



PENGARUH PENAMBAHAN EKSTRAK BAWANG PUTIH (*Allium sativum*) TERHADAP KARAKTERISIK *EDIBLE FILM* PATI GANYONG (*Canna edulis Kerr.*)

Ratna Paramitha Sari, Septia Tri Wulandari, Dyah Hesti Wardhani, ST, MT, Ph.D^{*)}

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jln. Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang, 50239, Telp/Fax: (024)7460058

Abstrak

Pati Ganyong (*Canna edulis Kerr.*) memiliki kandungan amilosa yang cukup tinggi yaitu 32,53% sehingga sangat berpotensi digunakan sebagai bahan baku *edible film*. Penambahan zat additive seperti antimikroba dan antioksidan perlu ditambahkan untuk memperbaiki kualitas dan kemampuan *edible film* dalam mencegah kerusakan bahan makanan. Bawang putih (*Allium sativum*) mengandung *allicin* yang merupakan zat antioksidan dan antimikroba yang cukup kuat. Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari pengaruh penambahan ekstrak bawang terhadap karakteristik *edible film* pati ganyong. Variable tetap pada penelitian ini adalah konsentrasi pati ganyong 3% w/v, konsentrasi sorbitol 2% w/w pati. Adapun variable berubahnya yaitu konsentrasi penambahan ekstrak bawang putih dengan konsentrasi 0%, 5%, 10 % dan 15 % (v/v larutan). Karakteristik mekanik dari *edible film* yang diamati meliputi ketebalan, kuat regang putus (*tensile strength*, TS) dan persen pemanjangan (*elongation*, E), dan SEM (*Scanning Electron Microscopy*). Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan ekstrak bawang putih berpengaruh terhadap karakteristik fisik dan mekanik *edible film* yaitu terjadinya penurunan nilai kuat tarik, meningkatnya persen pemanjangan dan ketebalan *edible film*. Hasil pengamatan terbaik terdapat pada *edible film* dengan penambahan konsentrasi 5% ekstrak bawang putih yang memiliki nilai kuat tarik 2,03 kgf/cm², persen pemanjangan 20,62%, dan ketebalan 0,04 mm. Sedangkan pada uji SEM, permukaan *edible film* dengan konsentrasi ekstrak bawang putih 0% terlihat lebih halus dibandingkan dengan *edible film* dengan konsentrasi ekstrak bawang putih 5%.

Kata Kunci : *Edible film*, Pati Ganyong, Bawang Putih, Antimikroba, Antioksidan.

Abstract

Canna starch (Canna edulis Kerr.) has a relatively high amylose content about 32.53% hence it could potentially be used as raw material of edible film. The addition of additives such as antimicrobials and antioxidants should improve the quality and ability of edible film to prevent damage to food materials. Garlic (Allium sativum) contains Allicin which is a strong antioxidant and antimicrobial agent. The purpose of this research is to study the effect of the addition and the optimal composition of garlic extract edible film characteristics. Independent variables in this study were the canna starch concentration (3% w / v) and sorbitol concentration (2% w / w). The addition of variables of extract garlic acid of 0%, 5%, 10% and 15% (v / v solution). Film characterizing in thickness, tensile strength and percent elongation ,and Scanning Electron Microscopy (SEM). The results of this study indicate that the addition of garlic extract affects the physical and mechanical characteristics of the edible film impairment tensile strength, percent elongation and increased thickness of the edible film. The best result observed at edible films with 5% concentration of garlic extract which has a value of 2.03 kgf/cm² tensile strength, percent elongation of 20.62%, and thickness of 0.04 mm. Whereas the SEM analysis, surface edible films with 0% concentration of garlic extract looks more refined than the edible film with 5% concentration of garlic extract.

Keywords: *Edible films, Canna Starch, Garlic, Antimicrobials, Antioxidants.*

1. Pendahuluan

Edible film merupakan teknologi sederhana yang dapat diaplikasikan pada bahan pangan yang aman dan ramah lingkungan (Maria *et al.*, 2008). *Edible film* adalah lapisan tipis yang tersusun dari bahan yang bisa dimakan. *Edible film* mempunyai potensi untuk memperpanjang umur simpan dan mempertahankan kualitas dari bahan pangan dengan tidak merubah aroma, rasa, tekstur, dan penampakan

^{*)} Penulis Penanggung Jawab (Email: dhwardhani@gmail.com)



(Tharanathan, 2003). Fungsi *edible film* adalah sebagai penghambat transfer massa (misalnya kelembaban, oksigen, lemak dan zat terlarut) dan sebagai carrier bahan makanan seperti aditif untuk memperbaiki mutu dan kualitas bahan pangan selama penyimpanan.

Edible film yang tersusun dari polisakarida dapat memperpanjang umur simpan bahan pangan dengan mengurangi laju respirasi dan transfer gas O₂ dan CO₂. (Nisperos-Carriedo, 1994; Nussinovitch, 1997). Pati merupakan polisakarida yang hidrofilik serta berasal dari sumber yang dapat diperbaharui (*renewable resources*) menyebabkan pati berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai materi pembentuk *edible film*.

Pati ganyong merupakan polisakarida yang memiliki potensi besar sebagai bahan baku dalam pembuatan *edible film*. Ganyong (*Canna discolor L. Syn. C edulis*, suku kana-kanaan atau *Cannaceae*) memiliki kandungan pati (mencapai 30 – 40%) yang lebih tinggi dibandingkan dengan ubi (hanya sekitar 20%) (Kurniawan, 2011). Kandungan amilosa yang cukup tinggi pada pati ganyong (32,53% pada basis kering) menyebabkan pati ganyong berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan pembentuk *edible film*.

Penambahan additive seperti antioksidan dan antimikroba diharapkan dapat memperbaiki kemampuan *edible film* pati ganyong dalam mencegah kerusakan bahan makanan. Bawang putih (*Allium sativum*) mengandung zat antioksidan dan antimikroba yang cukup besar. Kandungan senyawa phenolic dalam bawang putih merupakan inhibitor yang kuat terhadap oksidasi lemak (Biljana Bozin, 2008). Allisin merupakan senyawa kimia yang terkandung dalam bawang putih yang mempunyai sifat bakterisidal. Senyawa ini menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* pada konsentrasi ekstrak bawang putih sebesar 2% dan inaktif pada konsentrasi 5% (Wilson dan Droby, 2001).

2. Bahan dan Metode Penelitian

2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain pati ganyong, sorbitol, ekstrak bawang putih, aquades. Dengan variabel penambahan konsentrasi ekstrak bawang yaitu 0 % v/v, 5 % v/v, 10 % v/v dan 15 % v/v larutan.

2.2 Pembuatan Edible film

Edible film berbasis volume suspensi 100 ml terdiri dari pati ganyong 3 % w/v, sorbitol 2% v/v larutan, dan antioksidan berupa ekstrak bawang putih 5% v/v larutan kemudian dilarutkan dalam aquades. Ulangi untuk konsentrasi ekstrak bawang putih 10% dan 15%. Langkah pembuatan *edible film* berdasarkan metode yang dikembangkan oleh Napierata (2006) dengan beberapa modifikasi yaitu larutkan pati ganyong dalam aquades sesuai variabel dan diaduk selama 20 menit pada suhu ruang. Panaskan cairan yang membentuk suspensi ini ke dalam *hotplate stirrer* sampai membentuk gelatin. Setelah terjadi gelatinasi, kemudian tambahkan sorbitol sebagai *plastisizer*, dan diaduk selama kurang lebih 15 menit. Dinginkan sampai suhu 50°C, sambil masukkan zat antioksidan dan antimikroba (ekstrak bawang putih) sesuai variabel, dan aduk hingga homogeny. Cetak larutan dengan metode *casting* pada cetakan lalu keringkan pada suhu 50°C selama 1 jam dilanjutkan pengeringan pada suhu ruang selama 24 jam.

2.3 Analisa Data

2.3.1 Pengujian Sifat Mekanik

1. Uji ketebalan *edible film*

Pengujian ketebalan *edible film* mengacu pada metode yang dideskripsikan oleh Poeloengasih (2003) sebagai berikut: Ketebalan diukur menggunakan micrometer (ketelitian 0.001 mm) dengan cara menempatkan film di antara rahang micrometer. Untuk setiap sampel film yang akan diuji, ketebalan diukur pada lima titik yang berbeda. Nilai ketebalan film adalah rata-rata hasil pengukuran pada lima tempat tersebut.

2. Uji kuat regang putus (*tensile strength, TS*) dan persen pemanjangan (*elongation, E*).

Kuat tarik adalah gaya tarik maksimum yang dapat ditahan oleh sebuah film. Parameter ini menggambarkan gaya maksimum yang terjadi pada film selama pengukuran berlangsung. Proses pemanjangan merupakan perubahan maksimum pada saat terjadi peregangan hingga sampel film terputus (Lai *et al.*, 1997).

Pengujian kuat regang putus dan persen pemanjangan mengacu pada metode yang dideskripsikan oleh Firdaus (2008) sampel *edible film* yang akan diuji dipotong dengan ukuran (2,5 x 20) cm, kemudian dikaitkan secara horisontal pada penjepit/pengait yang ada pada alat FG/SPAG 01/2650 Texture Analyser dengan peregangan normal. Setelah film plastik terpasang pada masing-masing pengaitnya, pengujian kuat tarik dan elastisitas dapat dilakukan.

3. Scanning Electron Microscopy (SEM)



Pengamatan terhadap mikrostruktur *edible film* yang terbentuk diamati dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Analisis ini menggunakan alat SEM (JEOL JSM 5310 LV *Scanning Microscope*). Preparasi sampel untuk pengamatan ini dimulai dengan pengeringan sampel dengan *freeze drying* sampai kadar air mencapai 2% atau kurang. Sampel dipotong dengan ukuran 0,5 cm x 0,5 cm. Setelah preparasi, sampel diletakkan pada logam yang dilapisi karbon untuk selanjutnya dilakukan pelapisan emas (Au) 300 Å di dalam *Magnetron Sputtering Device* yang dilengkapi dengan pompa vakum. Pada proses vakum terjadi loncatan logam emas ke arah sampel, sehingga melapisi sampel. Sampel yang telah dilapisi emas diletakkan pada lokasi sampel dalam mikroskop elektron, dan dengan terjadinya tembakan elektron ke arah sampel, maka akan terekam ke dalam monitor dan kemudian dilakukan pemotretan.

3. Hasil dan Pembahasan

Pati ganyong dengan kandungan amilosa yang cukup tinggi yaitu 32,53% (Wiyoto, et al.,2004) digunakan sebagai bahan baku pembuatan *edible film*. Ekstrak bawang putih ditambahkan sebagai zat antimikroba dan antioksidan alami pada *edible film* pati ganyong. Penambahan ekstrak bawang putih berpengaruh terhadap sifat fisik dan mekanik *edible film* yang dihasilkan. *Edible film* diaplikasikan pada sosis sapi untuk dikaji aktivitas antimikroba dan antioksidannya.

3.1 Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Bawang terhadap Sifat Mekanik *Edible film*

Tabel 1. Hasil Analisa Mekanik *Edible film*

Konsentrasi ekstrak bawang	Tensile Strength (kgf/cm ²)	% elongation
0 %	2,77	19,68
5 %	2,03	20,62
10 %	1,63	20,17
15 %	1,33	21,89

Dari data diatas dapat dilihat bahwa penambahan zat antimikroba dan antioksidan ekstrak bawang berpengaruh terhadap karakteristik mekanik *edible film* yang dihasilkan. Kekuatan tarik didefinisikan sebagai gaya tarik maksimum yang dapat ditahan oleh suatu material sebelum mengalami kerusakan (Krochta,1997). Dari hasil uji kuat tarik *edible film* dapat dilihat semakin meningkatnya konsentrasi ekstrak bawang yang ditambahkan akan menghasilkan kuat tarik yang semakin kecil.

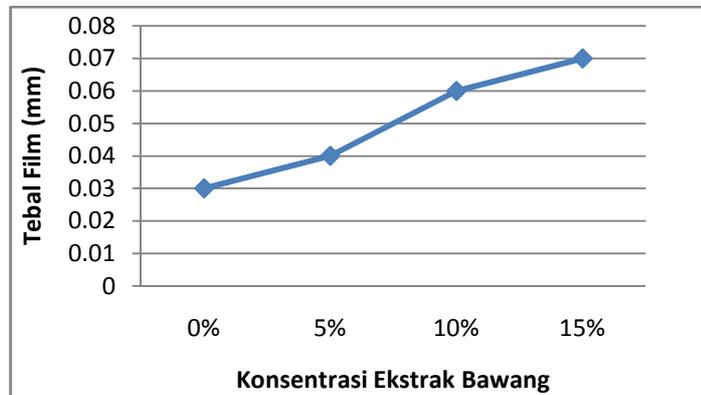
Hasil penelitian menunjukkan bahwa *edible film* pati ganyong tanpa penambahan ekstrak bawang mempunyai nilai kuat tarik terbaik yaitu 2,77 kgf/cm². *Edible film* dengan konsentrasi ekstrak bawang 5% memiliki nilai kuat tarik 2,03 kgf/cm², sedangkan pada konsentrasi ekstrak bawang 10% menghasilkan kuat tarik 1,63 kgf/cm², dan pada penambahan konsentrasi ekstrak bawang 15% memiliki kuat tarik 1,33 kgf/cm².

Amilosa merupakan pati fraksi linier yang cenderung membentuk jaring-jaring secara paralel antar rantainya di permukaan granula ketika proses pembuatan *edible film* dari pati. Saat proses gelatinisasi telah sempurna dan disertai dengan terjadinya penurunan suhu dan evaporasi maka akan terbentuk struktur tiga dimensi ikatan silang antar rantai amilosa serta antar amilosa dengan granula itu sendiri (Cahyana, 2006). Ikatan silang antar rantai amilosa pada pati ganyong dalam pembentukan *edible film* menentukan kuat tarik *edible film* yang dihasilkan. Penambahan ekstrak bawang mengurangi ikatan hidrogen pada matrik ikatan intermolekuler. Hal ini memungkinkan terputusnya ikatan antar rantai amilosa. Terputusnya ikatan antar rantai amilosa menyebabkan terputusnya jaringan yang terbentuk pada gel *edible film* sehingga nilai kuat tarik film semakin menurun (Iqbal Syaichurrozi dan Netty,2012)

Film dengan penambahan ekstrak bawang mengalami penurunan kuat tarik. Kuat tarik menentukan kekuatan dari *edible film*, sedangkan persen elongasi atau persen pemanjangan menunjukkan elastisitas dari *edible film*. Persen pemanjangan merupakan perubahan panjang maksimum yang dialami film pada saat sampel sobek. Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak bawang yang ditambahkan menyebabkan meningkatnya persen pemanjangan dari *edible film*. Hal ini diduga terjadi karena ekstrak bawang yang ditambahkan mengurangi gaya intermolekuler amilosa sehingga jarak antar molekul amilosa semakin meningkat. Ekstrak bawang mengisi ruang antar molekul pada struktur polimer dan akan meningkatkan kerapatan ruang antar molekul tersebut (Ahvenainen, 2003), sehingga film yang dihasilkan lebih elastis. Kecenderungan hasil yang serupa ditunjukkan oleh penelitian Warsiki, dkk (2012) yang menyebutkan bahwa penambahan ekstrak bawang putih menyebabkan menurunnya nilai kuat tarik, namun meningkatkan elastisitas dari film berbahan kitosan.

3.2 Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Bawang terhadap Ketebalan *Edible film*

Perbedaan konsentrasi ekstrak bawang putih yang ditambahkan pada larutan *edible film* menyebabkan perbedaan ketebalan film yang dihasilkan. Grafik hubungan konsentrasi ekstrak bawang yang ditambahkan pada *edible film* pati ganyong dengan ketebalan film yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 4.1 di bawah ini.



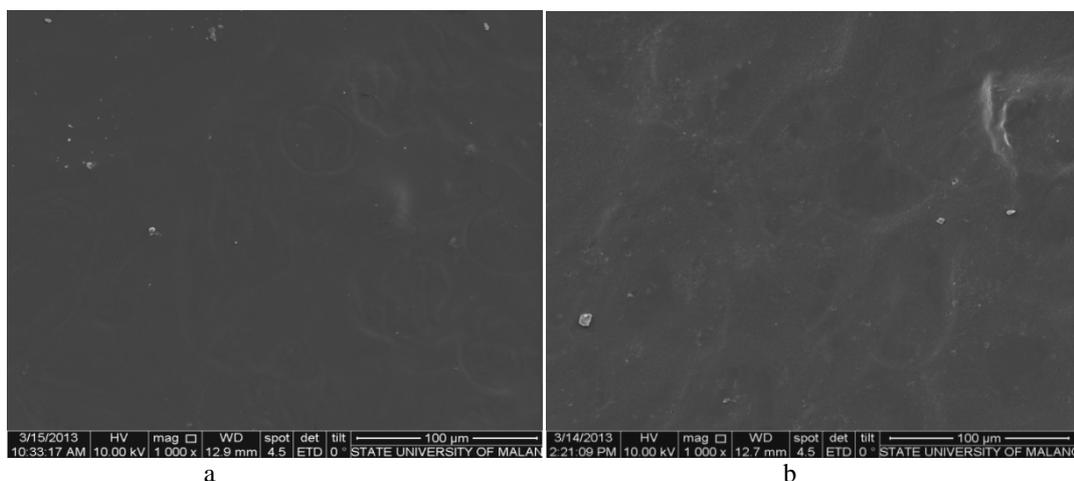
Gambar 1. Hubungan Konsentrasi Ekstrak Bawang yang ditambahkan pada *Edible film* Pati Ganyong dengan ketebalan Film yang Dihasilkan

Dari grafik dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi penambahan ekstrak bawang pada larutan *edible film* pati ganyong, maka semakin tebal pula lembaran *edible film* pati ganyong yang dihasilkan. Pada konsentrasi penambahan ekstrak bawang putih sebesar 15% menunjukkan ketebalan paling tinggi. Dibandingkan dengan tanpa penambahan konsentrasi ekstrak bawang putih (0%) menghasilkan *edible film* paling tipis diantara variable konsentrasi lainnya. Fenomena itu terjadi karena di dalam ekstrak bawang putih mengandung sejumlah senyawa seperti dialil disulfida, dialil trisulfida, alil propil disulfida, sejumlah kecil disulfida dan dialil polisulfida yang dinamakan alisin (Seydim dan Sarikus, 2006). Keberadaan senyawa-senyawa inilah yang mengakibatkan tebal lembaran *edible film* menjadi lebih tinggi sesuai konsentrasi ekstrak bawang putih yang ditambahkan.

Hasil yang serupa juga ditunjukkan oleh penelitian Warsiki, dkk (2012) yang menyebutkan bahwa *edible film* kitosan dengan penambahan ekstrak bawang putih mempunyai ketebalan yang lebih tinggi daripada *edible film* kitosan tanpa penambahan ekstrak bawang putih.

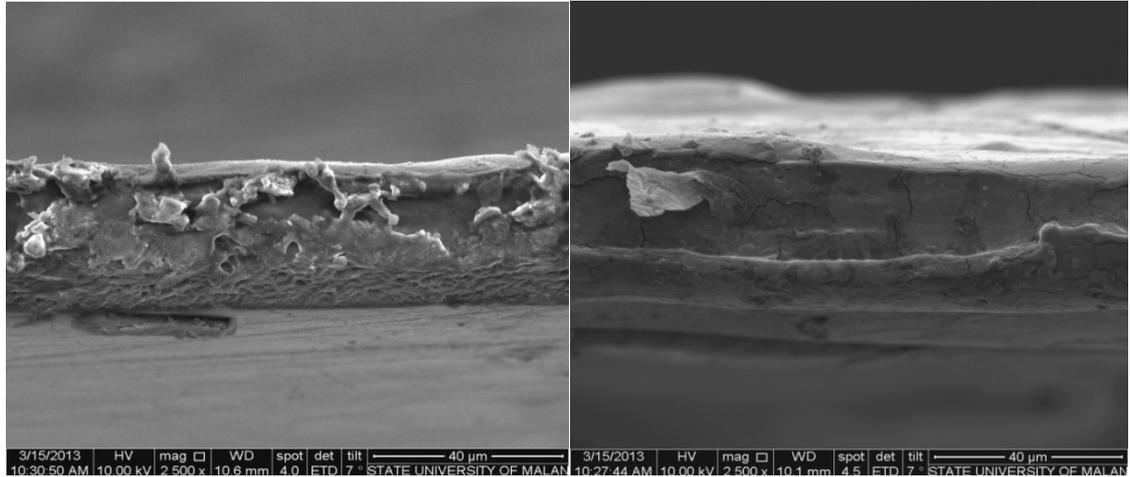
3.3 Hasil Uji SEM

Analisis SEM digunakan untuk melihat morfologi dari *Edible film*. Berikut adalah hasil analisa SEM *edible film* berbasis pati ganyong tanpa penambahan ekstrak bawang dan *edible film* dengan penambahan 5% ekstrak bawang.



Gambar 2. Hasil analisa Scanning Electron Microscopy (SEM) permukaan *edible film* pati ganyong (a) konsentrasi ekstrak bawang 0% (b) konsentrasi ekstrak bawang 5% perbesaran 1000x

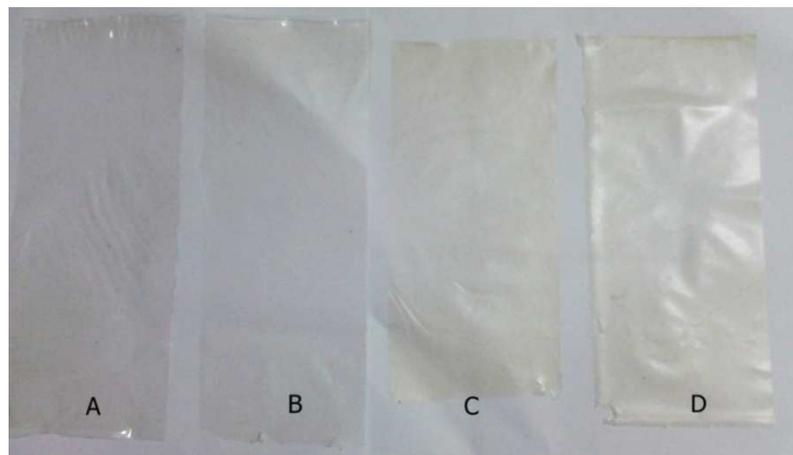
Dari Gambar 4.2 dapat dilihat perbedaan morfologi antara *edible film* dengan konsentrasi ekstrak bawang 0% dengan konsentrasi 5%. Permukaan *edible film* dengan konsentrasi ekstrak bawang 0% terlihat lebih halus, sedangkan pada *edible film* 5% ekstrak bawang tampak beberapa pori yang mempengaruhi sifat mekanik film. Penambahan ekstrak bawang melemahkan ikatan antar molekul amilosa sehingga akan menurunkan kerapatan matrik film dan mempengaruhi porositas film. Hal ini menyebabkan menurunnya kemampuan jaringan untuk mengikat air, sehingga air bebas yang berada dalam suspensi film akan menguap selama proses pengeringan, hal ini menyebabkan terbentuknya pori pada permukaan *edible film* (Budi Santoso,2010).



Gambar 3. Hasil analisa Scanning Electron Microscopy (SEM) permukaan melintang *edible film* pati ganyong (a) konsentrasi ekstrak bawang 0% (b) konsentrasi ekstrak bawang 5% perbesaran 2500x

Hasil analisa SEM tampak melintang memperlihatkan adanya perbedaan mikrostruktur *edible film* pati ganyong tanpa penambahan ekstrak bawang dengan *edible film* dengan konsentrasi ekstrak bawang 5%. Dari gambar terlihat struktur ikatan intermolekuler amilosa yang membentuk matrik pada *edible film* 0% ekstrak bawang. Sedangkan pada permukaan melintang *edible film* 5% ekstrak bawang terlihat adanya beberapa retakan.

Penambahan ekstrak bawang dalam *edible film* menyebabkan lemahnya ikatan amilosa pada stuktur *edible film* sehingga terbentuk beberapa pori dan retakan yang menyebabkan nilai kuat tarik semakin kecil. Hal ini sesuai dengan data hasil uji kuat tarik yang menyebutkan nilai kuat tarik *edible film* tanpa penambahan ekstrak bawang $2,77 \text{ kgf/cm}^2$ sedangkan *edible film* dengan penambahan 5% ekstrak bawang menghasilkan nilai kuat tarik $2,03 \text{ kgf/cm}^2$



Gambar 4. (a) *Edible film* konsentrasi bawang 0% (b) *Edible film* konsentrasi bawang 5% (c) *Edible film* konsentrasi bawang 10% (d) *Edible film* konsentrasi bawang 15%

4. Kesimpulan

Edible film dengan konsentrasi ekstrak bawang 5% memiliki nilai kuat tarik $2,03 \text{ kgf/cm}^2$, persen pemanjangan 20,62%, dan ketebalan 0,04 mm. Penambahan ekstrak bawang putih pada berbagai konsentrasi



berpengaruh terhadap karakteristik mekaniknya *edible film* pati ganyong seperti terjadinya penurunan nilai kuat tarik, meningkatnya persen pemanjangan dan ketebalan *edible film*. Sedangkan pada uji SEM, permukaan *edible film* dengan konsentrasi ekstrak bawang putih 0% terlihat lebih halus dibandingkan dengan *edible film* dengan konsentrasi ekstrak bawang putih 5%.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Dyah Hesti Wardhani, ST, MT, Ph.D selaku dosen pembimbing atas arahan dan bimbingannya dari awal pembuatan proposal penelitian, penelitian, hingga laporan penelitian ini selesai dibuat serta laboran Teknik Kimia Universitas Diponegoro Semarang atas kontribusinya sebagai penyedia alat dan bahan untuk penelitian kami.

Daftar Pustaka

- Ahvenainen R. 2003. Novel Food Packaging Techniques. Woodhead Publishing Limited. Cambridge. England.
- Apriyantono A, Fardiaz D, Puspitasari NL, Sedarnawati, Budiyanto S. 1989. *Analisis Pangan*. Bogor: PAU Pangan dan Gizi IPB.
- Bozin, Biljana, et all. 2008. Chemical Composition, Antioxidant and Antibacterial Properties of *Achillea collina* Becker ex Heimerl s.l. and *A. pannonica* Scheele Essential oils. Faculty of Medicine, Department of Pharmacy, Hajduk Veljkova. Serbia.
- Cahyana, P. T. 2006. *Pengkajian Pengaruh Kadar Amilosa dan Plasticizer Terhadap Karakteristik Edible film dari Pati Beras Termodifikasi*. Bogor: Sekolah Pascasarjana IPB.
- Firdaus, F. dan Mulyaningsih S., 2008, *Morfologi Film Plastik Biodegradable dari Komposit Pati Tropis-PLA, Pati Tropis-Khitosan, dan Pati Tropis-PLA-Khitosan*, Jurnal TEKNOIN ISSN 0853-8697 (terakreditasi) Edisi Juni 2008.
- Kurniawan, Teguh Ferry. 2011. *Potensi Pati Ganyong (Canna edulis Ker.) Sebagai Bahan Penghancur dalam Formulasi Tablet Acetaminophen*. Yogyakarta : Program Studi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.
- Krochta, J. M. and C. L. C. De Mulder. 1997. *Edible and biodegradable polymer films -challenges and opportunities* (A Scientific Status Summary). Food Technology. 51(2): 61-74
- Lai, H.M., G.W.Padua and L.S.Wei. 1997. *Properties and microstructure of zein sheets plasticized with palmitic and stearic acids*. Cereal Chem. 74(1): 83-90.
- Maria Vargas, Clara Pastor, Amparo Chiralt, D. Julian McClements & Chelo González-Martínez. 2008. *Recent Advances in Edible Coatings for Fresh and Minimally Processed Fruits*. Vol. 4, Issues 6, pp 496-511
- Napierata, Danuta M., Alina Nowotarska. 2006. *Water Vapor Transmission Properties of Wheat Starch-Sorbitol Film*. Department of Physic, University Of agriculture: Poznan.
- N'isperos-Carriedo, M.O., 1994. *Edible coatings and films based on polysaccharides*. In: Krochta, J.M., Baldwin, E.A., N'isperos-Carriedo, M.O. (Eds.), *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*. Technomic Publishing Co., Switzerland, pp. 305-335.
- Nussinovitch, A. (Ed.), 1997. *Agricultural Uses of Hydrocolloids. Hydrocolloid Applications: Gum Technology in the Food and Other Industries*. Blackie Academic and Professional, London, pp. 169-189
- Poeloengasih, C., Djagal W. Masono. 2003. *Karakterisasi Edible film Komposit Protein Biji Kecapir dan Tapioka*. Yogyakarta
- Santoso, Budi, Filli Pratama, Basuni Hamzah, Dan Rindit Pambayun. 2010. *Pengembangan Edible film Dengan Menggunakan Pati Ganyong Termodifikasi Ikatan Silang*. Teknologi Industri Pertanian Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya.
- Seydim, A. C. Dan G. Sarikus. 2006. *Antimicrobial Activity Of Whey Protein Based Edible films Incorporated With Oregano, Rosemary And Garlic Essential Oils*. *J Food Res Int* 39 : 639-644.
- Syaichurrozi, Iqbal Dan Netty Handayani. 2012. *Kajian Penambahan Zat Antimikroba Terhadap Karakteristik Edible film Dari Pati Ganyong (Canna Edulis Kerr.)*. Program Studi Teknik Kimia Universitas Diponegoro. Semarang.
- Tharanathan, R.N., 2003. *Biodegradable Films And Composite Coatings: Past, Present And Future*. Food Sci. Technol. 14, 71-78.
- Warsiki, Endang, Juanda Sianturi, Dan Titi Candra Sunarti 2012. *Evaluasi Sifat Fisis-Mekanis Dan Permeabilitas Film Berbahan Kitosan*. Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB
- Wijoyo, Arif, F. Sinung Pranata, P. Kianto. 2004. *Karakterisasi sifat-sifat fisik dan mekanik Edible film Pati Ganyong (Canna edulis Kerr.)*. Jakarta: Universitas Indonesia. Biota Jurnal Ilmiah Ilmu-ilmu Hayati vol. IX no. 3 (Okt. 2004), halaman 155-162.
- Wilson, C.L. and S. Droby. 2001. *Microbial Food Contamination*. p. 188. Boca Raton, FL: CRC Press LLC.