradable* yang terbakar tidak menghasilkan senyawa kimia berbahaya. Kualitas tanah akan meningkat dengan adanya plastik *biodegradable*. karena hasil penguraian mikroorganisme meningkatkan unsur hara dalam tanah.

Proyeksi kebutuhan plastik *biodegradable* hingga tahun 2010 yang dikeluarkan oleh Japan Biodegradable Plastik Society. tahun 1999, produksi plastik biodegradabel hanya sebesar 2500 ton, yang merupakan 11 10.000 dari total produksi bahan plastik sintetis. Pada tahun 2010, diproyeksikan produksi plastik biodegradabel akan mencapai 1.200.000 ton atau menjadi 11 10 dari total produksi bahan plastik. Industri plastik biodegradabel akan berkembang menjadi industri besar di masa yang akan datang karena potensi alam Indonesia yang demikian besar (Pranamuda, 2003).

Jerman, India, Australia, Jepang, dan Amerika adalah negara yang paling intensif mengembangkan riset plastik *biodegradable* dan mempromosikan penggunaannya menggantikan plastik konvensional. Komunitas internasional sepakat, penggunaan bahan polimer sintetis ramah lingkungan harus terus ditingkatkan. Penggunaan skala besar place berbahan *biodegradable* ini akan membantu mengurangi penggunaan minyak bumi, gas alam dan sumber mineral lain serta turut berkontribusi menyelamatkan lingkungan. Sementara itu, penggunaan di Indonesia masih jauh panggang dari api. Padahal sudah jelas potensi bahan baku pembuatan plastik *biodegradable* sangat besar di Indonesia.

Di Indonesia penelitian dan pengembangan teknologi film plastik *biodegradable* masih sangat terbatas. Hal ini terjadi karena selain kemampuan sumber daya manusia dalam penguasaan ilmu dan teknologi bahan, juga dukungan dana penelitian yang terbatas. Dipahami bahwa penelitian dalam bidang ilmu dasar memerlukan waktu lama dan dana yang besar. Sebenarnya prospek pengembangan biopolimer untuk film plastik *biodegradable* di Indonesia sangat potensial. Alasan ini didukung oleh adanya sumber daya alam, khususnya hasil pertanian yang melimpah dan dapat diperoleh sepanjang tahun. Berbagai hasil pertanian yang potensial untuk dikembangkan menjadi biopolimer adalah jagung, sagu, kacang kedele, kentang, pati/amilum tapioka, ubi kayu (nabati) dan chitin dari kulit udang (hewani) dan lain sebagainya.

Kekayaan akan sumber bahan dasar seperti tersebut di atas, justru sebaliknya menjadi persoalan potensial yang serius pada negara-negara yang telah maju dan menguasai ilmu dan teknologi film plastik *biodegradable*, khususnya di Jerman. Negara tersebut dengan penguasaan IPTEK yang tinggi bidang teknologi kemasan plastik *biodegradable*, merasa khawatir kekurangan sumber bahan dasar (raw materials) dan akan menjadi sangat tergantung pada negara yang kaya akan sumber daya alam. Indonesia sebagai negara yang kaya sumber daya alam (hasil pertanian), sangat potensial menghasilkan berbagai bahan biopolimer, sehingga teknologi kemasan plastik *biodegradable* mempunyai prospek yang baik (Latief, 2001).

Metode pembuatan film plastik *biodegradable* telah berkembang sangat pesat. Beberapa metode pembentukan film plastik *biodegradable* yang dapat diterapkan diantaranya yang dikembangkan oleh Yamada, et. al. (1995), Frinault, et. al. (1997), Isobe (1999). Namun demikian, pemilihan metode/teknologi produksi didasarkan pada evaluasi terhadap karakteristik fisik dan mekanik film yang dihasilkan. Selain karakteristik tersebut, juga didasarkan pada nilai biodegradabilitas film pada berbagai kondisi. Dalam penelitian sebelumnya, Peneliti telah berhasil membuat film *biodegradable* dari limbah industri tepung tapioka (kulit dan ampas singkong), plastik namun hasilnya belum optimal baik ditinjau dari karakteristik fisik, mekanik dan ketahanan terhadap air (Firdaus dan Adrianti, 2004; Firdaus dan Anwar, 2005).

Berdasarkan rekomendasi hasil penelitian sebelumnya, perlu dilakukan rekayasa dalam meningkatkan karakteristik fisik dan mekanik produk film plastik *biodegradable* yang dihasilkan. Secara teoritis, pati/amilum tersusun atas 2 biopolimer besar yakni amilosa (larut dalam air) dan amilopektin (tidak larut dalam air). Amilopektin dapat larut sempurna dalam pentanol-1 sedangkan amilosa tidak sehingga amilopektin dapat dipisahkan/dilepaskan dari amilosa (Fessenden dan Fessenden, 1997). Oleh sebab itu, Peneliti mencoba melepaskan amilopektin dari amilosa dengan menambahkan pentanol-1, amilopektin yang terlarut dalam pentanol-1 dan terpisah dari amilosa, dipolimerisasi secara bersamaan dalam satu bejana dengan harapan amilopektin akan tetap berada di luar amilosa dan melapisi bagian luar amilosa pada saat keduanya terpolimerisasi. Hal itu menjadi fokus tujuan penelitian ini, yakni untuk meningkatkan karakteristik mekanik dan ketahanan air produk film plastik *biodegradable* yang dihasilkan. Di samping itu mikrostruktur/morfologinya juga dianalisis karena dimungkinkan akan terjadi perubahan sebelum dan sesudah diberi perlakuan pentanol-1.

## Metodologi

Penelitian ini adalah penelitian yang bersifat eksperimental murni yang dilakukan di laboratorium yang sering disebut sebagai The True Experimental Research. Bahan yang digunakan adalah pati yang di ekstrak dari singkong, pentanol-1, gliserol, dan aquades. Peralatan yang digunakan adalah grander, blender, seperangkat alat gelas, bejana, pemanas elektrik, termometer, cetakan PE, oven, tenso lab (mesdan), mikroskop elektrik (EM 30  $\mu\text{m}$ /nikon HFX-DX).

Mekanisme penelitiannya dimulai dengan ekstraksi pati dari singkong dengan aquades, disaring, diendapkan dan dikeringkan. Pati kering 50 gr dilarutkan dalam blender berisi pentanol-1 50 ml, proses isolasi berlangsung selama 5 menit. Proses polimerisasi campuran amilosa dan amilopektin tersebut dimulai dengan pemanasan suhu 80-90 °C dengan penambahan aquades 300 ml, sampai terbentuk biopolymer kemudian dicampur dengan gliserol (plasticizer), diaduk selama 3 menit kemudian dicetak dalam cetakan PE, dioven selama 2x24 jam pada suhu 45 °C, selanjutnya dilepaskan dari cetakan dan dikondisikan dalam suhu kamar/ruangan selama 24, film plastik *biodegradable* siap dilakukan analisis dan pengujian.

Analisis morfologi terhadap film plastik *biodegradable* yang dihasilkan dilakukan menggunakan mikroskop elektrik (EM 30  $\mu\text{m}$ ). Selanjutnya dilakukan uji karakteristik mekanik (tensile strength, elongation at break, elastic modulus) terhadap film plastik *biodegradable* dengan ukuran sampel 3x25 cm menggunakan tenso lab. Uji ketahanan air dilakukan dengan cara merendam film plastik *biodegradable* di dalam gelas terbuka berisi aquades dalam suhu ruangan, dilakukan pengamatan intensif setiap hari. Langkah terakhir adalah mengumpulkan semua data hasil penelitian kemudian dilakukan pembahasan, penafsiran dan generalisasi.

## Hasil dan Pembahasan

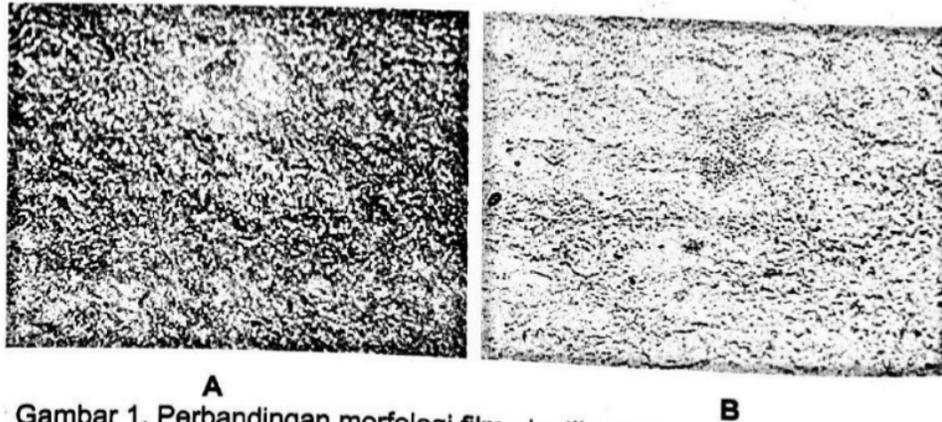
Kemampuan suatu bahan dasar dalam pembentukan film pada proses polimerisasi dapat diterangkan melalui fenomena fase transisi gelas Pada fase tertentu diantara fase cair dengan padat, massa dapat dicetak atau dibentuk menjadi suatu bentuk tertentu pada suhu dan kondisi lingkungan yang tertentu. Fase transisi gelas biasanya terjadi pada bahan berupa polimer. Sedangkan suhu dimana fase transisi gelas terjadi disebut sebagai titik fase gelas (glassy point). Pada suhu tersebut bahan padat dapat dicetak menjadi suatu bentuk yang dikehendaki, misalnya bentuk lembaran tipis (film).

Madeka dan Kokini (1996), meneliti suhu transisi pada keadaan antara glassy ke rubbery (elastis) dari zein murni dengan kadar air 15-35%. Hasil penelitian menunjukkan terjadinya jalinan reaksi transisi pada suhu antara 65-160°C untuk tepung zein dengan kadar air di atas 25 %. Dibawah suhu 65° C zein terlihat seperti cairan polimer yang kusut (entangled fluid polymer), sedang di atas suhu 160° C ikatan silang agregat zein menjadi lemah. Kaitan dengan gejala ini, polimer zein dari jagung yang dilarutkan dalam pelarut organik dapat dicetak menjadi film plastik. Secara kimia kemampuan membentuk film dijelaskan oleh Argos, et al., (1982), sebagai akibat terjadinya interaksi glutamin pada batang batang (planes) molekul zein yang bertumpuk. Selanjutnya Gennadios, et. al., (1994), bahwa film terbentuk melalui ikatan hidrofobik, hidrogen dan sedikit ikatan disulfid diantara cabang-cabang molekul zein (Latief, 2001).

Gambar 1 berikut adalah morfologi film plastik *biodegradable* dari pati singkong tanpa dan dengan perlakuan pentanol-1. Secara visual tampak dalam gambar 1 tersebut bahwa terdapat perbedaan mikrostruktur/morfologi yang jelas. Hal itu menunjukkan bahwa perlakuan

pentanol-1 dalam proses polimerisasi tersebut telah merubah morfologi film plastik *biodegradable* yang dihasilkan. Gambar 1 tersebut secara jelas telah membuktikan bahwa pati yang termodifikasi oleh pentanol-1 telah menyebabkan perubahan mikrostruktur/morfologi film plastik *biodegradable* yang dihasilkan.

Gambar 1. Perbandingan morfologi film plastik *biodegradable* (EM 30  $\mu\text{m}$ )



Gambar 1. Perbandingan morfologi film plastik *biodegradable* (EM 30  $\mu\text{m}$ )

Tampak jelas dalam gambar 1 tersebut bahwa gambar A (film plastik *biodegradable* dari pati singkong) memiliki mikrostruktur/morfologi yang relative berbeda dibandingkan gambar B (film plastik *biodegradable* dari dari pati singkong dengan perlakuan pentanol-1). Perbedaan morfologi tersebut tampak jelas pada mikrostruktur yang dimiliki kedua produk film plastik *biodegradable* tersebut, pada gambar A tampak mikrostrukturnya agak kasar sedangkan pada gambar B tampak lebih halus. Fakta tersebut telah menjawab hipotesis penelitian bahwa perlakuan pentanol-1 dalam proses polimerisasi terbukti dapat merubah mikrostruktur produk film plastik *biodegradable* yang dihasilkan. Harapan dari fenomena tersebut adalah bahwa produk film plastik *biodegradable* dari pati singkong dengan perlakuan pentanol-1 tersebut secara linear berdampak positif terhadap peningkatan karakteristik mekanik dan ketahanan airnya.

Dalam tabel 1 berikut ini disajikan hasil pengujian karakteristik mekanik produk film plastik *biodegradable* dari pati singkong yang dibandingkan dengan produk film plastik *biodegradable* dari pati singkong dengan perlakuan pentanol-1, dan produk film plastik konvensional/sintetik (*polyethylene*). Karakteristik mekanik yang diujikan adalah daya rentang (tensile strength), elongasi (elongation at break), dan modulus elastisitas (elastic modulus).

Tabel 1. Perbandingan karakteristik mekanik film plastik yang dihasilkan

Sample Uji	Tensile Strength ( $\text{N/m}^2$ )	Elongation at Break (%)	Elastic Modulus (N)
A	325,067	11,208	2,438
B	1482,400	24,250	11,118
C	1177,200	4,583	8,829

**Note:**

A : film plastik *biodegradable* dari pati singkong

B : film plastik *biodegradable* dari pati singkong dengan perlakuan pentanol-1

C: film plastik konvensional/sintetik (*polyethylene*)

Tampak dalam tabel 1 tersebut bahwa film plastik *biodegradable* dari pati singkong memiliki daya rentang 325,067 N/m<sup>2</sup>, modulus elastisitas 2,438 N dan elongasi 11,208 %. Karakteristik mekanik produk film plastik *biodegradable* tersebut khususnya untuk modulus elastisitas dan daya rentangnya masih jauh dari optimal apabila dibandingkan dengan produk film plastik konvensional/sintetik yang ada dipasaran. Tetapi untuk elongasinya sudah sangat baik/jauh lebih optimal dibanding film plastik konvensional/sintetik. Itulah kelemahan produk film plastik *biodegradable* yang terbuat dari pati saja tanpa adanya modifikasi tertentu yang dapat memperkuat karakteristik mekaniknya.

Produk film plastik *biodegradable* dari pati singkong dengan perlakuan pentanol-1 terbukti memiliki karakteristik mekanik yang jauh lebih optimal dibanding produk film plastik *biodegradable* dari pati singkong bahkan jauh lebih optimal dari produk film plastik konvensional/sintetik (*polyethylene*) yang ada di pasaran. Hal itu dapat dicermati dalam tabel 1 bahwa film plastik *biodegradable* dari pati singkong dengan perlakuan pentanol-1 memiliki daya rentang 1482,400 N/m<sup>2</sup>, modulus elastisitas 11,118 N dan elongasi 24,250 %. Fakta ini telah menjawab hipotesa penelitian bahwa karakteristik mekanik produk film plastik *biodegradable* dari pati singkong dengan perlakuan pentanol-1 lebih optimal dari produk film plastik *biodegradable* dari pati singkong bahkan sekaligus lebih optimal dibanding produk film plastik konvensional/sintetik (*polyethylene*) yang ada di pasaran.

Tabel 2. Perbandingan ketahanan air film plastik biodegradable

Sample Uji	Minggu I	Minggu II	Minggu III
A	Baik/Air Bening	Baik/Air Keruh	Rusak/Air Keruh
B	Baik/Air Bening	Baik/Air Bening	Baik/Air Keruh

**Note:**

A : film plastik *biodegradable* dari pati singkong

B : film plastik *biodegradable* dari pati singkong dengan perlakuan pentanol-1

Tabel 2 tersebut menggambarkan perbandingan hasil pengamatan tentang ketahanan produk film plastik *biodegradable* yang dihasilkan. Produk film plastik *biodegradable* tersebut ditempatkan di dalam gelas transparan yang berisi air bening (aquades) dan pengamatan dilakukan setiap minggu, mulai dari minggu I, II, dan III. Hasil pengamatan tersebut mengindikasikan secara jelas bahwa produk film plastik *biodegradable* dari pati singkong dengan perlakuan pentanol-1 memiliki ketahanan air yang lebih optimal dibanding produk film plastik *biodegradable* dari pati singkong.

Hal itu dapat dicermati dalam tabel 2 yang menunjukkan adanya perubahan air akibat larutnya film plastik *biodegradable* dari pati singkong pada minggu II dan mengalami kerusakan pada minggu III, sedangkan produk film plastik *biodegradable* dari pati singkong

dengan perlakuan pentanol-1 masih bertahan dengan kondisi yang baik dan terjadi perubahan pada air. Fakta tersebut membuktikan bahwa seperti karakteristik amilopektin sendiri adalah tidak larut dalam air (Fessenden dan Fessenden, 1997) dan tampaknya karakteristiknya tersebut mampu merubah karakteristik film plastik *biodegradable* yang dihasilkan. Komposit amilosa-amilopektin tersebut menjadi satu kesatuan biokomposit yang berikatan secara crosslinking. Fakta tersebut juga sekaligus membuktikan hipotesis penelitian bahwa ketahanan air produk film plastik *biodegradable* dari pati singkong dengan perlakuan pentanol-1 lebih optimal dibanding produk film plastik *biodegradable* dari pati singkong.

9

### Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa perlakuan pentan<sup>15</sup>ol dalam proses polimerisasi terbukti telah memberi perubahan mikrostruktur/morfologi film plastik *biodegradable* yang dihasilkan. Perubahan mikrostruktur pada film plastik *biodegradable* tersebut telah membawa dampak positif terhadap karakteristik mekanik dan ketahanan air produk film plastik *biodegradable* dari pati singkong dengan perlakuan pentanol-1. Saran yang dapat diberikan adalah perlu dilakukan optimasi lanjut kaitannya dengan peningkatan ketahanan air yang lebih optimal.

### Daftar Pustaka

8

Argos, P., Pederson, K., Marks, M.D., and Larkins, B.A. 1982. A Structural Model for Maize Zein Proteins. *J. Biol. Chem.* 257 (17): 9984-9990.

Firdaus, F. dan Adrianti, E., 2004. *Pemanfaatan Limbah Padatan (Kulit dan Ampas Singkong) pada Industri Tepung Tapioka sebagai Bahan Baku Pembuatan Plastik Biodegradable*, Jurnal EKSAKTA (Ilmu-Ilmu MIPA) ISSN 1411-1047, Vol. 06, No. 01, Edisi Februari 2004. (Penelitian yang disponsori oleh PT. INDOFOOD SUKSES MAKMUR Bogasari Flour Mills dalam program Bogasari Nugraha 2003).

Firdaus, F. dan Anwar, C., 2004. *Potensi Limbah Padat-Cair Industri Tepung Tapioka sebagai Bahan Baku Film Plastik Biodegradable*, Laporan Hasil Penelitian, Jurnal LOGIKA (Sains dan Teknologi) ISSN 1410-315, Vol. 01, No. 02, Edisi Juli 2004.

14

Fessenden, R.J. dan Fessenden, J.S., 1997, *Dasar-Dasar Kimia Organik*, Binarupa Aksara, Jakarta

4

Gennadios, A., McHugh, T.H., Weller, C.L., and Krochta, J.M. 1994. *Edible Coating and Film Based on Protein*. In *Edible coating and film to Improve Food Quality*; Krochta, J.M., Baldwin, E.A., Nisperros-Carriedo, N., Eds.; Technomic Pub.: Lancaster, PA; pp 201-278.

19

Isobe, S. 1999. *Properties of plasticized-zein Film as Affected by Plasticier Treatments*. In *Formula dan Rekayasa Proses Pembuatan Biodegradable Film dari Zein Jagung*; Paramawati, R.: PPS IPB, Bogor.

13

Latief, R., 2001, *Teknologi Kemasan Plastik Biodegradabel*, Makalah Falsafah Sains (PPs 702) Program Pasca Sarjana / S3 Institut Pertanian Bogor Juni 2001, [http://www.hayatiipb.com/users/rudyc/indiv2001/rindam\\_latief.htm](http://www.hayatiipb.com/users/rudyc/indiv2001/rindam_latief.htm)

7

Madeka, H., and Kokini, J.L. 1996. *Effect of Glass Transition and Cross-linking on Rheological Properties of Zein: Development of Preliminary State Diagram*. *Cereal Chem.* (73): 433-438.

12

Martaningtyas, D. 2004. *Potensi Plastik Biodegradable*. <http://www.pikiran-rakyat.com/cetak/0904/02/cakrawala/lainnya06.htm>

15

Pranamuda, H., 2003, *Pengembangan Bahan Plastik Biodegradabel Berbahanbaku Pati*  
16 *pis*, Hasil Penelitian yang dipublikasikan dalam situs internet:  
[http://wwwstd.ryu.titech.ac.jp/-indonesia/zoa/paper/html/paper\\_HardaningPranamuda.html](http://wwwstd.ryu.titech.ac.jp/-indonesia/zoa/paper/html/paper_HardaningPranamuda.html)

6

Seal, K.J. and Griffin. G.J.L 1994. *Test Methods and Standards for Biodegradable Plastic*. In: *Chemistry and Technology of Biodegradable Polymer*, Blackie Academic and Professional, Chapman and Hall.

5

Yamada, K., Takahashi, H., and Noguchi, A. 1995. *Improved Water Resistance in Edible Zein Films and Composites for Biodegradable Food Packaging*. *Int. J. Food Sci. Tech.* 30:559-608

# PENINGKATAN KARAKTERISTIK MEKANIK FILM PLASTIK BIODEGRADABLE DARI PATI SINGKONG DENGAN PERLAKUAN PENTANOL-1 DALAM PROSES POLIMERISASI

ORIGINALITY REPORT

# 19%

SIMILARITY INDEX

## PRIMARY SOURCES

1	<a href="https://documents.mx">documents.mx</a> Internet	168 words — 6%
2	<a href="https://angga-y.blogspot.com">angga-y.blogspot.com</a> Internet	34 words — 1%
3	<a href="https://jstf.ffarmasi.unand.ac.id">jstf.ffarmasi.unand.ac.id</a> Internet	33 words — 1%
4	<a href="https://che.unsyiah.ac.id">che.unsyiah.ac.id</a> Internet	30 words — 1%
5	<a href="https://docslide.us">docslide.us</a> Internet	29 words — 1%
6	<a href="https://ojs.serambimekkah.ac.id">ojs.serambimekkah.ac.id</a> Internet	29 words — 1%
7	Toufeili, Imad, Ian A. Lambert, and Jozef L. Kokini. "Effect of Glass Transition and Cross-Linking on Rheological Properties of Gluten: Development of a Preliminary State Diagram", <i>Cereal Chemistry</i> , 2002. Crossref	27 words — 1%
8	Shabbir Ahammed, Fei Liu, Myat Noe Khin, Wallace H. Yokoyama, Fang Zhong. "Improvement of the water resistance and ductility of gelatin film by zein", <i>Food Hydrocolloids</i> , 2020 Crossref	24 words — 1%

9	<a href="https://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Internet	19 words — 1%
10	Nuryati Nuryati, Jaka Darma Jaya, Norhekmah Norhekmah. "Pembuatan Plastik Biodegradable Dari Pati Biji Nangka", Jurnal Teknologi Agro-Industri, 2019 Crossref	18 words — 1%
11	<a href="http://jurnal.unimed.ac.id">jurnal.unimed.ac.id</a> Internet	16 words — 1%
12	<a href="http://ppjp.unlam.ac.id">ppjp.unlam.ac.id</a> Internet	15 words — 1%
13	<a href="http://www.tu.bphn.go.id">www.tu.bphn.go.id</a> Internet	15 words — 1%
14	<a href="https://pt.scribd.com">pt.scribd.com</a> Internet	15 words — 1%
15	Yeti Rusmiati Hasanah, Haryanto Haryanto. "Pengaruh Penambahan Filler Kalsium Karbonat (Caco3) dan Clay Terhadap Sifat Mekanik dan Biodegradable Plastik dari Limbah Tapioka", Techno (Jurnal Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purwokerto), 2017 Crossref	15 words — 1%
16	<a href="http://jurnal.usu.ac.id">jurnal.usu.ac.id</a> Internet	14 words — < 1%
17	Vanniastuti Mayasari, Okto Ivansyah, Yulinar Firdaus. "Identifikasi Keberadaan Gas Hidrat Menggunakan Bottom Simulating Reflector pada Penampang Seismic 2D di Cekungan Aru, Papua Barat", POSITRON, 2019 Crossref	14 words — < 1%
18	<a href="http://jmolekul.com">jmolekul.com</a> Internet	14 words — < 1%
19	<a href="http://www.yumpu.com">www.yumpu.com</a> Internet	11 words — < 1%

---

EXCLUDE QUOTES ON  
EXCLUDE BIBLIOGRAPHY ON

EXCLUDE MATCHES OFF