

PENGARUH PENAMBAHAN KAPPA-KARAGENAN TERHADAP KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA BUMBU RAWON LEMBARAN BERBASIS CMC-MAIZENA

*(The Effect of Kappa-Carrageenan Addition on the Physicochemical
Properties of CMC-Maize Based
"Bumbu Rawon Lembaran")*

Vivian Putri^{a*} dan Adrianus Rulianto Utomo^a

^aFakultas Teknologi Pertanian, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, Indonesia

* Penulis korespondensi
Email: vivianputri1596@gmail.com

ABSTRACT

Edible film and its development are considered as new alternative in hidrocoloids utilization. One of potential utilization of edible film is in instant seasoning production called "bumbu rawon lembaran". "Bumbu rawon lembaran" is rawon (Indonesian black soup) seasoning formed into sheet, so it can be dissolved in boiling water to get instant rawon soup. Preliminary research of "bumbu rawon lembaran" was done by using maize and carboxymethyl cellulose (CMC) as film former. The film of maize and CMC has weaknesses in its water vapor permeability and rigidity. As the result, "bumbu rawon lembaran" which was kept in multilayer packaging for 2 months in ambient temperature become rancid. To resolve these problems, kappa-carrageenan is added into the film. Kappa-carrageenan is the type of carrageenan with quick setting time to create firm and rigid gel. Kappa-carrageenan addition is expected to increase film rigidity, decrease water vapor permeability, quicken setting time, and reduce rancidity of "bumbu rawon lembaran". Kappa-carrageenan percentage for addition are 0%, 0.4%, 0.8%, 1.2%, 1.6%, and 2% (w/v) of maize-CMC (3%) solution total volume. Observed parameters are water content, solubility, water activity (aw), peroxide number, and viscosity of rawon soup. The results are analyzed using ANOVA (Analysis of Variance) test with $\alpha = 5\%$ to determine whether there is a significant difference or not. If there is a significant difference caused by the treatment, the analysis is continued with DMRT (Duncan's Multiple Range Test) using $\alpha = 5\%$.

Keywords: *edible film, carboxymethyl cellulose (CMC), maize, kappa-carrageenan, instant seasoning, rawon (Indonesian black soup)*

ABSTRAK

Edible film dan pengembangannya telah dianggap sebagai alternatif baru dalam penggunaan hidrokoloid. Salah satu potensi penggunaan edible film adalah dalam pembuatan bumbu instan lembaran yang disebut dengan "bumbu rawon lembaran". Bumbu rawon lembaran merupakan bumbu-bumbu rawon yang dibentuk menjadi lembaran sehingga hanya perlu pelarutan dengan air mendidih untuk mendapatkan kuah rawon siap saji. Penelitian pendahuluan pembuatan bumbu rawon lembaran ini telah dilakukan sebelumnya dengan menggunakan pati jagung/maizena dan carboxymethyl cellulose (CMC) sebagai pembentuk lembaran. Kelemahan film yang dihasilkan dari pati dan CMC adalah permeabilitas terhadap uap air yang tinggi dan lembaran yang dihasilkan kurang kaku. Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan, bumbu rawon lembaran yang telah disimpan selama 2 bulan dalam kemasan multilayer pada suhu ruang juga mengalami ketengikan. Bahan yang ditambahkan untuk mengatasi kelemahan tersebut adalah kappa-karagenan. Kappa-karagenan merupakan jenis karagenan yang memiliki waktu setting cepat serta menghasilkan gel yang kuat dan kaku. Penambahan kappa-karagenan diharapkan dapat menambah kekakuan, menurunkan permeabilitas terhadap uap air, mempercepat pengeringan,

serta mengurangi resiko terjadinya ketengikan pada bumbu rawon lembaran. Pada penelitian ini dilakukan penambahan kappa-karagenan dengan persentase dari jumlah volume larutan pati-CMC (3%) sebesar 0%, 0,4%, 0,8%, 1,2%, 1,6%, dan 2% (b/v). Parameter yang diamati adalah kadar air, daya larut, aktivitas air (a_w), bilangan peroksida, dan viskositas kuah rawon yang dihasilkan. Hasil pengujian dianalisis dengan ANOVA (*Analysis of Variance*) pada $\alpha = 5\%$ untuk mengetahui ada tidaknya beda nyata akibat perlakuan. Bila terdapat perbedaan nyata, maka dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) pada $\alpha = 5\%$.

Kata kunci: *edible film*, *carboxymethyl cellulose* (CMC), maizena, kappa-karagenan, bumbu instan, rawon

PENDAHULUAN

Edible film merupakan lapisan tipis terbuat dari bahan pangan yang diaplikasikan pada produk pangan dan berperan penting dalam penyimpanan, distribusi, dan pemasaran (Bourtoom, 2008). Salah satu potensi penggunaan *edible film* adalah dalam pembuatan bumbu instan lembaran yang disebut dengan "bumbu rawon lembaran". Bumbu rawon lembaran merupakan bumbu-bumbu rawon yang dibentuk menjadi lembaran sehingga hanya perlu pelarutan dengan air mendidih untuk mendapatkan kuah rawon siap saji. Penelitian pendahuluan pembuatan bumbu rawon lembaran telah dilakukan sebelumnya dengan menggunakan pati jagung/maizena dan *carboxymethyl cellulose* (CMC) sebagai pembentuk lembaran. CMC berpotensi sebagai bahan penyusun *edible film* karena kemampuannya dalam mengikat air sehingga mencegah sineresis. CMC juga bersifat tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau (Niam, 2009). Pemilihan pati jagung didasarkan pada kadar amilosa tinggi (25,9%), sehingga mengembangkan potensi kapasitas pembentukan film dan menghasilkan film yang lebih kuat dari pati yang mengandung lebih sedikit amilosa (Sandhu dan Singh, 2007). Molekul pati jagung mengandung gugus hidroksil yang mampu mengikat kuat air, sehingga terbentuk film dengan kadar air yang rendah (Kusumawati dan Putri, 2013). Kelemahan film yang dihasilkan dari pati dan CMC adalah permeabilitas terhadap uap air yang tinggi dan lembaran yang dihasilkan kurang

kaku. Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan, bumbu rawon lembaran yang telah disimpan selama 2 bulan dalam kemasan multilayer pada suhu ruang juga mengalami ketengikan. Bahan yang ditambahkan untuk mengatasi kelemahan tersebut adalah kappa-karagenan. Kappa-karagenan merupakan jenis karagenan yang memiliki waktu setting cepat serta menghasilkan gel yang kuat dan kaku. Penambahan kappa-karagenan diharapkan dapat menambah kekakuan, menurunkan permeabilitas terhadap uap air, mempercepat pengeringan, serta mengurangi resiko terjadinya ketengikan pada bumbu rawon lembaran.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah pati jagung/maizena merek "Maizenaku", CMC, kappa-karagenan dari UD Multi Aroma Surabaya, bumbu rawon merek "Bamboe", bumbu penyedap rasa sapi merek "Maggi", dan air minum dalam kemasan merek "Aquase", akuades, $\text{BaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$, $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$, HCl 10 N, kertas saring Whatman, NH_4SCN , kloroform-methanol (7:3), dan metanol.

Alat yang digunakan adalah timbangan analitis (Ohaus Pioneer), timbangan digital kasar (Ohaus CL Series), gelas beaker (Pyrex), pengaduk, baki, *cup* plastik, sendok tanduk, gelas ukur 100 mL, piring, sendok, panci, kompor gas (Rinnai), thermometer, *stopwatch*, *water pass*, *cabinet dryer*, cetakan mika plastik, oven (Venticell), botol timbang, eksikator, sarung tangan, a_w meter

(Rotoric HygroPalm AW1), viskosimeter (Brookfield DV-II+ Pro), baki, gunting, botol coklat, *thermo scientific* CIMAREC *stirring hot plates*, labu takar 10 mL, botol semprot, spektrofotometer dan kuvet, *water jug*, corong, bulb, pipet ukur 10 mL, dan pipet tetes.

Rancangan Percobaan

Penelitian pembuatan bumbu rawon lembaran berbahan dasar pati jagung, CMC, dan kappa-karagenan ini dilakukan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan satu faktor dan empat kali ulangan. Faktor yang diteliti adalah persentase kappa-karagenan terhadap sifat fisikokimia bumbu rawon lembaran dengan enam taraf perlakuan 0% (P1); 0,4% (P2); 0,8% (P3); 1,2% (P4); 1,6% (P5); dan 2% (P6). Parameter yang diamati meliputi pengujian kadar air, daya larut, aktivitas air (a_w), bilangan peroksida, dan viskositas kuah rawon yang dihasilkan. Data dianalisis dengan *Analysis of Variance* (ANOVA) pada $\alpha = 5\%$. Apabila hasil ANOVA menunjukkan adanya perbedaan nyata, maka dilakukan uji lanjutan yaitu uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) pada $\alpha = 5\%$ dengan program SPSS *Statistics* 19 untuk mengetahui jenis perlakuan yang memberikan perbedaan nyata.

Pembuatan Bumbu Rawon Lembaran

Setiap bahan ditimbang sesuai dengan proporsi yang akan dibuat. Berat kappa-karagenan, pati jagung (2,9%), bumbu rawon (20%), dan bumbu penyedap (4%) ditimbang dalam % (b/v) volume total air yang digunakan, sedangkan berat CMC 10% (b/b) berat pati jagung. Volume air disesuaikan dengan ketebalan bumbu rawon lembaran yang ingin dihasilkan. CMC direndam dalam 50% volume air total selama 20 jam sebelum pembuatan bumbu rawon lembaran. Gelas beaker I diisi rendaman CMC, ditambahkan pati jagung, bumbu rawon, dan bumbu penyedap. Gelas beaker II kappa-karagenan ditambahkan dengan 50% air. Masing-masing

dipanaskan (75°C, 10 menit), kemudian keduanya dicampurkan dan dipanaskan kembali (72°C, 10 menit). Campuran dicetak dalam cetakan mika plastik dan dikeringkan dalam *cabinet dryer* (40°C, 5 jam) sampai terbentuk lembaran kering dan dapat diangkat dari cetakan. Bumbu rawon lembaran disimpan dalam *zipper file* dan diberi *silica gel* (suhu ruang) untuk kemudian dilakukan pengujian. Khusus untuk pengujian bilangan peroksida, bumbu rawon lembaran disimpan selama 1 bulan dan 2 bulan.

Analisis Kadar Air Metode Thermogravimetri (AOAC, 1997 dalam Apriyantono dkk., 1989).

Kandungan air yang terdapat pada bumbu rawon lembaran diuapkan melalui pengeringan menggunakan oven dengan suhu 105°C. Pengeringan dilakukan sampai mendapatkan berat konstan kemudian dihitung kadarnya menggunakan perhitungan *wet basis*.

Aktivitas Air (a_w) (AOAC, 1984 dalam Rahardja, 2015)

Aktivitas air diuji dengan alat a_w meter (Rotoric HygroPalm AW1).

Pengujian Daya Larut

Bumbu rawon lembaran dalam gelas beaker berisi air matang pada suhu 80°C menggunakan *stirring hot plates*. Waktu yang dibutuhkan lembaran untuk larut diukur dengan menggunakan *stopwatch*.

Penentuan Bilangan Peroksida dengan Metode Spektrofotometri Berbasis Fe (Santha dan Decker, 1994)

Bilangan peroksida ditentukan berdasarkan kemampuannya mengoksidasi ion ferro (Fe^{2+}) menjadi ion ferri (Fe^{3+}) dengan indikator amonium thiosianat, sehingga terbentuk warna merah kompleks Fe^{3+} -thiosianat yang diukur absorbansinya dengan spektrofotometer (Mendez, *et al.*, 2001). Penentuan bilangan peroksida dilakukan pada sampel bumbu rawon

lembaran yang telah disimpan selama 0 bulan, 1 bulan, dan 2 bulan.

Pengujian Viskositas (Bourne, 2002 dalam Pratiwi, 2014)

Viskositas pada produk pangan diuji dengan menggunakan alat viskometer/viskosimeter (Brookfield DV-II+ Pro) yang ditentukan dengan satuan cP (centipoise).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air

Hasil penelitian menunjukkan kadar air bumbu rawon lembaran memiliki kisaran 13,1% hingga 15,93%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan kappa-karagenan meningkatkan kadar air bumbu rawon lembaran. Hasil ini sejalan dengan penelitian Rusli, dkk. (2017) dalam penelitiannya tentang penambahan persentase kappa-karagenan pada *edible film*. Pada penelitiannya, kadar air *edible film* meningkat seiring dengan penambahan konsentrasi kappa-karagenan. Penggunaan karagenan pada bahan tambahan pangan berfungsi sebagai pemerangkap air. Jika air yang terperangkap semakin banyak, maka air yang menguap selama proses pengeringan semakin kecil sehingga terjadi

peningkatan kadar air. Santoso, dkk (2013) dalam penelitiannya tentang *edible film* menyatakan bahwa perbedaan kadar air diduga karena air terperangkap dalam matriks karagenan yang terbentuk selama proses pemanasan. Kandungan gugus sulfat yang berada pada karagenan bermuatan negatif disepanjang rantai polimernya dan bersifat hidrofilik yang dapat mengikat air atau gugus hidroksil lainnya. Kemampuan kappa-karagenan dalam mengikat air menyebabkan kadar air dalam bumbu rawon lembaran meningkat seiring dengan penambahan kappa-karagenan. Pada bumbu rawon lembaran, air terperangkap pada rantai polimer kappa-karagenan yang berupa struktur heliks dan kemudian membentuk agregat. Saat suhu dinaikkan di atas 80°C, agregat rantai polimer tersebut akan terbuka dan air terlepas menjadi air bebas (Knudsen *et al.*, 2015). Pengikatan air oleh kappa-karagenan juga dapat mempercepat proses pengeringan bumbu rawon lembaran. Penambahan kappa-karagenan mengikat sebagian air pada bumbu rawon lembaran, sehingga jumlah air yang diuapkan lebih sedikit jika dibandingkan tanpa penambahan kappa-karagenan.

Tabel 1. Hasil Pengujian Fisikokimia Bumbu Rawon Lembaran

Parameter	Konsentrasi Kappa-Karagenan (%)					
	0,0	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0
Kadar Air (%)	13,1 ^a	13,62 ^b	14,25 ^c	14,86 ^d	15,51 ^e	15,93 ^f
A _w	0,529 ^a	0,648 ^b	0,652 ^c	0,657 ^d	0,659 ^d	0,662 ^e
Daya Larut (s)	30 ^a	45 ^b	55 ^c	66 ^d	85 ^e	102 ^f
Bilangan Peroksida (meq peroksida/kg sampel)						
0 bulan	0,072	0,073	0,073	0,071	0,074	0,073
1 bulan	0,096	0,093	0,092	0,091	0,090	0,088
2 bulan	0,147 ^c	0,135 ^b	0,131 ^b	0,125 ^b	0,107 ^a	0,104 ^a
Viskositas (cP)	12,2 ^a	14,9 ^b	20,9 ^c	33,7 ^d	34,5 ^e	36,9 ^f

Keterangan: notasi huruf yang berbeda pada baris yang sama, kolom yang berbeda menunjukkan ada perbedaan nyata $\alpha=5\%$.

Aktivitas Air (a_w)

Hasil penelitian menunjukkan a_w bumbu rawon lembaran memiliki kisaran 0,529 hingga 0,662. Hasil uji DMRT terdapat

perbedaan nyata antar perlakuan terhadap a_w bumbu rawon lembaran yang dihasilkan, kecuali pada konsentrasi kappa-karagenan 1,2% dan 1,6%. Hasil penelitian

menunjukkan bahwa a_w bumbu rawon lembaran meningkat seiring dengan penambahan kappa-karagenan. Hasil ini sejalan dengan penelitian Fauziah, dkk. (2015), dimana penambahan konsentrasi kappa-karagenan meningkatkan kadar air dan a_w dari *fruit leather* pisang tanduk. Penambahan kappa karagenan dapat mencegah kenaikan a_w dan kadar air selama penyimpanan. Kadar air dan a_w yang tinggi pada bahan pangan dapat menjadi media untuk aktivitas mikroorganisme maupun reaksi kimia dalam bahan itu sendiri. Namun, jika air dalam bahan terikat kuat dan tidak dapat bertindak sebagai media pereaksi fase aqueous atau reaksi berlangsung sangat lambat sehingga dapat diabaikan dalam stabilitas penyimpanan pangan (Labuza, 1980). Berdasarkan kurva ISL oleh Labuza (1980), bumbu rawon lembaran dengan penambahan kappa-karagenan termasuk dalam *Intermediate Moisture Food* (IMF), sedangkan bumbu rawon lembaran tanpa penambahan kappa-karagenan dapat digolongkan dalam *dry food*. Penambahan kappa-karagenan dapat meningkatkan kadar air bumbu rawon lembaran, namun sifat kappa-karagenan yang memerangkap air dapat mencegah kenaikan a_w bumbu rawon lembaran secara drastis. Air yang terperangkap dalam matriks gel kappa-karagenan tidak dapat digunakan sebagai media reaksi kimia maupun aktivitas mikroba, sehingga daya simpan bumbu rawon lembaran dapat dipertahankan.

Daya Larut

Hasil penelitian menunjukkan daya larut bumbu rawon lembaran memiliki kisaran 30 detik hingga 102 detik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan kappa-karagenan menurunkan daya larut bumbu rawon lembaran. Hasil serupa juga dinyatakan oleh Handoko (2015) dalam penelitiannya tentang *edible film* kappa-karagenan. Penambahan kappa-karagenan menurunkan daya larut *edible film* yang dihasilkan. Menurut Rusli, dkk. (2017)

dalam penelitiannya tentang penambahan persentase kappa-karagenan pada *edible film*, peningkatan konsentrasi karagenan cenderung berbanding terbalik dengan nilai daya larut *edible film*. Hal ini disebabkan peningkatan kandungan padatan terlarut yang berasal dari bahan dasar pembuatan *edible film* dan meningkatnya jumlah ikatan antar molekul dalam larutan pembuatan *edible film*. Penambahan kappa-karagenan membuat lembaran yang dihasilkan menjadi lebih kokoh karena adanya agregat rantai polimer (Knudsen *et al.*, 2015). Dibutuhkan waktu pemanasan yang lebih lama (dalam suhu 80°C) untuk membuka agregat tersebut sebelum akhirnya bumbu rawon lembaran dapat larut secara sempurna.

Bilangan Peroksida

Hasil penelitian menunjukkan bilangan peroksida bumbu rawon lembaran memiliki kisaran 0,071-0,074 meq peroksida/kg sampel pada penyimpanan 0 bulan, 0,088-0,096 meq peroksida/kg sampel pada penyimpanan 1 bulan, dan 0,104-0,147 meq peroksida/kg sampel pada penyimpanan 2 bulan. Pada produk bumbu rawon lembaran, penyimpanan dilakukan dengan menggunakan kemasan multilayer dan disimpan pada suhu ruang tanpa terpapar sinar matahari, sehingga mencegah terjadinya ketengikan secara oksidatif dan mikrobial. Ketengikan hidrolitik masih dapat terjadi apabila terdapat air bebas pada bumbu rawon lembaran. Penambahan kappa-karagenan mengikat air pada bumbu rawon lembaran membentuk agregat. Kondisi air yang terikat membuat air tidak dapat bereaksi dengan lemak, sehingga hidrolisa lemak dapat dicegah. Hasilnya menunjukkan bahwa penambahan kappa-karagenan menurunkan pembentukan peroksida bumbu rawon lembaran selama penyimpanan. Amin (2008) dalam penelitiannya menyatakan hasil serupa, yaitu peningkatan konsentrasi kappa-karagenan dapat menurunkan laju transmisi uap air dari *edible film*, sehingga dapat mencegah ketengikan bumbu mie instan.

Secara langsung karagenan tidak dapat menekan ketengikan, namun struktur karagenan dapat memperangkap antara air dan minyak sehingga ketengikan dapat ditekan. Pada penyimpanan 0 dan 1 bulan belum terlihat perbedaan nyata bilangan peroksida antar perlakuan. Pada penyimpanan 2 bulan, mulai terlihat perbedaan nilai peroksida dimana bumbu rawon lembaran yang tidak diberi kappa-karagenan menghasilkan bilangan peroksida tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan keberadaan air bebas pada bumbu rawon lembaran yang memicu terjadinya hidrolisis minyak pada produk. Sedangkan pada bumbu rawon lembaran yang diberi penambahan kappa-karagenan keberadaan air bebas lebih sedikit karena terikat oleh agregat rantai polimer. Pada perlakuan 0,4%, 0,8%, dan 1,2 % tidak terdapat perbedaan nyata bilangan peroksida yang dihasilkan, begitu pula antara perlakuan 1,6% dan 2%. Diperlukan waktu penyimpanan yang lebih lama untuk menentukan adanya perbedaan nyata bilangan peroksida antar perlakuan tersebut.

Viskositas

Hasil penelitian menunjukkan viskositas kuah bumbu rawon lembaran memiliki kisaran 12,2 cP hingga 36,9 cP. Hasilnya menunjukkan bahwa penambahan kappa-karagenan meningkatkan viskositas kuah bumbu rawon lembaran. Susanti dan Harijono (2014) dalam penelitiannya tentang penambahan karagenan pada pasta campuran tepung bahan baku bihun menyatakan nilai viskositas dingin pasta campuran tepung mengalami peningkatan seiring dengan semakin tingginya konsentrasi karagenan yang diberikan. Viskositas larutan karagenan terutama disebabkan oleh sifat karagenan sebagai polielektrolit. Gaya tolakan (*repulsion*) antar muatan-muatan negatif sepanjang rantai polimer yaitu gugus sulfat, mengakibatkan rantai molekul menegang. Karena sifat hidrofiliknya, polimer tersebut dikelilingi oleh molekul-molekul air yang termobilisasi, sehingga menyebabkan larutan karagenan

bersifat kental. Pada saat dilarutkan dan didinginkan hingga suhu 27°C, bumbu rawon lembaran yang diberi kappa-karagenan menghasilkan kuah rawon yang kental namun tidak membentuk gel. Semakin tinggi konsentrasi kappa-karagenan, semakin kental kuah rawon yang dihasilkan. Keberadaan polimer kappa-karagenan meningkatkan jumlah zat terlarut pada kuah rawon yang dihasilkan, sehingga viskositas meningkat seiring dengan konsentrasi kappa-karagenan yang ditambahkan. Pada Tabel 1. dapat dilihat bahwa viskositas kuah rawon meningkat drastis pada konsentrasi kappa-karagenan 1,2%, namun berdasarkan hasil uji DMRT terdapat beda nyata antar perlakuan.

KESIMPULAN

Perbedaan persentase kappa-karagenan berpengaruh terhadap karakteristik fisikokimia bumbu rawon lembaran yang meliputi kadar air, a_w , daya larut, bilangan peroksida, dan viskositas kuah rawon yang dihasilkan. Semakin tinggi persentase penambahan kappa-karagenan, semakin tinggi pula kadar air, a_w , dan viskositas kuah rawon yang dihasilkan. Sedangkan daya larut dan bilangan peroksida semakin menurun dengan penambahan persentase kappa-karagenan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, H. 2008. Kajian Pembuatan *Edible Film* Komposit dari Karagenan sebagai Pengemas Bumbu Mie Instan Rebus. *Agriplus*. 18(1): 77-84.
- Apriyantono, A., D. Fardiaz., N.L. Puspitasari., Sedarnawati dan S. Budiyanto. 1989. *Analisis Pangan*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Bourtoom, T. 2008. Edible Films and Coatings: Characteristics and Properties. *Int. Food Res J.* 15: 237-248.

- Fauziah, E., E. Widowati, dan W. Atmaka. 2015. Kajian Karakteristik Sensoris dan Fisikokimia Fruit Leather Pisang Tanduk (*Musa corniculata*) dengan Penambahan Berbagai Konsentrasi Karagenan. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 4 (1): 11-16.
- Handoko, M.A. 2015. Karakteristik Fisik *Edible Film* berbasis Karagenan Alga Merah (*Euchema cottonii*). *Skripsi-S1*. Unika Soegijapranata, Semarang.
- Knudsen, N.R., M.T. Ale, dan A.S. Meyer. 2015. Seaweed Hydrocolloid Production: An Update on Enzyme Assisted Extraction and Modification Technologies. *Marine Drugs*. 13: 3340-3359.
- Kusumawati, D.H. dan W.D.R. Putri. 2013. Karakteristik Fisik dan Kimia *Edible Film* Pati Jagung yang Diinkorporasi dengan Perasan Temu Hitam. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 1 (1): 90-100.
- Labuza, T.P. 1980. Effect of Water Activity on Reaction Kinetics of Food Deterioration. *Journal Food Technology*. 15(4):36-59.
- Niam, R.K. 2009. Aplikasi *Edible Coating* Berbasis Kappa-Karagenan dengan Penambahan CMC untuk Memperpanjang Umur Simpan Buah Salak Pondoh (*Salacca edulis Reinw.*), *Skripsi S-1*, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Pratiwi, E.L. 2014. Analisis Mutu Mikrobiologi dan Uji Viskositas Formula Enteral Berbasis Labu Kuning (*Curcubita moschata*) dan Telur Bebek, *Skripsi S-1*, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Rahadja, A. 2015. Pengaruh Proporsi Sirup Glukosa Dan Gula Semut Terhadap Sifat Fisikokimia Dan Organoleptik Bipang Beras Hitam. *Skripsi S-1*, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Katolik Widya Mandala, Surabaya.
- Rusli, A., Metusalach, Salengke, M.M. Tahi. 2017. Karakterisasi *Edible Film* Karagenan dengan Pemlastis Gliserol. *JPHPI*. 20 (2): 219-229.
- Sandhu, K. dan N. Singh, 2007. Some Properties of Corn Starches II: Physicochemical, Gelatinization, Retrogradation, Pasting and Gel Textural Properties. *Food Chem*. 101: 1499-1507.
- Santha, N.C. dan Decker E.A. 1994. Rapid, Sensitive, Iron-Based Spectrophotometric Methods for Determination of Peroxide Values of Food Lipids. *Journal of AOAC International*. 7(2):421-424.
- Santoso, B., Herpandi, P.A. Pitayanti, dan R. Pambayun. 2013. Pemanfaatan Karagenan dan Gum Arabic sebagai *Edible Film* berbasis Hidrokoloid. *AGRITECH*, 33 (2):140-145.
- Susanti, D.A. dan Harijono. 2014. Pengaruh Karagenan terhadap Karakteristik Pasta Tepung Garut dan Kecambah Kacang Gude sebagai Bahan Baku Bihun. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(4):50-57.