

## SINTESIS DAN KARAKTERISASI EDIBLE FILM MENGGUNAKAN PATI JAGUNG (*Zea mays L.*)

### Synthesis And Characterization Of Edible Film Using Corn Starch (*Zea Mays L.*)

Moh Ikfan Afandi<sup>1)</sup>, Gatot S. Hutomo<sup>2)</sup>, Amalia Noviyanty<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu  
e-mail: moh.ikfanafandi@gmail.com

<sup>2)</sup>Staf Dosen Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu  
Jl. Soekarno-Hatta Km 9, Tondo-Palu 94118, Sulawesi Tengah. Telp. 0451-429738  
e-mail: [gatotsiswoh@yahoo.com](mailto:gatotsiswoh@yahoo.com), e-mail: [amalianoviyanti@gmail.com](mailto:amalianoviyanti@gmail.com)

#### ABSTRACT

The purpose of this study is to determine the optimum conditions for the synthesis of edible film through a combination of optimal pH, acetic acid and temperature treatments and to identify its characteristics in terms of thickness, Water Holding Capacity (WHC) and Oil Holding Capacity (OHC), WVTR, moisture content, pH test. . This study used Response Surface Methodology (RSM) with a composite design center. The factors used were various variations of pH, acetic acid, and temperature. The synthesis of edible film used 10 grams of starch, mixed with a solution of pH (7.5, 8, 8.5) as much as 100 ml, and acetic acid (5, 7.5, 10 ml) with a concentration (1molar), and heated at temperature. (65, 70, 75 ° C) for 70 minutes. Each factor consists of 5 levels and a combination of treatments used as many as 20. The research variables are thickness, water and oil holding capacity, WVTR, moisture content, pH test. And the Degree of Substitution (DS). The results showed that the optimum value of edible film synthesis was obtained by a combination of treatments at pH (7.7) 100 ml, acetic acid (8.1 ml) with a heating temperature of 61° C. Then the DS value is 0.83, WHC 102.62 g, OHC 102.54 g, WVTR 319, 82 g.m<sup>-2</sup>, water content of 16.140% and an alkaline pH value of 7.5 is obtained.

**Keywords:** Synthesis, Optimization, Amylose, Corn starch.

#### ABSTRAK

Tujuan penelitian ini mengetahui kondisi optimum sintesis *edible film* melalui kombinasi perlakuan pH, Asam asetat, dan suhu yang optimal serta mengidentifikasi karakteristiknya yang ditinjau dari ketebalan, *Water Holding Capacity (WHC)* and *Oil Holding Capacity (OHC)*, WVTR, kadar air, uji pH. Penelitian ini menggunakan *Response Surface Methodology (RSM)* dengan *center composite design*. Faktor yang digunakan adalah berbagai variasi pH, Asam asetat, dan suhu. Sintesis edible film digunakan 10 gram pati, dengan dicampurkan larutan pH (7,5, 8, 8,5) sebanyak 100 ml, dan asam asetat (5, 7,5, 10 ml) dengan konsentrasi (1molar), dan dipanaskan pada suhu (65, 70, 75°C) dengan waktu 70 menit. Masing” faktor terdiri dari 5 level serta kombinasi perlakuan yang digunakan sebanyak 20. Variable penelitian yaitu, ketebalan, *Water* dan *Oil Holding Capacity*, WVTR, Kadar air, uji pH. Dan Derajat Substitusi (DS). Hasil penelitian menunjukkan nilai optimum sintesis edible film diperoleh kombinasi perlakuan pada pH (7,7) 100ml, asam asetat (8,1ml) dengan suhu pemanasan 61°C. Maka diperoleh nilai DS sebesar 0,83, WHC 102,62 g, OHC 102,54 g, WVTR 319, 82 g.m<sup>-2</sup>, kadar air 16,140% dan didapatkan kadar pH basa yaitu 7,5.

**Kata Kunci :** Sintesis, optimasi, amilosa, pati jagung.

## PENDAHULUAN

Di Indonesia intensitas penggunaan plastik sebagai pengemas makanan terus meningkat. Pengemas makanan yang sering digunakan berupa kertas, aluminium, dan plastic. Jenis pengemas makanan yang paling mendominasi adalah plastik. Jumlah konsumsi plastik di Indonesia per kapita sudah mencapai 17 kg per tahun dengan pertumbuhan konsumsi mencapai 6-7% per tahun. (Putri 2016). Sebagian besar plastic yang beredar di masyarakat merupakan plastic sintetis yang dapat menimbulkan berbagai macam masalah terhadap lingkungan, karena tidak mudah diurai secara alami oleh mikroba didalam tanah, sehingga terjadi penumpukan sampah plastik yang menyebabkan pencemaran serta kerusakan bagi lingkungan (Handayani, 2015).

Perkembangan ilmu pengetahuan telah meningkatkan kesadaran manusia untuk hidup sehat. Kemasan yang dibuat diharapkan tidak mencemari lingkungan dan berasal dari bahan yang dapat diperbaharui dengan biaya yang rendah. Salah satu jenis kemasan pangan adalah kemasan *edible*. Ditinjau dari fungsi pengemasan, kemasan *edibel film* dapat melindungi bahan pangan dari penyimpangan mutu serta dapat memperbaiki kekurangan dari pengemasan sintetis yaitu bersifat *biodegradable*. *Edible film* adalah lapisan tipis terbuat dari bahan-bahan yang dapat dimakan, dibentuk melapisi komponen makanan (*coating*) atau diletakkan diantara komponen makanan (*film*) yang berfungsi sebagai *barrier* terhadap transfer masa (misalnya kelembaban, oksigen, lipid, cahaya dan zat terlarut), dan atau sebagai *carrier* bahan makanan dan bahan tambahan, serta untuk mempermudah penanganan makanan. Komponen penyusun *edible film* terdiri dari campuran hidrokoloid dan lipid. Komponen tambahan terdiri dari *plasticizer*, zat anti mikroba, antioksidan, flavor dan pigmen. (Souza dkk., 2012).

*Edible film* yang tersusun dari material hidrokoloid memiliki kelemahan yaitu bersifat rapuh. Sifat yang mudah rapuh karena material penyusun *edible film* tersebut berasal dari polimer alam sehingga, untuk mengurangi sifat yang mudah rapuh perlu ditambah kan pemlastis. Pemlastis yang akan digunakan adalah gliserol karena gliserol memiliki molekul yang kecil. Penambahan pemlastis pada pembuatan *edible film* diperlukan untuk meningkatkan elastisitas dan fleksibilitas *edible film*. Penggunaan gliserol pada pembuatan *edible film*, merupakan parameter penting yang mempengaruhi sifat mekanik *edible film*, karena efek pemlastis pada pembentukan matriks polimer (Maran et al. 2013).

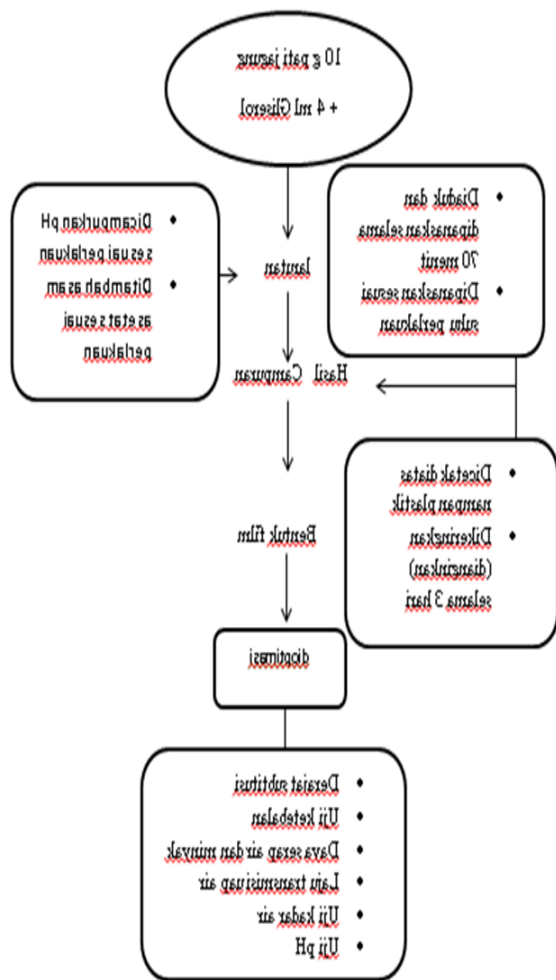
*Edible film* dapat dibuat dari pati jagung (meizena). Pati jagung dipilih sebagai bahan utama pembentuk film karena sifat higroskopisnya pada *Relative Humidity* (RH) 50% lebih rendah yaitu sekitar 11% disbanding dengan pati singkong (13%), pati beras (14%), maupun pati kentang (18%). Selain itu pati jagung mengandung amilosa 27% sedangkan pati kentang 22% dan pati singkong hanya 17%. Amilosa berperan pada kelenturan dan kekuatan *edible film*. (Amaliya dan Widya, 2014).

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini berlangsung pada bulan januari hingga juni tahun 2020 dan dilaksanakan di Laboratorium Agroindustri Fakultas Pertanian Universitas Tadulako (UNTAD) Palu.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya timbangan analitik, labu ukur 500 dan 100 ml, pH meter, Thermometer, mikropipet, Erlenmeyer, tabung reaksi, beker gelas 250 mL, stirrer, buret, pemanas, cawan, talang palstik, aluminium foil, kertas label, gunting, *cutter*, pulpen, dan *hote plat*.

Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini yaitu : jagung , asam asetat, gliserol, Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, NaOH 0,1%, Indikator PP, aquades.



Bagan 1. Bagan alir sintesis edible film.

Penelitian ini diuji menggunakan metode RSM (*response Surface Methodologi*) dengan perlakuan pH, asam asetat, dan suhu, dengan desain metode RSM yaitu 3 faktor 5 level dan akan menghasilkan 20 kombinasi perlakuan.

**Pembuatan Pati Jagung.** Jagung dikupas terlebih dahulu, kemudian dibersihkan dan direndam di dalam larutan garam selama 1 jam, Selanjutnya dihancurkan dan disaring. Lalu larutan pati yang didapatkan diendapkan selama 12 jam, Setelah 12 jam endapan pisahkan dari air, Endapan pati yg didapat kemudian di keringkan di dalam oven  $\pm 40^{\circ}\text{C}$ , Setelah itu pati jagung yang sudah kering diayak dengan ayakan 140 mesh sehingga didapatkan butiran pati jagung yang halus.

**Pembuatan Edible Film.** Larutan film dibuat dengan cara, Pertama menimbang pati jagung sebanyak 10 g, kemudian campurkan pati jagung dengan larutan pH sebanyak 100 ml dan aduk sampai tercampur rata, kemudian tambahkan asam asetat konsentrasi 1 molar sesuai dengan perlakuan, lalu tambahkan gliserol 4 ml, setelah itu Larutan tersebut dipanaskan dan diaduk dengan menggunakan magnetik stirrer selama 70 menit, sampai mencapai suhu yang diinginkan. dan Proses selanjutnya yaitu larutan kemudian diangkat dan didinginkan selama 30 menit, setelah itu ambil larutan sebanyak 20 ml untuk melakukan titrasi, selanjutnya larutan di cetak d atas nampan plastik, dan di keringkan selama 3 hari.

**RSM (*Response Surface Methodology*).** RSM adalah kumpulan teknik matematis dan statistic yang digunakan untuk pemodelan dan analisis masalah dalam suatu respon yang dipengaruhi oleh beberapa variabel dan tujuannya adalah untuk mengoptimasi respon tersebut (Montgomery, 1991).

Desain ini pertama kali diusulkan oleh Box dan Behnken pada tahun 1960. Angka -1 menunjukkan nilai variabel terendah, angka 0 menunjukkan nilai variabel medium dan angka 1 menunjukkan nilai variabel tertinggi. desain tiga variabel Box - Behnken (Montgomery, 1991).Desain ini menggunakan 3 faktor , 5 level (aras) maka akan menghasilkan 20 kombinasi perlakuan, selain menggunakan kode -1, 0, dan 1, ada juga kode  $\alpha$  dan  $-\alpha$ .

**Optimasi.** Optimasi adalah aktivitas untuk menghasilkan hasil terbaik di bawah keadaan yang diberikan. Tujuan akhir dari semua aktivitas tersebut adalah meminimumkan usaha atau memaksimumkan manfaat yang diinginkan. Karena usaha yang diperlukan atau manfaat yang di inginkan dapat dinyatakan sebagai fungsi dari variable keputusan. Maka optimasi dapat didefinisikan sebagai proses untuk menemukan kondisi yang memberikan nilai minimum atau maksimum dari sebuah fungsi

No	X1	X2	X3	Y
1	-1	-1	-1	
2	-1	-1	1	
3	-1	1	-1	
4	-1	1	1	
5	1	-1	-1	
6	1	-1	1	
7	1	1	-1	
8	1	1	1	
9	0	0	0	
10	0	0	0	
11	0	0	0	
12	0	0	0	
13	0	0	0	
14	0	0	0	
15	- 1.682	0	0	
16	1.682	0	0	
17	0	- 1.682	0	
18	0	1.682	0	
19	0	0	-1.682	
20	0	0	1.682	

Keterangan :

- X1 = Bahan perlakuan yaitu pH
- X2 = Bahan perlakuan yaitu asam asetat
- X3 = Suhu reaksi
- Y = Derajat substitusi

### Karakteristik edible film

**Derajat substitusi.** Analisis derajat substitusi dapat dilakukan dengan menggunakan metode Chen dan Voregen, 2004. Yaitu dengan menimbang 1 g pati asetat dan dilarutkan dalam 50 ml etanol pada suhu 50°C selama 30 menit. Slurry pati didinginkan pada suhu ruang, di tambahkan 40 ml koh 0,5 m dan disimpan selama 72 jam pada suhu ruang. Alkali berlebih dititrasi dengan 0,5 m hcl dengan menggunakan indicator phenolphthalein. Sampel selanjutnya dititrasi dengan 0,5 m hcl. % asetil dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (1) dan (2).

$$\% \text{asetil} = \frac{(V_0 - V_n) \times N \times 43 \times 100}{M} \dots\dots(1)$$

$$DS = \frac{162 \times \% \text{Asetat}}{4300 - (42 \times \% \text{Asetil})} \dots\dots(2)$$

**Ketebalan.** Ketebalan diukur dengan jangka sorong, dengan cara menempatkan

*film* diantara rahang jangka sorong. kemudian hitung Ketebalan dan dihitung Reratanya.

**OHC dan WHC.** Tabung reaksi dibersihkan dioven selama 1 jam, kemudian dimasukkan kedalam desikator hingga tabung dingin. Tabung reaksi kosong ditimbang menggunakan neraca analitik dan dicatat beratnya. Kemudian sampel ditimbang sebanyak 0,25 g kedalam tabung reaksi. Selanjutnya ditambahkan dengan akuades sebanyak 10 ml kedalam tabung reaksi yang telah berisi pati. Kemudian akuades dengan sampel diaduk menggunakan *vortex*, hingga air dan pati larut. Pati yang telah dilarutkan, didiamkan selama 1 jam pada suhu kamar. Lalu sampel sentrifugasi selama 20 menit. Akuades setelah sentrifugasi dipisahkan dengan endapan pati dan timbang kembali. Ulangi langkah tersebut untuk pengujian daya

serap minyak. Pada uji daya serap minyak menggunakan minyak zaitun. Adapun rumus perhitungan air dan minyak sebagai berikut :

$$\text{OHC}(\%) = \frac{\text{gram sampel basah} + \text{tabung} \times 100\%}{\text{sampel kering} + \text{tabung}}$$

$$\text{WHC}(\%) = \frac{\text{gram sampel basah} + \text{tabung} \times 100\%}{\text{sampel kering} + \text{tabung}}$$

**WVTR.** Membuat larutan garam jenuh dalam suatu *chamber*, yaitu wadah toples untuk membuat RH 75% yaitu dengan melarutkan 40% garam NaCl (b/v) atau 100 g NaCl dalam 250 ml akuades, ( labuza, 1984). Ukuran toples adalah diameter 12 cm dan tinggi 15 cm , diletakkan pada suhu ruang. Cawan akrilik diisi dengan siliKa gel sebanyak 10 g, lalu dikencangkan bautnya. Ukuran cawan akrilik dengan diameter 5 cm dan kedalaman 1,8 cm.

Cawan yang sudah ditutup dengan *film* ditempatkan pada *chamber* yang sudah diatur RH nya. Uap air yang terdifusi melalui *film* dan silica gel sehingga akan menambah berat silica gel. Penimbangan cawan beserta *film* dan silica gel dilakukan setiap jam selama 7-8 jam untuk mengetahui pertmbahan berat. Data yang diperoleh dibuat grafik hubungan antara waktu dengan berat, kemudian ditentukan slopenya. WVTR ditentukan dengan persamaan:

$$\text{WVTR} = \frac{\text{kenaikan berat cawan (g/jam)} \times 100\%}{\text{Luas permukaan film (m}^2\text{)}}$$

#### **Kadar air (AOAC, 2005)**

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal Sampel}} \times 100$$

**Uji pH (AOAC, 2005),** Pengukuran nilai pH dengan alat pH meter. Sebelum digunakan alat dikalibrasi dengan larutan baffle pH 7,0 sejumlah 5 ml sampel , ditambahkan 20 ml aquades dimasukkan kedalam Erlenmeyer. Nilai pH diukur dengan menempatkan elektroda pada sampel dan nilai pH dilihat pada layar. Dilakukan hal yang sama pada setiap sampel.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Hasil Sintesis *Edible Film*.** Hasil Sintesis *Edible Film* dilakukan dengan mereaksikan NaOH 0,1% dalam suasana basa menggunakan asam asetat pada konsentari 1 molar. Dengan mencampurkan larutan *edible film* dan di panaskan selama 70 menit pada suhu tertentu, sebagai simulasi digunakan RSM. Hasil *surface plot* dari derajat substitusi terhadap pH, asam asetat, ditunjukkan pada gambar 1. Kenaikan pH dan kenaikan asam asetat akan meningkatkan kenaikan derajat substitusi. pH dan asam asetat sama-sama dominan dalam menaikkan derajat substitusi. Derajat substitusi adalah jumlah rata-rata gugus hidroksil tiap satuan anhidroglukosa yang telah di substitusi oleh substituen. Derajat substitusi berhubungan dengan kadar asetil (%). Kadar asetil yang tinggi memberikan derajat substitusi yang tinggi. Menurut Wurzburg (1995). Setiap satu molekul glukosa mengandung tiga gugus hidroksil yang dapat disubstitusi pada atom C no 2, 3 dan 6.

Menurut xu dkk (2004) derajat substitusi meningkat karena asam asetat tinggi tidak hanya menimbulkan suatu tingkat benturan molekul yang tingggi tetapi juga ketersediaan molekul-molekul asam asetat yang besar disekitar pati. Dengan meningkatnya dera jat substitusi, berarti jumlah gugus hidroksil yang tersubstitusi juga semakin meningkat. Hal ini menyebabkan peningkatan sifat hidrofobik (tidak suka air) dari pati yang pada akhirnya dapat mengurangi kelarutan pati di dalam air ( Luo and Shi, 2012 ).

Hasil *surface plot* derajat substitusi terhadap pH – *Acetat* menunjukkan bahwa kenaikan pH – *Acetat* menunjang kenaikan derajat substitusi.

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa asam asetat dan pH sangat berpengaruh terhadap derajat substitusi. dengan menyeting asam asetat berada pada perlakuan 12,5 ml, dan pH diantara 8,3-8,5, dengan suhu 69,5°C, maka akan dihasilkan

derajat substitusi dengan nilai 0,91 dan dapat juga kita lihat pada Gambar diatas apabila kita meningkatkan setingan perlakuan asam asetat dan perlakuan pH maka yang akan di hasilkan adalah derajat substitusi akan semakin tinggi.

Hasil *surface plot* derajat substitusi terhadap *asetat* – suhu menunjukkan bahwa kenaikan *asetat* dan suhu menunjang kenaikan derajat substitusi ditunjukkan pada Gambar 2.

Gambar 2 menunjukkan kurva hubungan antara asam asetat dengan suhu terhadap derajat substitusi. Pada kurva tersebut terlihat bahwa asam asetat dan suhu sangat berpengaruh terhadap derajat substitusi dengan meningkatnya asam asetat dan suhu juga meningkat maka derajat substitusi juga akan meningkat. Dapat kita lihat pada Gambar 2, dengan menyeting asam asetat sebanyak 11,7 ml, dan menyeting suhu diantara 73°C-78°C, dengan waktu lamanya pemanasan yaitu 70 menit maka akan diperoleh derajat substitusi yaitu sebesar 0,95.

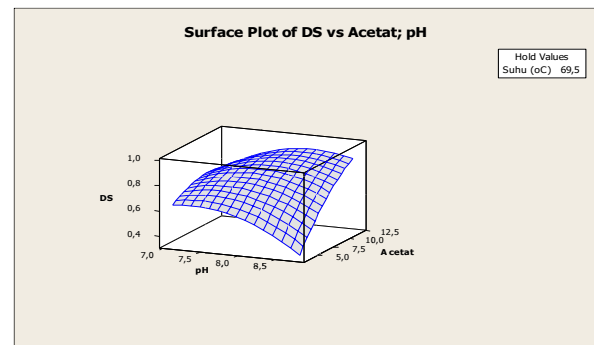
Yuliasih., (2008) menyatakan bahwa apabila waktu pemanasan atau suhu tersebut dinaikkan maka pati akan membentuk pasta. Gambar 2 plot *surface* menampilkan plot kontur dalam 3 dimensi, tetapi kita masi belum bisa mengetahui dengan jelas *variable* independen (x1 dan x3) yang mengoptimalkan derajat substitusi.

Apabila salah satu dari ketiga faktor yang digunakan yaitu pH, asam asetat, dan suhu tidak dalam perlakuan yang sinkron atau yang tidak stabil dengan ketiganya maka *edible film* yang dibuat akan hancur kembali seperti tepung. Hal ini dikarenakan asam asetat terlalu tinggi atau suhunya terlalu tinggi. Ketika salah satu dari factor tidak tepat seperti suhu pada perlakuan terlalu tinggi maka larutan *edible film* akan mengental sepeti gel dan akan mengeras sehingga larutan tersebut tidak dapat dicetak.

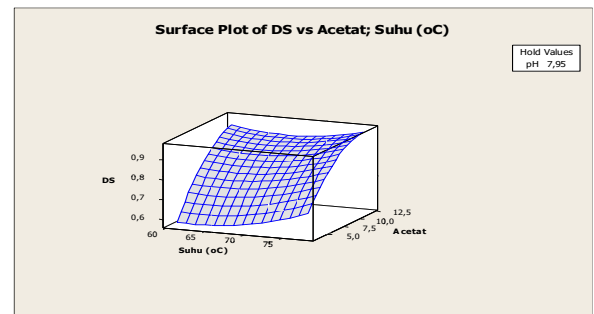
Pengaruh suhu dan waktu pengeringan terhadap elastisitas adalah semakin tinggi suhu dan dan waktu

pengeringan maka akan mempengaruhi besarnya penguapan *edible film* dalam bahan. Menurut alyanak (2004) dalam purwanti (2010), besarnya kuat tarik atau rengang putus yang ditambahkan pada proses pembuatan *edible film*.

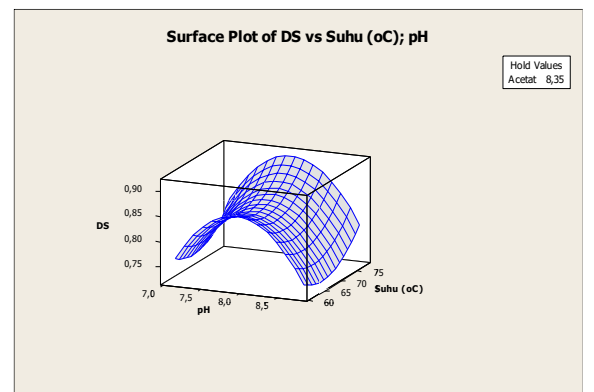
Hasil *surface plot* derajat substitusi terhadap suhu – pH menunjukkan bahwa kenaikan suhu dan pH menunjang kenaikan derajat substitusi, ditunjukkan pada Gambar 3.



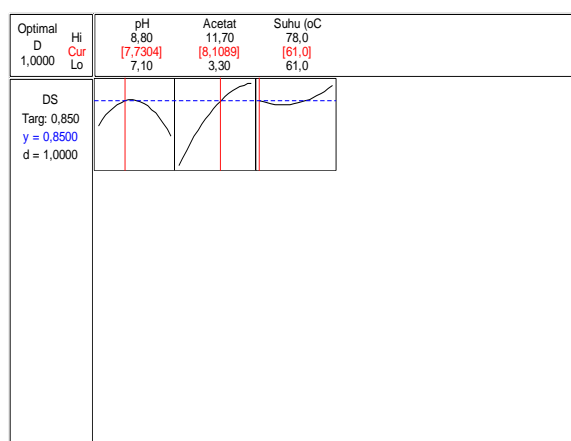
Gambar 1. Kurva Respon DS Optimalisasi pH dan asetat



Gambar 2. Kurva Respon DS Optimalisasi Asetat dan Suhu



Gambar 3. Kurva DS Optimalisasi pH dan Suhu



Berdasarkan Gambar 3 *surface plot* hubungan antara pH dengan suhu terhadap derajat substitusi, pada kurva tersebut terlihat bahwa pH dan suhu sangat berpengaruh terhadap derajat substitusi, pada Gambar 3 *surface plot* dapat kita lihat faktor pH dan suhu meningkat. Nilai pH yaitu 8,3 dan suhu diantara 72°C -75 °C. dengan menyeting perlakuan pH dan suhu pada nilai tersebut, akan diperoleh nilai derajat substitusi yaitu 0,90. Dengan demikian ketiga faktor yaitu pH, asam asetat, dan suhu sangat berpengaruh terhadap sintesis *edible film* menggunakan pati jagung.

**Hasil optimasi kombinasi perlakuan.** Berdasarkan analisis menggunakan RSM diperoleh hasil optimasi berikut ini :

Kondisi optimasi dari hasil output minitab di atas, dapat disimpulkan bahwa hasil optimasi sintesis *edible film* dari RSM diperoleh pada kombinasi perlakuan yang optimum yaitu pH pada konsentrasi 7,7, Acetat 8,1 ml dan pada suhu 61°C. sintesis *edible film* yang optimal mencapai target sebesar 0,85. jika dilihat dari nilai desirability respon DS sama dengan 1 itu artinya bahwa nilai derajat substitusi yang diperoleh dari hasil sintesis optimal karena nilai derajat substitusi tersebut mencapai nilai mendekati target yaitu 0,83.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan Kondisi optimum untuk

sintesis *edible film* diperoleh karakteristik yaitu ketebalan 0,043 mm, WHC 102,76 g, OHC 102,54 g, WVTR 319,82 g.m<sup>-2</sup>, kadar air 16,140%, dan didapatkan pH 7,5. Karakteristik tersebut di dapatkan pada sintesis *edible film* dengan kombinasi perlakuan pH konsentrasi 7,7, asam asetat 8,1 ml, dan suhu 61°C dengan waktu sintesis 2-3 jam. Hal ini didukung oleh sifat fisik *edible film*, artinya bahwa nilai *edible film* yang diperoleh hasil analisis mendekati nilai target yang sudah di tetapkan.

### Saran

Perlu adanya uji pengaplikasian umur simpan produk pertanian menggunakan *edible film* berbasis pati jagung.

Supaya *edible film* lebih disukai panelis disarankan untuk penelitian lanjutan dengan penambahan ekstrak kayu manis agar *edible film* memiliki aroma yg khas dan serta dapat menjaga bakteri pada produk pertanian yang akan dikemasnya.

Perlu adanya alat alternatif untuk mencetak *edible film* sehingga *edible film* yang dihasilkan memiliki ketebalan yang lebih merata.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alyanak, D. 2004. Water Vapour Permeable Edible Membranes, Ph. D *thesis*, Biotechnology and Bioengineering Program, Izmir Institute Of Technology, Izmir
- Amaliya, R dan Widya. 2014. Karakterisasi *edible film* dari pati jagung dengan penambahan filtrat kunyit putih sebagai anti bakteri. Jurnal agri industri, 2 (3) ; 43-45
- AOAC, 2005. Analysis of official analytical chemistry methods . 18<sup>th</sup> , Ed Washington DC.
- Chen, Z., S.,H. A.; Veregen, A. G. J., 2004, Differently sized granules from acetylated potato and sweet potato starches differ in the acetyl substitution

- pattern of their amylase populations. *Carbohydrate polymers*, v. 56, p. 219-226
- Handayani, P. A. dan H. Wijayanti. 2015 Pembuatan Film Plastic Biodegradable Dari Limbah Biji Durian (*Durio Zibethinus Murr*). *Jurnal bahan alam terbarukan* 4 (1), 21-26.
- Labuza, T.P, 1984. Moisture sorption: practical aspects of isotherm measurement and use. American Association of cereal Chemists, St Paul, minnesota
- LuO, Z.G. and Shi, Y.C., 2012, "Preparation Of Acetylated normal, waxy and high amylose maize starch with intermediate degrees of substitution in aqueous solution and their properties" *J Agric Food Chem.* 60: 9468-9475
- Maran JP, V Sivakumar, R Sridhar, VP Immanuel. 2013 Development of model for mechanical properties of tapioca starch based edible films. *Industrial crops and products.* 42 :159 – 168.
- Montgomery, D.C., 1991. Design and Analysis of experiments, third ed. Wiley, New York.
- Putri, Rr, D. A., A Setiawan, dan P.D. Anggraini. 2016. Effect of carboxymethyl cellulose (CMC) as Biopolymers to the Edible Film sorghum Starch Hydrophobicity Characteristics. *Engineering International Conference (EIC) 2016* 2 (44): 1-5.
- Purwanti, A. 2010. "Analisis Kuat Tarik dan Elongasi Plastic Khitosan Terplastisasi Sorbitol". Yogyakarta :institute sains dan teknologi AKPRIND.
- Souza, A.C., R. Benze., E.S. Ferrão., C. Ditchfield.,A.C.V. Coelho., and C.C. Tadini.,, 2012. Cassava starch biodegradable *films*: Influence of glycerol and clay nanoparticles content on tensile and barrier properties and glass transition temperature. *LWT - Food Science and Technology* 46 : 110-117.
- Wurzburg, OB. 1995. Modified starch. In food polysaccharides and their application. (edt. By Stephen). Macel Dekker Inc., New York
- Xu, Y.X., V. Miladinov, and M.A. Hanna. 2004. Synthesis and characterization of starch with high substitution. *Cereal chemistry.* 81(6) 735-740
- Yuliasih, I., 2008. Fraksinasi dan asetilasi pati sagu (*Metroxylon sago* rott.) serta aplikasi produknya sebagai bahan campuran plastic sintetik. Desertasi, institud pertanian Bogor.