

**PENGARUH KONSENTRASI CMC (*Carboxymethyl Cellulose*) TERHADAP
KARAKTERISTIK BIOSELULOSA BERBASIS EDIBLE FILM**

TUGAS AKHIR

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Sidang Tugas Akhir
Program Studi Teknologi Pangan*

Oleh :

Zahra Delisa Yusra

14.30.20.192

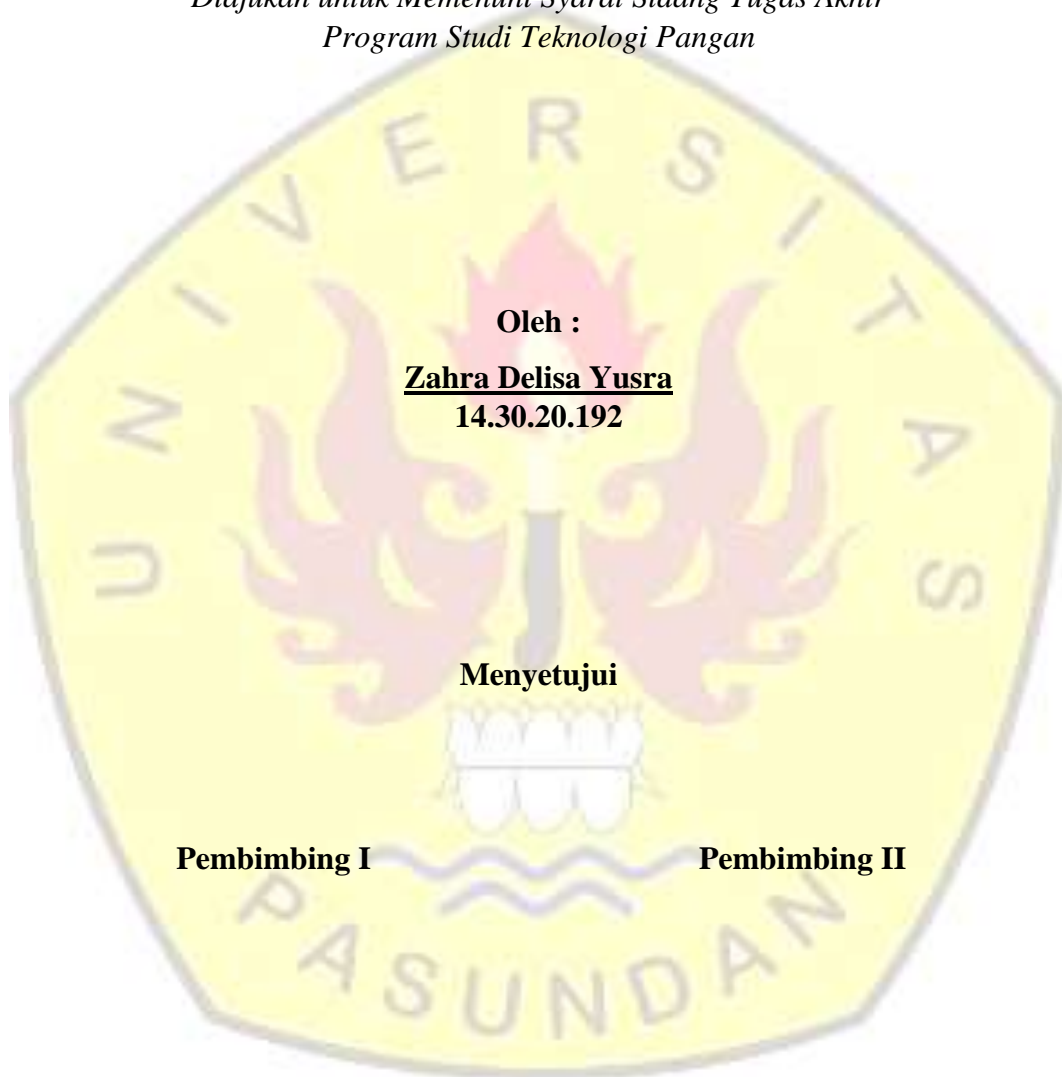


**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2019**

**PENGARUH KONSENTRASI CMC (*Carboxymethyl Cellulose*) TERHADAP
KARAKTERISTIK BIOSELULOSA BERBASIS EDIBLE FILM**

TUGAS AKHIR

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Sidang Tugas Akhir
Program Studi Teknologi Pangan*



Oleh :

Zahra Delisa Yusra
14.30.20.192

Menyetujui

Pembimbing I

Pembimbing II

Prof. Dr. Ir. Wisnu Cahyadi, M.Si.

Yoice Srikandace, S.Si, M.Si.

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
I. PENDAHULUAN	1
1.1...Latar Belakang	1
1.2...Identifikasi Masalah	6
1.3...Maksud dan Tujuan Penelitian.....	6
1.4...Manfaat Penelitian	6
1.5...Kerangka Pemikiran.....	6
1.6...Hipotesis Penelitian.....	9
1.7...Tempat dan Waktu	9
DAFTAR PUSTAKA	11

ABSTRAK

Plastik komersil banyak digunakan sebagai pengemas produk makanan dan sulit terdegradasi di alam. Hal ini dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Bioselulosa merupakan salah satu bahan alam yang dapat terdegradasi di alam dan dapat digunakan sebagai pengganti plastik. Bioselulosa tersebut sebagai hasil fermentasi bakteri *Acetobacter Xylinum* yang dikenal dengan *nata de coco*. Pada penelitian ini *nata de coco* akan dibuat menjadi *edible film* dengan komposisinya berupa CMC, gliserol, ekstrak daun sirsak dan minyak esensial jeruk nipis. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi CMC terbaik dan untuk mengetahui karakteristik bioselulosa berbasis *edible film* yang dihasilkan.

Metode penelitian ini terbagi menjadi penelitian pendahuluan yaitu mencari konsentrasi ekstrak daun sirsak dan minyak esensial jeruk nipis terbaik dan penelitian utama yaitu mengetahui konsentrasi CMC terbaik dari *edible film*. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) satu faktor dengan tiga kali ulangan. Penelitian terdiri dari satu faktor, yaitu faktor konsentrasi CMC (*Carboxymethyl Cellulose*) (f) yang terdiri dari tujuh taraf. Respon dalam penelitian ini meliputi respon kimia yaitu kadar air, kadar antioksidan, serta respon fisik mekanik yaitu kadar kelarutan, laju transmisi uap air, kuat tarik, elongasi, FTIR (*Fourier-Transform Infrared Spectroscopy*), SEM (*Scanning Electron Microscope*).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi CMC yang berbeda-beda berpengaruh terhadap karakteristik bioselulosa berbasis *edible film* meliputi respon kimia yaitu kadar antioksidan, serta respon fisik yaitu kuat tarik dan kelarutan. Produk terpilih yaitu pada perlakuan f3 (konsentrasi CMC sebesar 0.3%), dengan nilai rata-rata kelarutan 71.17%, kuat tarik 0.2217 MPa, elongasi 21.67%, laju transmisi uap air 0.0023 g/m².jam, kadar air 13.01%, dan aktivitas antioksidan 65.48%.

Kata kunci: bioselulosa, minyak esensial jeruk nipis, ekstrak daun sirsak, *edible film*.

ABSTRACT

*Commercial plastics are widely used as packaging for food products and are difficult to degrade in nature. This can cause environmental pollution. Biocellulose is a natural material that can be degraded in nature and can be used instead of plastic. Biocellulose is the result of fermentation of the bacterium *Acetobacter Xylinum* known as nata de coco. In this study nata de coco will be made into edible film with its composite in the form of CMC, glycerol, soursop leaf extract and lime essential oil. Therefore this study aims to obtain the best CMC concentration and to find out the characteristics of the bioculose-based edible film produced.*

This research method is divided into preliminary research which is looking for the best concentration of soursop leaf extract and lime essential oil and the main research is knowing the best CMC concentration from edible film. This research uses a one-factor Randomized Block Design (RBD) with three replications. This research consisted of one factor, the concentration factor of CMC (Carboxymethyl Cellulose) (f) which consisted of seven levels. The responses in this research included chemical responses; moisture content, antioxidant levels, and mechanical physical responses; solubility, water vapor transmission rate, tensile strength, elongation, FTIR (Fourier-Transform Infrared Spectroscopy), SEM (Scanning Electron Microscope).

The results showed that different CMC concentrations had an effect on the characteristics of edible film-based bioselulose including chemical responses namely antioxidant levels, as well as physical responses namely tensile strength and solubility. The chosen product is on f3 treatment (CMC concentration of 0.3%), with an average solubility value of 71.17%, tensile strength of 0.2217 MPa, elongation of 21.67%, water vapor transmission rate of 0.0023 g / m².hour, water content of 13.01%, and activity antioxidant 65.48%.

Keywords: biocellulose, lime essential oil, soursop leaf extract, edible film.

I. PENDAHULUAN

Bab ini akan menguraikan : (1.1) Latar Belakang, (1.2) Identifikasi Masalah, (1.3) Tujuan Penelitian, (1.4) Manfaat Penelitian, (1.5) Kerangka Pemikiran, (1.6) Hipotesis Penelitian, dan (1.7) Tempat dan Waktu Penelitian.

1.1. Latar Belakang

Kemasan makanan bukan sekedar bungkus tetapi juga sebagai pelindung agar makanan aman dikonsumsi. Kemasan pada makanan juga mempunyai fungsi kesehatan, pengawetan, kemudahan, penyeragaman, promosi dan informasi. Kemasan yang paling sering kita jumpai saat ini adalah plastik (Nurminah, 2002). Plastik merupakan bagian dari kehidupan manusia. Penggunaan kemasan plastik sintesis saat ini masih diminati karena sifatnya fleksibel, ekonomis, kuat, tidak mudah pecah, dan mempunyai kemampuan tinggi sebagai penahan transmisi gas. Bahan pengemas dari plastik banyak digunakan dengan pertimbangan ekonomis dan memberikan perlindungan yang baik dalam pengawetan. Sekitar 60% dari poliethilen dan 27% dari polyester diproduksi untuk membuat bahan pengemas yang digunakan dalam produk makanan (Alvin dan Gil, 1994 dikutip Henrique, Teofilo, Sabino, Ferreira, Cereda, 2007). Namun kemasan plastik ini, jumlahnya akan semakin terbatas dan bersifat tidak mudah didegradasi, akibatnya terjadi penumpukan limbah plastik yang menjadi penyebab pencemaran lingkungan.

Meningkatnya kesadaran manusia akan masalah ini dan tuntutan kepraktisan, maka dikembangkanlah *edible packaging* yang merupakan jenis kemasan dari bahan organik, bersifat terbarukan, dan dapat diuraikan kembali oleh

mikroorganisme secara alami menjadi senyawa yang ramah lingkungan. *Edible packaging* adalah jenis bahan yang digunakan untuk mengemas berbagai makanan untuk memperpanjang umur simpan produk yang dapat dimakan bersama-sama dengan makanan tersebut (Pavlath dan Orts, 2009). Ada 2 jenis *edible packaging*, yaitu yang berbentuk lapisan (*edible coating*) dan lembaran (*edible film*) (Krochta, 1992). Lapisan atau lembaran film (*edible film*) ini berfungsi untuk melindungi produk dari kerusakan mekanis dengan mengurangi transmisi uap air, aroma, dan lemak dari bahan pangan yang dikemas. *Edible film* dapat dibuat dari bahan hidrokoloid dan lemak atau campuran keduanya (Falguera dkk, 2011).

Salah satu bahan yang memiliki potensi besar sebagai bahan baku dalam pembuatan *edible film* adalah *Nata de coco*. *Nata de coco* adalah bioselulosa yang dihasilkan dari proses fermentasi air kelapa dalam kondisi aerob dengan bantuan bakteri asam asetat yaitu *Acetobacter xylinum*. Menurut Krystinowichz dan Bielecki (2001) bioselulosa mempunyai beberapa keunggulan, antara lain kemurnian tinggi, derajat kristalinitas tinggi, mempunyai kerapatan antara 300 dan 900 kg/m³, kekuatan tarik tinggi, elastis, dan terbiodegradasi.–Selain dikenal sebagai bahan makanan, *nata de coco* juga merupakan suatu biopolimer yang dapat dikembangkan sebagai material yang ramah lingkungan karena sifatnya yang mudah dibiodegradasi. Untuk membuat material yang dapat dikonsumsi dan aman serta ramah lingkungan, *edible film* merupakan alternatif bahan pengemas dalam industri makanan.

Kemampuan *nata de coco* sebagai lapisan tipis (*edible film*) membuat produk olahan semi basah selain dikonsumsi langsung dapat juga digunakan sebagai pelapis atau pengemas utama (*edible packaging*) pada beberapa jenis buah-buahan, sayuran segar ataupun pada produk pangan hasil olahan seperti permen karamel, permen susu, dodol, dan sebagainya. Pelapis ini digunakan dalam bentuk cair/*edible coating* maupun dalam bentuk lembaran/*edible film*. (Lapuz et al., 1967). Komponen utama penyusun *edible film* dikelompokkan menjadi tiga, yaitu hidrokoloid, lipida dan komposit. Hidrokoloid termasuk ke dalam protein dan polisakarida. Film yang terbuat dari hidrokoloid sangat baik sebagai penghambat perpindahan oksigen, karbondioksida, dan lemak, serta memiliki karakteristik mekanik yang sangat baik, sehingga sangat baik digunakan untuk memperbaiki struktur film agar tidak mudah hancur (Julianti dan Mimi, 2006).

Liu, dkk (2005) dalam Arriany (2009), menggunakan gliserol sebagai plasticizer (kandungan antara 20-70 %) untuk *edible film* berbasis campuran pati (starch), gelatin dan natrium alginat. *Plasticizer* adalah bahan organik dengan berat molekul rendah yang ditambahkan dengan maksud memperlemah kekakuan dari polimer (Ward dan Hadley, 1993) sekaligus meningkatkan fleksibilitas dan ekstensibilitas (Ferry, 1980). Beberapa jenis plasticizer yang dapat digunakan dalam pembuatan *edible film* adalah gliserol, karboksimethyl selulosa, lilin lebah, polivinil alkohol, sorbitol dan lain-lain. Salah satu plasticizer yang sering digunakan dalam pembuatan *edible film* adalah Carboxy Methyl Cellulose (CMC). CMC adalah turunan dari selulosa dan ini sering dipakai dalam industri makanan

untuk mendapatkan tekstur yang baik. Fungsi CMC ada beberapa terpenting, yaitu sebagai pengental, stabilisator, pembentuk gel, sebagai pengemulsi, dan dalam beberapa hal dapat merekatkan penyebaran antibiotik (Winarno, 1985).

Menurut Gennadios dan Weller (1990), *edible film* juga dapat berfungsi sebagai pembawa komponen bahan makanan seperti antimikrobia, antioksidan, flavour, pewarna, dan suplemen gizi. Keunggulan dari *edible film* ini selain dapat menghambat laju transmisi gas, oksigen maupun uap air, juga mengandung food aditif (antioksidan dan antimikrobia) sehingga fungsinya lebih baik dalam menghambat proses oksidasi dan pertumbuhan mikrobia pada produk yang dikemas. Menurut Baldwin et al. (1995), pada kemasan *edible* dapat ditambahkan bahan antioksidan untuk mencegah terjadinya oksidasi penyebab ketengikan, seperti asam askorbat, tokoferol, BHA dan BHT. Penambahan antioksidan ini bertujuan agar *edible film* tersebut memiliki zat aktif yang dapat menghambat terjadinya proses oksidasi pada produk makanan.

Salah satu sumber antioksidan adalah, minyak atsiri jeruk nipis yang memiliki sifat antioksidan yang dapat mencegah terjadinya oksidasi penyebab ketengikan. Hal ini karena minyak atsiri mengandung senyawa fenolik dalam konsentrasi tinggi seperti *carvacrol*, *eugenol*, dan *thymol*, yang memiliki sifat antioksidan dan antimikroba (Maizura et al. 2007). Selain itu, minyak atsiri jeruk nipis dapat menghambat pertumbuhan beberapa jenis bakteri yang merugikan bagi manusia seperti *S.aureus*, *E.coli*, *Salmonella sp*, dan *Klebsiella* (Agusta, 2000 dalam Pradani, 2012).

Selain dengan penambahan minyak atsiri jeruk nipis, penambahan bahan aktif lainnya seperti ekstrak daun sirsak (*Annona muricata L*) juga dapat meningkatkan aktivitas antioksidan. Namun, beberapa hasil penelitian telah membuktikan bahwa antiradikal bebas tersebut mempunyai efek samping yang tidak diinginkan, yaitu berpotensi sebagai karsinogenik terhadap efek reproduksi dan metabolisme (Hernani, 2005). Oleh karena itu jenis antiradikal bebas alami yang baru harus terus dicari untuk meredam radikal bebas yang dapat merusak tubuh manusia dan perlu dilakukan penelitian untuk pencarian senyawa antiradikal bebas yang diarahkan pada ekstrak daun sirsak (*Annona muricata L*). Minyak esensial jeruk nipis, ekstrak daun sirsak, variasi CMC (0,1-0,7%) untuk memperbaiki sifat mekanik pada *edible film*. *Edible film* akan dibuat sebagai *carrier* antioksidan dari minyak esensial jeruk nipis, selain sebagai agen antioksidan dapat juga sebagai agen antibakterial. Karakteristik fisik-mekanik yang dianalisa adalah FTIR, SEM, *tensile strength*, elongasi, WVTR (*Water Vapor Transmission Rate*), kadar air serta kelarutan. Sedangkan karakteristik kimiawi yang dianalisa adalah aktivitas antioksidan dari kandungan minyak esensial jeruk nipis berdasarkan hasil GC-MS yang terdapat pada *edible film*.

Pada penelitian ini menggunakan minyak esensial jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) atau yang biasa disebut minyak esensial *lime* sebagai salah satu bahan penambahan antioksidan. Bahan aktif tersebut ditambahkan ke dalam matriks bahan pengemas, baik dalam bentuk bubuk, ekstrak/oleoresin maupun minyak atsirinya. (Vasconez et al. 2009; Lin et al. 2010).

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian dalam latar belakang penelitian di atas, maka masalah yang dapat diidentifikasi adalah apakah pengaruh variasi konsentrasi CMC berpengaruh terhadap karakteristik biopolimer berbasis *edible film* yang mengandung ekstrak daun sirsak dan minyak esensial jeruk nipis.

1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui dan mempelajari karakteristik dari biopolimer berbasis *edible film* yang mengandung ekstrak daun sirsak dan minyak esensial jeruk nipis.

Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh konsentrasi CMC terhadap karakteristik biopolimer berbasis *edible film* yang mengandung ekstrak daun sirsak dan minyak esensial jeruk nipis dan untuk mengetahui sifat fisik biopolimer berbasis *edible film* dengan ekstrak daun sirsak dan minyak esensial jeruk nipis.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan pada hasil penelitian yang akan dilakukan adalah adanya pemanfaatan *nata de coco* sebagai bahan baku utama pembuatan *edible film*.

1.5. Kerangka Pemikiran

Menurut Kinzel (1992), persyaratan bahwa kemasan yang digunakan harus ramah lingkungan maka *edible film* adalah sesuatu yang sangat menjanjikan karena dapat melindungi produk pangan, penampakan asli produk dapat dipertahankan, dapat langsung dimakan dan aman bagi lingkungan.

Film sebagai pengemasan (*edible packaging*) pada dasarnya dibagi atas tiga bentuk pengemasan yaitu; *edible film* merupakan bahan pengemas yang telah dibentuk terlebih dahulu berupa lapisan tipis (*film*) sebelum digunakan untuk mengemas produk pangan, *edible coating* berupa pengemas yang dibentuk langsung pada produk dan bahan pangan, dan enkapsulasi yaitu suatu aplikasi yang ditujukan untuk membawa komponen-komponen bahan tambahan makanan tertentu untuk meningkatkan penanganan terhadap suatu produk pangan sesuai dengan yang diinginkan.

Fungsi dan penampilan *edible film* bergantung pada sifat mekaniknya yang ditentukan oleh komposisi bahan di samping proses pembuatan dan metode aplikasinya (Rodriguez dkk, 2006). Menurut Danhowe dan Fennema (1994) *edible film* dari komposit (gabungan hidrokoloid dan lipid) dapat meningkatkan kelebihan dari *film* hidrokoloid dan lipid serta mengurangi kelemahannya. Menurut Krochta, dkk. (1994), hidrokoloid digunakan sebagai *edible film* untuk produk pangan yang tidak sensitif terhadap uap air. Hidrokoloid dapat mencegah reaksi-reaksi kerusakan pada produk pangan dengan jalan menghambat gas-gas reaktif terutama oksigen dan karbon dioksida. Bahan ini juga tahan terhadap lemak karena sifatnya yang polar. Sebagian *edible film* yang berasal dari bahan hidrokoloid dapat dilarutkan, dengan demikian sangat baik diterapkan pada produk-produk yang memerlukan perebusan/pengukusan sebelum digunakan.

Na-CMC (Sodium Carboxymethyl Cellulose) memiliki sifat mudah larut dalam air panas maupun air dingin. Pada pemanasan dapat terjadi pengurangan

viskositas yang bersifat dapat balik atau *reversible* (Tranggono, 1991). Kelebihan penggunaan CMC dalam pembuatan *edible film* yaitu dapat membentuk gel yang baik, elastis, dapat dimakan, dan dapat diperbaharui. Na-CMC (Sodium Carboxymethyl Cellulose) sebagai senyawa polimer dengan berat molekul yang tinggi, sehingga *edible film* yang dihasilkan lebih kuat dalam menahan beban. Na-CMC adalah polisakarida linier anionik yang merupakan derivat dari selulosa (Tongdeesoontorn et al., 2009). Menurut Ma et al., (2008), Na-CMC juga memiliki sejumlah gugus hidroksil dan karboksil serta struktur polimer dengan berat molekul tinggi yang memungkinkan untuk mengikat air dan pati, sehingga dapat meningkatkan fungsi mekanis dan menurunkan WVP dari *edible film* berbahan tapioka. Penggunaan Na-CMC juga didasarkan pada sifat Na-CMC yang tidak berbau, sehingga dapat memperbaiki penelitian Rosalyn (2015) yang menggunakan gelatin sebagai bahan tambahan *edible film* berbasis tapioka.

Menurut Shodiq, dkk. (2017), peningkatan konsentrasi CMC dapat meningkatkan sifat fisik *edible film*. CMC konsentrasi 1,5% mampu meningkatkan sifat fisik *edible film* dengan meminimalisir laju transmisi uap air dan meningkatkan kuat tarik dan persen pemanjangan dan penambahan minyak atsiri daun sirih 0,2% dapat memperbaiki sifat fisik *edible film* dengan meminimalisir laju transmisi uap air dan meningkatkan kuat tarik dan persen pemanjangan. Menurut Chillo, dkk. (2008), gliserol merupakan *plasticizer* yang ditambahkan dalam pembuatan *edible film*. Gliserol berfungsi untuk mengurangi kekakuan pada *edible film* sehingga *film* yang dihasilkan lebih fleksibel. Menurut Santoso, dkk. (2012) untuk mendapat

keseragaman yang lebih baik dapat ditambahkan surfaktan ke dalam larutan untuk mengurangi tegangan permukaan dan *superficial water activity*, yang akhirnya dapat mengurangi kehilangan air. Jenis-jenis surfaktan diantaranya karboksimetilselulosa (CMC), tween 80, dan lesitin. Rodriguez, dkk. (2006) menjelaskan bahwa penambahan surfaktan dalam formulasi *edible film* dapat menurunkan *water vapor transmission rate* secara signifikan. Menurut penelitian Ojagh, dkk (2010), yaitu dalam pembuatan *edible film* kitosan dengan inkorporasi minyak atsiri kayu manis dilakukan penambahan Tween 80 pada tingkat 0,2% untuk membantu melarutkan minyak atsiri. Menurut Maizura (2008) Penambahan *essential oil* ke dalam *edible film* tidak berpengaruh terhadap kelarutan air atau *water solubility edible film*, hal ini disebabkan karena *essential oil* dapat mengganggu susunan rantai polimer dan ikatan hidrogen, penambahan *essential oil lime* pada *edible film* juga dapat berfungsi sebagai carrier antioksidan sehingga dapat meningkatkan aktivitas antioksidan yg terdapat pada *edible film*.

1.6. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran di atas, dapat diperoleh suatu hipotesis, yaitu interaksi konsentrasi CMC dan minyak esensial jeruk nipis dapat berpengaruh terhadap karakteristik bioselulosa berbasis *edible film* yang mengandung ekstrak daun sirsak.

1.7. Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Loka Penelitian Teknologi Bersih (LPTB), Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Jalan Cisit, Sangkuriang, Bandung,

Jawa Barat, 40135. Penelitian dilakukan mulai dari bulan Agustus 2018 hingga selesai.



DAFTAR PUSTAKA

- Agusta, A. 2000. **Minyak Atsiri Tumbuhan Tropika Indonesia**. Penerbit ITB. Bandung.
- Anker, M., dkk. 2009. **Relationship Between The Microstructure And The Mechanical And Barrier Properties Of Whey Protein Films**. J. Agric. Food Chem, Vol. 48 : 3806-3816.
- Apriyanti, A.F., Mahatmanti, F.W., Sugiyo, W. 2013. **Kajian Sifat Fisik-Mekanik Dan Antibakteri Plastik Kitosan Termodifikasi Gliserol**. Indonesian Journal of Chemical Science 2(2). 148-153.
- Association of Analytical Chemist. 2010. **Official Method Of Analysis – Associaton Of Official Analytical Chemist**. Washington DC.
- Baldwin, E.A. 1994. **Edible Coating For Fresh And Vegetables Past, Present And Future**. Di Dalam: Krochta J.M, Baldwin, E.A, dan Nispeross-Carriedo, M.O, editot. Edible Coating and Film to Improve food Quality. Pennsylvania: Tectomic Publishing Co, Inc.
- Bergonia H.A. 1982. **Reverse Osmosis of Coconut Water Trough Cellulose Acetat Membrane**. Proceeding of the second ASEAN workshop membrane technology.
- Bertuzzi, M.A., E.F.C. Vidaurre, M. Armada dan J.C Gottifredi. 2007. **Water Vapor Permeability of Edible Starch Based Films**. J. Food Engineering. 80 : 972- 978.
- Bidalaksana, Mila. 2017. **Pengaruh Formulasi Bahan Edible Dan Konsentrasi Essential Oil Citrus Terhadap Karakteristik Edible Film Berbasis Nata**. Universitas Pasundan. Bandung.
- Brandelero, R.P.H., Yamashita, F., Grossmann, M.V.E. 2010. **The Effect Of Surfactan Tween 80 On The Hydrophilicity, Water Vapor Permeation, And The Mechanical Properties Of Cassava Strach And PBAT Blend Films**. Carbohydrate Polymer: 82. 1102-1119.
- Chillo, S., S. Flores, M. Mastromatteo, A. Conte, Ly 'a Gerschenson, and M. A. del Nobile. 2008. **Influence of glycerol in tapioca srach based edible film properties**. J. Food Engine. 88: 159-168.
- Chutia, M., Bhuyan, D.P., Pathak, M. G., Sarma, T. C., Boruah, P., 2009. **Antifungal Activity and Chemical Composition of Citrus reticulata Blanco**

- Essential Oil Against Phytopathogens from North East India.** Food Science and Technology, 42, 777-780.
- Damat. 2008. **Efek Jenis Dan Konsentrasi Plasticizer Terhadap Karakteristik Edible Film Dari Pati Garut Butirat.** Agritek 16(3): 333-339.
- Donhowe, G. and Fennema, O. 1994. **Edible film and coating: Characteristic, formation, definitions and testing methods.** In Krochta, J.M., Baldwin, E.A. and Nisperos-Carriedo, M.O. (eds.). **Edible Coating and Film to Improve Food Quality.** Technomic Publ. Co. Inc. Lancaster, Pennsylvania. 378 pp.
- Dongmo, P., Tatsadjieu, L. Sonwa, E. Kuate, J. 2009. **Essentials Oils of Citrus Aurantifolia from Cameroon and their Antifungal Activity Against Phaeoramularia Angolesis.** African journal of Agricultural Research, 4, 354-358.
- Dwi, Widya. 2015. **Pembuatan Jelly Drink Averrhoa Blimbi L (Kajian Proposi Belimbing Wuluh: Air Dan Konsentrasi Karagenan).** Universitas Brawijaya. Malang.
- Estiasih, Teti, Ahmadi. 2013. **Teknologi Pengolahan Pangan.** Bumi Aksara. Malang.
- Fahr, A. 2018. **Voigt's Pharmaceutical Technology.** Stuttgart: Wiley
- Fajarwati, N. 2013. **Uji Aktivitas Antioksidan Pada Ekstrak Daun Jeruk Nipis (Citrus aurantifolia) dengan Menggunakan Metode DPPH.** Repository UIN Syarif Hidayatullah.
- Fardiaz, S. 1993. **Mikrobiologi Pangan I.** Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Falguera, V., Quintero, J.P., Jimenez, A., Munoz, J.A., dan Ibarz, A. 2011. **Edible Films And Coatings: Structures, Active Functions And Trends In Their Use.** Trends in Food Science & Technology 22: 292-303.
- Fennema, O.R. 1985. **Food Chemistry.** Marcel Dekker Inc. New York.
- Gaspersz. 1995. **Teknik Analisis dalam Penelitian Percobaan,** Tarsito, Bandung.
- Gennadios, A, C.L. Weller. 1990. **Edible Film and Coatings From Wheat and Corn Protein.** Food Tech.
- Gontard, N., Guilbert, N., Cuq, J.L. 1993. **Water and Glycerol as Plasticizer Affect Mechanical and Water Vapor Barrier Properties of an Edible Wheat Gluten Film.** J. Food Science.
- Guenther, T. 1987. **Minyak Atsiri.** Terjemahan oleh Ketaren, S. 1990. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.

- Guilbert, S. and B. Biquet. 1990. ***Edible films and coatings***. In: G. Bureau and J.L. Multon (eds.). Food packaging, volume I. VCH Publishers, New York.
- Gunther, E. 1990. **Minyak Atsiri Jilid IIIA**. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- Hartati, S.Y. 2012. **Prospek Pengembangan Minyak Atsiri Sebagai Pestisida Nabati**. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Vol. 11(1). Bogor. Hlm 45 – 58.
- Hernani, Raharjo. 2005. **Tanaman Berkhasiat Antioksidan**. Cetakan I. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Henrique, C. M., R. F. Teofilo, L. Sabino, M. M. C. Ferreira, dan M. P. Cereda. 2007. **Classification of Cassava Starch Film by Physicochemical Properties and Water Vapor Permeability Quantification by FTIR and PLS**. Journal of Food Science. 74: E184-E189 (on line)
- Histifarina, D. 2004. **Pendugaan Umur Simpan Kentang Tumbuk Instan Berdasarkan Kurva Isotermi Sorpsi Air Dan Stabilitasnya Selama Penyimpanan**. Journal of Horticulture 14(2): 113-120.
- Huri, Daman. 2014. **Pengaruh Konsentrasi Gliserol Dan Ekstrak Ampas Kulit Apel Terhadap Karakteristik Fisik Dan Kimia Edible Film**. Jurnal Pangan dan Agroindustri Vol. 2 No 4 p.29-40.
- Ibukun A., dkk. 2007. **Evaluation of The Antimicrobial Properties of Different Part of Citrus Aurantifolia (Lime Fruit) As Used Locally**. African Journal Of Traditional, Complementary And Alternative Medicines Vol 1, 18-195.
- Indrarti, L., dkk. 2016. **Physical and Mechanical Properties of Modified Bacterial Cellulose Composite Films**. Research Center for Physics, Indonesian Institute of Sciences (LIPI). Bandung.
- Indrarti, L., Indriyati. 2017. **Incorporation Of Citrus Essential Oils Into Bacterial Cellulose-Based Edible Films And Assesment Of Their Physical Properties**. IOP Conferences Series: Earth and Enviromental Science: 60,1-6.
- Julianti, Elisa dan Nurminah, Mimi, 2006. **Teknologi Pengemasan**. Departemen Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian. USU. Medan.
- Kinzel, B. 2012. **Protein-Rich Edible Coating For Foods**. Agricultural Research, (2) : 20-21.
- Krystynowicz, Bielecki S. 2001. **Biosynthesis Of Bacterial Cellulose And Its Potential Applications In The Different Industries**. Polish Biotechnology.

- Krochta, J.M., 1992. **Control Of Mass Transfer In Food With Edible Coating And Film**. Di dalam : Sigh, R.P., M.A. Wiratakusumah (Eds), *Advances in Food Engineering*. Crc Press : Boca Raton, F.L. : 515-538.
- Krochta, J.M., E.A. Baldwin, and M.O. Nisperos-Carriedo. 1994. **Edible Coatings and Films To Improve Food Quality**. (pp):1-24. Technomic Publishing Co. Inc. Lancaster-Basel. USA.
- Krochta, J.W., dan De Mulder-Johton, C. 1997. **Edible And Biodegradable Polymer Film: Challenges And Opportunities**. *J. Food Tech.* 51 (2): 61-74.
- Lapuz, M.M., dkk. 1967. **The Organism and Culture Requirements, Characteristics and Identity**. *The Phillipine J.Science.* 98:191-109.
- Lenny, S. 2006. **Senyawa Terpenoida Dan Steroida**. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Ley, J.D., Frauteur, J. 1974. **Genus Acetobacter**. *Bejering.* 1889 : 126-277. Dala R.E. Buchanan & N.E Gibson (Ed) *Bergeys Manual of Determinatif Bacteriology*, Eight Edition. The Williams & Wilkins Co. Baltimore.
- Maizura, M., dkk. 2008. **Antibacterial Activity Of Modified Sago Starcth-Alginate Based Edible Film Incorporated With Lemongrass (Cymbopogon Citratus) Oil**. *International Food Journal Research.* 15 (2):233-236.
- Nurminah M. 2006. **Penelitian Sifat Berbagai Bahan Kemasan Plastik Dan Kertas Serta Pengaruhnya Terhadap Bahan Yang Dikemas**. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Ojagh, S.M., Rezaei, M., Razavi, S.H. dan Hosseini, S.M.H. 2010. **Effect Of Chitosan Coatings Enriched With Cinnamon Oil On The Quality Of Refrigerated Rainbow Trout**. *Food Chemistry* 120: 193-198.
- Oonmetta-aree, J., Suzuki, T., Gasaluck, P., and Eumkeb, G. 2006. **Food Science and Technology**. 39 (10): 1214-1220.
- Quintavalla, S. L, Vicini. 2002. **Antimicrobial Food Packaging In Meat Industry**. *Meat Science.* 62: 373-380.
- Rodriguez Maris, Osés Javier, Ziani Khalid, Mete Juan I. 2006. **Combined Effect of Plastizers and Surfactants on the Physical Properties of Starch Based Edible film**. *Journal Food Research International.* 39: pp 840-646.
- Rohaeti, E., Laksono, E.W., dan Rakhmawati, A. 2017. **Characterization And The Activity Of Bacterial Cellulose Prepared From Rice Waste Water By**

Addition With Glycerol And Chitosan. ARPN Journal of Agricultural and Biological Science, 12(8), 241-248.

Santoso, B., Priyanto, G., Purnomo, R.H. 2012. **Sifat Fisik dan Kimia *Edible film* Berantioksidan dan Aplikasinya sebagai Pengemas Primer Lempok Durian.** Jurnal Agribisnis dan Industri Pertanian Vol.6 No. 1; 77-82.

Sylviana. 2018. **Karakterisasi *Edible Film* Bioselulosa Mengandung Minyak Jeruk Bergamot dan Purut, dan Aplikasinya pada Enting-Enting Gepuk.** Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Surya. Tangerang.

Sukumar, K., M. J. Perich, L.R Boobar. 1991. **Botanical Derivatives in Mosquito Control.** J Am Mosq Control Assoc 2: 210-37.

Tongnuanchan, P., Benjakul, S., Prodpan, T. 2012. **Properties And Antioxidant Activity Of Fish Skin Gelatin Film Incorporated With Citrus Essential Oils.** Food Chemistry, 134, 1571-1579.

Tongnuanchan, P., Benjakul, S., Prodpan, T. 2014. **Structural, Morphological And Thermal Behaviour Characterisations Of Fish Gelatin Film Incorporated With Basil And Citronella Essential Oils As Affected By Surfactans.** Food Hydrocoloids, 41, 33-43.

Tranggono. 1989. **Bahan Tambahan Pangan (Food Additives).** Pusat Antar Universitas Pangan Dan Gizi, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Ward, I. M., dan D. W. Hadley. 1993. **An Introduction On The Mechanical Properties Of Solid Polymers.** Wiley. New York.

Winarno, F.G. 2004. **Kimia Pangan dan Gizi.** PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Wiriyana. 2016. **Perbandingan Pati Garut Dengan Karagenan Serta Konsentrasi *Lipid Cocoa Butter* Terhadap Pembuatan *Edible Film* Komposit.** Universitas Pasundan. Bandung.

