

## PENGEMBANGAN BIOPLASTIK ANTIBAKTERI *Morganella morganii* SEBAGAI KEMASAN MAKANAN

Eviomitta Rizki Amanda<sup>1</sup>, Khoirun Nisyak<sup>1</sup>, Yulianto Ade Prasetya<sup>1</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi DIII Teknologi Laboratorium Medis, STIKES Rumah Sakit Anwar Medika  
Jl. Raya By Pass KM 33 Krian, Sidoarjo, Jawa Timur (61253)

E-mail: [eviomittarizki@gmail.com](mailto:eviomittarizki@gmail.com)

22 November 2019; 6 Desember 2019; 12 April 2020

### ABSTRAK

**PENGEMBANGAN BIOPLASTIK ANTIBAKTERI *Morganella morganii* SEBAGAI KEMASAN MAKANAN.** Bioplastik antibakteri berbahan komposit biopolimer agarosa-kitosan telah berhasil dikembangkan dengan menggunakan gliserol sebagai plastisiser dan emulsi minyak serai dapur sebagai agen antibakteri. Komposit plastik agarosa-kitosan-emulsi minyak serai dapur dibuat dengan menggunakan metode casting. Beberapa konsentrasi emulsi minyak serai dapur seperti 1%v/v, 2%v/v, 3%v/v, 4%v/v, dan 5%v/v ditambahkan ke dalam larutan biopolimer dan dioptimasi dengan mengamati daya hambatnya terhadap bakteri *Morganella morganii* dengan konsentrasi  $10^6$  cell/mL. Hasil optimasi menunjukkan bahwa konsentrasi optimum emulsi minyak serai dapur dalam larutan biopolimer untuk menghambat bakteri *Morganella morganii* adalah 1%v/v dengan luas area daya hambat sebesar 16 cm<sup>2</sup>. Komposisi bioplastik yang optimum kemudian dikarakterisasi untuk mengetahui sifat fisik dan mekaniknya. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa ketebalan komposit bioplastik dengan konsentrasi emulsi minyak serai 1% sebesar 0,0225 mm mengalami peningkatan sebesar 70% sampai 80% dari biopolimer agarosa dan kitosan secara terpisah. Uji sifat fisik dan mekanik dari bioplastik ditunjukkan oleh besarnya *tensile strength* (TS) dan *elongation break* (EB) yakni sebesar 51,28 MPa dan 4%, serta nilai *water vapor permeability* (WVP) bioplastik menggunakan emulsi minyak serai 1% sebesar 0,0097 g/cm<sup>2</sup>hari yakni lebih kecil dari WVP agarosa dan kitosan secara terpisah. Morfologi permukaan plastik dianalisis menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dan menunjukkan permukaan yang halus dan homogen.

Kata kunci : Kemasan Antibakteri, Agarosa, Kitosan, Emulsi Minyak Serai Dapur, *Morganella morganii*

### ABSTRACT

**DEVELOPMENT OF ANTIBACTERIAL *Morganella morganii* BIOPLASTIC FOR FOOD PACKAGING** Antibacterial bioplastic based on biopolymer agarose-chitosan (Agr-Chi) composite film was successfully developed using glycerol as plasticizer and lemongrass oil emulsion (LEO) as antibacterial agent. The composite film of agarose-chitosan-lemongrass oil emulsion (Agr-Chi-OE) was prepared via casting method. Several concentrations of lemongrass oil emulsion 1, 2, 3, 4, and 5 %v/v were added into biopolymer solution and optimized by investigating the inhibitory activity of *Morganella morganii*  $10^6$  cell/mL. The optimization results showed that the optimum concentration of lemongrass oil emulsion in biopolymer solution was 1 %v/v with the inhibitory zone area of 16 cm<sup>2</sup>. The optimum ratio of composite film was characterized to evaluate the physical and mechanical properties. The results showed that the thickness of composite film (Agr-Chi-LEO1%) was 0.0225 mm, which were higher than the thickness of agarose and chitosan separately. The tensile strength (TS) and elongation break (EB) was at 51.28 MPa and 4%, respectively. The water vapor permeability (WVP) of Agr-Chi-LEO1% was 0.0097 g/cm<sup>2</sup>day which was lower than that of agarose and chitosan separately. Surface morphology of the composite film (Agr-Chi-LEO1%) characterized using scanning electron microscopy (SEM) showed that the surface morphology was smooth and homogenous.

Key words : Antibacterial Packaging, Agarose, Chitosan, Lemongrass oil emulsion, *Morganella morganii*

### PENDAHULUAN

Bakteri *Morganella morganii* merupakan salah satu bakteri famili *Enterobacteriaceae* yang banyak ditemukan pada ikan famili *Scombroid* seperti tuna, makarrel, dan sauri. Bakteri ini akan mengubah senyawa asam amino histidin yang terdapat pada ikan menjadi senyawa histamin melalui proses dekarboksilasi

(Jiang et al. 2015). Lamanya penyimpanan ikan dapat meningkatkan aktivitas bakteri *Morganella morganii* menghasilkan enzim *histidine decarboxilase* sehingga mempercepat peningkatan kadar histamin pada ikan. Kadar *histidine decarboxilase* yang tinggi dapat mempercepat pembusukan ikan. Permasalahan

ini sering terjadi setelah penangkapan ikan. Bagi nelayan bermodal besar, untuk mengatasi permasalahan tersebut biasanya ikan dimasak dan dikemas dalam kaleng atau juga disimpan dalam kemasan kedap udara. Namun, metode ini tidak dapat diaplikasikan pada nelayan kecil.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka diperlukan metode pengemasan yang sederhana sehingga dapat digunakan oleh semua kalangan untuk menjaga kesegaran ikan. Salah satu kemasan yang banyak digunakan sebagai kemasan adalah plastik. Plastik merupakan polimer yang banyak digunakan sebagai kemasan untuk melindungi makanan dari kontaminan. Plastik merupakan polimer sintetis yang sulit terdegradasi sehingga membutuhkan waktu penguraian yang lama. Hal ini menyebabkan penumpukan sampah plastik di lingkungan (Han, Yu, and Wang 2017). Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dalam beberapa tahun terakhir banyak dikembangkan plastik *biodegradable* atau bioplastik yang terbuat dari bahan polimer alami (*biopolymer*). Selain mudah terurai, bioplastik juga dapat dikonsumsi (*edible*). Polimer alami memiliki kekurangan yakni mudah rapuh, kurang elastis, dan tidak tahan terhadap pemanasan tinggi (Qiqi et al. 2018), sehingga diperlukan komposisi bioplastik yang tepat untuk mendapatkan bioplastik tidak mudah rapuh.

Agarosa merupakan biopolimer turunan karbohidrat yang diekstrak dari rumput laut. Agarosa banyak diaplikasikan sebagai bahan pangan (Hu et al. 2016). Selain itu, agarosa juga telah banyak digunakan dalam bidang biomedik dan farmasi (Gericke and Heinze 2015). Hal ini karena agarosa memiliki kemampuan yang baik sebagai bahan penyalut (Verma, Wadhiya, and Kumar 2016). Namun, sifat agarosa yang hidrofilik menyebabkan plastik yang terbentuk lebih rapuh dibandingkan dengan plastik berbahan polimer sintetis (Verma, Wadhiya, and Kumar 2016). Agarosa dikombinasikan dengan kitosan untuk mengatasi sifat tersebut dan plastik yang dihasilkan lebih kuat dan memiliki sifat antibakteri (Qiqi et al. 2018).

Kitosan merupakan biopolimer turunan karbohidrat yang dihasilkan dari proses deasetilasi kitin dan memiliki gugus amina pada molekul senyawanya (Li and Yuan 2016). Kitosan banyak digunakan dalam pembuatan *edible* plastik karena kemampuannya yang baik sebagai antimikroba serta mudah dikombinasikan dengan biopolimer lain seperti tapioka, kefiran, gelatin, quinoa dan terbukti mampu meningkatkan sifat mekanik serta antibakteri (Acevedo-Fani et al. 2015; Nasri et al. 2014; Yaksan and Dang 2015; Habibi, Sabaghi, and Maghsoudlou 2015). Plastik dari bahan campuran kitosan dengan agarosa juga telah dikembangkan oleh Qiqi et al. (2018). Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan rasio

komposisi agarosa:kitosan 50:50, plastik yang terbentuk memiliki nilai *tensile strength* dan *elongation break* yang lebih tinggi dibandingkan dengan apabila kedua polimer dicetak secara terpisah. Dalam penelitian ini belum dilakukan uji invitro bioplastik terhadap bakteri. Selain itu, penelitian tentang pengembangan bioplastik agarosa-kitosan terhadap bakteri *Morganella morganii* juga belum banyak dilaporkan.

Selain biopolimer agarosa dan kitosan, dalam penelitian ini, juga digunakan gliserol sebagai plastisiser dan minyak serai dapur (*lemongrass essential oil*) sebagai agen antibakteri. Komponen minyak serai dapur didominasi oleh geranial yang merupakan isomer geometris dari senyawa aldehid sitral yang bersifat antifungi (Hanaa et al. 2012). Selain itu, kandungan senyawa fenoliknya juga terbukti mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, dan *Vibrio cholerae* melalui perusakan struktur petodoglikan pada dinding sel bakteri sehingga mampu menonaktifkan kerja enzim (Arswendiyumna 2010). Minyak serai dapur juga mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen dan jamur dengan spectrum yang luas, sehingga penambahannya dalam bioplastik diharapkan dapat meningkatkan sifat antibakteri *Morganella morganii* plastik.

Optimasi konsentrasi minyak serai dapur dilakukan untuk mendapatkan komposisi yang optimum terhadap penghambatan bakteri *Morganella morganii*. Setelah mendapatkan komposisi optimum, dilakukan uji fisik dan mekanik bioplastik yang meliputi ketebalan, *water vapour permeability (WVP)*, dan morfologi permukaan.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Agarosa dengan *gel strength* 1,5% (Tiangen Biotech Co. Ltd., Beijing, China), kitosan (CV. Biochitosan Indonesia), minyak serai dapur (CV. Nusaroma, Indonesia), asam asetat glasial (Merck, Germany), dimetil sulfoksida (Merck, Germany), gliserol (PT Brataco, Indonesia), tween 80 (PT Brataco, Indonesia), *Mueller Hinton Agar* (Oxoid Co. Ltd., UK), bakteri *Morganella morganii* JD-37 (Balai Besar Laboratorium Kesehatan Surabaya, Indonesia).

Peralatan yang digunakan antara lain ultrasonicator *waterbath* (Brand Lokal, Semarang), *hotplate stirrer* (Thermo Scientific 33Q, Massachusetts, Amerika), mikrometer sekrup 0-25 x 0,01 mm (Tricle, Shanghai, China), Strograph VG 10-E (Toyo Seiki, Seisaku-Sho, Ltd. Japan), *Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)* (Shimadzu QP-210, Japan), dan *SEM* (Hitachi FLEXSEM-1000, Japan).

## Metode

### A. Pembuatan Emulsi Minyak Serai Dapur

Emulsi minyak serai dapur dibuat dengan mencampurkan minyak serai dengan dimetil sulfoksida (DMSO) hingga konsentrasi 6%. Kemudian ditambahkan surfaktan Tween 80. Campuran larutan minyak dan surfaktan kemudian diaduk hingga homogen. Setelah homogen, larutan minyak dimasukkan dalam aquades dengan perbandingan larutan minyak dan aquades 1:2 dan diaduk hingga homogen. Emulsi yang terbentuk kemudian diultrasonikasi selama 15 menit.

### B. Pembuatan Plastik Agaros-Kitosan-Emulsi Minyak Serai Dapur

Bioplastik dibuat dengan metode *casting*. Larutan agarosa (0,5 %b/v) dibuat dengan melarutkan agarosa dalam air panas dan diaduk hingga homogen. Larutan kitosan (1%) dibuat dengan melarutkan serbuk kitosan dengan larutan asam asetat 1% dan diaduk pada suhu 60 °C hingga homogen. Larutan agarosa dan kitosan kemudian dicampur dengan perbandingan 1:1 dan ditambahkan dengan 1% gliserol (Qiqi et al. 2018). Campuran biopolimer kemudian diaduk hingga homogen pada suhu 40 °C. Setelah itu ditambahkan minyak serai dapur dengan konsentrasi masing-masing 0%v/v, 1%v/v, 2%v/v, 3%v/v, 4%v/v, dan 5%v/v serta diaduk selama 5 menit. Setelah proses pengadukan selesai dan terbentuk larutan bioplastik, maka larutan tersebut dituangkan di atas akrilik berukuran 20x15 cm dan dikeringkan selama 12 jam pada suhu 40 °C. Bioplastik yang terbentuk akan terlepas dari akrilik dan disimpan pada suhu ruang untuk dilakukan uji antibakteri dan karakterisasi.

### C. Uji Antibakteri terhadap *Morganella morganii*

Uji antibakteri terhadap *Morganella morganii* dilakukan dengan metode pour plate. Bakteri *Morganella morganii* dengan konsentrasi  $10^6$  cell/mL diinokulasi dalam media *Muller Hinton Agar (MHA)*. Bioplastik dengan berbagai konsentrasi penambahan minyak serai dapur (0%v/v, 1%v/v, 2%v/v, 3%v/v, 4%v/v, dan 5%v/v) dipotong dengan ukuran 2x2 cm dan diletakkan dalam biakan. Biakan bakteri kemudian diinkubasi selama 24 jam. Setelah 24 jam, zona bening yang terbentuk diamati dan diukur diameternya. Zona bening yang terbentuk dinyatakan sebagai kemampuan daya hambat bakteri.

### D. Karakterisasi

#### 1. Ketebalan plastik

Ketebalan plastik diukur menggunakan digital micrometer ( $\pm 0,001$  mm). Pengukuran dilakukan pada 5 titik secara acak.

#### 2. *Water vapour permeability (WVP)*

Pengukuran *WVP* dilakukan menggunakan metode gravimetric. Sebanyak 6 g sodium sulfat anhidrat dimasukkan dalam kurs porselin berdiameter 3 cm dan ditutup dengan bioplastik pada bagian atas. Massa awal kurs ditimbang dan kemudian kurs diletakkan pada suhu 25 °C. Perubahan massa kurs ditimbang setiap 24 jam selama 3 hari.

#### 3. Uji *tensile strength (TS)* dan *elongation break (EB)*

Uji *TS* dan *EB* dilakukan menggunakan instrumen Stograph VG 10-E. Pertama-tama sampel dipotong dengan ukuran 3 cm x 12 cm, kemudian diuji dengan mengamati perubahan panjangnya pada setiap gaya yang diberikan.

#### 4. *Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)*

Uji *FTIR* dilakukan menggunakan instrumen dengan rentang bilangan gelombang  $4000\text{ cm}^{-1}$  sampai dengan  $650\text{ cm}^{-1}$ .

#### 5. *Scanning electron microscopy (SEM)*

*SEM* digunakan untuk mengamati morfologi permukaan atas plastik. Sebelum dilakukan pengamatan menggunakan *SEM*, sampel dilapisi terlebih dahulu. Pengamatan *SEM* dilakukan pada perbesaran 1000 x dan 5000x.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Pembuatan Emulsi Minyak Serai Dapur

Emulsi minyak serai dapur yang ditambahkan dalam larutan biopolimer dibuat dengan cara mencampurkan ekstrak minyak serai dapur dengan pelarut dimetil sulfoksida (DMSO) dengan konsentrasi minyak 6 %v/v. Setelah itu, minyak dicampur dengan surfaktan tween 80 sebanyak dengan perbandingan 1:1. Campuran minyak dan tween 80 yang telah homogen kemudian dimasukkan dalam aquades yang memiliki volume dua kali lebih besar dari campuran minyak dan surfaktan dan diultrasonikasi hingga homogen. Ultrasonikasi dilakukan untuk memecah emulsi hingga diperoleh ukuran emulsi yang lebih kecil. Semakin kecil ukuran emulsi ditandai dengan terbentuknya campuran larutan yang semakin transparan dan tidak mengendap (homogen). Emulsi yang stabil diperoleh setelah dilakukan ultrasonikasi selama 15 menit.

### B. Pembuatan Plastik Agaros-Kitosan-Emulsi Minyak Serai Dapur

Hasil pembuatan bioplastik agarosa-kitosan diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi agarosa membuat viskositas larutan biopolimer menjadi lebih tinggi sehingga pada saat proses pencetakan cepat beragregasi dan permukaan

plastik menjadi tidak homogen. Penambahan 1% gliserol sebagai plastisizer berfungsi untuk membuat plastik menjadi lebih lentur. Suhu selama pengadukan larutan biopolimer serta pengeringan plastik memegang peranan penting karena dapat menyebabkan sublimasi dan pemisahan fasa sehingga plastik yang terbentuk akan teraglomerasi dan membuat plastik menjadi berpori (Hu et al. 2016). Suhu harus dijaga dan dilakukan penambahan emulsi minyak serai dapur untuk meminimalisis ukuran pori yang terbentuk serta meningkatkan efektivitasnya terhadap mikroorganisme.

Konsentrasi minyak serai dapur dalam larutan biopolimer tersebut adalah 0 %v/v, 1%v/v, 2 %v/v, 3 %v/v, 4%v/v, dan 5 %v/v. Setelah minyak homogen dengan larutan biopolimer, maka larutan biopolimer dicetak di atas akrilik berukuran 15 cm x 20 cm dengan metode casting. Plastik akan terbentuk setelah dipanaskan selama 12 jam di oven. Plastik yang terbentuk dapat dilihat pada Gambar 1. Pada Gambar 1. Terlihat bahwa plastik yang terbentuk transparan, mengkilap dan elastis. Penambahan konsentrasi minyak serai dapur menyebabkan plastik yang terbentuk berwarna lebih kuning dari plastik tanpa penambahan minyak atsiri.

### C. Uji Antibakteri terhadap *Morganella morganii*

Uji daya hambat bakteri *Morganella morganii* oleh bioplastik agarosa-kitosan-emulsi minyak serai dapur dapat dilihat dari pembentukan zona bening (Gambar 2). Zona bening merupakan area yang tidak ditumbuhi bakteri *Morganella morganii*, sehingga area ini dinyatakan sebagai luas area daya hambat bakteri. Luas area daya hambat menunjukkan efektivitas bioplastik dalam menghambat bakteri. Semakin luas zona bening, maka kemampuan bioplastik dalam menghambat bakteri semakin baik (Han, Yu, and Wang 2017).

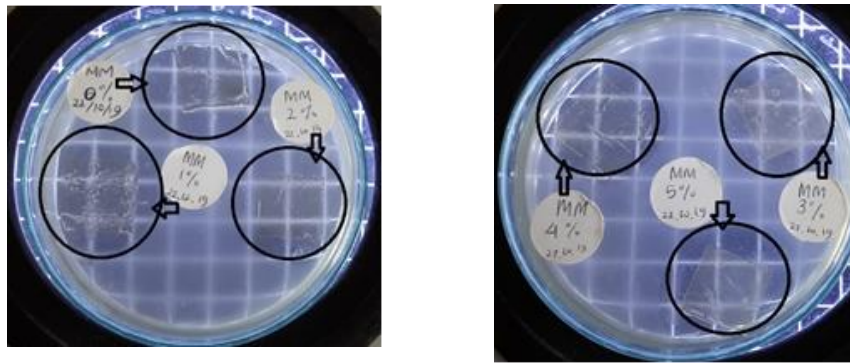
Hasil penelitian menunjukkan bahwa luas area daya hambat yang paling optimum ialah pada bioplastik yang mengandung 1 %v/v minyak serai dapur, yakni dengan luas area daya hambat sebesar 16 cm<sup>2</sup> (Tabel 1). Penambahan minyak serai dapur terbukti mampu meningkatkan kemampuan bioplastik agarosa-kitosan dalam menghambat bakteri *Morganella morganii* sebesar 78% dibandingkan dengan tanpa penambahan minyak serai dapur. Kemampuan minyak serai dapur untuk menghambat bakteri disebabkan oleh kandungannya yakni terpen,  $\alpha$ -citral,  $\beta$ -citral, dan senyawa fenolik (Balakrishnan, Paramasivam, and Arulkumar 2014). Selain itu, adanya kitosan juga mampu menghambat pertumbuhan bakteri (Hu et al. 2016). Senyawa-senyawa tersebut

mampu menghambat mikroba dengan merusak struktur peptidoglikan pada dinding sel dan mendenaturasi protein, sehingga terjadi deaktivasi enzim. Hal ini dikarenakan proses penghambatan pertumbuhan mikroorganisme secara umum disebabkan oleh beberapa hal diantaranya adalah adanya senyawa pengganggu pada dinding sel, sehingga menyebabkan permeabilitas membran sel meningkat yang mengakibatkan hilangnya komponen sel, tidak aktifnya enzim dalam sel, serta proses destruksi atau kerusakan material genetik (Nyoman Semadi Antara, Dwi Ayu Kirani Paramita, Anak Agung Duwipayana 2016).

Disisi lain, peningkatan konsentrasi minyak serai dapur dalam bioplastik agarosa-kitosan menunjukkan penurunan diameter zona hambat. Hal ini menunjukkan bahwa *Morganella morganii* sangat sensitif terhadap minyak serai dapur. *Morganella morganii* merupakan bakteri gram negatif dan dapat memiliki sensitifitas yang lebih besar daripada bakteri gram positif terhadap pengaruh minyak serai dapur (Balakrishnan, Paramasivam, and Arulkumar 2014; Singh et al. 2011). Selain itu, penurunan daya hambat akibat peningkatan konsentrasi minyak serai dapur juga disebabkan oleh keterbatasan kemampuan bioplastik agarosa-kitosan dalam mengimobilisasi minyak serai dapur. Semakin tinggi konsentrasi minyak serai dapur, maka tidak semua dapat dimobilisasi, sehingga pada saat pengovenan akan menguap dan menyisakan air pada permukaan plastik. Kondisi ini membuat plastik semakin lembab, lengket dan lepek (mudah melipat) sehingga mudah ditumbuhi bakteri dan mudah rusak saat diangkat dari akrilik. Komposisi plastik agarosa-kitosan dengan penambahan minyak serai dapur 1% dipilih menjadi komposisi yang paling optimum dan kemudian diuji sifat mekanik dan morfologinya.



Gambar 1. Plastik agarosa-kitosan-minyak serai dapur (Agr-Chi-LEO)



Gambar 2. Uji daya hambat bioplastik agarosa-kitosan terhadap bakteri *Morganella morganii* dengan konsentrasi emulsi minyak serai dapur 0 %v/v, 1 %v/v, 2 %v/v, 3 %v/v, 4 %v/v, dan 5 %v/v.

Tabel 1. Pengaruh variasi konsentrasi minyak serai dapur terhadap luas area daya hambat bioplastik agarosa-kitosan-emulsi minyak serai dapur terhadap bakteri *Morganella morganii*

Konsentrasi minyak serai dapur dalam agarosa-kitosan (%v/v)	Luas area daya hambat (cm <sup>2</sup> )
0	9,00 ± 0,05
1	16,00 ± 0,05
2	12,25 ± 0,05
3	12,25 ± 0,05
4	14,00 ± 0,05
5	11,84 ± 0,05

Tabel 2. Hasil uji sifat fisik dan mekanik bioplastik agarosa-kitosan-emulsi minyak serai dapur

Komposisi Plastik	Ketebalan (mm)	TS (MPa)	EB (%)	WVP (g/cm <sup>2</sup> .hari)
Agr	0,0125 ± 0,005	25,46±0,25	20,05±1,11	0,0179±0,12
Agr:Chi	0,0225 ± 0,005	32,34±0,12	23,12±1.34	0,0120±0,19
Agr:Chi:LEO 1%v/v	0,0225 ± 0,005	53,14±0,10	24,56±0,62	0,0097±0,22
Chi	0,0138 ± 0,005	26,32±0,22	23,96±0,92	0,0137±0,18

## D. Karakterisasi

### 1. Uji Ketebalan Plastik

Uji ketebalan plastik diukur menggunakan mikrometer skrup dengan skala minimum 0,01 mm. Oleh karena ketebalan plastik yang sangat kecil, maka untuk memudahkan pengukuran, plastik ditumpuk sebanyak delapan lembar dan dilakukan pengukuran pada lima titik yang berbeda. Hasil pengukuran ketebalan kemudian di bagi delapan dan di rata-rata. Berdasarkan hasil pengukuran ketebalan plastik diketahui bahwa ketebalan plastik dari campuran biopolimer agarosa-kitosan-minyak serai dapur 1% adalah 0,0225 mm±0,005 mm. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan dibandingkan dengan ketebalan plastik yang terbuat dari biopolimer secara terpisah. Peningkatan ketebalan ini disebabkan karena adanya penambahan massa biopolimer kitosan sehingga berikatan dengan agarosa yang

menyebabkan ketebalan plastik menjadi meningkat. Penambahan minyak serai dapur tidak menunjukkan perubahan ketebalan yang signifikan karena minyak atsiri terimobilisasi dalam pori-pori polimer (Han, Yu, and Wang 2017). Hasil pengukuran nilai ketebalan ditunjukkan pada Tabel 2.

### 2. Water vapour permeability (WVP)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa urutan nilai WVP dari terbesar hingga terkecil ialah WVP agarosa, kitosan, agarosa-kitosan, dan agarosa-kitosan-emulsi minyak serai dapur. Nilai WVP yang semakin kecil menunjukkan bahwa plastik tidak mudah dimasuki oleh air sehingga bahan di dalam plastik terjaga kelembapannya. Agarosa-kitosan-minyak serai dapur memiliki pori-pori plastik lebih rapat karena adanya penambahan minyak serai dapur yang terimobilisasi pada pori-porinya, sehingga



kemampuan desikan dalam menyerap air menjadi lebih rendah. Hal ini juga terlihat dari hasil SEM yang menunjukkan morfologi permukaan plastik agarosa-kitosan-minyak serai dapur tampilannya halus dan tidak berpori. Selain itu, penurunan nilai WVP juga dipengaruhi oleh peningkatan sifat hidrofobil dari plastik akibat penambahan minyak serai dapur (Ng, N et al. 2017). Sedangkan adanya gugus  $\text{NH}_2$ - pada kitosan dan gugus OH- pada agarosa membuat membran kitosan, agarosa, dan campuran keduanya menjadi lebih hidrofilik, sehingga mudah menyerap air. Hasil pengukuran nilai WVP ditunjukkan pada Tabel 2.

### 3. Uji tensile strength (TS) dan elongation break (EB)

Penambahan komposisi kitosan pada agarosa membuat nilai TS semakin meningkat dari 32,34 MPa menjadi 53,14 MPa. Hal ini disebabkan oleh terbentuknya ikatan hidrogen intermolekuler antara gugus  $\text{NH}_2$ - pada kitosan dan gugus OH- pada agarosa sehingga mampu meningkatkan nilai TS (Han, Yu, and Wang 2017). Namun penambahan minyak serai dapur menyebabkan sedikit penurunan nilai TS (51,28 MPa) hal ini karena berkurangnya interaksi ikatan hidrogen intermolekul antara agarosa dan kitosan dan meningkatkan interaksi Van Der Waals. Nilai EB juga meningkat seiring dengan penambahan jumlah komponen penyusun plastik. Hal ini karena penambahan minyak serai dapur menyebabkan plastik menjadi lebih fleksibel. Meskipun peningkatan fleksibilitas yang terjadi tidak signifikan, namun komposisi agarosa-kitosan-minyak serai dapur 1% memiliki sifat mekanik yang lebih besar dari campuran agarosa-kitosan. Hasil pengukuran nilai TS dan EB ditunjukkan pada Tabel 2.

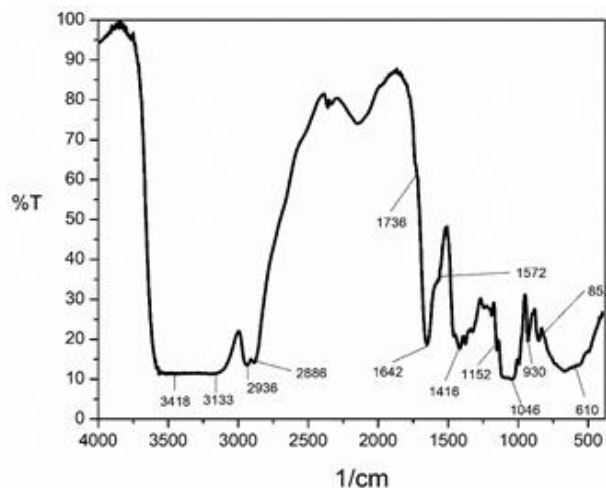
### 4. Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)

Hasil uji FTIR pada Gambar 3 terlihat bahwa plastik Agr-Chi-LEO memiliki gugus hidroksil (-OH stretching) pada peak dengan bilangan gelombang 3418  $\text{cm}^{-1}$  dan gugus amina (- $\text{NH}_2$  stretching) pada peak dengan bilangan gelombang 3133  $\text{cm}^{-1}$  (Ren et al. 2017). Sedangkan peak pada bilangan gelombang 2936  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya C-H stretching (Yuen et al. 2009). Pada bilangan gelombang 1045 terdapat peak yang menunjukkan keberadaan gugus C-O stretching dari polimer agarosa (Guerrero et al. 2014). Peak pada bilangan gelombang 853  $\text{cm}^{-1}$  sampai dengan 930  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya unit-unit galaktosa dari polimer agarosa. Peak utama dari polimer

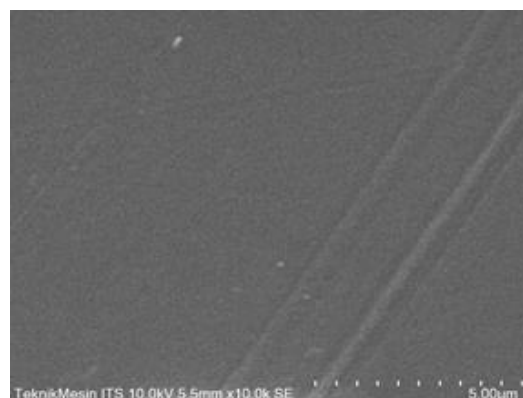
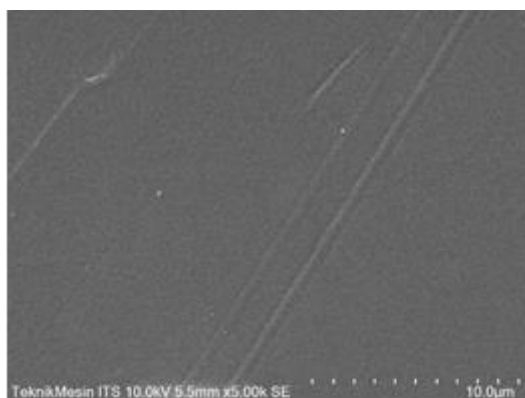
kitosan ditunjukkan pada bilangan gelombang 1572  $\text{cm}^{-1}$ , 1416  $\text{cm}^{-1}$ , dan 1152  $\text{cm}^{-1}$  yang menunjukkan keberadaan gugus amida (NH), HN-CO, dan C-O stretching (Lagaron and P. Fernandez-Saiz 2007). Komposisi minyak serai dapur yang didominasi oleh senyawa geraniol (mengandung gugus -OH) membuat peak pada bilangan gelombang 3000  $\text{cm}^{-1}$  hingga 3500  $\text{cm}^{-1}$  lebar dan tajam. Selain itu, keberadaan minyak serai dapur ditunjukkan oleh adanya senyawa sitral yang mengandung gugus fungsi -CHO yang ditandai dengan adanya C=O karbonil pada bilangan gelombang 1736  $\text{cm}^{-1}$  dan C-H stretching gugus aldehid pada bilangan gelombang 2886  $\text{cm}^{-1}$ . Hasil uji FTIR ditunjukkan pada Gambar 3.

### 5. Scanning electron microscopy (SEM)

Hasil karakterisasi morfologi permukaan plastik komposit ditunjukkan oleh Gambar 4. dengan perbesaran 5000x dan 10000x terlihat bahwa permukaan bioplastik agarosa-kitosan-minyak serai dapur menunjukkan tampilan yang homogen, halus, dan menunjukkan keseragaman antara dua polimer dan emulsi minyak serai dapur yang saling bercampur. Adanya ikatan hidrogen antara kitosan dan agarosa membuat kedua biopolimer membentuk plastik yang homogen. Selain itu, pengaruh penambahan surfaktan menyebabkan minyak serai dapur dapat terimobilisasi dengan baik dalam pori bioplastik agarosa-kitosan. Hasil uji SEM ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 3. Hasil Uji FTIR bioplastik dengan penambahan minyak serai dapur 1%v/v



Gambar 4. Morfologi permukaan plastik Agr-Chi-EO1% dengan perbesaran 5000x dan 10.000x

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa bioplastik dari bahan Agarosa-kitosan-minyak serai dapur terbukti mampu menghambat aktivitas bakteri *Morganella morganii*.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Kementerian Riset Teknologi Pendidikan Tinggi (Kemenristek Dikti) dengan skema Penelitian Dosen Pemula (PDP) Pendanaan Tahun 2018 dengan No. Kontrak 113/SP2H/LT/DRPM/2019.

## DAFTAR PUSTAKA

- Acevedo-Fani, Alejandra, Salvia-Trujillo, Laura, Rojas-Grau, María Alejandra, Martín-Belloso, and Olga. 2015. "Edible Films from Essential-Oil-Loaded Nanoemulsions: Physicochemical Characterization and Antimicrobial Properties." *Food Hydrocolloids* 47.
- Arswendiyumna, R. 2010. "Minyak Atsiri Daun Dan Batang Tanaman Dua Spesies Genus *Cymbopogon*, Famili Geraminae Sebagai Insektisida Alami Dan Antibakteri." ITS, Surabaya.
- Balakrishnan, Balachandar, Sadayan Paramasivam, and Abimanan Arulkumar. 2014. "Evaluation of the Lemongrass Plant (*Cymbopogon Citratus*) Extracted in Different Solvents for Antioxidant and Antibacterial Activity against Human Pathogens." *Asian Pacific Journal of Tropical Disease* 4 (S1).
- Gericke, M, and T Heinze. 2015. "Homogeneous Tosylation of Agarose as an Approach toward Novel Functional Polysaccharide Materials." *Carbohydr. Polym* 127:236–45.
- Guerrero, P., A. Etxabide, I. Leceta, M. Peñalba, and K. De la Caba. 2014. "Extraction of Agar from *Gelidium Sesquipedale* (Rhodophyta) and Surface Characterization of Agar-based Films." *Carbohydr. Polym* 99:491–98.
- Habibi, P, M Sabaghi, and Y Maghsoudlou. 2015. "Enhancing Structural Properties and Antioxidant Activity of Kefiran Films by Chitosan Addition." *Food Struct* 5:66–71.
- Han, Yingying, Miao Yu, and Lijuan Wang. 2017. "Physical and Antimicrobial Properties of Sodium Alginate / Carboxymethyl Cellulose Films Incorporated with Cinnamon Essential Oil." *Food Packaging and Shelf Life*.
- Hanaa, A. R. M., Y.I. Sallam, A.S. El-Leithy, and S.E. Aly. 2012. "Lemongrass (*Cymbopogon Citratus*) Essential Oil as Affected by Drying Methods." *Annals of Agricultural Science* 72 (2):113–16.
- Hu, Zhang, Pengzhi Hong, Liao Mingneng, Songzhi Kong, Na Huang, and Chunyan Ou. 2016. "Preparation and Characterization of Chitosan—Agarose Composite Films." *Materials* 9 (816):1–9.
- Jiang S, Peng Y, Ning B, Bai J, Liu Y, Zhang N, et al. 2015. Chemical Surface plasmon resonance sensor based on molecularly imprinted polymer film for detection of histamine. *Sensors Actuators B Chem.* 221:15–21.
- Lagaron, J.M., and M.J. \ Ocio P. Fernandez-Saiz. 2007. "Using ATR-FTIR Spectroscopy to Design Active Antimicrobial Food Packaging Structures Based on Highmolecular Weight Chitosan Polysaccharide." *J. Agr. Food Chem* 55 (7):2554–62.
- Li, G, and G Yuan. 2016. "Chitosan Films and Coatings Containing Essential Oils: the Antioxidant and Antimicrobial Activity and Application in Food Systems." *Food Res. Int* 89:117–28.
- Nasri, M, M Jridi, S Hajji, H.B Ayed, I Lassoued, A Mbarek, and M Kammoun. 2014. "Physical, Structural, Antioxidant and Antimicrobial Properties of Gelatin-Chitosan Composite Edible Films." *Int. J. Biol.*

- Macromol* 67:373–79.
- Ng, N, T, M Sanagi, M, W Ibrahim, W, N, and W Ibrahim, W, A. 2017. "Agarose-Chitosan-C18 Film Micro Solid Phase Extraction with High Performance Liquid Chromatography for the Determination of Phenantrene and Pyrene in Chrysanthemum Tea." *Food Chemistry* 222:28–34.
- Nyoman Semadi Antara, Dwi Ayu Kirani Paramita, Anak Agung Duwipayana, Ida Bagus Wayan Gunam. 2016. "Inhibitory Activity Of Lemongrass Essential Oil Against Eschericia Coli, Staphylococcus Aureus, And Vibrio Cholera." *Anali. Chim. Acta* 945:47–56.
- Qiqi, Cao, Zhang Yi, Chen Wei, Meng Xianghong, and Liua Bingjie. 2018. "Hydrophobicity and Physicochemical Properties of Agarose Film as Affected by Chitosan Addition." *International Journal of Biological Macromolecules* 106.
- Ren, L., X. Yan, J. Zhou, J. Tong, and X. Su. 2017. "Influence of Chitosan Concentration Onmechanical and Barrier Properties of Corn Starch/chitosan Films,." *Int. J. Biol.Macromol.*
- Singh, Bhoj Raj, Vidya Singh, Raj Karan Singh, and N Ebibeni. 2011. "Antimicrobial Activity of Lemongrass ( Cymbopogon Citratus ) Oil against Microbes of Environmental , Clinical and Food Origin,".
- Verma, V, A Wadhiya, and D Kumar. 2016. "Crosslinking of Agarose Bioplastic Usingcitric Acid,." *Carbohydr. Polym* 151:60–67.
- Yaksan, R, and K.M Dang. 2015. "Development of Thermoplastic Starch Blown Film Byincorporating Plasticized Chitosan." *Carbohydr. Polym* 115:575–81.
- Yuen, S.N., S.M. Choi, D.L. Phillips, C.Y., and Ma. 2009. "Raman and FTIR Spectroscopicstudy of Carboxymethylated Non-Starch Polysaccharides." *Food Chemistry* 114 (3):1091–98.