

Karakteristik *Edible Film* Gelatin-Kitosan dengan Tambahkan Ekstrak Genjer (*Limnocharis flava*) dan Aplikasi pada Pempek

Characterization of Gelatin-Chitosan Edible Film with The Addition of Yellow Velvetleaf Fruits Extract and Application in Pempek

Haidir Ali, Ace Baehaki*, Shanti Dwita Lestari

Program Studi Teknologi Hasil Perikanan

Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, Indralaya, Ogan Ilir 30662 Sumatera Selatan

Telp./Fax. (0711) 580934

*Penulis untuk korespondensi: ace76_none@gmail.com

ABSTRACT

The purpose of this research was to observed the effects of yellow velvetleaf fruit estrats on the characteristics fruit extracts on the characteristics of gelatin-chitosan edible film and its application in pempek. The ability of film to inhibit the spoilage of pempek was also studied. This research used a Randomized Block Design (RBD) in the first stage and Design Randomized Factorial (DRF) in the second stage with two-factor and two repetitions. Factors treatment consists of velvetleaf extract concentrations (0, 10, 20%) and the storage time (0, 1, 2 days). The first phase edible film was characterized basedon solubility, thickness, water vapor transmission and the percent extension, the second phase while their ability to protect pempek produk were assessed though the changes on water content, total volatile base-N (TVB-B), total plate count (TPC) yeasts and molds of the products during storage 2 days. The results of the first phase of research showed the addition of extract yellow velvetleaf no significant effect on the solubility, thickness and water vapor transmission while give the significant effect on the percent extension. The results of the second phase research showed the interaction between the addition of yellow velvetleaf extract and storage time significant effect on water content, total plate count (TPC) and yeast fungi while the total volatile base-N (TVB-N) effect is no significant effect. The best treatment of the first study, was A1 (Extra yellow velvetleaf 10%). Activity antimicrobe, Solubility, thickness, water vapor transmission and the percent extension of each is 3.75mm, 98.14%, 0.18 mm, 7.40 g/m².24jam, 63.66%. The best treatment of the second study is A1B1 (extract yellow velvetleaf 0% and first day of storage time). Water content, total volatile base-N (TVB-N), total plate count (TPC) yeasts and molds, respectively 54.68%, 9.3 mg/100 g, 7.22x10³ CFU/g, and 5.32x10⁴ CFU/g.

Keywords: Edible films, extract yellow velvetleaf, gelatin-chitosan, long storage, pempek

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menentukan karakteristik edible film gelatin-kitosan yang ditambah ekstrak genjer dan aplikasinya pada pempek, sehingga bisa digunakan sebagai pembungkus makanan dari kerusakan akibat jamur dan mikroba. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) pada tahap pertama dan Rancangan Acak Kelompok Faktorial (RAKF) pada tahap kedua dengan dua faktor dan dua kali pengulangan. Faktor perlakuan terdiri dari konsentrasi ekstrak genjer (0, 10, 20%) dan lama penyimpanan (0, 1, 2 hari). Penelitian tahap pertama parameter yang diamati meliputi kelarutan, ketebalan, transmisi uap air dan persen perpanjangan, penelitian tahap kedua parameter yang diamati meliputi kadar air, *total volatil base-N* (TVB-N), *total plate count* (TPC) dan kapang khamir. Hasil penelitian tahap pertama menunjukkan penambahan ekstrak genjer berpengaruh tidak nyata terhadap antimikroba, kelarutan, ketebalan dan transmisi uap air sedangkan persen perpanjangan berpengaruh nyata. Hasil penelitian tahap kedua menunjukkan interaksi antara penambahan ekstrak genjer dan lama penyimpanan berpengaruh nyata terhadap kadar air, *total plate count* (TPC) dan kapang khamir sedangkan *total volatil base-N* (TVB-N) berpengaruh tidak nyata. Perlakuan terbaik dari penelitian pertama yaitu A1 (penambahan ekstrak genjer 10%). Aktivitas antimikroba, Kelarutan, ketebalan, transmisi uap air dan persen perpanjangan masing-masing adalah 3,75mm, 98,14%, 0,18 mm, 7,40 g/m² 24jam, 63,66%. Perlakuan terbaik dari penelitian kedua yaitu A1B0 (dan ekstrak genjer 0% lama penyimpanan hari pertama). Kadar air, *total volatil base-N* (TVB-N), *total plate count* (TPC) dan kapang khamir masing-masing adalah 54,68%, 9,3 mg/100 g, 7,22x10³ CFU/g, dan 5,32x10⁴ CFU/g.

Kata kunci: *Edible film*, ekstrak genjer, gelatin-kitosan, lama penyimpanan, pempek

PENDAHULUAN

Pengemasan yang banyak digunakan sekarang ini sebagian besar kemasan yang berasal dari polimer petrokimia atau yang dikenal dengan plastik. Beberapa polimer berbasis karbohidrat dan protein telah digunakan sebagai bahan kemasan makanan (Piliharto 2013). Salah satunya adalah alginat dan kitosan yang merupakan polimer yang memberikan sifat fisis dan mekanik lebih baik dibanding dengan *film* komposit yang dibuat dari pencampuran larutan alginat dan kitosan (Rokhati et al. 2012).

Biokomposit gelatin-kitosan merupakan bahan potensial sebagai pengemas *biodegradabel*, *edible film*, biomaterial di bidang kesehatan, dan rekayasa jaringan (Gomez et al. 2010). Di antara biopolimer yang lainnya, kitosan dan gelatin telah menarik perhatian semenjak diperoleh *film* dengan pelapisan yang baik terhadap makanan dengan kemampuan umur simpan meningkatkan kualitas dan memperpanjang makanan karena memiliki sifat mekaniknya yang memadai dan memiliki sifat penghalang gas, oksigen dan aroma yang baik (Abugoch et al. 2010).

Gelatin merupakan suatu jenis protein yang diekstraksi dari jaringan kolagen hewan. Gelatin pertama kali ditemukan pada tahun 1682. Penemuan ini kemudian berkembang berbagai keperluan baik produk pangan maupun non pangan (Suryati et al. 2006). Kitosan merupakan polimer alam berbentuk lembaran tipis, tidak berbau, berwarna putih, dan terdiri dari dua jenis polimer, yaitu poli (2-deoksi-2-asetilamin-2-glukosa) dan poli (2-deoksi-2-aminoglikosa) yang berikatan secara β (1,4) (Shahidi dan Abuzaytoun 2005).

Edible film merupakan suatu lapisan tipis yang dibuat dari bahan yang dapat dimakan, dibentuk untuk melapisi makanan (*coating*) atau diletakkan diantara komponen makanan (*film*) yang berfungsi sebagai penghalang atau (*barrier*) terhadap massa (misalnya kelembaban, oksigen, cahaya, lipida, zat terlarut) dan sebagai penghambat bakteri untuk meningkatkan penahanan suatu makanan (Krochta 1992 dalam Kasfillah et al. 2013).

Edible film gelatin-kitosan mempunyai sifat yang sama-sama dapat diterapkan dalam sistem makanan sebagai *edible film* dan *edible coating*. Penambahan antioksidan dan antimikroba pada formula *edible film* dapat dilakukan untuk meningkatkan kemampuan *edible film* dalam melindungi produk yang dikemas.

Kerusakan yang terjadi dapat disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme yang tinggi, sehingga untuk mencegah terjadinya pembusukan yang lebih cepat, maka perlu dilakukan pengawetan dengan menggunakan senyawa alami (Toynbe, 2015). Menurut Nazri et al. (2011), pemanfaatan ekstrak genjer sebagai antimikroba dengan pelarut *etanol* dan *dichloromethane* dapat menghambat pertumbuhan tiga jenis mikroba yaitu *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus pyogenes* dan ragi *Candida albicans* pada konsentrasi tertentu.

Penelitian ini bertujuan menentukan karakteristik *edible film* gelatin-kitosan yang ditambah ekstrak genjer dan aplikasinya pada pempek, sehingga bisa digunakan sebagai pelindung makanan dari kerusakan akibat jamur dan mikroba.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu gelatin komersial, kitosan, ekstrak genjer, CH_3COOH 0,15 M, NaCl 40%, aquades, gliserol, sorbitol, larutan *buffer fosfat* (BFP), *Potato dextrose agar* (PDA), *Plate Count Agar* (PCA), Asam borat (H_3BO_2), K_2CO_3 , Asam asetat (HCl) 0,02 N, etanol 96%, kertas saring *Whatman*, ikan giling, tepung tapioka, bawang putih, garam dan merica, *mortar*, oven, ayakan 50 *mesh*, toples, *hot plate*, desikator, erlemeyer, *magnetic stirrer*, cawan petri, tabung reaksi, cawan *Conway*, plat kaca, pipet volume, pipet mikro, jarum ose, batang pengaduk, inkubator, *autoclave*, *colony counter*, timbangan analitik, *blender*, timbangan, talenan, pisau, baskom, panci, kompor, piring, saringan, lap, *thermometer*, *micrometer skrup*, dan jangka sorong.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama bertujuan untuk mengkarakterisasi *edible film* yang dibuat dengan penambahan ekstrak genjer (0, 10, dan 20%) dan penelitian tahap kedua yaitu menguji kemampuan *edible film* tersebut dalam melindungi produk pempek ikan gabus. Perlakuan yang digunakan adalah konsentrasi ekstrak genjer dan waktu penyimpanan.

Faktor 1: Konsentrasi ekstrak genjer dalam *edible film* (dihitung berdasarkan berat total komposit).

- K : Tanpa *Edible film*
- A0 : 0% (Kontrol)
- A1 : 10%
- A2 : 20%

Faktor 2: kemampuan *edible film* sebagai antimikroba dalam mempengaruhi lama penyimpanan

- B1 : tanpa penyimpanan (0 hari)
- B2 : waktu penyimpanan (1 hari)
- B3 : waktu penyimpanan (2 hari)

Table 1. Formulasi *edible film* (Gómez *et al.* 2010)

Bahan	A1	A2	A3
Gelatin (g)	6	6	6
Kitosan (g)	2	2	2
Ekstrak genjer (g)	-	0,8	1,6
Gliserol 15% (ml)	1,2	1,2	1,2
Sorbitol 15% (g)	1,2	1,2	1,2
Aquades (ml)	60	60	60
Asam Asetat (ml)	40	40	40

Cara Kerja

Pengambilan dan Preparasi Sampel

Pengambilan sampel dilakukan di perairan rawa Jalan Al Khoiriah Kelurahan Timbangan Indralaya KM 32 Ogan Ilir secara manual. Adapun preparasi sampel yaitu buah genjer dikeringkan dengan panas matahari. Kemudian buah genjer yang telah dikeringkan tersebut kemudian dihancurkan dengan blender sehingga didapat tekstur yang halus. Ekstraksi bahan aktif, dilakukan dengan metode ekstraksi tunggal. Pelarut yang digunakan dalam penelitian ini yaitu etanol *absolut*. Sebanyak 250 g direndam bubuk buah genjer direndam dalam etanol *absolut* dengan perbandingan 1:4 selama

2x24 jam pada suhu kamar. Kemudian larutan disaring menggunakan kertas saring *Whatman* nomor 42 sehingga diperoleh filtrat. Filtrat yang dihasilkan selanjutnya dilakukan evaporasi dan dikeringkan dengan menggunakan *freeze dryer*. Hasil yang diperoleh setelah *freeze dryer* berupa pasta.

Pembuatan *Edible film*

Pembuatan *edible film* pada penelitian ini dilakukan dengan metode yang merujuk pada penelitian Gomez *et al.* (2010), yaitu dilakukan dengan cara melarutkan gelatin ke dalam aquades, sedangkan kitosan dilarutkan ke dalam asam asetat 0,15 M. Kemudian ditambahkan sorbitol 15% (total komposit) dan gliserol 15% (total komposit) Seluruh campuran dipanaskan di atas *magnetic stirrer* pada suhu 45 °C selama 15 menit hingga larut. Kemudian dicampurkan pasta ekstrak buah genjer ke larutan *biopolymer* (gelatin+kitosan). Larutan yang telah ditambah ekstrak genjer dihomogenkan sebanyak 40 mL larutan dituangkan ke plat kaca dengan luas 144 cm². Larutan dikeringkan di dalam oven pada suhu 45 °C selama 15 jam. Sebelum di analisis, *edible film* dikondisikan dalam desikator selama 2 hari pada suhu 22 °C. Setelah itu *edible film* yang didapatkan diaplikasikan pada produk pempek untuk melihat daya perlingkungannya terhadap produk.

Pembuatan Pempek Ikan

Pembuatan pempek ikan dilakukan dengan metode yang merujuk pada penelitian Amin (2015) yaitu dimulai dengan menimbang bahan baku sesuai dengan formulasi yaitu perbandingan ikan dengan tepung tapioka 1:1. Pembuatan pempek dilakukan dengan mencampurkan daging ikan gabus, tepung tapioka dan garam ke dalam baskom secara merata. Selanjutnya adonan dicetak menjadi lenjeran dengan diameter $\pm 2,5$ cm sepanjang 6 cm. Pempek direbus pada air mendidih dengan suhu 100 °C selama ± 20 menit sampai pempek mengapung, kemudian diangkat dan ditiriskan. Pempek yang telah ditiriskan dan didinginkan kemudian dilakukan perlakuan selanjutnya.

Aplikasi *Edible film* terhadap pempek lenjer

Pengaplikasian dilakukan dengan pempek dibungkus dalam *edible film* secara perlahan sampai semua tertutup. Pempek yang telah terbungkus dikondisikan di dalam plastik mika dan disimpan pada suhu ruang (28,4 °C dengan RH 99%). Pengujian dilakukan dalam waktu 0, 1, dan 2 hari.

Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati dalam penelitian ini yaitu analisis karakteristik *edible film* meliputi kelarutan, aktivitas antibakteri, ketebalan, transmisi uap air, dan persen perpanjangan. Kemudian diaplikasikan ke produk pempek dengan variable pengamatan meliputi kadar air, *Total Volatile Base-Nitrogen* (TVB-N), *Total Plate Count* (TPC), dan kapang khamir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

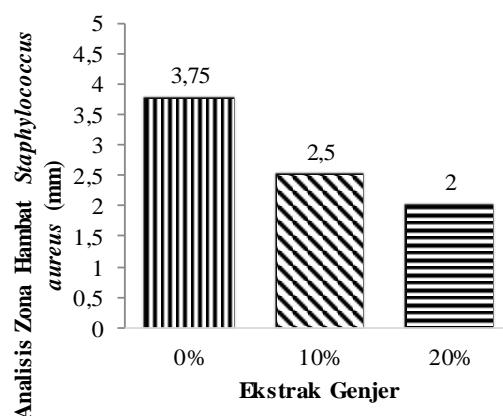
Karakteristik *edible film*

Edible film merupakan kemasan lapis tipis yang terbuat dari bahan yang dapat dimakan atau bahan alami. Karakteristik *edible film* merupakan hal yang mendukung sifat *edible film* tersebut dapat digunakan atau tidak untuk melindungi kemasan. Variabel utama yang mendukung *edible film* yaitu aktivitas zona hambat *Staphylococcus aureus*, kelarutan, ketebalan, transmisi uap air, dan persen perpanjangan

Zona Hambat *Staphylococcus aureus*

Aktivitas antibakteri dari suatu *film* diperlihatkan dengan muncul zona halo atau daerah bening disekitar *film*. Apabila zona halo tidak nampak diasumsikan bahwa tidak ada zona hambat pada *film* tersebut (Darmanto *et al.* 2011). Metode yang digunakan untuk menentukan aktivitas antibakteri yaitu menggunakan metode cakram, dimana kertas cakram steril direndam dalam larutan biopolimer dan ditempatkan pada media NA yang telah diinokulasi dengan bakteri *Staphylococcus aureus*. Data antibakteri larutan *edible film* dapat dilihat pada Gambar 1. Gambar 1. menunjukkan bahwa aktivitas antibakteri

biopolimer gelatin-kitosan terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* tertinggi terdapat pada penambahan konsentrasi ekstrak genjer 0% (A1) sedangkan aktivitas antibakteri larutan biopolimer terendah terdapat pada penambahan ekstrak genjer 20% (A3). Diameter zonabening larutan biopolimer tanpa ekstrak (A1), dengan ekstrak 10% (A2), dan dengan ekstrak 20% (A3) yang dihasilkan berturut-turut sebesar 3,75 mm, 2,5 mm, dan 2 mm.



Gambar 1. Pengaruh konsentrasi ekstrak genjer terhadap analisis zona hambat *Staphylococcus aureus* larutan *edible film*.

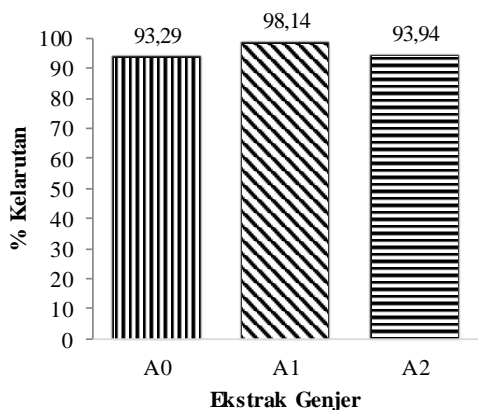
Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa penambahan ekstrak genjer dalam pembuatan biopolimer *edible film* tidak berpengaruh nyata terhadap aktivitas antibakteri yang dihasilkan. Hal ini disebabkan ekstrak genjer yang ditambahkan dalam pembuatan *edible film* yang ditambahkan masih rendah dan ekstrak genjer sendiri memiliki daya hambat pertumbuhan bakteri yang lemah. Menurut Nazri *et al.* (2011), kemampuan ekstrak genjer dalam menghambat beberapa bakteri tergantung dari pelarut yang digunakan, ekstrak genjer yang diambil dari pelarut *dichloromethane* mempunyai kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri yang tinggi yaitu 11 mm pada 20 mg/ml terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*, sedangkan pelarut etanol 7 mm pada 30 mg/mL.

Senyawa yang terdapat pada tumbuhan yang bisa digunakan untuk antibakteri yaitu fenolik. Kandungan fenolik yang terdapat pada ekstrak genjer menurut Nazri

et al. (2011), yaitu pada pelarut *dichloromethane* 51.31µg/mg sedangkan pelarut etanol 15.21 µg/mg. Rendahnya kandungan fenolik yang terdapat dalam ekstrak genjer dapat menyebabkan rendahnya aktivitas antibakteri.

Kelarutan

Kelarutan film merupakan faktor yang penting dalam menentukan biodegradibilitas film ketika digunakan sebagai pengemas. Ada film yang dikehendaki tingkat kelarutannya tinggi atau sebaliknya tergantung jenis produk yang dikemas (Nurjanah 2004). Data kelarutan *edible film* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh konsentrasi ekstrak buah genjer terhadap kelarutan *edible film*.

Gambar 2. menunjukkan bahwa kelarutan *edible film* tertinggi terdapat pada penambahan konsentrasi ekstrak buah genjer 10% (A2) sedangkan tingkat kelarutan *edible film* terendah terdapat pada *edible film* tanpa ekstrak buah genjer (A0). Tingkat kelarutan *edible film* tanpa ekstrak (A0), dengan ekstrak 10% (A1), dan dengan ekstrak 20% yang dihasilkan berturut-turut sebesar 93,28%, 98,12%, dan 93,93%.

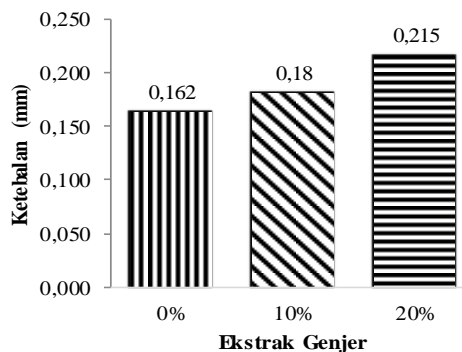
Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa penambahan ekstrak genjer dalam pembuatan *edible film* tidak berpengaruh nyata terhadap kelarutan *edible film* yang dihasilkan. Hal ini disebabkan ekstrak genjer yang ditambahkan dalam pembuatan *edible film* yang ditambahkan masih rendah dan ekstrak genjer sendiri memiliki sifat hidrofilik. Ekstrak genjer sendiri diambil menggunakan pelarut yang bersifat polar yaitu etanol sehingga akan

mempermudah interaksi dengan air sehingga membentuk ikatan hidrogen yang menyebabkan persentase kelarutan semakin tinggi seiring meningkatnya komponen hidrofilik penyusun matriks *edible film*.

Komponen yang mempengaruhi kelarutan suatu *edible film* yaitu komponen hidrofilik. Komponen hidrofilik adalah komponen yang suka air atau larut dalam air, dalam penelitian ini gelatin, kitosan dan ekstrak genjer adalah komponen yang larut dalam air. Semakin tinggi nilai hidrofilik suatu bahan maka kelarutannya akan semakin tinggi, dan semakin tinggi nilai hidrofob suatu bahan maka kelarutannya akan semakin rendah (Nugroho et al. 2013 dalam Zulferiyenni et al. 2014).

Ketebalan

Ketebalan merupakan parameter penting yang berpengaruh terhadap penggunaan film dalam pembentukan produk yang akan dikemasnya. Ketebalan film akan mempengaruhi permeabilitas gas. Semakin tebal *edible film* maka permeabilitas gas akan semakin kecil dan melindungi produk yang dikemas dengan lebih baik (Estinigtas, 2010). Data ketebalan *edible film* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh konsentrasi ekstrak buah genjer terhadap ketebalan *edible film*.

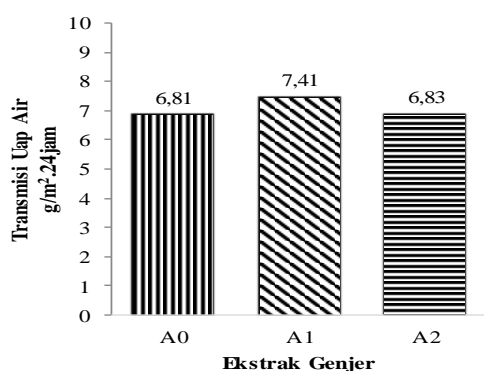
Gambar 3 menunjukkan bahwa tingkat ketebalan *edible film* tertinggi terdapat pada penambahan konsentrasi ekstrak genjer 20% (A2) sedangkan tingkat ketebalan *edible film* terendah terdapat pada *edible film* tanpa ekstrak buah genjer (A0). Tingkat ketebalan *edible film* tanpa ekstrak (A0), dengan ekstrak 10% (A1), dan dengan ekstrak 20% yang

dihasilkan berturut-turut sebesar 0,16 mm, 0,18 mm, 0,22 mm.

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa penambahan ekstrak genjer dalam pembuatan *edible film* berpengaruh tidak nyata terhadap tingkat ketebalan *edible film* yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena penambahan konsentrasi ekstrak genjer yang ditambahkan dalam pembuatan *edible film* rendah. Tingkat ketebalan yang didapat pada penelitian ini hampir sebanding dengan penelitian tingkat ketebalan yang diperoleh dari penelitian Kusumawati dan Widya (2013), tingkat ketebalan *edible film* pati jagung yang diinkorporasi dengan perasan temu hitam yaitu sekitar 0,06 mm sampai 0,17 mm.

Transmisi Uap Air

Salah satu fungsi *edible film* adalah menahan perpindahan uap air dari lingkungan ke bahan. Nilai laju transmisi uap air dapat digunakan untuk menentukan umur simpan produk. Jika laju transmisi uap air dapat ditahan maka umur simpan produk akan semakin lama (Syarifuddin *et al.* 2015). Semakin kecil migrasi uap air yang terjadi pada produk yang dikemas oleh *edible film*, maka semakin semakin bagus sifat *edible film* dalam menjaga umur simpan produk yang dikemasnya (Rachmawati 2009). Data transmisi uap air *edible film* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh konsentrasi ekstrak buah genjer terhadap transmisi uap air *edible film*.

Gambar 4 menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi ekstrak genjer terhadap transmisi uap air *edible film* memiliki nilai tertinggi terdapat pada

penambahan konsentrasi ekstrak genjer 10% sedangkan transmisi uap air *edible film* terendah terdapat pada *edible film* tanpa ekstrak genjer (A0). Transmisi uap air *edible film* tanpa ekstrak (A0), dengan ekstrak 10% (A1), dan dengan ekstrak 20% yang dihasilkan berturut-turut sebesar 6,80, 7,40, dan 6,83.

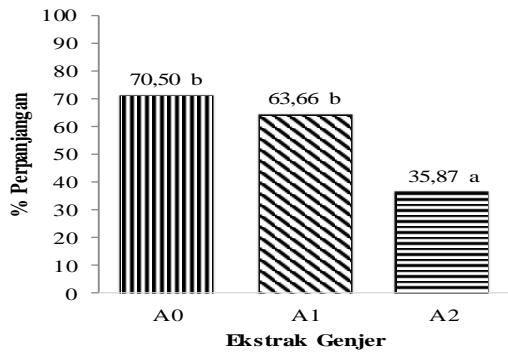
Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa penambahan ekstrak genjer dalam pembuatan *edible film* berpengaruh tidak nyata terhadap transmisi uap air *edible film* yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena kandungan ekstrak genjer mempunyai sifat kelarutan yang tinggi, dengan penambahan konsentrasi ekstrak genjer yang rendah sehingga transmisi uap air yang dihasilkan memberikan pengaruh yang tidak nyata. Nilai transmisi uap air berdasarkan JIS (Japanese Industrial Standard) dalam Mindarwati (2006), plastik film untuk kemasan makanan yang dikategorikan film mempunyai nilai laju transmisi uap air maksimal 7 g/m².24jam. Polimer dengan polaritas tinggi mampu menghasilkan nilai permeabilitas uap air yang tinggi karena polisakarida dan protein mempunyai ikatan hidrogen yang besar (Zulferiyenni *et al.* 2014).

Persen Perpanjangan

Persen pemanjangan merupakan ukuran kemampuan *edible film* untuk meregang saat ditarik. Menurut Krochta & Johnston (1997), persen pemanjangan yang baik yaitu lebih dari 50%. Data persen perpanjangan *edible film* dapat dilihat pada Gambar 5. Gambar 5 menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi ekstrak genjer berkorelasi negatif dengan perubahan *elongasi*/persen perpanjangan *edible film* yang dihasilkan. Persen pemanjangan *edible film* tertinggi terdapat pada penambahan konsentrasi ekstrak genjer 10% sedangkan persen pemanjangan *edible film* terendah terdapat pada *edible film* tanpa ekstrak genjer (A0) persen pemanjangan *edible film* tanpa ekstrak (A0), dengan ekstrak 10% (A1), dan dengan ekstrak 20% yang dihasilkan berturut-turut sebesar 70,50%, 63,66%, dan 35,87%.

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa penambahan ekstrak

genjer dalam pembuatan *edible film* berpengaruh nyata pada taraf 5% terhadap persen perpanjangan *edible film* yang dihasilkan. Hasil uji lanjut BNT pengaruh penambahan ekstrak genjer dalam pembuatan *edible film* terhadap persen perpanjangan disajikan pada Tabel 2.



Gambar 5. Pengaruh konsentrasi ekstrak buah genjer terhadap persen perpanjangan *edible film*.

Tabel 2. Uji lanjut BNT pengaruh penambahan ekstrak genjer dalam pembuatan *edible film* terhadap persen pemanjangan.

Perlakuan	Rata-rata peringkat	BNT 5% (9,64)
A2	35,87	a
A1	63,66	b
A0	70,50	b

Hasil uji lanjut BNT menunjukkan bahwa perlakuan A2 berbeda nyata terhadap perlakuan A1 dan A0. Rendahnya persen pemanjangan *edible film* A2 diduga dipengaruhi bahan tambahan yang digunakan dalam pembuatan *edible film* yaitu semakin banyak ekstrak genjer yang ditambahkan maka semakin rapuh *edible film* yang dihasilkan. Hal ini dipengaruhi karena banyaknya kandungan ekstrak genjer yang diberikan akan mengurangi tingkat elastisitas *edible film*. Menurut Nurhyati dan Agusman (2011), persen pemanjangan dikatakan baik apabila mencapai nilai 50%, dari keseluruhan perlakuan yang dilakukan semakin banyak ekstrak buah genjer yang ditambahkan semakin berkurang persen perpanjangan.

Karakteristik *edible film* dengan tambahan ekstrak genjer 0%, 10%, dan 20% yang dilihat dari beberapa variabel pengamatan diatas yaitu kelarutan, ketebalan, transmisi uap air dan persen perpanjangan

memberikan efek yang masih rendah jika dilihat dari sifat transmisi uap air, kelarutan dan persen perpanjangan. Sifat yang paling utama dalam *edible film* yaitu transmisi uap air yang berfungsi untuk melindungi produk dari uap air dilingkungan dan dehidrasi produk. Perlakuan terbaik dalam mengkararakteristik *edible film* yaitu A1 (penambahan ekstrak genjer 10%).

Aplikasi *edible film* dengan penambahan ekstrak genjer (*Limnocharis flava*) pada pempek ikan

Kemasan makanan merupakan kemasan yang digunakan untuk melindungi produk dari kerusakan akibat benda asing maupun mikroba. Kemasan yang digunakan kebanyakan menggunakan kemasan polimer yang terbuat dari proses kimia yang tidak ramah lingkungan. Salah satu kemasan yang ramah lingkungan yang dapat digunakan untuk melindungi produk dari kerusakan yaitu kemasan *edible film*. Kemasan *edible film* merupakan kemasan tipis yang terbuat dari bahan yang dapat dimakan atau alami. *Edible film* dalam penelitian ini dibuat dari gelatin-chitosan dan diperkaya dengan ekstrak genjer yang mengandung antioksidan alami. *Edible film* tersebut kemudian diaplikasikan pada pempek yang dengan cara dibalut. Variabel yang digunakan untuk melihat produk tersebut layak dimakan atau tidak yaitu kadar air, *total plate count* (TPC), *total volatil base-nitrogen* (TVB-N) dan kapang khamir.

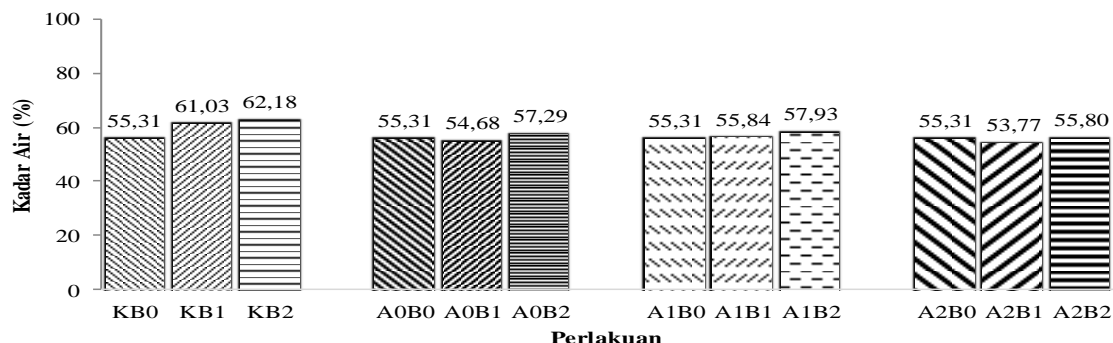
Kadar air

Kadar air adalah sejumlah air yang terdapat dalam bahan pangan yang terikat secara fisik maupun kimia dan merupakan komponen penting dalam bahan makanan. Kadar air dalam bahan makanan ikut menentukan daya terima, kesegaran, dan daya tahan bahan itu terhadap kerusakan (Winarno 2008).

Hasil rata-rata kadar air pada pempek berkisar antara 53,77-62,18%. Kadar air tertinggi terdapat pada pempek yang tidak dikemas (kontrol) dengan waktu penyimpanan dua hari sedangkan kadar air terendah terdapat pada konsentrasi 20% dengan lama penyimpanan satu hari. Nilai kadar air pempek yang tidak dikemas dengan *edible film* pada hari ke nol, satu dan dua yaitu

55,31%, 61,03%, 62,18%. Pempek yang dikemas dengan *edible film* yang ditambah ekstrak genjer 0%, 10%, 20% pada hari pertama secara berurutan 54,68%, 55,84%, 53,77%. Pempek yang dikemas

dengan *edible film* yang ditambah ekstrak genjer 0%, 10%, 20% pada hari kedua secara berurutan 57,29%, 57,93%, 55,80%. Nilai rata-rata dari perlakuan terhadap kadar air pempek dapat dilihat pada Gambar 6.



Keterangan :

A0 = tanpa ekstrak (0%) B0 = Hari ke nol
 A1 = dengan ekstrak (10%) B1 = Hari pertama
 A2 = dengan ekstrak(20%) B2 = Hari Kedua

Gambar 6. Grafik pengaruh perlakuan terhadap kadar air pempek selama penyimpanan pada suhu ruang.

Tabel 3. Uji lanjut BNJ pengaruh perlakuan terhadap kadar air pempek selama penyimpanan pada suhu ruang.

Perlakuan	Rerata	BNJ _(0,05) = 1,11
A2	54,96	a
A0	55,76	ab
A1	56,36	b
K	59,51	c

Hasil uji lanjut BNJ menunjukkan bahwa perlakuan A (penambahan ekstrak genjer) pada perlakuan A2 berbeda nyata dengan semua perlakuan akan tetapi tidak berbeda nyata dengan A0 dan A0 tidak berbeda nyata dengan A1 tetapi berbeda nyata dengan semua perlakuan. Hasil kadar air tertinggi pada kontrol dan kadar air terendah pada perlakuan A2. Hasil kenaikan kadar air yang diakhiri dengan penurunan diduga karena penambahan ekstrak genjer pada *edible film* di perlakuan A2 (20%) dapat menghambat perpindahan air dari lingkungan ke bahan. Semakin banyak konsentrasi yang ditambahkan maka semakin banyak substrat yang tertinggal setelah pengeringan yang mengakibatkan perpindahan air melambat. Hasil uji lanjut BNJ terhadap pengaruh perlakuan terhadap kadar air selama penyimpanan pada suhu ruang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Uji lanjut BNJ pengaruh perlakuan terhadap kadar air pempek selama penyimpanan pada suhu ruang.

Perlakuan	Rerata	BNJ _(0,05) = 1,04
B0	55,31	a
B1	56,33	a
B2	58,30	b

Hasil uji lanjut BNJ menunjukkan bahwa pada perlakuan B (lama penyimpanan) pada perlakuan B0 tidak berbeda nyata terhadap perlakuan B1, akan tetapi berbeda nyata dengan perlakuan B2. Kadar air yang dihasilkan dari penelitian ini menunjukkan semakin lama penyimpanan maka semakin tinggi kadar air yang dihasilkan. Kadar air pada perlakuan B0 memiliki nilai yang paling rendah sedangkan perlakuan B2 memiliki nilai yang paling rendah. Meningkatnya kadar air pada aplikasinya sangat berpengaruh pada sifat transmisi uap air pada *edible film* yang semakin meningkat seiring dengan penyimpanan, karena laju perpindahan air ke bahan terjadi terus menerus sehingga kadar air pada pempek mengalami peningkatan.

Tabel 5. hasil uji lanjut BNJ Interaksi antara penambahan ekstrak genjer dan lama penyimpanan menunjukkan bahwa perlakuan A0B2 dan A1B2 terlihat berbeda nyata dibandingkan perlakuan lainnya. Tingginya

kadar air pada KB1 dan KB2 diduga karena terjadi perpindahan air dari lingkungan ke bahan. *Edible film* memberikan efek yang penting untuk mempertahankan kadar air, dengan adanya *edible film* air yang ada di lingkungan terhalang masuk ke dalam pempek. Penurunan kadar air pada pempek yang dikemas *edible film* pada hari pertama diduga karena terjadi perpindahan air dari bahan ke *edible film* sampai titik jenuh atau kesetimbangan. Peningkatan kadar air pada hari kedua diduga karena terjadi perpindahan kadar air dari *edible film* ke bahan karena kadar air pada *edible film* lebih tinggi pada bahan sehingga terjadi berpindah kadar air dari *edible film* ke bahan sampai mencapai titik kesetimbangan.

edible film pada hari ke nol yaitu 11,935 mg/100 g. Pempek yang dikemas dengan *edible film* ditambahkan ekstrak genjer 0%, 10%, dan 20% pada hari pertama secara berurutan 9,3 mg/100 g, 12,88 mg/100 g, 8,91 mg/100g. Pempek yang dikemas dengan *edible film* ditambahkan ekstrak genjer 0%, 10%, dan 20% pada hari kedua secara berurutan 10,21 mg/100 g, 9,77 mg/100 g, dan 11,71 mg/100 g.

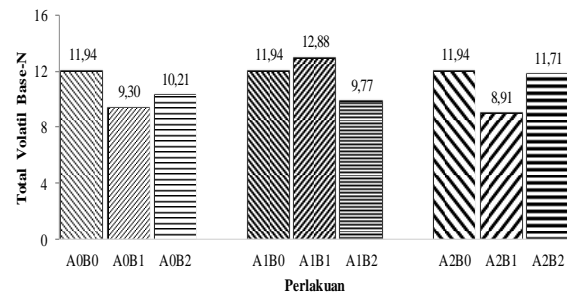
Tabel 5. Uji lanjut BNJ Interaksi antara penambahan ekstrak genjer dan lama penyimpanan terhadap kadar air pempek pada suhu ruang.

Perlakuan	Rerata	BNJ 5%= 2,79
A2B1	53,77	a
A0B1	54,68	a
A0B0	55,31	a
A2B2	55,80	a
A1B1	55,84	a
A0B2	57,29	b
A1B2	57,93	b
KB1	61,03	c
KB2	62,18	d

Total Volatil Base-N (TVB-N)

TVB-N merupakan senyawa hasil degradasi protein yang menghasilkan sejumlah basa yang mudah menguap seperti amoniak, histamin, *hidrogen sulfida*, dan *trimetilamin* yang berbau busuk (Karungi *et al.*, 2003 dalam Toynbe *et al.*, 2015). Data pengaruh perlakuan terhadap *Total Volatil Base-N* (TVB-N) selama penyimpanan dapat dilihat pada Gambar 7.

Gambar 7. menunjukkan bahwa rata-rata nilai *total volatil base-N* berkisar antara 8,91-12,88 mg/100 g. Kadar *total volatil base-N* tertinggi terdapat pada penambahan konsentrasi ekstrak genjer 10% dengan waktu penyimpanan hari pertama sedangkan *total volatil base-N* terendah terdapat pada konsentrasi 10% dengan lama penyimpanan satu hari. Nilai kadar *total volatil base-N* pada pempek yang tidak dikemas dengan



Gambar 7. Grafik pengaruh perlakuan terhadap *Total Volatil Base-N* pempek selama penyimpanan pada suhu ruang.

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan penambahan ekstrak genjer dan lama penyimpanan memberikan pengaruh tidak nyata pada taraf 5% terhadap kadar *total volatil base-N*. Hal ini diduga karena selama penyimpanan terjadi degradasi protein menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana seperti *trimetilamin* dan amonia yang dipengaruhi aktivitas enzimatis dan mikrobiologis. Penelitian ini tidak jauh beda dengan penelitian Toynbe *et al.* (2015) nilai *total volatil base-N* berkisar antara 10,67 mg N/100 g sampai 20,91 mg N/100 g. Menurut Toynbe *et al.* (2015), peningkatan konsentrasi TVB berhubungan dengan pertumbuhan mikroba dan dapat digunakan sebagai indikator kerusakan pada daging.

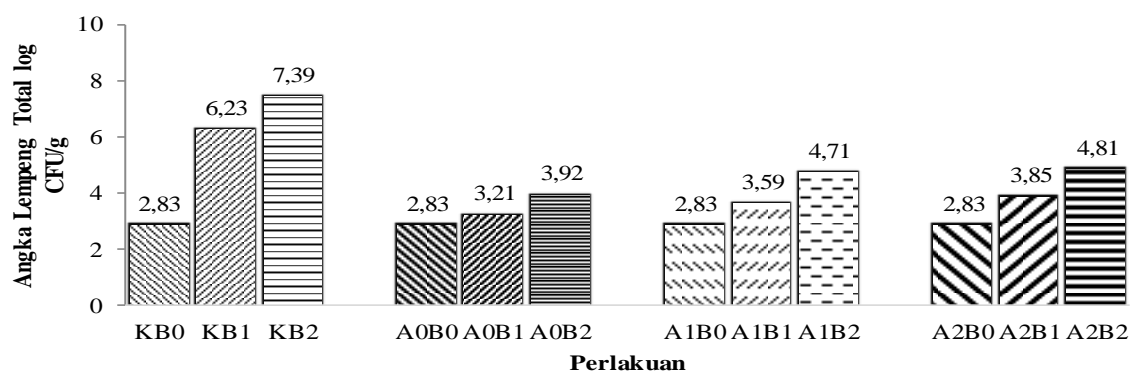
Total Plate Count (TPC)

Penentuan angka lempeng total perlu dilakukan untuk memastikan suatu bahan pangan layak atau tidak untuk dikonsumsi berdasarkan jumlah mikroba kontaminan yang dimilikinya. Penentuan angka lempeng total dalam penelitian ini dilakukan dengan metode *total plate count* (TPC) secara *Pour Plate*. Analisis pengujian dilakukan pada

penyimpanan hari ke-0, 1, dan 2 pada suhu 28,4 °C. Analisis pengaruh pengemasan dengan *edible film* terhadap *total plate count* (TPC) dilakukan juga pengujian terhadap pempek yang tidak dikemas dalam *edible film*.

Hasil rata-rata nilai *total plate count* (TPC) hasil logaritma berkisar antara 2,82-7,39 CFU/g. Jumlah *total plate count* (TPC) tertinggi terdapat pada pempek yang tidak dikemas (kontrol) dengan waktu penyimpanan hari kedua, sedangkan *total plate count* (TPC) terendah terdapat pada pempek dengan tanpa perlakuan (kontrol). Jumlah *total plate count* (TPC) pempek yang tidak dikemas dengan *edible film* pada hari ke 0, 1,

dan 2 secara berurutan 8,15x10² CFU/g, 1,71x10⁵ CFU/g, 2,44x10⁶ CFU/g. Pempek yang dikemas dengan *edible film* ditambahkan ekstrak genjer 0%, 10%, 20% pada hari pertama secara berurutan 7,22x10³ CFU/g, 7,70x10³ CFU/g, 1,25x10⁴ CFU/g. Pempek yang dikemas dengan *edible film* ditambahkan ekstrak genjer 0%, 10%, 20% pada hari kedua secara berurutan 1,56x10⁴ CFU/g, 8,57x10⁴ CFU/g, 1,20x10⁵ CFU/g. Pempek yang tidak dikemas tanpa perlakuan pada hari ke 0, 1, dan 2 secara berurutan 8,15x10² CFU/g. Nilai rata-rata dari perlakuan terhadap *total plate count* (TPC) dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik pengaruh perlakuan terhadap *Total Plate Count* (TPC) pempek selama penyimpanan pada suhu ruang

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan penambahan ekstrak genjer dan lama penyimpanan memberikan pengaruh nyata pada taraf 5% terhadap *total plate count* (TPC) yang dihasilkan. Pertumbuhan bakteri pada pempek yang tidak dikemas *edible film* dan dikemas *edible film* memiliki perbedaan yang jauh, pempek yang dikemas *edible film* diduga dapat menghambat pertumbuhan bakteri karena *edible film* mengandung bahan antibakteri yaitu kitosan dan ekstrak genjer. Berdasarkan data pempek yang tidak dikemas *edible film* pertumbuhan mikroba pada hari pertama 1,71x10⁵ melebihi standar yang ditetapkan SNI yaitu 5x10⁴ CFU/g, sedangkan pempek yang dikemas pada hari pertama masih dibawah standar yaitu 1,25x10⁴ (SNI 2013).

Menurut Darmanto *et al.* (2011), aktivitas antimikroba kitosan menunjukkan zona hambat pada pertumbuhan *Staphylococcus*

aureus yang disebabkan oleh adanya gugus amina pada kitosan yang mempunyai muatan kationik yang dapat mengikat sumber makanan bagi bakteri tersebut seperti alginat, pektin, protein dan polielektrolit anorganik. Hasil uji lanjut BNT pengaruh perlakuan penambahan ekstrak genjer terhadap *total plate count* (TPC) selama penyimpanan pada suhu ruang disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Uji lanjut BNT pengaruh perlakuan terhadap *total plate count* (TPC) selama penyimpanan pada suhu ruang.

Perlakuan	Rerata	BNT _(0,05) = 0,39
A0	3,32	a
A1	3,71	ab
A2	3,83	b
K	5,48	c

Hasil uji lanjut BNT menunjukkan bahwa perlakuan A (penambahan ekstrak genjer) pada perlakuan K berbeda nyata terhadap semua perlakuan, A2 tidak berbeda

nyata terhadap perlakuan A1 tetapi berbeda nyata dengan semua perlakuan sedangkan A0 dan A1 tidak berbeda nyata. Tingginya bakteri pada perlakuan K diduga karena pempek tidak diberi perlakuan pengemasan dengan *edible film* yang secara nyata dapat menghambat pertumbuhan mikroba. Tingginya pertumbuhan mikroba pada pempek yang dikemas *edible film* pada A2 diduga karena dengan penambahan ekstrak genjer yang semakin banyak pada *edible film* menyebabkan menutupnya pori-pori pada *edible film* sehingga kandungan air yang ada pada pempek tidak bisa keluar kelingkuangan yang menyebabkan pertumbuhan mikroba meningkat. Buckle *et al.* (1985) dalam Harmain *et al.* (2012), menyatakan bahwa suplai gizi (makanan), pH, aw, suhu, waktu dan tersedianya oksigen merupakan faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme. Hasil uji lanjut BNT pengaruh perlakuan terhadap *total plate count* (TPC) selama penyimpanan pada suhu ruang disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Uji lanjut BNT pengaruh perlakuan terhadap *total plate count* (TPC) selama penyimpanan pada suhu ruang.

Perlakuan	Rerata	BNT _(0,05) = 0,45
B0	2,83	a
B1	4,22	b
B2	5,21	c

Hasil uji lanjut BNT menunjukkan bahwa perlakuan B (lama penyimpanan) perlakuan B0 berbeda nyata pada semua perlakuan. Hasil *total plate count* (TPC) tertinggi pada perlakuan B2 dan *total plate count* (TPC) terendah pada perlakuan B0. Hal ini diduga karena semakin lama masa penyimpanan maka semakin banyak pula kandungan air yang terdapat pada pempek yang bisa dimanfaatkan bakteri pembusuk untuk pertumbuhannya, berdasarkan pengujian kadar air pada pempek seiring lama penyimpanan kadar air bertambah tinggi. Buckle *et al.* (1985) dalam Harmain *et al.* (2012), menyatakan bahwa faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme adalah suplai gizi (makanan), pH, aw, suhu, waktu, dan tersedianya oksigen.

Table 7 menunjukkan bahwa hampir seluruh perlakuan memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap *total plate count* (TPC), kecuali untuk perlakuan A0B0, A0B0 dan A1B1 serta A0B2 dan A1B2. Pengaruh perlakuan terhadap pempek selama penyimpanan memberikan perbedaan yang nyata pada setiap perlakuan. Hasil uji lanjut BNJ interaksi antara penambahan ekstrak genjer dan lama penyimpanan terhadap kadar air pempek pada suhu ruang, disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Uji lanjut BNT Interaksi antara penambahan ekstrak genjer dan lama penyimpanan terhadap *total plate count* (TPC) pempek pada suhu ruang.

Perlakuan	Rerata	BNJ 5% = 0,77
A0B0	2,83	a
A0B1	3,21	a
A1B1	3,59	ab
A2B1	3,85	b
A0B2	3,92	bc
A1B2	4,71	c
A2B2	4,81	d
KB1	6,23	e
KB2	7,39	f

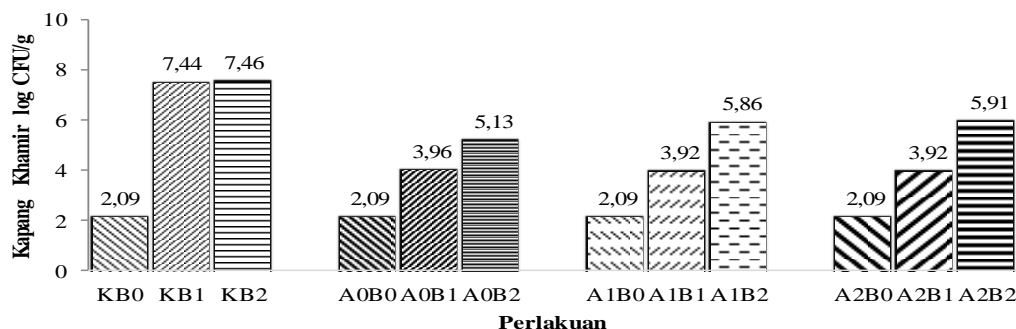
Kapang Khamir

Dari Gambar 4.9 menunjukkan bahwa rata-rata nilai kapang khamir hasil logaritma berkisar antara 2,09-7,46 CFU/g. Jumlah kapang khamir tertinggi terdapat pada penambahan konsentrasi ekstrak genjer 20% dengan waktu penyimpanan hari kedua (A2B2), sedangkan kapang khamir terendah terdapat pada pempek dengan tanpa perlakuan (kontrol). Jumlah kapang khamir pada pempek yang tidak dikemas dengan *edible film* pada hari ke nol, satu dan dua yaitu $7,75 \times 10^2$ CFU/g, $2,76 \times 10^7$ CFU/g, $2,91 \times 10^7$ CFU/g. Pempek yang dikemas dengan *edible film* ditambahkan ekstrak genjer 0%, 10%, 20% pada hari pertama secara berurutan $5,32 \times 10^4$ CFU/g, $1,47 \times 10^4$ CFU/g, $1,38 \times 10^4$ CFU/g. Pempek yang dikemas dengan *edible film* ditambahkan ekstrak genjer 0%, 10%, 20% pada hari kedua berurut-urut $7,35 \times 10^5$ CFU/g, $7,27 \times 10^5$ CFU/g, dan $1,03 \times 10^6$ CFU/g.

Berdasarkan Tabel hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan terhadap kapang khamir selama

penyimpanan pada suhu ruang memberikan pengaruh nyata pada taraf 5% terhadap kapang khamir yang dihasilkan. Berdasarkan data yang pertumbuhan kapang khamir pempek yang tidak dikemas *edible film* dengan pempek yang dikemas *edible film* memberikan perbedaan yang jauh. Pempek yang dikemas mengalami peningkatan jumlah kapang khamir hanya pada hari ke dua, sedangkan pempek yang tidak dikemas telah mengalami

peningkatan jumlah kapang khamir pada hari pertama. Kemasan *edible film* pada bahan pangan sangat berperan penting dalam melindungi kerusakan karena bahan yang digunakan pada *edible film* bersifat antimikroba yaitu kitosan. Hasil uji lanjut BNT pengaruh perlakuan ekstrak genjer terhadap kapang khamir pempek selama penyimpanan disajikan pada Tabel 8.



Gambar 9. Grafik pengaruh perlakuan terhadap Kapang Khamir selama penyimpanan pada suhu ruang

Tabel 8. Uji lanjut BNT pengaruh perlakuan terhadap Kapang Khamir selama penyimpanan pada suhu ruang.

Perlakuan	Rerata	BNT _(0,05) = 0,78
A0	3,73	a
A1	3,96	a
A2	3,97	a
K	5,67	b

Hasil uji lanjut BNT menunjukkan bahwa perlakuan A (ekstrak genjer) pada perlakuan A0 tidak berbeda nyata dengan perlakuan A1 dan A2, akan tetapi perlakuan K berbeda nyata terhadap semua perlakuan. Hal ini diduga karena perlakuan *edible film* sangat memberikan efek yang sangat penting dalam menghambat pertumbuhan kapang khamir pada produk. Penambahan ekstrak genjer pada *edible film* memberikan efek yang tidak berbeda nyata. Hasil uji lanjut BNT pengaruh perlakuan terhadap kapang khamir selama penyimpanan pada suhu ruang dapat dilihat pada Tabel 9.

Hasil uji lanjut BNT menunjukkan bahwa perlakuan B (lama penyimpanan) pada perlakuan B0 berbeda nyata terhadap semua perlakuan. Hal ini diduga karena semakin lama waktu penyimpanan pempek menyebabkan produk mengalami kenaikan

kadar air sehingga pertumbuhan kapang khamir meningkat. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan kapang khamir kadar air, suhu, RH, sifat aerobik. Kondisi penyimpanan sangat tidak cocok untuk jangka panjang karena pada suhu 28,4 °C sangat baik untuk pertumbuhan kapang khamir.

Tabel 9. Uji lanjut BNT pengaruh perlakuan terhadap Kapang Khamir selama penyimpanan pada suhu ruang.

Perlakuan	Rerata	BNT _(0,05) = 0,90
B0	2,09	a
B1	4,81	b
B2	6,09	c

Berdasarkan peraturan SNI tahun 2013, syarat umum pempek rebus beku dan batas maksimum cemaran mikroba dalam makanan ditetapkan bahwa ambang batas dengan cemaran mikroba (ALT) yaitu 5×10^4 CFU/g. Pada penelitian ini produk yang masih tergolong memenuhi standar yaitu terdapat pada hari pertama, sedangkan untuk hari kedua telah melewati ambang batas yang telah ditetapkan.

KESIMPULAN

Penambahan ekstrak genjer pada pembuatan *edible film* terpengaruh tidak nyata terhadap sifat kelarutan, ketebalan, dan transmisi uap air akan tetapi berpengaruh nyata terhadap persen pemanjangan. Hasil pengujian *edible film* menunjukkan semakin besar konsentrasi ekstrak genjer semakin besar nilai transmisi uap air yang akan berdampak pada pengaplikasiannya. Penambahan ekstrak genjer ke dalam *edible film* pada pengujian antibakteri belum mampu memberikan efek yang besar terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Penambahan ekstrak genjer ke dalam *edible film* gelatin-kitosan belum mampu mencegah kemunduran mutu pempek pada suhu ruang

DAFTAR PUSTAKA

- Abugoch IE, Tapia C, Yazdani-Pedram M, dan Diaz-Dosque M. 2010. Characterization of quinoa proteine chitosan blend edible film. *Food Hydrocolloids* 25(5): 879-886.
- Amin R. 2015. Karakteristik fisikokimia dan sensoris pempek ikan gabus (*Channa striata*) dengan komposisi jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) sebagai Substitusi Tepung Tapioka. Skripsi. (Tidak dipublikasikan). Palembang: Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- Badan Standardisasi Nasional. 2013. SNI 7661.1 2013 *Pempek Ikan Rebus Beku-Bagian 1: Spesifikasi*.
- Darmanto M, Atmaja L, dan Nadjib M. 2011. Studi analisis antibakteri dari film gelatin-kitosan menggunakan *Staphylococcus aureus*. Prosiding Skripsi. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Estiningtyas HR. 2010. Aplikasi edible film maizena dengan penambahan ekstrak jahe sebagai antioksidan alami pada *coating* sosis sapi. Skripsi S1 (Tidak dipublikasikan). Surakarta: Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret.
- Gomez-Estaca J, Lopez A, Montero P, Fernandez-Martin F, Aleman A, Gomez-Gullen MC. 2010. Biodegradable gelatin-chitosan films incorporated with essential oils as antimicrobial agents for fish preservation. *Food Microbiol.* 27: 889-896.
- Harmain RM, Linawati H, dan Winarti Z. 2012. Mutu sosis fermentasi ikan patin (*Pangasius* sp.) selama penyimpanan suhu ruang. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 15(2): 88-93.
- Kasfillah, Woro S, dan Winarni P. 2013. Karakteristik edible film dari tepung biji nangka dan agar-agar sebagai pembungkus jenang. *J. Chemical Sci.* 2(3): 241-242.
- Kusumawati DH dan Widya DRP. 2013. Karakteristik Fisik Dan Kimia Edible Film Pati Jagung Yang Diinkorporasi Dengan Perasan Temu Hitam. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 1(1): 90-100.
- Mindarwati E. 2006. Kajian pembuatan edible film komposit dari karagenan sebagai pengemas bumbu mie instant rebus. Tesis S2. (Tidak dipublikasikan). Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Nurhayati dan Agusman. 2011. Edible film kitosan dari limbah udang sebagai pengemas pangan ramah lingkungan. *Jurnal Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi* 6(1): 42-43.
- Nurjannah W. 2004. Isolasi dan karakterisasi alginat dari rumput laut sargassum sp. untuk pembuatan *biodegradable film* komposit alginat tapioka. Skripsi. (Tidak dipublikasikan). Yogyakarta: Fakultas Teknologi Pertanian UGM.
- Nazri NAAM, Ahmat N, Adnan A, Mohamad SAS, dan Ruzaina SAS. 2011. *In vitro* antibacterial and radical scavenging activities of Malaysian table salad. *Afr. J. Biotechnol.* 10(30): 5728-5735.
- Piluharto B. 2013. Pengembangan biopolimer sebagai material kemasan kopi (*Coffee Packaging*). Surabaya: Universitas Jember.
- Rachmawati AK. 2009. Ekstraksi dan karakterisasi pektin cincau hijau (*Premna oblongifolia*. Merr) untuk pembuatan *Edible film*. Skripsi. (Tidak dipublikasikan). Surakarta: Fakultas pertanian Universitas Sebelas Maret.

- Rokhati N, Bambang P, Nyoman W, dan Heru S. 2012. Karakterisasi film komposit alginat dan Kitosan. *Jurnal Pengemasan* 14(2): 158-164.
- Shahidi F and Abuzaytoun R. 2005. Chitin, chitosan, and co-products: chemistry, production, applications, and health effects. *Advances in Food and Nutrition Research* 49.
- Suryanti, Susilo H, dan Rosmawaty P. 2006. Ekstraksi gelatin dari tulang ikan kakap merah (*Lutjanus* sp.) secara asam. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan* 1(1): 27-34.
- Syarifuddin A dan Yunianta. 2015. Karakterisasi *edible film* dari pektin albedo jeruk bali dan pati garut. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 3(4): 1538-1547.
- Tanada, Palmu PS, dan Grosso C. 2003. Edible wheat gluten films: Development, mechanical and barrier properties and application to strawberries. *B. Ceppa. Curitiba.* 20(2): 292-308.
- Toynbe SJ, Ace B, dan Shanti DL. 2015. Pengaruh aplikasi kitosan sebagai coating terhadap mutu dan umur simpan daging giling ikan gabus (*Channa striata*). *Fishtech* 4(1): 67-74.
- Winarno FG. 2008. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT Gramedia.
- Zulferiyenni, Marniza, dan Erli NS. 2014. Pengaruh konsentrasi gliserol dan tapioca terhadap karakteristik biodegradable film berbasis ampas rumput laut. *Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pertanian* 19(3): 257-273.