



ISSN: 1693-4393

SEMINAR NASIONAL TEKNIK KIMIA “KEJUANGAN” 2015

*Pengembangan Teknologi Kimia
untuk Pengolahan Sumber Daya
Alam Indonesia*

18 Maret 2015

PROSIDING



**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UPN “VETERAN” YOGYAKARTA**



Reviewer
Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" 2015
Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, UPN "Veteran" Yogyakarta

1. Prof. Ir. H. Wahyudi Budi Sediawan, SU, Ph.D (UGM Yogyakarta)
2. Ir. Moh. Fahrurrozi, M.Sc Ph.D (UGM Yogyakarta)
3. Dr. Ir. I Gusti S. Budiaman, MT (UPN "Veteran" Yogyakarta)
4. Ir. Widayati, MT., Ph.D (UPN "Veteran" Yogyakarta)





SUSUNAN PANITIA
SEMINAR NASIONAL TEKNIK KIMIA "KEJUANGAN" 2015
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" YOGYAKARTA

PENANGGUNG JAWAB: Dekan Fakultas Teknologi Industri UPN "Veteran" Yogyakarta

PANITIA PENGARAH:

1. Ketua Program Studi Teknik Kimia
2. Sekretaris Program Studi Teknik Kimia
3. Prof. Ir. Wahyudi Budi Sediawan, SU, PhD
4. Ir. Moh. Fahrurrozi, MSc, PhD
5. Dr. Ir. I Gusti S. Budiaman, MT
6. Ir. Widayati, MT, PhD

PANITIA PELAKSANA:

KETUA	: Ir. Mahreni, MT, PhD
WAKIL KETUA	: Dr. Adi Ilcham, ST, MT
SEKRETARIS	: Siti Diyar Kholisoh, ST, MT
WAKIL SEKRETARIS	: Ir. Tunjung Wahyu Widayati, MT
BENDAHARA	: Ir. Faizah Hadi, MT
WAKIL BENDAHARA	: Dra. Suci Astutiningsih

BIDANG:

1. ACARA DAN PERSIDANGAN
KOORDINATOR : Ir. Endang Sulistyawati, MT
ANGGOTA : Ir. Danang Jaya, MT
Renung Reningtyas, ST, MEng
2. MATERI DAN PROSIDING
KOORDINATOR : Siswanti, ST, MT
ANGGOTA : Dra. Sri Wahyu Murni, MT
Wibiana Wulan Nandari, ST, MEng
3. DANA DAN PROMOSI
KOORDINATOR : Ir. Sri Sukadarti, MT
ANGGOTA : Dr. Y. Deddy Hermawan, ST, MT
Dr. Ir. Ramli Sitanggang, MT
4. PUBLIKASI DAN DOKUMENTASI
KOORDINATOR : Ir. Zubaidi Achmad, MT
ANGGOTA : M. Maulana Azimatun Nur, ST, MT
5. PERLENGKAPAN DAN DEKORASI
KOORDINATOR : Ir. Wasir Nuri, MT
ANGGOTA : Ir. Gogot Haryono, MT
6. KONSUMSI
KOORDINATOR : Ir. Sri Sudarmi, MSc
ANGGOTA : Ir. Dyah Tri Retno, MM
7. PEMBANTU UMUM : Himpunan Mahasiswa Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
UPN "Veteran" Yogyakarta





Daftar Isi

	Hal.
Kata Pengantar	iii
Sambutan Ketua Pelaksana	iv
Sambutan Rektor	v
Sambutan Dekan	vi
Reviewer	vii
Susunan Panitia	viii
Daftar Isi	ix
Daftar Makalah	x
Makalah Pembicara Utama	MU1-1
Makalah Bidang Kajian :	
A. Teknologi Pengolahan Sumber Daya Laut, Mineral, dan lain-Lain	A1-1
B. Teknologi Proses dan Pengendaliannya	B1-1
C. Perpindahan Massa dan Panas	C1-1
D. Termodinamika	D1-1
E. Kinetika Reaksi dan Katalisis	E1-1
F. Bioteknologi	F1-1
G. Teknologi Pemisahan	G1-1
H. Teknologi Partikel	H1-1
I. Teknologi Pengelolaan Limbah	I1-1
J. Energi Baru dan Terbarukan	J1-1
K. Analisis Resiko	K1-1
L. Teknik Produk	L1-1
Indeks Penulis Makalah	
Indeks Kata Kunci	





Daftar Makalah

Makalah Pembicara Utama

- | Kode | Judul, Penulis dan Alamat |
|------|---|
| MU1 | Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengelolaan Sumber Daya Alam Indonesia
Dr. R. Sukhyar
Direktur Jenderal Mineral dan Batubara (Minerba)
Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) – Republik Indonesia |
| MU2 | Pemanfaatan Teknologi Syngas untuk Petrokimia dan Teknologi Pupuk SRF
Nadirah
Pusat Teknologi Industri Proses, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi
Gedung Teknologi 2 Lt.3 PUSPIPTEK Serpong Banten
Telp. 021 75875944 Fax. 021 75791280
<i>E-mail</i> : nadirah@bppt.go.id |

Makalah Bidang Kajian :

A. Teknologi Pengolahan Sumber Daya Laut, Mineral, dan lain-lain

- | Kode | Judul, Penulis dan Alamat |
|------|--|
| A1 | Pengolahan Batubara dan Pemanfaatannya untuk Energi
Edy Nursanto^{1*}, Sudaryanto¹ dan Untung Sukanto¹
¹ Program Studi Teknik Pertambangan FTM UPN "Veteran" Yogyakarta
Jl. SWK 104, Lingkar Utara, Condong Catur, Yogyakarta
<i>*E-mail</i> : edynursantoyyk@yahoo.com.au |
| A2 | Teknologi Pengolahan Buah untuk Desa Duyung, Trawas, Mojokerto
Rudy Agustriyanto^{1*}, Tuani Lidiawati², Akbarningrum Fatmawati¹, Lanny Sapei¹,
Theresia Desy Askitosari³
¹ Program Studi Teknik Kimia, FT, Ubaya Surabaya
² Pusat Studi Lingkungan, Ubaya, Surabaya
³ Fakultas Teknobiologi, Ubaya, Surabaya
<i>*E-mail</i> : rudy.agustriyanto@staff.ubaya.ac.id |

B. Teknologi Proses dan Pengendaliannya

- | Kode | Judul, Penulis dan Alamat |
|------|--|
| B1 | The Influence Of Pyrolysis Temperature And Time To The Yield And Quality of Rubber Fruit (<i>Hevea brasiliensis</i>) Shell Liquid Smoke
Haris Fadillah^{1*} dan Alivia Alfarty²
¹ Program Studi Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lambung Makurat, Banjarbaru, Kalimantan Selatan
² IRGSC, Kupang, NTT
<i>*E-mail</i> : aries.fadillah22@yahoo.com |
| B2 | Microwave-Assisted Deacetylation of Chitin from Shrimp Shells
Zainal Arifin^{1*}, Dedy Irawan¹
¹ Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Samarinda, Jl. Dr. Ciptomangunkusumo, Kampus Gunung Lipan, Samarinda, Kalimantan Timur 75131
<i>*E-mail</i> : iffien_solo@yahoo.com |





- B3 **Time Estimation of Onion Leaf Drying**
Mohamad Djaeni and Nurul Asiah
Department of Chemical Engineering ; Faculty of Engineering; Diponegoro University
Jl Prof H. Soedharto, SH, Tembalang Semarang, Indonesia
Phone: +62247460058; Facs: +62247460055
e-mail: m.djaeni@undip.ac.id
- B4 **Simulasi Pembuatan Etil Asetat Menggunakan Reactive Dividing Wall Column Dengan Katalis Asam Sulfat**
Johannes Martua Hutagalung dan Budi Husodo Bisowarno*
Program Studi Magister Teknik Kimia, FTI, Universitas Katolik Parahyangan, Jalan Merdeka no.30, Bandung
*Email : johannesmartua85@gmail.com
- B5 **Potensi dan Aplikasi Diafiltrasi Pada Bidang Pangan, Perkebunan dan Peternakan**
*Aspiyanto**
Pusat Penelitian Kimia, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia,
Kawasan PUSPIPTEK, Serpong, Tangerang Selatan
*Email : aspiyanto_2010@yahoo.com
- B6 **Potensi Pati Ganyong (*Canna edulis*) dan Pati Singkong dalam Produksi Asam Levulinat**
Angela M^{1}, Judy R.B. Witono^{1*}, Meliana K^{1*}, and Novita^{1*}*
¹Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri
Universitas Katolik Parahyangan
Jl. Ciembuleuit 94 Bandung 40141
*E-mail: angela.tanubrata@gmail.com; judy@unpar.ac.id; melianakaruniawati@gmail.com;
novita.phing@hotmail.com
- B7 **Sifat Fisikokimia Pati Sorghum Varietas Merah dan Putih Termodifikasi Heat Moisture Treatment (HMT) untuk Produk Bihun Berkualitas**
Kristinah Haryani^{1}, Hadiyanto², Hargono³, dan Noer Abyor Handayani⁴*
^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Teknik Kimia, FT, UNDIP, Jl.Prof.Sudarto, Tembalang, Semarang
*E-mail: krisyani_83@yahoo.co.id
- B8 **Pembuatan Biodegradable Film dari Pati Biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus*) dengan Penambahan Kitosan**
Betty Ika Hidayah^{1}, Neni Damajanti², dan Endar Puspawiningtiyas³*
^{1,2,3}Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purwokerto
Jl Raya Dukuwaluh PO BOX 202, Purwokerto 53182 Telp. (0281) 636751
*E-mail: bettyikah@gmail.com
- B9 **Pembuatan Edible Film dari Karagenan Rumput Laut *Eucheuma cottonii* untuk Mengawetkan Buah Nanas**
Harsa Pawignya^{1}, Dyah Tri Retno¹, Boan Tua Verkasa H.¹, Novie Valentina¹*
¹ Department of Chemical Engineering, Faculty of Industrial Technology,
UPN "Veteran" Yogyakarta
Jl. SWK No. 104, Ring Road Utara, Depok, Sleman, Yogyakarta 55281 Indonesia
*E-mail : harsa_paw@yahoo.co.id
- B10 **Proses Pembuatan Gelatin dari Kulit Kepala Sapidengan Proses Hidrolisis Menggunakan Katalis HCl**
Sri Suhenny, Tunjung Wahyu Widayati, Hutomo Tri Hartarto, dan Roby Suprihadi
Prodi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, UPN Veteran Yogyakarta
Jl. SWK 104, Ringroad Utara, Yogyakarta-55288 Tlp. 0274 486889
e_mail: tunjungwahyuwidayati@yahoo.co.id





- B11 **Preliminary Study of Methyl Acetate Hydrolysis Using Reactive Dividing Wall Column**
*Anthony Chandra dan Herry Santoso**
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan
Jalan Ciumbuleuit No. 94, Bandung 40141, Indonesia
*E-mail: hsantoso@unpar.ac.id
- B12 **Penyusunan Kriteria Pemilihan Proses Flue Gas Desulfurization PLTU-Batubara**
David Bahrin¹, Subagjo² dan Herri Susanto¹
¹Laboratorium Termofluida dan Sistem Utilitas
²Laboratorium Teknik Reaksi Kimia dan Katalisis
Program Studi Teknik Kimia, FTI-ITB, Bandung-40132 Indonesia
email: herri@che.itb.ac.id
- B13 **Pengaruh Penambahan MgO dan SiO₂ Serta Suhu Sintering Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Komposit Keramik α -Alumina**
Jarot Raharjo^{1} dan Sri Rahayu¹*
¹Pusat Teknologi Material, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Gedung 224 Kawasan Puspiptek, Tangerang Selatan – Banten 15314
*E-mail: jarot.raharjo@bppt.go.id
- B14 **Pengaruh Tingkat Kemurnian Bahan Baku Alumina Terhadap Temperatur Sintering dan Karakteristik Keramik Alumina**
Jarot Raharjo^{1}, Sri Rahayu¹ dan Tika Mustika¹*
¹Pusat Teknologi Material, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Gedung 224 Kawasan Puspiptek, Tangerang Selatan – Banten 15314
*E-mail: jarot.raharjo@bppt.go.id
- B15 **Pengujian Slim-tube untuk Memperkirakan Minimum Miscible Pressure pada Studi CO₂ Enhanced Oil Recovery**
IGS Budiaman^{1) & 2)}, Mastur Efendi²⁾, Victor Sitompul²⁾, Denie Winata²⁾, Rian Apriandi²⁾, Irma Primasari²⁾.*
1) Program Studi Teknik Kimia FTI UPN "Veteran" Yogyakarta, Jl. SWK 104 (Lingkar Utara), Condongcatur, Yogyakarta 55283
2) Upstream Technology Center PT Pertamina (Persero), Jl. Medan Merdeka Timur No. 6 Jakarta Pusat, 10110
E-mail: igusti_sb@upnyk.ac.id dan mk.budi.budiaman@pertamina.com,
- B16 **Penurunan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Dalam Air Tanah dengan Metode Aerasi Conventional Cascade dan Aerasi Vertical Baffle Channel Cascade**
Sri Hastutiningrum, Purnawan, dan Erri Nurmaidawati*
Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Sains Terapan
IST AKPRIND Yogyakarta
*E-mail: hastuti19@yahoo.com
- B17 **Pembuatan Edible Film dari Tepung Jagung (*Zea Mays L.*) dan Kitosan**
Sri Wahyu Murni, Harso Pawignyo, Desi Widyawati, dan Novita Sari
Program Studi Teknik Kimia, FTI, UPN "Veteran" Yogyakarta
Jalan SWK 104 (Lingkar Utara), Condongcatur, Sleman, Yogyakarta
*E-mail: wahyuswm@yahoo.com
- B18 **Pembuatan Surfaktan Di Alkil Karbohidrat dari Alga**
Mahreni¹, dan Renung Reningtyas²
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri,
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta
Jl. SWK Lingkar Utara Condong Catur Yogyakarta, Indonesia (55283)
Email : mahreni_03@yahoo.com





Pembuatan Edible Film dari Tepung Jagung (*Zea Mays L.*) dan Kitosan

Sri Wahyu Murni, Harso Pawignyo, Desi Widyawati, dan Novita Sari

Program Studi Teknik Kimia, FTI, UPN "Veteran" Yogyakarta
 Jalan SWK 104 (Lingkar Utara), Condongcatur, Sleman, Yogyakarta

*E-mail: wahyuswm@yahoo.com

Abstract

Food packaging is important that affect it's quality, one of the safe packaging method is to use edible film. Edible film is a thin layer that can be consumed, formed to coat the food that serves to maintain the food quality, as mass transfer barrier (eg, moisture, oxygen, light, lipids, and solute). Edible film also can be used a carrier substance additives to improve the food quality. This research aims to determine the appropriate formulation of material to produce edible film with optimal characteristics. In this case the main materials used are corn starch and chitosan with the addition sorbitol and glycerol as plasticizer. Edible films made from cornstarch dissolved in distilled water and then heated till 85°C and chitosan dissolved with a solution of 1% acetic acid. Both mixtures were mixed and then plasticizer sorbitol and glycerol were added. After it is molded, and dried at 60°C in 7 hours; it is released from the mold, edible film is ready to use. The results shows that the optimum formulation of edible corn starch and chitosan films are edible film that formed from 7 grams cornstarch, 3 grams of chitosan, 1 ml of sorbitol and 1 ml of glycerol, with physical characteristic is 21, 45 % film solubility; 15,5597 MPa film tensile strength, and water vapor permeability is about $3,089 \times 10^{-8}$ g/m.s.kPa .

Keywords: edible film, cornstarch, chitosan

Pendahuluan

Edible film adalah lapisan tipis yang terbuat dari bahan yang dapat dikonsumsi, digunakan untuk melapisi makanan dan menjadi penghambat perpindahan kelembaban, oksigen, karbon dioksida, aroma dan zat-zat terlarut pada makanan dan atau sebagai pembawa aditif (antimikrobial, antioksi dan flavor) serta meningkatkan karakteristik makanan. (Bourtoom, 2008; Krochta, 1997). Produksi *edible film* mengurangi limbah dan polusi, namun demikian permeabilitas dan sifat mekaniknya kurang baik dibandingkan dengan *synthetic film*. Diperlukan riset untuk pengembangan material baru, metode pembentukan film, metode untuk memperbaiki sifat film dan aplikasinya. Pada penelitian ini *edible film* dibuat dari campuran tepung jagung dan kitosan. Tepung jagung dipilih memiliki murah, berlimpah (*renewable*), dapat diuraikan oleh mikroorganisme (*biodegradable*), dapat dimakan (*edible*) Kitosan selain mampu membentuk lapisan tipis, juga dapat dimanfaatkan sebagai *antimicrobial agent* dalam *edible film*, sehingga dapat dikatakan lebih ramah lingkungan bila dibandingkan dengan bahan pengemas plastik konvensional dari bahan polietilen yang non-biodegradable. Pengemas *edible* dengan penyusun berupa polisakarida. cenderung lebih rapuh bila dibandingkan dengan yang lainnya, sehingga perlu ditambahkan zat pemlastis (*plasticizer*) yang dapat menambahkan kelenturan dari *edible film* polisakarida tersebut. *Plasticizer* dipasaran sangat beragam seperti ftalat, trikresil fosfat, polietilen glikol, sorbitol, dan gliserol. Untuk aplikasinya dalam *edible film* dibutuhkan *plasticizer* dengan *food grade* formula. *Plasticizer* yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah sorbitol dan gliserol. Penelitian ini bertujuan membuat *edible film* dari tepung jagung dan kitosan dengan penambahan sorbitol dan gliserol sebagai *plasticizer*, variabel yang dipelajari adalah pengaruh komposisi bahan, dengan parameter yang di uji adalah kelarutan dalam air, kuat renggang putus, dan permeabilitas film terhadap uap air.

Edible film

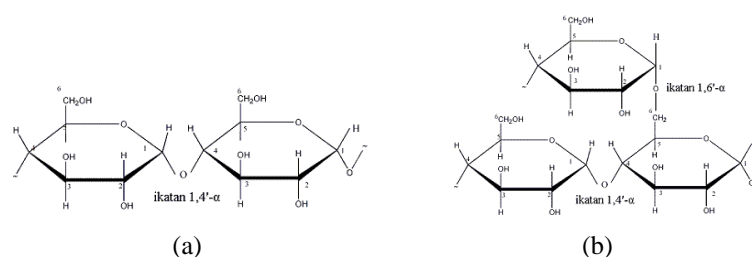
Edible film dapat diproduksi dari bahan yang memiliki kemampuan untuk membentuk lapisan tipis (*film forming ability*). Dalam proses pembuatannya bahan pembuat film harus terlarut dan terdispersi dalam suatu pelarut seperti air, alkohol, campuran air-alkohol, atau campuran pelarut lainnya. Pemlastis (*plasticizer*), zat antimikroba, zat warna, dan zat perasa dapat ditambahkan dalam proses pembuatannya. Dalam pengaplikasiannya pada makanan, larutan ini dapat digunakan dengan beberapa metode seperti pencelupan, penyemprotan, dan penyepuhan yang diikuti dengan pengeringan. (Bourtoom, 2008) Komponen yang digunakan untuk membuat *edible film* terbagi



kedalam tiga kategori yaitu: hidrokoloid (seperti protein, polisakarida dan alginat), lemak (seperti asam lemak, *acylglycerol*, dan lilin), dan komposit. **(a) Hidrokoloid.** Hidrokoloid yang digunakan dalam pembuatan *edible film* dapat berupa protein atau karbohidrat. Karbohidrat yang banyak digunakan sebagai bahan film adalah polisakarida meliputi selulosa, pektin, pati, pati modifikasi, ekstrak rumput laut, gum arab dan kitosan. Polisakarida umumnya sangat hidrofilik sehingga menghasilkan sifat penghambat uap air dan gas yang kurang baik, walaupun demikian pelapis dari polisakarida ini dapat memperlambat hilangnya kelembaban dari dalam produk pangan. (Bourtoom, 2008) Polisakarida sebagai bahan dasar *edible film* dapat dimanfaatkan untuk mengatur udara disekitarnya dan memberikan ketebalan atau kekentalan pada larutan *edible film*. Pemanfaatan dari senyawa barantai panjang ini sangat penting karena tersedia dalam jumlah banyak, harganya murah dan bersifat non toksik. (Krochta, 1994) Beberapa jenis protein berasal dari tanaman dan hewan dapat membentuk film seperti *zein* jagung, gluten gandum, protein kedelai, protein kacang, keratin, kolagen, kasein dan protein dari *whey* susu, karena memiliki sifat penghambat oksigen dan karbondioksida yang baik juga sifat mekanik yang lebih baik daripada film polisakarida. Sama seperti polisakarida, protein juga umumnya merupakan hidrofilik sehingga memiliki sifat penghambat uap air yang kurang baik. **(b) Lipida.** Senyawa lipida yang dapat digunakan sebagai lapisan pelindung terdiri dari monogliserida asetat, lilin alami dan surfaktan. Senyawa lipida yang paling efektif adalah *paraffin wax* dan *beeswax*. Film yang terbentuk dari senyawa lipida umumnya memiliki sifat penghambat kelembaban yang sangat baik karena senyawa lipida tergolong hidrofobik. Lipida yang sering digunakan sebagai *edible film* antara lain lilin parafin dan lilin *carnauba* (Bourtoom, 2008). **(c) Komposit.** Komposit film terdiri dari komponen lipida dan hidrokoloid. Aplikasi dari komposit film dapat dalam lapisan satu-satu (*bilayer*), di mana satu lapisan merupakan hidrokoloid dan satu lapisan lain merupakan lipida, atau dapat berupa gabungan lipida dan hidrokoloid dalam satu kesatuan film. Gabungan dari hidrokoloid dan lemak digunakan dengan mengambil keuntungan dari komponen lipida dan hidrokoloid. Lipida dapat meningkatkan ketahanan terhadap penguapan air dan hidrokoloid dapat memberikan daya tahan. Perkembangan *edible film* atau yang dikenal sebagai bahan pelapis dari suatu produk pangan akhir-akhir ini mengalami kemajuan dengan pesat. Penelitian *edible film* yang pada awalnya diutamakan formulasi film dan sifat fisik, sekarang telah meningkat sampai kemungkinan struktur film mempengaruhi sifat film (Krochta, 1994).

Tepung jagung

Jagung (*Zea Mays L*) merupakan salah satu tanaman pangan dunia yang terpenting, selain gandum dan padi. Jagung (*Zea mays L*) adalah jenis rerumputan/graminae dan termasuk tanaman semusim. Komponen utama jagung adalah pati, yaitu sekitar 70% dari bobot biji. Komponen karbohidrat lain adalah gula sederhana, yaitu glukosa, sukrosa, dan fruktosa hanya 1%-3% dari bobot biji jagung. Tepung jagung dapat diperoleh dengan cara mengekstrak biji jagung. Komposisi kimia tepung jagung adalah: karbohidrat (74,5%), protein (9%), serat (1%), abu (1,1%) dan lemak (3,4%). Pati terdiri dari dua jenis polimer glukosa, yaitu amilosa dan amilopektin. Struktur amilosa merupakan struktur lurus dengan ikatan α -(1,4)-D-glukosa. Amilopektin terdiri dari struktur bercabang dengan ikatan α -(1,4)-D-glukosa dan titik percabangan amilopektin merupakan ikatan α -(1,6). Dalam amilosa satuan-satuan gula dihubungkan dengan ikatan 1,4, sedangkan dalam amilopektin ikatannya pada 1,6 atau dengan kata lain atom C1 dari satu gula dihubungkan dengan atom C6 dari satuan gula berikutnya. Adapun rumus struktur amilosa dan amilopektin dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. (a) Struktur Amilosa (b) struktur amilopektin

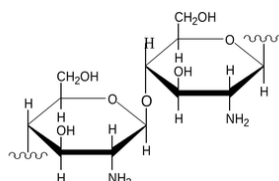
Pati telah banyak digunakan sebagai bahan biopolimer yang mampu membentuk matriks dalam pembuatan *edible film*. Semakin banyak pati yang digunakan, maka semakin rapat matriks film yang terbentuk. Hal ini berdampak pada peningkatan nilai *tensile strength film*. Tepung jagung dapat dimanfaatkan untuk industri tekstil, permen karet, kosmetik, farmasi, produksi *biodegradable*, banyak industri makanan yang menggunakan bahan tambahan makanan untuk semakin meningkatkan penggunaan serat yang dikonsumsi dan menekan tingkat pengeluaran energi tanpa mengubah rasa dan tekstur dari makanan itu sendiri.

Kitosan

Kitosan merupakan polimer alam kationik yang banyak diteliti di bidang bioteknologi dan biomedis, karena sifatnya yang nontoksik, *biodegradable*, dan mampu membentuk gel dalam media suasana asam melalui protonasi gugus amina. Kitosan dibuat dari deasetilasi kitin yang bersifat alkali. Selain itu kitosan mengacu pada kelompok

kopolimer dengan berbagai pecahan dari unit deasetilasi. Di alam, kitin umumnya tidak mengalami asetilasi yang komplit. Biasanya satu monomer dalam setiap satuan tidak mengandung gugus asetil. Kitin terdapat sebagai makro polisakarida yang berikatan dengan garam-garam organik terutama kalsium karbonat (CaCO_3), protein, dan lipida. Kitin dipercaya untuk menjadi material melimpah kedua setelah bahan kimia untuk cat atau kertas. Binatang berkulit keras mengandung 15-20% kitin dari berat kering. Kitin yang ditemukan di alam adalah sumber daya yang dapat diperbaharui (Anonim, 2001).

Kitosan memiliki nama kimia (1-4)-2-amino-2-deoksi-D-glukosa (Shahidi *et al.*, 1999). Kitosan berbentuk spesifik dan mengandung gugus amino dalam rantai panjangnya. Kitosan dapat menghambat sel tumor, anti kapang, anti bakteri, anti virus, menstimulasi sistem imun, dan mempercepat germinasi tumbuhan (Simpson, 1997 dikutip oleh Atika, 2013). Struktur kitosan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur kitosan

Kitosan termasuk salah satu jenis polisakarida yang dapat digunakan sebagai *edible film*. Pelapis dari polisakarida merupakan penghalang (*barrier*) yang baik karena dapat membentuk matriks yang kuat dan kompak. Penggunaan kitosan sebagai lapisan pelindung terus dikembangkan antara lain sebagai pelapis semipermeabel yang bersifat *edible* atau dapat dimakan sehingga mengurangi ketergantungan produsen terhadap pemakaian bahan plastik sebagai bahan pengemas.

Film dengan bahan kitosan mempunyai sifat yang kuat, elastis, fleksibel, dan sulit untuk dirobek. Kebanyakan dari sifat mekanik sebanding dengan polimer komersial dengan kekuatan sedang (Butler *et al.*, 1996 dalam Astuti, 2008). Film dari kitosan mempunyai nilai permeabilitas air yang cukup dan bisa digunakan untuk meningkatkan umur simpan produk segar, dan sebagai cadangan makanan dengan nilai aktivitas air yang lebih tinggi (Kittur *et al.*, 1998 dalam Astuti, 2008). (Butler *et al.*, 1996 dalam Astuti, 2008) mengamati bahwa kitosan film merupakan penghalang yang baik terhadap oksigen tetapi penghalang yang kurang terhadap uap air.

Plasticizer

Pelapis *edible* harus memiliki elastisitas dan fleksibilitas yang baik, daya kerapuhan rendah, ketangguhan tinggi, untuk mencegah retak selama penanganan dan penyimpanan. Oleh karena itu, *plasticizer* dengan berat molekul tinggi (nonvolatil) biasanya ditambahkan ke dalam pembentukan film hidrokoloid sebagai solusi untuk memodifikasi fleksibilitas *edible film* tersebut. *Plasticizer* didefinisikan sebagai zat non volatil, bertitik didih tinggi, yang pada saat ditambahkan pada material lain mengubah sifat fisik dari material tersebut. *Plasticizer* merupakan bahan yang tidak mudah menguap, dapat merubah struktur dimensi objek, menurunkan ikatan rantai antar protein dan mengisi ruang-ruang yang kosong pada produk (Banker, 1966 dalam Yoshida dan Antunes, 2003). *Edible film* yang terbuat dari protein dan polisakarida bersifat rapuh, sehingga membutuhkan *plasticizer* untuk meningkatkan elastisitas film. Molekul *plasticizer* mengurangi daya ikat rantai protein serta meningkatkan elastisitas dan fleksibilitas bahan film. Jumlah *plasticizer* yang ditambahkan ke dalam persiapan pembentukan film hidrokoloid bervariasi antara 10% dan 60% berat hidrokoloid. Yang paling umum digunakan sebagai *plasticizer* adalah: gliserol, sorbitol, poliol (propilen glikol), polietilen glikol, oligosakarida dan air. (a) **Gliserol**. Gliserol (1,2,3-propanatriol) dengan rumus kimia $\text{CH}_2\text{OHCHOHCH}_2\text{OH}$, adalah senyawa golongan alkohol trivalen. Gliserol berbentuk cairan kental, biasanya dimanfaatkan sebagai *food additive*. Gliserol memiliki sifat mudah larut dalam air, meningkatkan viskositas larutan, mengikat air dan menurunkan A_w bahan.. Gliserol merupakan *plasticizer* yang hidrofilik, sehingga cocok untuk ditambahkan pada bahan pembentuk film yang bersifat hidrofobik seperti pati, pektin, gel, dan protein. Peran gliserol sebagai *plasticizer* dan konsentrasinya meningkatkan fleksibilitas film (Luthana, 2010). Gliserol yang diijinkan untuk ditambahkan ke dalam bahan makanan adalah dengan konsentrasi maksimal 10 mg/m^3 berdasarkan data *Material Safety Data Sheet* (MSDS). Penambahan gliserol yang berlebihan akan menyebabkan rasa manis-pahit pada bahan. Penambahan gliserol sebagai *plasticizer* pada *edible film* akan menghasilkan film yang lebih fleksibel dan halus, selain itu gliserol dapat meningkatkan permeabilitas film terhadap gas, uap air, dan zat terlarut (Winarno, 1995 dalam Khotimah, 2006). (b). **Sorbitol**. Sorbitol dengan rumus kimia $\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{CH}_2\text{OH}$ (1,2,3,4,5,6-heksol) adalah satu pemanis yang sering digunakan dalam makanan. Penambahan sorbitol sebagai *plasticizer* dalam pembentukan *edible film* dapat mengurangi permeabilitas film terhadap oksigen, hal ini juga mampu mengurangi kegetasan film sehingga kuat renggang putus dari film tersebut meningkat.



Karakteristik *Edible Film*

Sifat fisik film meliputi sifat mekanik dan penghambatan, sifat mekanik menunjukkan kemampuan kekuatan film dalam menahan kerusakan bahan selama pengolahan, sedangkan sifat penghambatan menunjukkan kemampuan film melindungi produk yang dikemas dengan menggunakan film tersebut. Beberapa sifat film meliputi kekuatan renggang putus, ketebalan, pemanjangan, laju transmisi uap air, dan kelarutan film (Gontard, 1993 dalam Luthana, 2011) **(a) Ketebalan Film (mm)**. Ketebalan film merupakan sifat fisik yang dipengaruhi oleh konsentrasi padatan terlarut dalam larutan film dan ukuran plat pencetak. Ketebalan film akan mempengaruhi laju transmisi uap air, gas dan senyawa *volatile* (Mc Hugh, et.al.,1993 dalam Luthana, 2010). Ketebalan film dipengaruhi juga oleh bahan penyusunnya. Ketebalan *edible film* pada umumnya berkisar antara 0,1 mm-0,5mm. **(b).Tensile strength (MPa) dan Elongasi (%)** Pemanjangan didefinisikan sebagai prosentase perubahan panjang film pada saat film ditarik sampai putus. Kekuatan regang putus merupakan tarikan maksimum yang dapat dicapai sampai film dapat tetap bertahan sebelum film putus atau robek. Pengukuran kekuatan regang putus berguna untuk mengetahui besarnya gaya yang dicapai untuk mencapai tarikan maksimum pada setiap satuan luas area film untuk merenggang atau memanjang. **(c) Kelarutan Film**. Persen kelarutan *edible film* adalah persen berat kering dari film yang terlarut setelah dicelupkan di dalam air selama 24 jam (Gontard, 1993). **(d) Permeabilitas Uap Air**. Permeabilitas uap air merupakan jumlah uap air yang hilang per satuan waktu dibagi dengan luas area film. Oleh karena itu salah satu fungsi *edible film* adalah untuk menahan migrasi uap air maka permeabilitasnya terhadap uap air harus serendah mungkin. (Gontard, 1993).

Mekanisme Pembentukan *Edible Film*

Menurut Krochta (1994), pembentukan *edible film* dari pati dan kitosan, pada prinsipnya merupakan gelatinisasi molekul. Proses pembentukan film adalah suatu fenomena pembentukan gel akibat perlakuan suhu, sehingga terjadi pembentukan matriks atau jaringan. Gel kira-kira mengandung 99,9% air tetapi mempunyai sifat lebih khas seperti padatan, khususnya sifat elastis (*elasticity*) dan kekakuan (*rigidity*). Gelasi atau pembentukan gel merupakan fenomena yang menarik dan sangat kompleks, namun sampai saat ini masih banyak hal-hal yang belum diketahui tentang mekanismenya. Pada prinsipnya pembentukan gel hidrokoloid terjadi karena adanya pembentukan jaringan tiga dimensi oleh molekul primer yang terentang pada seluruh volume gel yang terbentuk dengan memerangkap sejumlah air di dalamnya. Kekuatan *edible film* terkait dengan struktur kimia polimer, terdapatnya bahan aditif dan kondisi lingkungannya selama berlangsungnya pembentukan *edible film* (Bourtoom 2008). Prinsip pembentukan *edible film*, melalui tahap-tahap sebagai berikut: **(a) Pensuspensian bahan ke dalam pelarut**. Pembentukan larutan film dimulai dengan mensuspensikan bahan ke dalam pelarut, pelarut disini menggunakan air yang dipanaskan. **(b) Penambahan kitosan**. Penambahan kitosan akan menghasilkan film yang bersifat selektif permeabel terhadap gas-gas (CO₂ dan O₂). **(c) Pengaturan suhu**. Pengaturan suhu mempunyai tujuan untuk mencapai suhu gelatinisasi pati, sehingga pati dapat tergelatinisasi sempurna dan diperoleh film yang homogen serta utuh. Gelatinisasi merupakan peristiwa pembentukan gel yang dimulai dengan hidrasi pati, yaitu penyerapan molekul-molekul air oleh molekul-molekul pati. Apabila tanpa adanya pemanasan, kemungkinan terjalin interaksi intermolekuler sangat kecil, sehingga pada saat dikeringkan film menjadi retak. Gelatinisasi dapat terjadi apabila air melarutkan pati yang dipanaskan sampai suhu gelatinisasinya. **(d) Penambahan Plasticizer**. *Plasticizer* merupakan substansi non volatil yang ditambahkan ke dalam suatu bahan untuk memperbaiki sifat fisik dan atau sifat mekanik bahan tersebut. *Plasticizer* yang digunakan pada penelitian ini gliserol dan sorbitol.

Metodologi

Penelitian ini dilakukan melalui tahapan preparasi *edible film* dengan mengkaji pengaruh rasio tepung jagung dan kitosan serta pengaruh penambahan plasticizer. karakteristik *edible film* yang diuji meliputi kelarutan, *tensile strength* dan permeabilitas uap air.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi: (1) tepung jagung kemasan dengan merk Maizena diperoleh di toko Indomaret Yogyakarta, serta (2) kitosan dari kulit udang, (3) sorbitol 80%, (4) gliserol, (5) asam asetat 99,4% dan air suling diperoleh dari CV. Chem-Mix Pratama, Yogyakarta.

Alat

Peralatan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas beker, pengaduk magnetik, pemanas listrik, termometer dan oven.

Cara Kerja

Kitosan sebanyak 0, 1, 2, 3 gram dicampur dengan 50 ml asam asetat 1% dalam gelas beaker sambil diaduk dengan pengaduk magnetik sampai homogen. Tepung jagung sebanyak 7, 8 9,10 gram dicampur dengan 100 ml air





suling dalam gelas beaker. Campuran dipanaskan sampai suhu $\pm 85^{\circ}\text{C}$ sambil diaduk. Mencampurkan gel kitosan ke dalam gel pati jagung sesuai perbandingan: 10:0; 9:1; 8:2 dan 7:3. Campuran tersebut diaduk sambil didinginkan pada lingkungan terbuka. Pada suhu sekitar 60°C ditambahkan sorbitol, kemudian pada suhu 50°C ditambahkan gliserol. Hasil yang diperoleh berupa larutan *filmogenik* kemudian dituangkan pada permukaan plat aluminium yang telah dibersihkan. Selanjutnya didinginkan pada ruangan terbuka dan di keringkan pada suhu 60°C dengan waktu 7 jam. Setelah kering lapisan film didinginkan sampai mencapai suhu kamar, lapisan film ini yang selanjutnya dilakukan uji kelarutan, kuat tarik dan permeabilitas uap air.

Analisis hasil

Kelarutan (Gontard, 1993)

Penelitian ini menggunakan prosedur Gontard (1993) untuk menentukan kelarutan sampel film dalam air. Persentase kelarutan film adalah persentase bagian film yang terlarut dalam air setelah perendaman selama 24 jam (Gontard, 1993). Sampel dipotong dengan ukuran 3×3 cm, diletakkan dalam cawan aluminium yang terlebih dahulu sudah dikeringkan dan ditimbang beratnya. Sampel film dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 100°C , selama 30 menit. Timbang berat sampel kering sebagai berat kering awal (w_0), kemudian sampel direndam selama 24 jam dalam 50 ml larutan natrium azida 0,02% untuk mencegah pertumbuhan mikroba. Setelah 24 jam, sampel yang tidak terlarut dalam diangkat dan dikeringkan dalam oven selama 2 jam dengan suhu 100°C , disimpan di dalam eksikator selama 10 menit, kemudian ditimbang lagi berat sampel kering sebagai berat sampel setelah perendaman (w_1). Persentase kelarutan sampel dalam air (S) dihitung dengan persamaan:

$$S = \frac{w_0 - w_1}{w_0} \times 100\%$$

Tensile Strength

Kuat tarik (*Tensile Strength*) pada titik patahnya dan presentase pemanjangan (*Elongasi*) diukur dengan menggunakan Universal Testing Instrument (UTI), Penetrometer dengan spesifikasi 5 kN *load cell*. Konsentrasi air dalam sampel terlebih dulu dibuat setimbang dengan kandungan uap air dari lingkungan dengan *relative humidity* 70% pada suhu 25°C . Labu Erlenmeyer cucuk diisi dengan air. Udara digelembungkan melalui pipa yang ujungnya tercelup dalam air tersebut. Ke dalam pipa tercelup diatur untuk mendapatkan udara keluar dengan *relative humidity* 70% udara keluar dengan *relative humidity konstan* dimasukkan ke dalam suatu ruang berisi sampel film. Penimbangan sampel dilakukan setiap 2 jam. Setelah beratnya konstan, artinya kandungan uap air dalam sampel sudah setimbang dengan lingkungan. Setelah itu barulah film di analisa kuat tariknya dengan alat penetrometer. Kuat tarik dihitung dengan persamaan:

$$T_s = \frac{F}{A}$$

Permeabilitas Uap Air

Permeabilitas uap air dari *edible film* diuji dengan menggunakan metode gravimetri sesuai dengan metode standar E-96-95 dalam ASTM 1995. Sampel film yang akan diuji, dibentangkan menutupi tabung sel permeasi yang berbentuk lingkaran dengan diameter 4 cm. Didalam sel permeasi dimasukkan silica gel (0% RH). Setelah ditutup dengan film, sel permeasi ini dimasukkan dalam eksikator yang telah diisi larutan NaCl jenuh (70% RH) pada suhu 30°C . Laju perpindahan uap air (WVTR) dapat ditentukan dari penimbangan berat sel permeasi setiap 1 jam sampai diperoleh beberapa titik. Kemudian dilakukan pengukuran ketebalan film di beberapa titik dengan mikrometer. Setelah tes permeasi, ketebalan film diukur, selanjutnya *water vapor permeability* (WVP) dapat dihitung dengan persamaan:

$$WVP = \frac{WVTR}{P_s (RH_1 - RH_2)} \times \delta_m$$

(Wirawan, 2012)

Hasil dan Pembahasan

Hasil-hasil penelitian ini berkaitan dengan pengaruh komposisi *plasticizer* sorbitol dan gliserol, juga pengaruh komposisi bahan penyusun *edible film* yaitu tepung jagung dan kitosan terhadap karakteristik *edible film* yaitu daya larut, *tensile strength*, dan permeabilitas film terhadap uap air, yang disajikan pada bagian berikut:

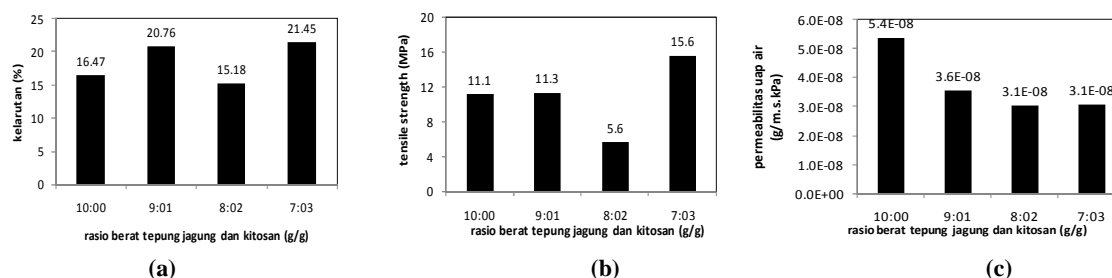
Perbandingan Tepung Jagung dan Kitosan



Pengaruh rasio tepung jagung dan kitosan disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 3. Hasil menunjukkan semakin bertambahnya kitosan kelarutan, hal ini disebabkan jika semakin berkurangnya tepung jagung maka film makin mudah larut karena kandungan amilopektin yang menyebabkan film sukar larut makin berkurang. Makin banyak kitosan *tensile strength* makin tinggi, hal ini bertentangan dengan teori yang menyebutkan keberadaan kitosan memperkecil *tensile strength*. Sedangkan permeabilitas uap air menurun. Bertambahnya kitosan menurunkan permeabilitas air, karena dengan bertambahnya kitosan penghambatan terhadap uap air bertambah.

Tabel 1. Pengaruh rasio berat tepung jagung dan kitosan (g/g) pada volume sorbitol 1 ml dan volume gliserol 1 ml terhadap daya larut, *tensile strength* dan permeabilitas uap air

Perbandingan Berat Tepung Jagung dan Kitosan (g/g)	10:00	9:01	8:02	7:03
daya larut (%)	16,47	20,76	15,18	21,45
tensile strength (Mpa)	11,12	11,26	4,70	15,55
permeabilitas uap air (g/m.s.kPa)	$5,369 \times 10^{-8}$	$3,562 \times 10^{-8}$	$3,058 \times 10^{-8}$	$3,098 \times 10^{-8}$



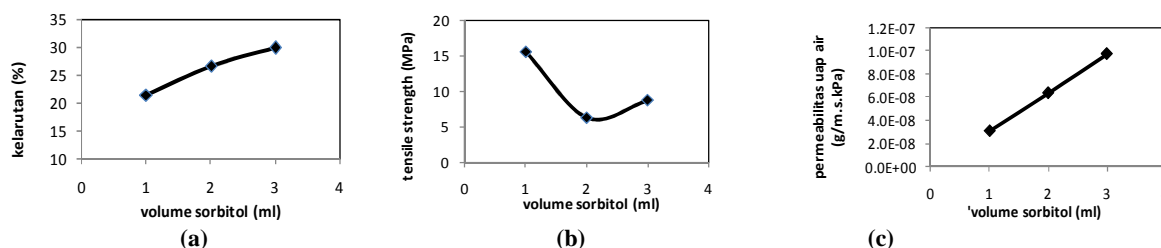
Gambar 3. Pengaruh rasio berat tepung jagung dan kitosan (g/g) pada volume sorbitol 1 ml dan volume gliserol 1 ml terhadap: (a) daya larut, (b) *tensile strength* dan (c) permeabilitas uap air

Pengaruh Plasticizer

Pengaruh jumlah sorbitol terhadap karakteristik *edible film* disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 4. Peningkatan jumlah sorbitol menaikkan kelarutan *edible film*, hal ini disebabkan sorbitol bersifat hidrofilik yang akan menaikkan kelarutan. Kenaikan jumlah sorbitol menurunkan *tensile strength*, dikarenakan penambahan plasticizer menurunkan gaya intermolekuler dari bahan penyusun polimer, sehingga polimer menjadi lentur, tidak kaku. Menurut Krochta (1997) nilai kuat tarik yang dapat diaplikasikan untuk *edible film* berkisar antara 10-100 MPa. Permeabilitas uap air meningkat seiring penambahan sorbitol, dikarenakan kenaikan jumlah sorbitol menghasilkan film yang hidrofilik sehingga air mudah terserap ke dalam jaringan. Selain itu penambahan meningkatkan jumlah ruang kosong antar molekul, meningkatnya jumlah ruang kosong antar molekul polimer mengakibatkan turunnya sifat penghambat terhadap uap air.

Tabel 2. Pengaruh volume sorbitol pada rasio berat tepung jagung dan kitosan 7:3 (g/g) dan volume gliserol 1 ml terhadap daya larut, *tensile strength* dan permeabilitas uap air

volume sorbitol (ml)	1	2	3
daya larut (%)	21,45	26,58	29,84
tensile strength (Mpa)	15,56	6,23	8,78
permeabilitas uap air (g/m.s.kPa)	$3,098 \times 10^{-8}$	$6,385 \times 10^{-8}$	$9,798 \times 10^{-8}$



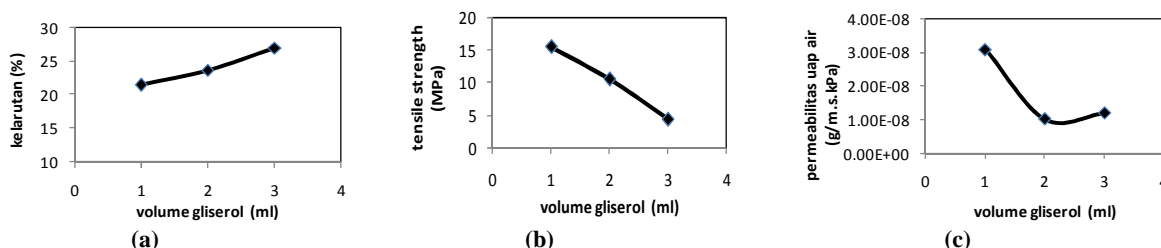
Gambar 4. Pengaruh volume sorbitol pada rasio berat tepung jagung dan kitosan 7:3 (g/g) dan volume gliserol 1 ml terhadap: (a) daya larut, (b) tensile strength dan (c) permeabilitas uap air

Pengaruh Gliserol

Pengaruh penambahan gliserol disajikan pada Tabel 3 dan Gambar 5. Gliserol berfungsi sebagai plasticizer, pengaruh terhadap kelarutan dan *tensile strength edible film* yang dihasilkan serupa dengan pengaruh penambahan sorbitol sedangkan pengaruhnya terhadap permeabilitas air akan meningkat seiring kenaikan jumlah gliserol, karena gliserol bersifat hidrofilik.

Tabel 3. Pengaruh volume gliserol pada rasio berat tepung jagung dan kitosan 7:3 (g/g) dan volume sorbitol 1 ml terhadap daya larut, tensile strength dan permeabilitas uap air

volume gliserol (ml)	1	2	3
daya larut (%)	21,45	23,7	26,91
tensile strength (Mpa)	15,55	10,61	4,48
permeabilitas uap air (g/m.s.kPa)	$3,098 \times 10^{-8}$	$1,032 \times 10^{-8}$	$1,205 \times 10^{-8}$



Gambar 5. Pengaruh volume gliserol pada rasio berat tepung jagung dan kitosan 9:1 (g/g) dan volume sorbitol 1 ml terhadap: (a) daya larut, (b) tensile strength dan (c) permeabilitas uap air

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa beberapa hal sebagai berikut: tepung jagung dan kitosan merupakan formulasi edible film hidrokoloid yang baik, karena dapat memperbaiki sifat dan karakteristik *edible film*. Semakin banyak kitosan yang ditambahkan, maka daya larut dari *edible film* meningkat, kuat tarik film menurun, dan permeabilitas uap air dari film meningkat. Semakin banyak volume *plasticizer* yang digunakan, maka daya larut dari *edible film* semakin besar, sedangkan *tensile strength* dari film menurun, dan permeabilitas uap air dari film meningkat. Formulasi yang relative baik untuk *edible film* dari tepung jagung dan kitosan dengan *plasticizer* sorbitol dan gliserol adalah formulasi 7 gr tepung jagung, 3 gr kitosan, *plasticizer* 1 ml sorbitol dan 1 ml gliserol dengan karakteristik daya larut sebesar 21,45%, *tensile strength* sebesar 15,5597 Mpa, dan permeabilitas uap air sebesar $3,098 \times 10^{-8}$ g/m.s.kPa.

Notasi

- Ts = *Tensile Strength*
- F = gaya yang diberikan
- A = luas penampang penerima gaya
- w₀ = berat sampel kering awal (g)
- w₁ = berat sampel kering yang tidak larut (g)
- P_s = tekanan uap air jenuh (Pa) pada suhu percobaan 30°C



RH_1 = relative humidity dalam eksikator
 RH_2 = relative humidity dalam sel permeasi
 δ_m = ketebalan rerata lapisan film (m).

Daftar Pustaka

- Anonim, 2001, Kitosan, diakses <http://id.wikipedia.org/wiki/Kitosan>, 5 Juni 2013
- Anonim, 2007, Jagung, diakses <http://id.wikipedia.org/wiki/Jagung>, 5 Juni 2013
- Arpah, Muhammad, 1996, *Pengawasan Mutu Pangan*, Penerbit Tarsito, Bandung.
- Astuti, Betti Cahyaning, 2008, *Pengembangan Edible Film Kitosan dengan Penambahan Asam Lemak dan Esensial Oil: Upaya Perbaikan Barrier dan Aktivitas Antimikroba*, Skripsi, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Bourtoom, T. et al., 2008, *Edible Film and Coating: Characteristic and Properties*, Prince of Songkhla University, Songkhla.
- Krochta, 1994, *Edible Film and Coating to Improve Food Quality*, Technomic Publishing Company, New York.
- Luthana, Yissa, 2010, *Review Lengkap tentang Edible Film, Pembuatannya dari Bubuk Pektin Cincau dan Aplikasinya*, Diakses di <http://yissaprayogo.wordpress.com>, 20 Agustus 2013.
- Pudjaatmaka, A. Hadyana, 2002, *Kamus Kimia*, Balai Pustaka, Jakarta.
- Susanto, Mutiara P.U., dkk, 2011, *Pembuatan Edible Film dari Tepung jagung*, Laporan Penelitian, Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran", Yogyakarta.
- Utari, Maya, dkk, 2008, *Pemanfaatan Agar-agar Gracilaria coronopifolia dan Kitosan untuk Pembuatan Plastik Biodegradable dengan Gliserol sebagai Plasticizer*, Skripsi, Universitas Negeri Lampung, Lampung.
- Winarti, Christina, 2012, *Teknologi Produksi dan Aplikasi Pengemasan Edible Antimikroba Berbasis Pati*, Jurnal Litbang Pertanian, Volume 31, Nomor 3.
- Wirawan S. K, 2012, *Pengaruh Plasticizer pada Karakteristik Edible Film dari Pektin*, Jurnal Reaktor, Volume 14, Nomor 1, Halaman 61 – 67, Yoshida, Antunes, 2003, *Karakterisasi Lapisan Emulsi Protein*, Diakses di http://pratamaputra37.blogspot.com/2011_04_01_archive.html, 25 September 2013.





Lembar Tanya Jawab

Moderator : Rudy Agustriyanto (Universitas Surabaya)

Notulen : Wibiana W. N. (Teknik Kimia UPN "Veteran" Yogyakarta)

1. Penanya : Sri Hastutiningrum (AKPRIND, Yogyakarta)
Pertanyaan : Apakah produk yang dibuat sudah diuji coba secara langsung?
Jawaban : Belum pernah. Tetapi pernah mencoba langsung memakan edible film
2. Penanya : Viska (Teknik Kimia UPN "Veteran" Yogyakarta)
Pertanyaan :
 - Apa makanan yang bisa diaplikasikan oleh edible film?
 - Apa pengaruh dari kitosan udang dan kepiting?Jawaban :
 - Pada buah misalnya apel dan pir. Juga pada makanan misalnya jenang dodol.
 - Kitosan udang butirannya lebih halus dan lebih mudah larut dalam asam asetat.
3. Penanya : Indra Berliana (Teknik Kimia UPN "Veteran" Yogyakarta)
Pertanyaan : Adakah kemungkinan edible film bereaksi dengan makanan?
Jawaban : Sangat tidak masalah kalau edible film terlarut dalam makanan.

