

OPTIMASI PROSES PEMBUATAN *EDIBLE FILM* DARI TAPIOKA DAN PEKTIN AMPAS JERUK SIAM

(Variabel Suhudan Waktu Proses)

Aditya Prasetya, Ganjar Andaka
Jurusan Teknik Kimia, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
aditya_prasetya@ymail.com

INTISARI

Limbah plastik semakin meningkat jumlahnya seiring bertambah penggunaannya, sehingga menimbulkan permasalahan serius. Untuk itu perlu dilakukan antisipasi dengan berbagai upaya untuk menanggulangi limbah plastik. Salah satunya dengan menggantikan plastik konvensional dengan plastik *biodegradable*. Sebelumnya plastik *biodegradable* telah dibuat, namun kekuatannya masih sangat kurang. Oleh karena itu perlu adanya inovasi dalam pembuatan plastik *biodegradable*.

Plastik *biodegradable* atau *edible film* dalam penelitian ini dibuat dari tapioka dan pektin ampas jeruk siam, dan sebagai penguatnya memanfaatkan gliserin (gliserol). Penelitian ini dilakukan dengan variabel suhu dan waktu proses terhadap nilai kuat tarik dan pemuluran plastik untuk mengetahui kondisi optimal agar dapat dihasilkan plastik *biodegradable* dengan kualitas yang baik. Tahapan dalam proses pembuatannya meliputi pembuatan bubuk ampas jeruk siam, tahap ekstraksi pektin ampas jeruk siam, analisis gugus pektin ampas jeruk siam dengan FTIR, pembuatan *edible film*.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, pada variabel suhu proses dengan menggunakan tapioka 4 gram, pektin 0,8 gram, CaSO_4 0,0004 gram, volume gliserol 0,8 mL, kecepatan pengadukan 700 rpm, volume pelarut aquades 150 mL, dan waktu 15 menit, diperoleh kondisi optimal terhadap kuat tarik dan pemuluran *edible film* pada suhu 85°C dengan nilai kuat tarik 3,13 MPa dan pemuluran 26,37%. Pada variabel waktu proses dengan menggunakan tapioka 4 gram, pektin 0,8 gram, CaSO_4 0,0004 gram, volume gliserol 0,8 mL, kecepatan pengadukan 700 rpm, volume pelarut aquades 150 mL, dan suhu proses 85°C diperoleh kondisi optimal terhadap kuat tarik dan pemuluran *edible film* pada waktu proses 14 menit dengan nilai kuat tarik 2,47 MPa dan pemuluran 29,66%.

Kata kunci: *Edible Film*, tapioka, pektin ampas jeruk siam, kuat tarik, pemuluran.

PENDAHULUAN

Kemasan adalah suatu benda yang digunakan untuk wadah atau tempat dan dapat memberikan perlindungan sesuai dengan tujuannya. Adanya kemasan dapat membantu mencegah atau mengurangi kerusakan, melindungi bahan yang ada di dalamnya dari pencemaran serta gangguan fisik seperti gesekan, benturan atau getaran. Dari segi promosi kemasan dapat berfungsi sebagai perangsang atau daya tarik pembeli (Esti, 2007).

Saat ini setiap harinya produksi dan penggunaan plastik sebagai kemasan semakin meningkat. Sampah plastik rata-rata memiliki porsi sekitar 14 persen dari total volume sampah (InSWA, 2015). Dari jumlah itu, sangat sedikit yang dapat didaur ulang. Plastik konvensional merupakan bahan yang tidak dapat terdegradasi dengan cepat secara alami, dan juga proses pembuatannya menggunakan minyak bumi, yang ketersediaannya

semakin berkurang dan sulit untuk diperbaharui (*non-renewable*). Plastik memerlukan 300-500 tahun agar bisa terdekomposisi atau terurai sempurna. Membakar plastik pun bukan pilihan baik. Plastik yang tidak sempurna terbakar, di bawah 800 derajat Celsius, akan membentuk dioksin yang merupakan senyawa berbahaya (Vedder, 2008).

Keadaan tersebut menuntut suatu solusi dalam menghasilkan plastik yang mudah diuraikan sempurna dalam waktu singkat, dengan mutu baik. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk menyelamatkan lingkungan dari bahaya plastik adalah dengan menerapkan plastik ramah lingkungan (plastik *biodegradable*). Plastik *biodegradable* tersebut dapat dibuat dari polimer alam, yaitu polipeptida (protein), polisakarida (karbohidrat) dan lipida (Julianti, 2006).

Edible film merupakan suatu lapisan tipis yang terbuat dari bahan-bahan

yang dapat dimakan, digunakan untuk melapisi komponen makanan (*coating*) atau diletakkan di antara komponen makanan (*film*) yang berfungsi sebagai penghalang atau *barrier* terhadap transfer massa (misalnya kelembaban, oksigen, lipid, cahaya, dan zat larut) dan sebagai penghambat bakteri untuk meningkatkan penanganan suatu makanan (Krochta; 1997). *Edible film* dapat dibuat dari tiga jenis bahan penyusun yang berbeda yaitu hidrokoloid, lipid, dan komposit dari keduanya (Donhowe & Fennema, 1994, dalam Irianto, dkk: 2006). *Edible film* memberikan alternative bahan pengemas yang tidak berdampak pada pencemaran lingkungan karena menggunakan bahan yang dapat diperbaharui dan harganya murah (Tharamathan, 2003 dikutip Bourtoom, 2007).

Polisakarida seperti pati dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan edible film. Pati sering digunakan dalam industri pangan sebagai biodegradable film untuk menggantikan polimer plastik karena ekonomis, dapat diperbaharui, dan memberikan karakteristik fisik yang baik (Bourtoom, 2007). Rachmawati (2009) menjelaskan bahwa, pati mampu berinteraksi dengan senyawa-senyawa lain, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga berpengaruh pada aplikasi proses dan mutu plastik. Pati singkong atau tapioka sering digunakan sebagai bahan tambahan dalam industri makanan dan industri yang berbasis pati karena mengandung pati tinggi 90% dari bobot kering (Niba, 2006 dalam Hui, 2006). Tepung tapioka yang dibuat dari ubi kayu mempunyai banyak kegunaan, antara lain sebagai bahan pembantu dalam berbagai industri. Dibandingkan dengan tepung jagung, kentang, dan gandum atau terigu, komposisi zat gizi tepung tapioka cukup baik sehingga mengurangi kerusakan tenun, juga digunakan sebagai bahan bantu pewarna putih (Whistler, *at. al.*, 1984). Menurut Krochta dan De Mulder-Johnston (1997), *edible film* dari tapioka memiliki sifat mekanik yang hampir sama dengan plastik dan kenampakannya trasparan.

Pektin merupakan salah satu polisakarida yang dapat digunakan sebagai bahan plastik biodegradable. Sumber pektin berasal dari buah-buahan dan kulit buah (Layuk, 2002). Kulit dari berbagai jenis jeruk mengandung pektin dalam konsentrasi

tinggi. Kandungan pektin pada kulit jeruk berkisar antara 20-35% dari berat kering. Pektin tersebut dapat diekstraksi dengan cara sederhana, biaya yang tidak mahal, dan dapat diterapkan dalam skala kecil (Herbstreith dan Fox, 2006). Pektin digunakan secara luas sebagai komponen fungsional pada makanan karena kemampuannya membentuk gel encer dan menstabilkan protein (May, 1990 dalam Hariyati, 2006). Pektin lebih banyak digunakan pada industri makanan terutama produk jeli, selai, makaroni, makanan coklat, kembang gula dan industri minuman seperti produk susu dan pengalengan buah-buahan. Hal tersebut disebabkan oleh karena pektin memiliki kemampuan gel yang lebih optimum dan gel tersebut memiliki tekstur yang lebih baik, kuat dan stabil (Fitriani, 2003).

Potensi sumber daya alam Indonesia yang cukup besar untuk menghasilkan tapioka dan buah jeruk sebagai bahan pembuatan *edible film*, serta manfaat yang diperoleh dari penggunaan *edible film*, maka penelitian tentang pengembangan *edible film* dari tapioka dan pektin ampas jeruk Siam (*Citrus nobilis L.*) perlu diupayakan.

METODE PENELITIAN

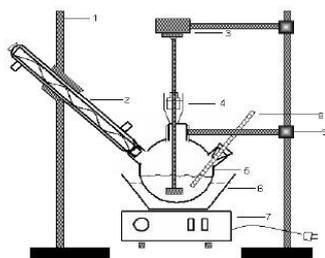
1. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dilakukan dengan studi pustaka dan juga eksperimen yaitu memberikan perlakuan terhadap sampel yang diteliti. Penelitian ini dilakukan dengan variabel suhu dan waktu proses terhadap nilai kuat tarik dan pemuluran.

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian adalah pektin kulit jeruk siam, tapioka, asam sitrat 40%, aquades, larutan etanol 96%, CaSO₄, dan gliserol.

Alat yang digunakan yaitu Pisau, blender, oven, ayakan 80 mesh dan 100 mesh, pipet volume, ball pipet, pH meter, *hot plate*, timbangan analitik, corong, stirrer, thermometer, pengaduk kaca, kain saring, seperangkat alat gelas standar, cetakan *edible film*, alat uji FTIR varian 1000 *scimitar series*, jangka sorong, dan alat uji mekanik *Universal Testing Machine*.

Rangkaian alatekstraksi dapat dilihat pada gambar 1.



Keterangan:

- | | |
|---------------------|--------------------|
| 1. Statif | 5. Labu leher tiga |
| 2. Pendingin Bola | 6. Water bath |
| 3. Motor pengaduk | 7. Kompor listrik |
| 4. Pengaduk merkuri | 8. Termometer Klem |

Gambar 1. Rangkaian alat ekstraksi

2. Proses Pengambilan Pektin Kulit Jeruk

Pembuatan bubuk ampas jeruk siam ini mengacu pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Nugroho (2014). Pengambilan pektin kulit jeruk siam diawali dengan mencuci kulit jeruk siam dengan air pada suhu kamar untuk menghilangkan kotoran atau partikel yang menempel. Setelah kulit jeruk siam bersih selanjutnya dipotong kecil-kecil dan dikeringkan dengan oven 60°C selama 18 jam. Kulit jeruk siam yang sudah kering tersebut lalu diblender dan diayak dengan ayakan 80 mesh sehingga diperoleh bubuk ampas jeruk siam.

Tahap selanjutnya bubuk ampas jeruk siam diekstraksi untuk diambil pektinnya. Proses ekstraksi menggunakan metode ekstraksi padat-cair. Ekstraksi pektin pada penelitian ini menggunakan bahan baku bubuk ampas jeruk siam sebanyak 50 gram. Bubuk ampas jeruk siam tersebut dimasukkan dalam gelas beker 1000 mL. Kemudian ditambahkan pelarut 500 mL akuades dan diaduk sampai rata, lalu ditambah dengan asam sitrat 40% sampai pH 3. Larutan tersebut dipanaskan pada suhu 80°C dengan waktu 60 menit. Dilakukan penyaringan dengan menggunakan kertas saring, sehingga diperoleh filtrat.

Filtrat selanjutnya ditambah dengan etanol 96% dengan perbandingan 1:2 sehingga diperoleh dua fraksi, yaitu gel yang terdapat diantara cairan supernatan. Tahap selanjutnya dilakukan penyaringan dengan kertas saring untuk memisahkan dua bagian tersebut, selanjutnya gel dikeringkan dengan oven pada suhu 50°C selama 5 jam diperoleh bentuk lembaran-

lembaran kering pektin jeruk siam. Pektin jeruk siam kemudian diblender sampai halus dan dilakukan pengayakan dengan ayakan 100 mesh. Setelah didapatkan bubuk pektin kemudian dianalisis gugus FTIR. Sampel yang berupa bubuk pektin, ditempatkan ke dalam *sample holder*, kemudian sampel di-scan pada bilangan gelombang kimia organik yaitu pada bilangan gelombang 4000-400 cm^{-1} (Watson, 2009).

3. Pembuatan Edible film Pektin Ampas Jeruk Siam

Pada pembuatan *edible film* ini menggunakan modifikasi dengan variasi suhu dan waktu proses.

- a. Preparasi Tapioka
Disiapkan 4 gram tapioka, kemudian dilarutkan dalam 75 mL akuades, dipanaskan dalam *hot plate* selama 30 detik (sampai warnanya berubah menjadi bening), dan dilanjutkan dengan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* selama 30 detik.
- b. Preparasi Pektin Ampas Jeruk Siam dan CaSO_4
Dua jenis larutan awalnya disiapkan terlebih dahulu, yaitu larutan yang berisi larutan pektin ampas jeruk siam dengan konsentrasi 20% dari berat tapioka dan CaSO_4 0,05% dari berat pektin ampas jeruk siam. Pektin ampas jeruk siam dilarutkan dalam 75 mL akuades.
- c. Preparasi Campuran Tapioka, Pektin ampas Jeruk Siam, CaSO_4 , Gliserol.
Larutan tapioka dituang ke dalam *beker glass* yang telah berisi larutan pektin ampas jeruk siam dan CaSO_4 0,05%. Selanjutnya gliserol dengan (variabel volume yang sudah ditentukan dan kecepatan pengadukan tetap 650rpm) ditambahkan pada larutan yang telah mengandung larutan pektin ampas jeruk siam, CaSO_4 0,05%, dan tapioka, kemudian diaduk (bila variabel kecepatan pengadukan dan volume gliserol tetap 0,8 mL) dan dipanaskan terus sampai 75°C (dipertahankan selama 5 menit), selanjutnya dipanaskan sambil diaduk hingga suhu 85°C (dipertahankan selama 10 menit). Larutan dicetak dan dikeringkan pada suhu 60°C selama 21 jam.

4. Metode Analisa Data

a. Pengujian karakter fisikplastik Edible film(Krisna, 2011)

a) Gaya renggang plastic (kuat tarik)
Plastik *edible film* dipotong dengan panjang 5 cm dan lebar 0,5 cm. Plastik kemudian diukur gaya renggangnya menggunakan alat uji kemuluran yaitu alat *Universal Testing Machine*. Plastik ditarik sampai putus menggunakan alat tersebut sehingga besar gaya renggang dapat dideteksi oleh alat tersebut.

b) Pemuluran plastic
Pada uji kemuluran sama perlakuannya dengan uji gaya renggang. Plastik edible film diukur kemulurannya menggunakan alat uji kemuluran yaitu alat *Universal Testing Machine*. Plastik yang sudah dipotong ditarik sampai putus menggunakan alat tersebut sehingga besar kemuluran dapat dideteksi oleh alat tersebut.

c) Ketebalan
Pada uji ketebalan jugasama perlakuannya dengan uji gaya renggang maupun pemuluran. Plastik edible film diukur ketebalan menggunakan alat uji kemuluran yaitu alat *Universal Testing Machine*. Plastik yang sudah dipotong dan dilakukan pengukuran, maka dapat dideteksi ketebalannya oleh alat tersebut.

b. Uji FT-IR (Fourier Transform Infra Red)

Gugus fungsi yang terdapat dalam plastik ini dapat diketahui menggunakan spektrum IR sehingga dapat diperkirakan jenis interaksi yang terjadi. Uji ini dilakukan di Laboratorium Analisa Instrumen Jurusan Teknik Kimia Akademi Teknologi Kulit (ATK) Yogyakarta.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah ampas jeruk siam. Kandungan pektin pada kulit jeruk atau ampas berkisar antara 20-35% dari berat kering. Pektin tersebut dapat diekstraksi dengan cara sederhana, biaya yang tidak mahal, dan dapat diterapkan dalam skala kecil (Herbstreith dan Fox, 2006).

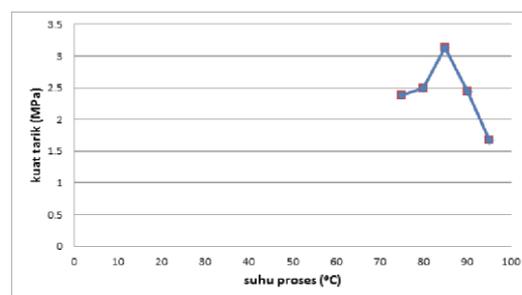
2. Pengaruh Suhu Proses

Untuk mengetahui pengaruh suhu proses terhadap kuat tarik dan pemuluran, dilakukan variasi suhu pada proses pembuatan plastik, yaitu 75°C, 80°C, 85°C, 90°C, dan 95°C. Volume gliserol 0,8ml, kecepatan pengadukan 700 rpm, berat pektin 0,8gram, berat CaSO₄ 0,0004 gram, berat tapioka 4 gram, dan waktu pencampuran 15 menit.

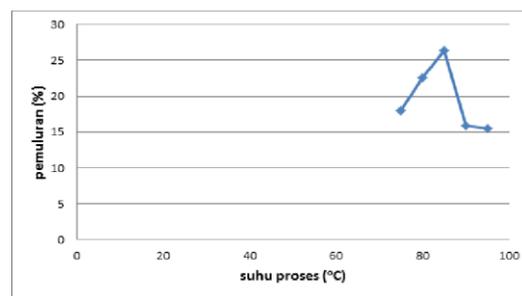
Data yang diperoleh tersaji pada Tabel 1, Gambar 1 dan Gambar 2.

Tabel 1. Pengaruh suhu proses terhadap kuat tarik dan pemuluran.

Suhu (°C)	Kuat Tarik (MPa)	Pemuluran (%)
75	2,3886	17,9675
80	2,4899	22,5481
85	3,1296	26,3684
90	2,4428	15,8784
95	1,6737	15,5542



Gambar 1. Grafik hubungan antara suhu proses dengan kuat Tarik



Gambar 2. Grafik hubungan antara suhu proses dengan pemuluran

Berdasarkan data hasil penelitian tersebut dapat diketahui bahwa dari suhu 75°C sampai dengan 85°C kuat tarik semakin besar, namun pada saat suhu 90°C kuat tarik mulai turun. Hal ini terjadi karena proses gelatinisasi sudah optimal terjadi pada suhu 85°C sehingga saat suhu dinaikkan menjadi 90°C sudah tidak terjadi proses gelatinisasi pada bahan tetapi terdekomposisi. Semakin tinggi suhu maka

proses gelatinisasi dan dekomposisi semakin cepat tercapai. Dari gambar 2 diatas dapat dilihat bahwa semakin tinggi suhu proses akan menyebabkan persentase pemanjangan semakin meningkat. Data pada tabel memperlihatkan bahwa plastik dengan suhu proses 75°C memiliki nilai persentase pemuluran paling rendah, yaitu 17,97%. Sedangkan plastik dengan nilai persentase pemuluran yang paling tinggi, yaitu pada suhu proses 85° sebesar 26,37%. Pada suhu proses 90°C dan 95°C mengalami penurunan atau tidak terjadi peningkatan persentase pemuluran. Peningkatan persentase pemuluran tersebut akan berlaku selama masih terbentuk interaksi molekuler rantai polimer dengan *plasticizer*.

Dari data yang telah disajikan, terlihat bahwa semakin tinggi suhu proses nilai kuat tarik dan pemuluran plastik *edible film* akan mengalami peningkatan dan akan menurun setelah mencapai suhu optimal. Pada data tersebut dapat terlihat bahwa suhu proses optimal terhadap kuat tarik dan pemuluran adalah 85°C dengan nilai kuat tarik 3,13 MPa dan nilai pemuluran sebesar 26,37%.

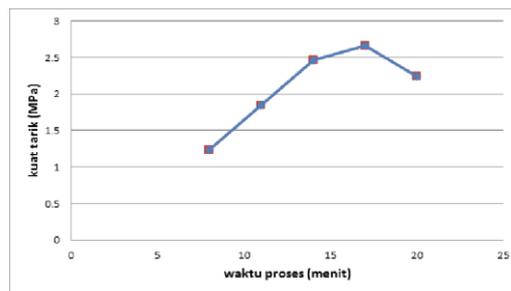
3. Pengaruh Waktu Proses

Untuk mengetahui pengaruh waktu proses terhadap kuat tarik dan pemuluran, divariasikan waktu proses 8 menit, 11 menit, 14 menit, 17 menit dan 20 menit. Variabel-variabel yang lain dibuat tetap. Volume gliserol 0,8 mL, kecepatan pengadukan 700 rpm, berat pektin 0,8 gram, berat CaSO₄ 0,0004 gram, berat tapioka 4 gram, dan suhu pencampuran 85°C.

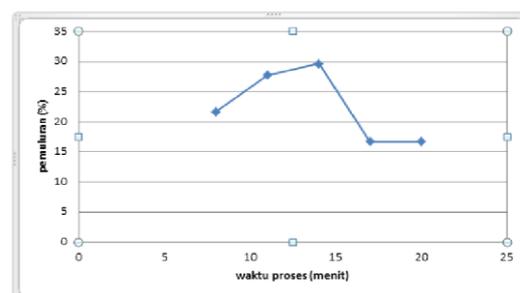
Data yang diperoleh tersaji pada Tabel 2, Gambar 3 dan Gambar 4.

Tabel 2. Pengaruh waktu proses terhadap kuat tarik dan pemuluran.

Waktu (menit)	Kuat Tarik (MPa)	Pemuluran (%)
8	1,2361	21,6607
11	1,8489	27,7726
14	2,4635	29,6570
17	2,6629	16,7289
20	2,2401	16,7116



Gambar 3. Grafik hubungan antara waktu proses dengan kuat tarik



Gambar 4. Grafik hubungan antara waktu proses dengan pemuluran

Berdasarkan gambar 3 hubungan waktu proses dengan kuat tarik dapat diketahui bahwa dengan menggunakan waktu proses dari 8-17 menit nilai kuat tarik semakin besar. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu proses gelatinisasi yang terjadi semakin sempurna. Gelatinisasi pati optimal terhadap kuat tarik terjadi pada waktu proses 17 menit dengan nilai kuat tarik sebesar 2,67Mpa. Sehingga pada saat waktu proses di tambah hingga 20 menit kuat tarik mengalami penurunan karena tidak terjadi lagi proses gelatinisasi melainkan telah memasuki fase proses dekomposisi.

Dari gambar 4 diatas dapat dilihat bahwa semakin lama waktu proses akan menyebabkan persentase pemanjangan semakin meningkat. Data pada tabel memperlihatkan bahwa plastik dengan waktu proses 8 menit memiliki nilai persentase pemuluran paling rendah, yaitu 21,67%. Sedangkan plastik dengan nilai persentase pemuluran yang paling tinggi, yaitu pada waktu proses 14 menit sebesar 29,66%. Pada waktu proses 17 menit dan 20 menit mengalami penurunan atau tidak terjadi peningkatan persentase pemuluran. Peningkatan persentase pemuluran tersebut akan berlaku selama masih

terbentuk interaksi molekuler rantai polimer dengan *plasticizer*.

2,4635 MPa dan nilai pemuluran sebesar 29,6570%.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan:

1. Dengan menggunakan suhu 75°C sampai suhu 85°C semakin tinggi suhu semakin besar kuat tariknya, proses gelatinisasi semakin cepat. Namun pada suhu di atas 85°C kuat tarik mengalami penurunan karena telah melampaui proses gelatinisasi dan terjadi proses dekomposisi.
2. Dengan menggunakan suhu 75°C sampai suhu 85°C semakin tinggi suhu semakin besar persen pemuluran, proses gelatinisasi semakin cepat. Namun suhu di atas 85°C persen pemuluran mengalami penurunan karena telah melampaui proses gelatinisasi, tidak terbentuk interaksi molekuler rantai polimer dengan *plasticizer* dan terjadi proses dekomposisi.
3. Dengan menggunakan waktu proses 8 menit hingga 17 menit semakin lama waktu kuat tarik plastik yang di hasilkan semakin besar, proses gelatinisasi semakin sempurna. Namun waktu proses di atas 17 menit kuat tarik mengalami penurunan karena telah melampaui proses gelatinisasi dan terjadi proses dekomposisi.
4. Dengan menggunakan waktu proses 8 menit hingga 14 menit semakin lama waktu persen pemuluran plastik yang di hasilkan semakin besar. Namun waktu proses di atas 14 menit persen pemuluran mengalami penurunan karena telah melampaui proses gelatinisasi, tidak terbentuk interaksi molekuler rantai polimer dengan *plasticizer* dan terjadi proses dekomposisi.
5. Kondisi optimal variabel suhu proses terhadap hasil uji kuat tarik dan uji pemuluran maka didapat suhu proses yang paling optimal yaitu 85°C dengan nilai kuat tarik 3,1296 MPa dan nilai pemuluran sebesar 26,3684%.
6. Kondisi optimal variabel waktu proses terhadap hasil uji kuat tarik dan uji pemuluran maka didapat waktu proses yang paling optimal yaitu 14 menit dengan nilai kuat tarik

DAFTAR PUSTAKA

- Bourtoom, T. 2007. Effect of Some Process Parameters on The Properties of Edible Film Prepared From Starch. Department of Material Product Technology, Songkhala.
- Esti Rahayu, Eny Widajati., 2007. *Pengaruh Kemasan, Kondisi Ruang Simpan dan Periode Simpan terhadap Viabilitas Benih Caisin*. Jurnal Penelitian Pertanian. Bul. Agron. (35) (3) 191 – 196 (2007).
- Firiani, Vina. 2003. Ekstraksi dan Karakteristik Pektin dari Kulit Jeruk Lemon (*Citrus medica* var Lemon). *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Hariyati, Mauliyah Nur. 2006. Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin dari Limbah Proses Pengolahan Jeruk Pontianak (*Citrus nobilis* var *microcarpa*). *Skripsi*. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Herbstreith, K dan G. Fox. 2005. Pectin. <http://www.herbstreith-fox.de/pektin/forschung/entwicklung/entwicklung04a.htm>
- Hui, Y. H. 2006, *Handbook of Food Science, Technology, and Engineering* Volume I. CRC Press, USA
- InSWA, 2015. Data statistik persampahan domestic Indonesia. Ciptakarya.pu.go.id
- Irianto, Hari Eko. Dkk. 2006. Pembuatan Edibel Film dari Komposit Karaginan, Tepung Tapioka dan Lilin Lebah (Beeswax). *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan, Vol.1.No.2*. 2006.
- Julianti, E., dan Nurminah, M., 2006. Buku Ajar Teknologi Pengemasan. Departemen Teknologi Pertanian, Universitas Sumatra Utara.
- Krisna, D.D. 2011. Pengaruh Regelatinasi dan Modifikasi Hidrotermal Terhadap Sifat Fisik pada Pembuatan Edible Film dari Pati Kacang Merah (*Vigna Angularis* Sp.). Tesis Program Studi Magister Teknik Kimia. Universitas Diponegoro. Semarang.

- Krochta and De Mulder Johnston. 1997. *Edible and Biodegradable Polymers Film: Changes & Opportunities*. Food Technology 51
- Krochta and De Mulder Johnston. 1997. *Edible and Biodegradable Polymers Film: Changes & Opportunities*. Food Technology 51.
- Layuk, P., 2002. Karakterisasi Komposit Film Edible komposit Pektin Daging Buah Pala (*Myristica fragrans* Houtt) dan Tapioka. Tesis.Yogyakarta: Program Pascasarjana UGM.
- Nugroho Ichsan, 2014. Pengaruh Waktu Ekstraksi Dan Penambahan Plasticizer Sorbitol Terhadap Karakter Edible Film Dari Ampas Jeruk Siam (*Citrus Nobilis* L.).*Skripsi*. Kimia. UIN SUKA Yogyakarta.
- Rachmawati, A.K. 2009. Ekstraksi dan karakterisasi pectin cincau hijau (*Premna oblongifolia* Merr.) untuk pembuatan edible film. *Skripsi*. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Vedder, T. 2008. Edible Film. <http://japemethe.port5.com> (diakses 1 september 2015).
- Watson, David G. 2009. Analisa Farmasi: Buku ajar Untuk Mahasiswa Farmasi dan Praktisi Kimia Farmasi / David G. Watson; Alih Bahasa, Winny R. Syarif; Editor Edisi Bahasa Indonesia, Amalia H. Hadinata. Edisi 2. EGC: Jakarta.
- Whistler, RL. 1984. *Starch*. Chemistry and Technology Academic Press. Orlando