

Kajian Limbah Keju (Whey) Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Plastik Film yang Ramah Lingkungan

M. Istnaeny Hudha*, Rini Kartika Dewi, Tommy Indra A. R., dan Dina Saraswati F.
Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, ITN Malang
Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Malang, 65145

*The corresponding author: istnaeny.hudha@scholar.itn.ac.id/istnaeny.hudha@gmail.com

Abstrak. Plastik yang digunakan saat ini merupakan polimer sintetik, terbuat dari minyak bumi (*non-renewable*) yang tidak dapat terdegradasi mikroorganisme di lingkungan. Perkembangan terakhir di bidang teknologi pengemasan adalah suatu kemasan yang bersifat antimikroba dan antioksidan. Kemasan film dari limbah pembuatan keju (*Whey*) dapat menghasilkan film yang transparan, fleksibel, tidak berbau, lunak, dan mempunyai sifat menahan aroma terhadap produk pangan yang dilapisinya. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji konsentrasi gliserol dan konsentrasi kitosan yang optimal dalam pembuatan film Kemasan. Film kemasan dibuat dengan mencampurkan *Whey* dengan agar-agar ditambah dengan gliserol dan kitosan. Selanjutnya variasi konsentrasi gliserol (5%, 10%, 15%, 20%, 25% volume total larutan) dengan kitosan (30%, 40%, 50% volume total larutan). Karakteristik *biodegradable* ditandai dengan adanya uji kuat tarik, *elongasi*, dan uji biodegradasi, uji ketahanan air, uji mikroba. Hasil karakterisasi film kemasan yang memiliki kinerja optimal diperoleh dari film kemasan formulasi 10 % gliserol dan 40% kitosan dengan kuat tarik 3,89957 N, persen *elongasi* 72,67%, persen biodegradasi 92%, persen hidrofobisitas 78%, dan nilai mikroba 12×10^4 Koloni/100 mL.

Kata-kata kunci : Limbah Pembuatan Keju, gliserol, kitosan, film kemasan

1. Pendahuluan

Beberapa jenis bahan yang sering digunakan masyarakat setiap hari untuk mengemas makanan adalah plastik, kertas, gelas, aluminium. Plastik adalah bahan yang paling sering digunakan oleh masyarakat. Setiap tahunnya sekitar 100 juta ton plastik kemasan di produksi dan digunakan di dunia. Plastik telah menjadi kebutuhan hidup yang terus meningkat jumlahnya. Plastik yang digunakan saat ini merupakan polimer sintetik, terbuat dari minyak bumi (*non-renewable*) yang tidak dapat terdegradasi mikroorganisme di lingkungan. Kondisi demikian ini menyebabkan kemasan plastik sintetik tersebut tidak dapat digunakan terus-menerus karena akan menambah persoalan lingkungan dan kesehatan diwaktu mendatang.

Seperti yang telah kita ketahui bahwa sampah plastik tidak mudah terurai oleh mikroorganisme, membutuhkan waktu bertahun-tahun untuk bisa terurai sempurna. Membakar plastik pun bukan solusi yang baik karena plastik yang tidak sempurna terbakar akan membentuk senyawa yang berbahaya apabila kita hirup. Maka dari itu salah satu inovasi terkini untuk mengurangi masalah sampah plastik yaitu dengan membuat plastik yang ramah lingkungan dan dapat didegradasi atau dikenal dengan sintesis *Biodegradable* plastik (Agung, 2017). Sintesis *Biodegradable* plastik ini adalah alternatif lain dari plastik ramah lingkungan dengan cara blending berbagai polimer alam seperti pati-patian, khitin, kitosan, dan selulosa. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis film bioplastik dari bahan baku polimer alam yang bersifat dapat diperbarui (*Renewable Resource*), yaitu protein whey, kitosan, dan ekstrak kulit apel untuk kemasan makanan yang ramah lingkungan (Asiah, 2012).

Perkembangan terakhir di bidang teknologi pengemasan adalah suatu kemasan yang bersifat antimikroba dan antioksidan. Keuntungan utama kemasan tersebut adalah dapat bersifat seperti halnya bahan-bahan yang mengandung antiseptik seperti sabun, cairan pencuci tangan yaitu

berfungsi untuk mematikan kontaminan mikroorganisme (kapang, jamur, bakteri) secara langsung pada saat mikroba kontak dengan bahan kemasan, sebelum mencapai bahan/produk pangan di dalamnya sehingga produk pangan tersebut menjadi lebih awet (Rismana, 2014).

Plastik *Biodegradable* atau bioplastik adalah plastik yang dapat digunakan layaknya seperti plastik konvensional, namun akan hancur terurai oleh aktivitas mikroorganisme setelah habis terpakai dan dibuang ke lingkungan. Biasanya plastik konvensional berbahan dasar petroleum, gas alam, atau batu bara. Sementara bioplastik terbuat dari material yang dapat diperbaharui, yaitu dari senyawa-senyawa yang terdapat dalam tanaman misalnya pati, selulosa, kolagen, kasein, protein atau lipid yang terdapat dalam hewan (Agung, 2017).

Kemasan film dari protein whey dapat menghasilkan film yang transparan, fleksibel, tidak berbau, lunak, dan mempunyai sifat penahan aroma terhadap produk pangan yang dilapisinya. Kemasan film dari protein whey tidak mudah larut dalam air karena telah distabilkan oleh ikatan disulfida. Meskipun begitu, kemasan film dari whey memiliki sifat hidrofil yang tinggi sehingga film ini kurang mampu mempertahankan penguapan air dari produk yang dilapisinya. Kekurangan ini bisa di atasi dengan pemanasan menggunakan suhu 85°C. Tetapi dengan pemanasan 85°C film mudah mengalami kerapuhan sehingga perlu ditambahkan plasticizer. *Plasticizer* ditambahkan dalam larutan film untuk mengurangi kerapuhan dan meningkatkan fleksibilitas film. Peningkatan fleksibilitas film dikarenakan terjadi pengurangan kekuatan tariki ntermolekuler di antara rantai polimer. *Plasticizer* yang biasa digunakan adalah poliols dan mono, di dan oligosakarida, gliserol dan sorbitol. Tipe dan konsentrasi *plasticizer* dapat mempengaruhi sifat film kemasan protein (Manab, 2010).

Melakukan proses pengeringan film kemasan dari campuran whey keju, kitosan, gliserol, dan ekstrak kulit apel menggunakan suhu 50°C selama 7 jam akan menghasilkan karakteristik film kemasan yang lembek dan elastis. Namun belum ditentukan suhu optimal yang digunakan untuk pembuatan film kemasan (Epriyanti, 2016).

2. Bahan dan metode

2.1. Bahan proses pembuatan film kemasan

Whey yang didapatkan dari by-product pengolahan keju, ekstrak kulit apel didapatkan dari limbah kulit apel dari proses perebusan dan digunakan sebagai antioksidan, agar digunakan sebagai polisakarida, gliserol digunakan sebagai plasticizer, serta kitosan 30%, 40%, dan 50% sebagai bahan pengisi film kemasan

2.2. Proses pembuatan film kemasan

Proses pembuatan film kemasan terdapat beberapa tahapan yakni:

a. Proses pembuatan ekstrak kulit apel

Proses awal yang dilakukan adalah dengan mencuci kulit apel menggunakan air bersih. Menimbang kulit apel tersebut sebanyak 25 gr. Kemudian kulit apel dipotong kecil-kecil dan dimasukkan ke dalam air yang bersuhu 65 °C lalu diaduk selama 30 menit. Setelah itu menyaring air rebusan menggunakan kain saring dan memisahkan aMPas dan ekstraknya. Ekstrak yang didapatkan kemudian didinginkan pada suhu ruang dan disiMPan dalam lemari pendingin

b. Pembuatan Larutan kitosan

Menimbang kitosan sebanyak 3 gram, kemudian melarutkan kitosan dengan asam asetat 2 mL dan menambahkan aquadest hingga volume larutan 50 mL. Larutan kitosan diaduk menggunakan Hot Plate dan Magnetic Stirrer dengan suhu 50 °C selama 60 menit. Lalu larutan kitosan disaring untuk menghilangkan gelembung udara dan kotoran yang terperangkap di dalam larutan

c. Pembuatan Film Kemasan

Langkah pertama dalam pembuatan film kemasan yaitu dengan mencampurkan 10 mL limbah keju (*Whey*) dengan agar-agar swallow sebanyak 2. Kemudian

menambahkan *plasticizer* yaitu gliserol dengan konsentrasi 5%, 10%, 15%, 20%, 25% untuk meningkatkan elastisitas film kemasan yang dihasilkan. Selanjutnya diberi penambahan bahan pengisi yaitu kitosan dengan konsentrasi 30%, 40%, 50% dan *aquadest* saMPai volume larutan film mencapai 35 mL. Larutan pembentuk film tersebut dihomogenisasi dan dipanaskan pada suhu 85 C selama 30 menit dengan menggunakan *Hot Plate*. Setelah proses homogenisasi, larutan film didinginkan saMPai suhu ruang lalu menambahkan ekstrak kulit apel sebanyak 4% dari gliserol dan dilakukan homogenisasi kembali. Langkah selanjutnya yaitu pencetakan dengan menuangkan larutan film ke plat kaca ukuran 20 × 15 cm. Plat kaca yang berisi larutan film selanjutnya dikeringkan di *Cabinet Dryer* pada suhu 65 C selama 7 jam. Film kemasan yang telah kering didinginkan saMPai mencapai suhu ruangan, lalu dilepas dari cetakan dengan hati-hati. Hasil film kemasan yang dihasilkan akan di analisa uji tarik, uji *elongasi*, uji biodegradasi, uji ketahanan air, dan uji mikroba.

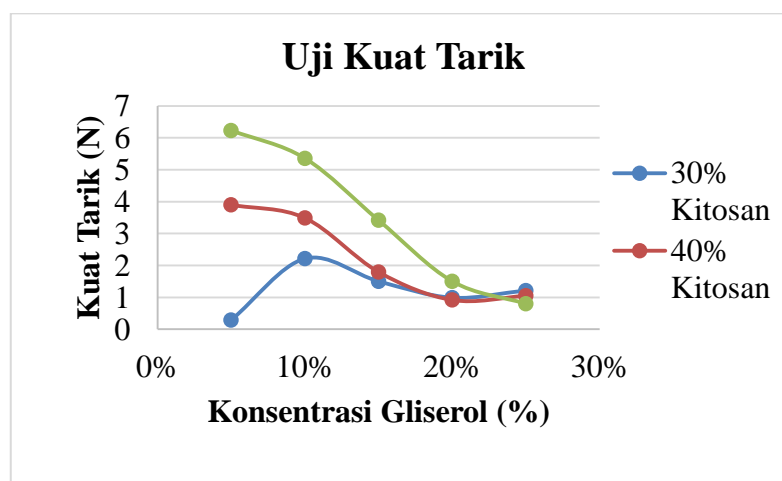
3. Hasil penelitian dan pembahasan

3.1. Hasil Analisa Uji Kuat Tarik

Hasil penelitian mengenai uji kuat tarik film kemasan dari limbah pembuatan keju (Whey) yang di uji kuat tariknya di Laboratorium Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pangan UMM dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisa Uji Kuat Tarik

Gliserol \ Kitosan	Hasil Analisa Uji Kuat Tarik (MPa)				
	5 % gliserol	10 % gliserol	15 % gliserol	20 % gliserol	25 % gliserol
30% kitosan	0,28893	2,21348	1,50299	0,98968	1,21609
40% kitosan	3,89957	3,48731	1,79336	0,91743	1,048
50% kitosan	6,23234	5,35901	3,41662	1,50299	0,7987



Grafik 1. Hubungan antara Konsentrasi Gliserol (%) terhadap Kuat Tarik pada Berbagai Variasi Kitosan

Pada gambar 1. menunjukkan bahwa dengan adanya kenaikan konsentrasi gliserol dan kitosan akan menghasilkan nilai kuat tarik yang berbeda. Nilai kuat tarik tersebut berbanding lurus dengan kenaikan konsentrasi kitosan, yakni semakin naik konsentrasi kitosan maka nilai kuat tarik pada film kemasan juga semakin naik. Hal ini sesuai dengan teori dari Agung (2017) dan Selpiana (2016) yang menyatakan bahwa film dengan penambahan kitosan memiliki sifat yang kuat dan tidak mudah robek, serta memiliki sifat komponen yang reaktif, pengikat, pengabsorpsi, dan pembentuk film yang baik.

Dikarenakan kitosan sendiri memiliki ikatan hidrogen yang terbentuk pada film, adanya ikatan hidrogen itulah yang membuat film kemasan semakin kuat dan sulit untuk putus.

Sedangkan semakin naik konsentrasi gliserol maka akan menghasilkan nilai kuat tarik semakin menurun, dikarenakan semakin naik konsentrasi gliserol yang ditambahkan menyebabkan interaksi antara gliserol dengan molekul pati yang dapat menurunkan mobilitas molekuler.

Pada sampel film kemasan dengan konsentrasi kitosan 30% dan konsentrasi gliserol 5% menunjukkan bahwa nilai kuat tariknya rendah yaitu 0,28893 MPa. Hal ini dikarenakan rendahnya ikatan hidrogen yang terbentuk pada film kemasan sehingga nilai kuat tariknya semakin rendah pula. Sedangkan sampel film kemasan dengan konsentrasi kitosan 50% dan gliserol 5% menunjukkan nilai kuat tariknya tinggi sebesar 6,23234 MPa. Dengan nilai uji tarik yang didapatkan menyatakan bahwa film kemasan memenuhi standart mutu uji tarik plastik yaitu 1-10 MPa.

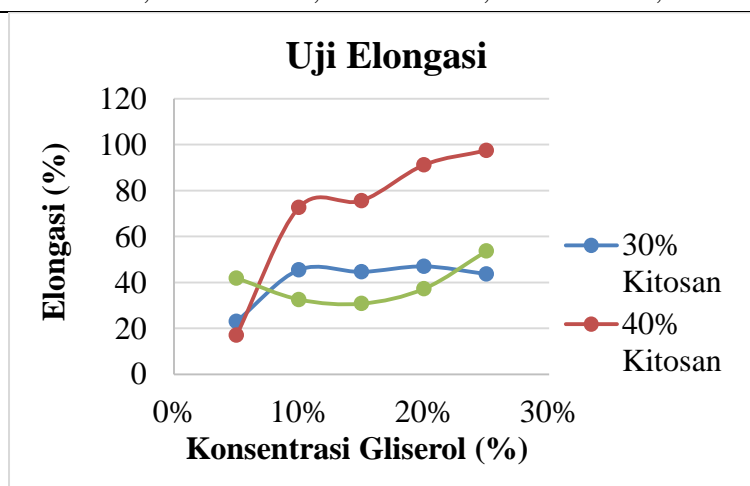
Dari hasil yang didapatkan terdapat satu sampel yang tidak sesuai dengan teori, dimana pada sampel 5% gliserol dan 30% kitosan nilai kuat tarik menurun yang seharusnya nilai kuat tarik pada sampel tersebut lebih tinggi jika dibandingkan dengan konsentrasi gliserol 10% dan konsentrasi kitosan 30%. Hal ini disebabkan karena pada saat pelaksanaan prosedur konsentrasi gliserol 5% dan konsentrasi kitosan 30% dihasilkan lembaran film yang tidak bisa membentuk lembaran utuh melainkan lembaran yang pecah-pecah. Lembaran film yang pecah-pecah dikarenakan penambahan konsentrasi gliserol yang terlalu rendah, sehingga menyebabkan nilai kuat tariknya menjadi rendah.

3.2. Uji Elongasi

Hasil penelitian mengenai uji *Elongasi* film kemasan dari limbah pembuatan keju (*Whey*) yang di ujikan *Elongasi*-nya di Laboratorium Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pangan UMM dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 2. Hasil Analisa Uji *Elongasi*

Kitosan \ Gliserol	Hasil Analisa Uji <i>Elongasi</i> (%)				
	5 % gliserol	10 % gliserol	15 % gliserol	20 % gliserol	25 % gliserol
30% kitosan	23,0238	45,4983	44,5992	46,5992	43,6654
40% kitosan	16,9946	72,6796	75,5817	91,19	97,5017
50% kitosan	41,8779	32,5713	30,7592	37,2729	53,6842



Grafik 2. Hubungan antara Konsentrasi Gliserol (%) terhadap *Elongasi* pada Berbagai Variasi Kitosan

Pada grafik 2. menunjukkan bahwa semakin naik konsentrasi gliserol menyebabkan kemuluran film kemasan berbahan dasar whey semakin meningkat. Dengan adanya kenaikan konsentrasi gliserol dapat menurunkan interaksi polimer-polimer yang berdekatan molekul lainnya sehingga film kemasan menjadi lebih elastis.

Hal ini diperkuat dengan teori Fatma (2015) yang menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi gliserol dalam pembuatan film kemasan berbahan *whey* dapat menghasilkan penurunan kekuatan tarik dan peningkatan kemuluran. Sedangkan Semakin naik konsentrasi kitosan maka elongasi akan menurun tetapi kuat tarik akan semakin meningkat.

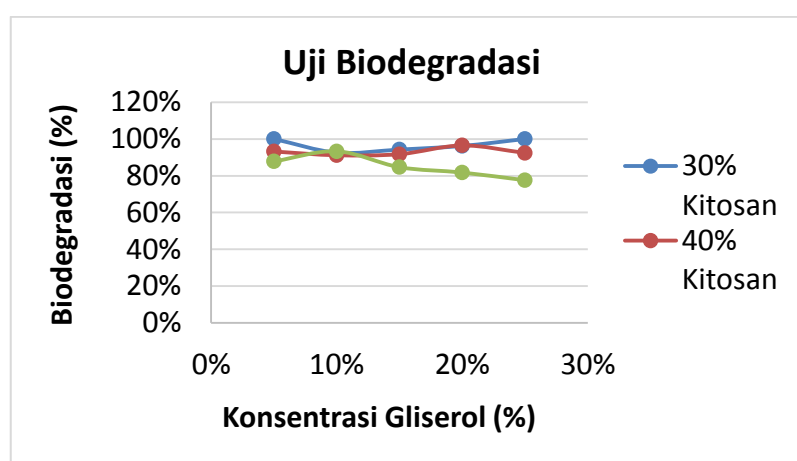
Hasil uji elongasi pada sampel film kemasan berbahan dasar whey dapat diketahui bahwa hasil nilai uji elongasi yang paling tinggi pada sampel B₅ yaitu konsentrasi kitosan 40% dan konsentrasi gliserol 25% dengan nilai elongasi sebesar 97,5017%. Dengan nilai elongasi yang telah didapatkan maka sesuai dengan teori yang ada yaitu semakin naik konsentrasi gliserol maka nilai elongasi semakin naik. Hal ini berbanding terbalik apabila semakin naik nilai kitosan maka nilai elongasi semakin menurun.

3.3. Uji Biodegradasi

Hasil penelitian mengenai pengujian kemampuan biodegradasi pada film kemasan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisa Uji Biodegradasi

Gliserol Kitosan	Berat Sampel (gram)	Hasil Analisa Uji Biodegradasi				
		5 % gliserol	10 % gliserol	15 % gliserol	20 % gliserol	25 % gliserol
30% kitosan	W1	1,5	1,35	1,39	1,32	1,85
	W2	0	0,08	0,07	0,15	0,02
40% kitosan	W1	1,32	1,47	1,21	1,7	1,32
	W2	0,09	0,13	0,1	0,06	0,1
50% kitosan	W1	1,23	1,79	1,5	1,37	1,56
	W2	0,15	0,12	0,23	0,25	0,35



Grafik 3. Hubungan antara Konsentrasi Gliserol (%) terhadap *biodegradasi* pada Berbagai Variasi Kitosan

Grafik 3. menunjukkan bahwa konsentrasi gliserol dan konsentrasi kitosan sangat mempengaruhi proses degradasi. Semakin naik penambahan gliserol maka degradasinya semakin cepat. Begitupun sebaliknya apabila semakin naik konsentrasi kitosan maka proses degradasi semakin lama. Hal ini sesuai dengan teori dari Agung (2017) dan Selpiana (2016) yang menyatakan bahwa film dengan penambahan kitosan memiliki sifat yang kuat dan tidak mudah robek, serta memiliki sifat komponen yang reaktif, pengikat, pengabsorpsi,

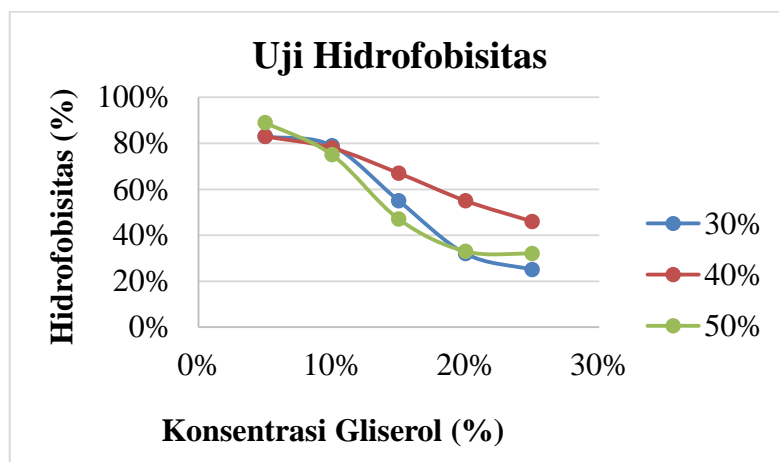
dan pembentuk film yang baik. Dikarenakan kitosan sendiri memiliki ikatan hidrogen yang terbentuk pada film, adanya ikatan hidrogen itulah yang membuat film kemasan semakin kuat dan sulit untuk putus.

Pada sampel film kemasan dengan konsentrasi gliserol 25% dan konsentrasi kitosan 30% memiliki nilai biodegradasi 100 % dalam 14 hari, nilai biodegradasi tersebut sesuai dengan standart mutu plastik yaitu 100 % dalam 60 hari. Hal ini dikarenakan sifat hidrofilik yang dimiliki pada gliserol. Sifat hidrofilik dapat mempercepat penyerapan air yang memungkinkan mikroorganisme dapat mendegradasi sampel film kemasan dengan lebih cepat.

3.4. Uji Hidrofobitas

Hasil penelitian mengenai pengujian kemampuan ketahanan air pada film kemasan dapat dilihat pada tabel 3.4

Gliserol Kitosan	Berat Sampel (gram)	Hasil Analisa Uji Hidrofobitas				
		5 % gliserol	10 % gliserol	15 % gliserol	20 % gliserol	25 % gliserol
30% kitosan	W	0,14	0,17	0,32	0,37	0,21
	W _o	0,12	0,14	0,22	0,22	0,12
40% kitosan	W	0,14	0,33	0,12	0,29	0,17
	W _o	0,12	0,27	0,08	0,2	0,11
50% kitosan	W	0,2	0,1	0,23	0,25	0,42
	W _o	0,18	0,08	0,15	0,15	0,25



Grafik 4 Hubungan antara Konsentrasi Gliserol (%) terhadap ketahanan air film kemasan pada Berbagai Variasi Kitosan

Pada grafik 4. menunjukkan bahwa kenaikan konsentrasi kitosan dan gliserol sangat berpengaruh pada hasil analisa ketahanan air yakni semakin naik komposisi kitosan yang ditambahkan maka ketahanan air semakin meningkat dan semakin rendah penyerapan air pada film kemasan. Sedangkan semakin naik konsentrasi gliserol ditambahkan maka semakin tinggi penyerapan air pada film kemasan. Hal ini sesuai dengan teori Agung (2017) dan Selpiana (2016) yang menyatakan bahwa kitosan dapat menjadi salah satu campuran dari bioplastik yang menyebabkan bioplastik tersebut memiliki ketahanan terhadap air karena kitosan sendiri adalah senyawa yang bersifat tidak larut dalam air sehingga diharapkan kitosan dapat mereduksi sifat dari film kemasan itu sendiri yaitu hidrofilik dengan presentase air terserapnya 100%.

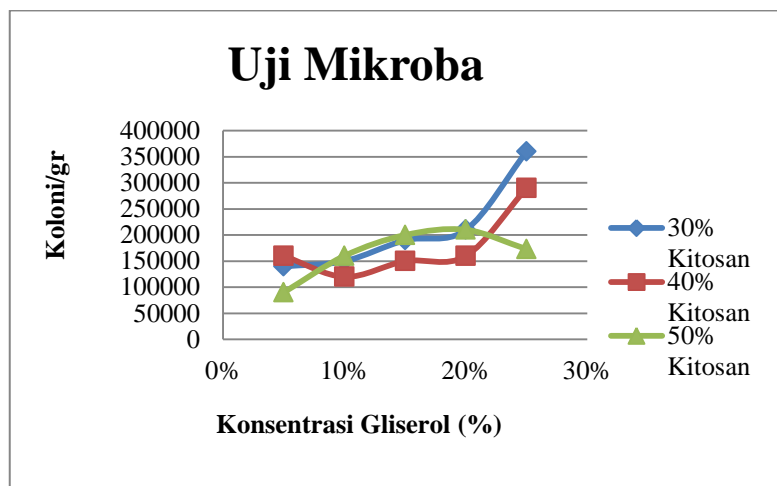
Dari hasil analisa hidrofobisitas ketahanan air yang paling rendah ada di konsentrasi gliserol 25% dan konsentrasi kitosan 30% yakni sebesar 25%. Sedangkan nilai ketahanan air yang paling tinggi adalah dengan konsentrasi gliserol 5% dan konsentrasi kitosan 50% sebesar 89%. Nilai tersebut sesuai dengan standart mutu plastik untuk ketahanan air yaitu 99%. Hal ini disebabkan dari sifat bahan dari kitosan dan gliserol itu sendiri yakni kitosan bersifat hidrofobik sedangkan gliserol bersifat hidrofilik. Pertanyaan ini diperkuat dengan teori dari Samsul (2017) dan Elmi (2017) yang menyatakan semakin banyak plasticizer yang ditambahkan maka akan meningkatkan kelarutan terutama yang bersifat hidrofilik akan meningkatkan kelarutan dalam air. Gliserol memberikan kelarutan yang tinggi dibandingkan sorbitol pada film kemasan sehingga perlu adanya penambahan bahan yang bersifat hidrofobik seperti kitosan, selulosa, dan protein.

3.5. Uji Mikroba

Hasil penelitian mengenai pengujian anti mikroba, di uji di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Teknik Kimia S-1. Adapun hasil analisisnya dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Analisa Mikroba

Gliserol Kitosan	Hasil Analisa Uji Mikroba (Koloni/100 mL)				
	5 % gliserol	10 % gliserol	15 % gliserol	20 % gliserol	25 % gliserol
30% kitosan	140.000	150.000	190.000	210.000	360.000
40% kitosan	160.000	120.000	150.000	160.000	290.000
50% kitosan	90.000	160.000	200.000	210.000	173.000



Grafik 5. Hubungan antara Konsentrasi Gliserol (%) terhadap aktivitas mikroba pada film kemasan dengan Berbagai Variasi Kitosan

Pada grafik 5. menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi gliserol dan kitosan sangat berpengaruh signifikan. Semakin tinggi konsentrasi gliserol maka aktivitas mikroba semakin tinggi dan daya hambatnya semakin rendah. Begitupun sebaliknya semakin tinggi konsentrasi kitosan yang ditambahkan maka aktivitas mikroba rendah tetapi daya hambatnya semakin tinggi. Hal ini diperkuat teori Mulyadi 2016 yang menyatakan bahwa penambahan gliserol dan kitosan pada film kemasan dapat mempengaruhi daya hambat terhadap mikroba. Dimana semakin tinggi konsentrasi gliserol daya hambat semakin menurun dikarenakan komposisi film kemasan diisi gliserol dan peran dari kitosan sebagai antibakteri tidak terlalu mendominasi.

Dari grafik diatas nilai uji mikroba yang terendah diperoleh pada konsentrasi gliserol 5% dan konsentrasi kitosan 50% sebesar $0,09 \times 10^4$ Koloni/100 mL. Sedangkan nilai uji mikroba tertinggi pada konsentrasi gliserol 25% dan konsentrasi kitosan 30% sebesar 36×10^4 Koloni/100 mL. Hal ini disebabkan dari sifat plasticizernya yang hidrofilik sehingga menyebabkan film kemasan yang dihasilkan dalam keadaan lembab atau kurang kering. Karena mikroba sendiri dapat tumbuh dengan cepat dalam kondisi lembab. Akan tetapi dalam hal ini dari grafik menunjukkan bahwa nilai uji mikroba dari sampel A₄ saMPai sampel C₅ perbedaan nilainya tidak terlalu jauh. Dikarenakan adanya penambahan konsentrasi ekstrak kulit apel pada larutan film kemasan. Dengan Penambahan ekstrak kulit apel dapat melindungi produk yang dikemas dari radikal bebas yang memungkinkan mikroba dapat tumbuh. Hal ini diperkuat oleh Huri (2014) yang menyatakan bahwa ekstrak aMPas kulit apel terdapat kandungan senyawa fenol yang diketahui memiliki aktivitas antioksidan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

Penggunaan film kemasan berbahan dasar *Whey* mampu menghasilkan film yang dapat memenuhi standart mutu plastik. Tetapi tidak untuk uji biodegradasi, karena kurangnya bahan tambahan seperti selulosa yang menyebabkan film kemasan dapat terdegradasi secara cepat.

Ditinjau dari hasil analisa uji kuat tarik, uji *elongasi*, uji biodegradasi, uji hidrofobisitas, dan uji mikroba didapatkan konsentrasi gliserol dan konsentrasi kitosan yang optimal yakni 10% gliserol dan 40% kitosan. Dengan nilai kuat tarik sebesar 3,48731 MPa telah memenuhi syarat standar mutu plastik yakni 1-10 MPa, *elongasi* sebesar 72,6796% telah memenuhi syarat standar mutu plastik yakni 20 – 220% , persen biodegradasi sebesar 91% dalam 15 hari tidak memenuhi syarat standar mutu plastik yakni 100% dalam 60 hari, persen hidrofobisitas sebesar 78% telah memenuhi syarat standar mutu plastik yakni 99%, nilai mikroba sebesar 12×10^4 Koloni/100 mL telah memenuhi syarat standar mutu plastik yakni < 20 gr/koloni.

Daftar Pustaka

- Abdul, M. 2017. *Antimicrobial Edible Film Based Whey Protein – A Review*, ISSN 0974-4290, Vol.10, No.4. Animal Product Technology, Brawijaya University.
- Agung, N.C.S. 2017. *Sintesis Dan Karakterisasi Bioplastik Dari Kitosan-Pati Ganyong (Canna edulis)*, ISSN 2503-4154, Vol . 2, No 1, April 2017. Program Studi Pendidikan Kimia, FKIP, Universitas Sebelas Maret.
- Annisa, S. 2017. *Sifat Fisiko-Kimia Edible Film Agar-Agar Rumput Laut (Gracilaria sp.) Tersubstitusi Glycerol*. ISSN-p 2338-0950. Vol. 2. No. 136. Jurusan Kimia Fakultas Matematika Dan ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tadulako.
- Asiah, M. D., 2012. *Biodegradation Test of Bioplastic based Chitosan from Shrimp Waste and Starch*. Vol. 4, No. 1. Pendidikan Biologi FKIP Universitas Syiah Kuala.
- Epriyanti, N, dkk. 2016. Pengaruh Suhu Dan Lama Pengeringan Terhadap Karakteristik Komposit Plastik Biodegradable Dari Pati Kulit Singkong Dan Kitosan. ISSN 2503-488X, Vol. 4. No. 1. Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Unud.
- Fatma, R., dkk. 2015. *Karakteristik Edible Film Berbahan Whey Dangke dan Agar Dengan Menggunakan Gliserol Dengan Presentase Berbeda*, Vol. 4, No. 2, Juli 2015. Fakultas Pertenakan Universitas Hassanudin, Makassar.
- Hasnelly., dkk. 2015. *Pemanfaatan Whey Susu Menjadi Edible Film Sebagai Kemasan Dengan Penambahan Cmc, Gelatin Dan Plasticizer*, Vol. 2, No.1. Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan.
- Haryati, S., dkk. 2017. *Pemanfaatan Biji Durian Sebagai Bahan Baku Plastik Biodegradable Dengan Plasticizer Gliserol Dan Bahan Pengisi CaCO₃*. Vol. 23, No. 1, Januari 2017. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

- Huri, D., dkk. 2014. *Pengaruh Konsentrasi Gliserol Dan Ekstrak AMPas Kulit Apel Terhadap Karakteristik Fisik Dan Kimia Edible Film*, Vol. 2, No. 4, Oktober 2014. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, FTP Universitas Brawijaya.
- Illing, Ilmiati., MB, S., 2015. *Uji Ketahanan Air Bioplastik Dari Limbah AMPas Sagu Dengan Penambahan Variasi Konsentrasi Gelatin*, Vol. 3, No. 1, ISSN 2443-1109. Universitas Cokroaminoto Palopo.
- Kamal, N. 2010. *Pengaruh Bahan Aditif Cmc (Carboxyl Methyl Cellulose) Terhadap Beberapa Parameter Pada Larutan Sukrosa*, Vol I, Edisi 17, Desember 2010.
- Mulyadi, Febrianto. Dkk. 2016. *Pembuatan Edible Film Maizena dan Uji Aktifitas Antibakteri (Kajian Konsentrasi Gliserol dan Ekstrak Daun Beluntas (Pluchea Indica L))*, Vol. 5 No.3, ISSN 149-158, Fakultas Teknologi Agricultural, Universitas Brawijaya, Malang.
- Samsul, A., dkk. 2017. *Studi Pembuatan Bahan Alternatif Plastik Biodegradable Dari Pati Ubi Jalar Dengan Plasticizer Gliserol Dengan Metode Melt Intercalation*, Vol. 6. Jurusan Teknik Mesin, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.
- Selpiana, dkk. *Pengaruh Penambahan Kitosan Dan Gliserol Pada Pembuatan Bioplastik Dari AMPas Tebu Dan AMPas Tahu*, Vol. 22, No. 1, Januari 2016. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- Susanti, T. 2015. *Uji Efektivitas Antibakteri Ekstrak Kulit Buah Apel (Malus Domestica) Terhadap Bakteri Porphyromonas Gingivalis*. Program Studi Pendidikan Dokter Gigi Fakultas Kedokteran, Universitas Srwijaya.
- Wahyuni, E., dkk.2010. *Pembuatan Edible Film Protein Whey: Kajian Rasio Protein Dan Gliserol Terhadap Sifat Fisik Dan Kimia.*, ISSN: 1978-0303, Vol. 5, No.1, Februari 2010. Program Studi Teknologi Hasil Ternak Fakultas Universitas Brawijaya.