

**Tabel 1 . Perbedaan rerata indeks apoptosis dan hasil uji Anova**

Kelompok	Rerata	Anova
Kontrol	0,88 ± 0,183	p=0,000
Dosis 5 mg	1,37 ± 0,150	
Dosis 10 mg	2,03 ± 0,121	
Dosis 15 mg	2,53 ± 0,150	

**Tabel 2. Hasil *Post Hoc Test-LSD* indeks apoptosis antar kelompok**

	Kontrol	Dosis 5 mg	Dosis 10 mg	Dosis 15 mg
Kontrol		0,000	0,000	0,000
Dosis 5 mg	0,000		0,000	0,000
Dosis 10 mg	0,000	0,000		0,000
Dosis 15 mg	0,000	0,000	0,000	

Pengukuran volume tumor dilakukan pada hari ke-1, 4, 8, 12 dan hari ke-15 untuk melihat pengaruh pemberian ekstrak sambiloto secara serial. Pengukuran volume tumor dilakukan menggunakan kaliper digital dengan mengukur panjang dan lebar tumor. Volume tumor dihitung dengan rumus:  $0,5(px \times l^2)$ . Rerata volume tumor pada pengukuran hari ke-1, 4, 8, 12 dan 15 pada masing-masing kelompok penelitian disajikan dalam Tabel 3.

Volume tumor pada hari ke-1 pada kelompok penelitian mempunyai distribusi data yang normal dan homogen. Selanjutnya dilakukan uji Anova untuk melihat beda pada kelompok-kelompok penelitian. Hasil uji Anova menunjukkan adanya perbedaan volume tumor pada awal perlakuan ( $p=0,032$ ). Perbedaan volume tumor hari ke-1 didapatkan antara kelompok kontrol dengan kelompok yang mendapat ekstrak 10 mg/hr ( $p=0,006$ ) dan antara kelompok yang mendapat ekstrak 10 mg/hr dengan kelompok yang mendapat ekstrak 15 mg/hr ( $p=0,019$ ).

**Tabel 3. Rerata volume tumor pada hari ke-1, 4, 8, 12 dan 15**

Kelompok	Volume tumor (mm <sup>3</sup> )				
	Hari ke-1	Hari ke-4	Hari ke-8	Hari ke-12	Hari ke-15
Kontrol	50,86	130,46	231,24	536,69	914,39
Dosis 5 mg/hr	91,98	213,02	365,17	840,55	1226,41
Dosis 10 mg/hr	135,96	410,92	667,82	1040,34	1540,32
Dosis 15 mg/hr	65,63	180,20	235,72	602,42	983,90

Volume tumor pada hari ke-4 pada kelompok penelitian mempunyai distribusi data yang tidak normal dengan varian yang homogen. Setelah dilakukan transformasi data berhasil dinormalkan sehingga dilakukan uji Anova untuk melihat beda pada kelompok penelitian. Hasil uji anova menunjukkan adanya perbedaan volume tumor hari ke-4 ( $p=0,028$ ). Perbedaan volume tumor hari ke-4 didapatkan antara kelompok kontrol dengan kelompok yang mendapat ekstrak 10 mg/hr ( $p=0,004$ ) dan antara kelompok yang mendapat ekstrak 10 mg/hr dengan kelompok yang mendapat ekstrak 15 mg/hr ( $p=0,026$ ).

Volume tumor pada hari ke-8 pada kelompok penelitian mempunyai distribusi data yang normal tetapi tidak homogen. Setelah dilakukan transformasi data berhasil memiliki varian yang sama sehingga dilakukan uji Anova untuk melihat beda pada kelompok-kelompok penelitian. Hasil uji anova menunjukkan adanya perbedaan volume tumor pada hari ke-8 ( $p=0,033$ ). Perbedaan volume tumor hari ke-8 didapatkan antara kelompok kontrol dengan kelompok yang mendapat ekstrak 10 mg/hr ( $p=0,009$ ) dan antara kelompok yang mendapat ekstrak 10 mg/hr dengan kelompok yang mendapat ekstrak 15 mg/hr ( $p=0,018$ ).

Volume tumor pada hari ke-12 pada kelompok penelitian mempunyai distribusi data yang normal dan homogen. Selanjutnya dilakukan uji Anova untuk melihat beda pada kelompok-kelompok penelitian. Hasil uji anova menunjukkan tidak ada perbedaan volume tumor pada kelompok-kelompok penelitian ( $p=0,149$ ).

Volume tumor pada hari ke 15 mempunyai distribusi normal tetapi tidak homogen. Setelah dilakukan transformasi data, varians tetap tidak homogen sehingga uji beda dilakukan dengan uji non parametrik Kruskal-Wallis. Dari hasil uji Kruskal-Wallis didapatkan tidak adanya perbedaan volume tumor pada kelompok penelitian ( $p=0,367$ ).

Pembelahan sel somatik adalah pembelahan dari 1 menjadi 2 sel dan seterusnya. Apabila faktor sel yang mati diabaikan, maka pertumbuhan jaringan adalah kelipatan dari ukuran sebelumnya. Berdasar hal tersebut maka volume tumor dalam penelitian ini dihitung kelipatannya, dari volume hari ke-1 menjadi volume hari ke-15.

Sambiloto mengandung lebih dari 20 diterpenoid dan 10 flavonoid yang telah dikenal. Komponen yang terkandung dalam sambiloto tersebut dapat bekerja secara bersama dengan hubungan saling menguatkan (sinergi), antagonis atau saling menetralkan. Efek sinergi dari bioaktif dan kandungan dalam ekstrak tumbuhan dapat meningkatkan efektifitas dari beberapa ekstrak. Meskipun telah banyak dilakukan penelitian menggunakan andrografolid, namun belum banyak dieksplorasi interaksi dengan komponen lain dalam ekstrak atau efek multifaktornya. .

Pemberian ekstrak sambiloto secara oral menyebabkan terjadinya perubahan struktur kimiawi dari zat aktif yang terdapat dalam sambiloto. Enzim pencernaan, asam lambung, empedu dan sitokrom P450 dapat memecah struktur ekstrak atau bereaksi dengan ekstrak sambiloto sehingga membentuk zat turunan yang dapat bereaksi secara spesifik dengan reseptor yang terdapat pada sel target sehingga menimbulkan efek. Zat turunan tersebut dapat dilihat dari beberapa metabolit yang berhasil diisolasi dari urin, feces maupun dari usus halus. Perubahan struktur kimia yang terjadi ketika suatu zat melewati sistem pencernaan, pendistribusian dan metabolisme sangat mempengaruhi efek zat tersebut pada sel target karena struktur kimia yang berbeda dapat memberikan reaksi yang berbeda meskipun mempunyai rumus kimia sama.

Struktur bisiklik diterpen lakton pada andrografolid yang diisolasi dari sambiloto memiliki tiga gugus hidroksil dan dua gugus metil. Pada pemberian andrografolid secara oral, gugus

tersebut dapat menurunkan sekresi  $H^+ -K$  ATPase pada lambung sehingga melindungi mucin lambung dari asam dan melalui fungsinya sebagai *scavenger* dari *Reactive Oxygen Species*.

Setelah terjadi proses absorpsi, ekstrak yang diberikan secara oral akan dimetabolisme di dalam hati. Pada umumnya zat akan mengalami metabolisme fase 1 dan diikuti metabolisme fase 2 agar lebih mudah diekskresi dari tubuh. Metabolisme fase 1 adalah proses oksidasi, reduksi, hidrolisis dan hidrosilasi. Metabolisme fase 2 meliputi glukuronidasi, sulfasi, asetilasi dan metilasi. Metabolisme fase 1 melibatkan sistem enzim *mixed-function oxidase* sitokrom P-450 yang disebut CYP. CYP1A1 dan CYP2B10 merupakan respon isoform P-450 terhadap ekstrak sambiloto. Fungsi metabolisme obat di sel hati sangat dipengaruhi oleh fungsi hati.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian ekstrak sambiloto pada mencit C3H dapat memicu terjadinya apoptosis pada sel kanker. Pengaruh terhadap apoptosis mulai pada dosis 5 mg/hari yang menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan dengan kelompok yang tidak mendapatkan ekstrak sambiloto. Apoptosis semakin meningkat sebanding dengan peningkatan dosis sambiloto yang diberikan.

Hasil ini sesuai dengan penelitian *in vitro* terdahulu yang telah dilakukan peneliti (Nugrahaningsih, 2003). Penelitian dilakukan untuk melihat pengaruh pemberian ekstrak sambiloto terhadap apoptosis dan nekrosis pada kultur sel adenokarsinoma mamma yang diperoleh dari mencit C3H. Apoptosis diperiksa dengan pengecatan *acridine orange* yang menampilkan fluoresen warna orange pada sel yang mengalami apoptosis. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak sambiloto mampu meningkatkan apoptosis sel adenokarsinoma mamma baik diberikan secara langsung pada sel maupun melewati proses ADME ketika diberikan per oral.

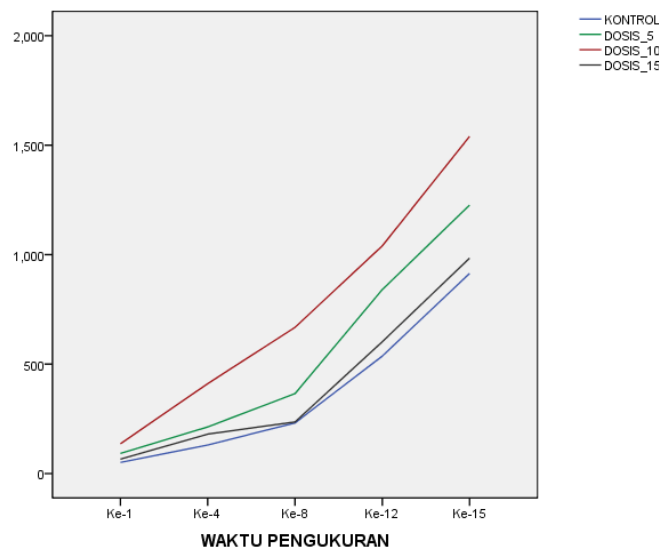
Apoptosis terjadi karena adanya sinyal eksternal ataupun sinyal internal. Tidak seperti pada sel normal, apoptosis pada sel kanker tidak berlangsung dengan baik akibat adanya kekacauan sistem dalam sehingga terjadi hambatan ekspresi gen proapoptosis. Proses apoptosis membutuhkan ATP sebagai kofaktor. Pemecahan ATP menghasilkan energi yang digunakan untuk pergerakan sitokrom-c keluar dari mitokondria. ATP diperoleh dari nutrisi yang ditransport melalui pembuluh darah dalam jaringan kanker. Bila tidak tersedia ATP maka sel dapat menuju ke arah nekrosis dan menimbulkan reaksi inflamasi.

Sambiloto dapat menginduksi terjadinya apoptosis baik melalui jalur internal maupun jalur eksternal. Andrografolid yang merupakan zat aktif utama dari sambiloto dapat mengisiasi apoptosis pada p53 yang merupakan jalur internal. (Zhou, 2008; Sukardiman,2007). Adanya sinyal internal akan menyebabkan lepasnya ikatan Apaf-1 pada bcl-2. Apaf-1 kemudian bergabung dengan sitokrom-c dan membentuk apoptosom dengan caspase-9 dan ATP. Kompleks tersebut akan mengaktifkan pro-caspase 3 menjadi caspase 3 yang merupakan eksekutor kaskade caspase.

Andrografolid dapat juga mengaktivasi caspase 8 pada jalur eksternal, yang selanjutnya

akan mengaktivasi caspase 9 dan caspase 3 yang merupakan eksekutor. Sinyal eksternal berupa ikatan komplementer antara Fas dan TNF yang membentuk *death activator*. Sinyal dari *death activator* menuju ke sitoplasma dan mengaktivasi caspase 8. Caspase 8 akan menginisiasi jalur caspase dan membentuk kaskade caspase sehingga menyebabkan apoptosis. Aktivasi caspase 8 juga menyebabkan Bid menjadi aktif sehingga menginisiasi program apoptosis melalui peningkatan aktivitas Bax dan Bak.

Ukuran jaringan kanker merupakan indikator penting keberhasilan suatu terapi. Pengukuran jaringan kanker secara tepat memiliki keterbatasan. Ukuran jaringan kanker yang diperiksa dalam penelitian ini adalah volume tumor. Volume tumor diukur sebanyak 5 kali yaitu pada hari ke 1, 4, 8, 12 dan hari ke 15 sebelum dilakukan terminasi. Pengukuran volume tumor pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan kaliper digital. Pengukuran dengan kaliper lebih cepat, lebih mudah dan tidak invasif terhadap mencit. Pengukuran dengan kaliper dilakukan dengan mengukur panjang dan lebar tumor (aksis x dan y), tetapi tidak mengukur aksis tinggi (aksis z). Selain itu pengukuran dengan kaliper akan ikut terukur lapisan kulit dan jaringan lemak. Karena hal tersebut maka pengukuran dengan kaliper digital merupakan tehnik pengukuran yang dapat memberikan bias. Pengukuran yang memberikan presisi dan akurasi yang lebih baik dapat dilakukan dengan menggunakan pencitraan ultrasonografi. atau dengan menggunakan CT scan. Namun pengukuran tersebut sulit dilakukan dalam penelitian ini mengingat peralatan yang tidak tersedia.



**Gambar 1. Grafik yang menggambarkan hasil pengukuran volume tumor pada ke -1, 4, 8, 12 dan 15**

Pengaruh ekstrak sambiloto terhadap pertumbuhan tumor dapat dilihat dari adanya kecenderungan menurunnya kelipatan penambahan volume tumor pada kelompok perlakuan seperti dapat dilihat pada Gambar 1. Hasil tersebut menunjukkan terjadi perlambatan laju pertumbuhan tumor pada mencit yang mendapat ekstrak sambiloto

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Penelitian secara *in vivo* dengan memberikan ekstrak sambiloto secara oral mempengaruhi apoptosis sel adenokarsinoma mamma dengan indikator peningkatan sel yang mengalami apoptosis dengan pemeriksaan TUNEL. Volume tumor setelah pemberian ekstrak sambiloto tidak berkurang. Pertumbuhan adenokarsinoma mamma merupakan suatu hal kompleks yang dipengaruhi oleh banyak faktor. Apoptosis sel yang diperiksa dengan metode TUNEL merupakan bagian kecil dari indikator pertumbuhan kanker yang dalam penelitian ini perubahannya tidak linier dengan perubahan volume tumor.

### Saran

Diperlukan penelitian lain untuk menghitung persentase sel kanker, jaringan penyokong, dan jaringan nekrotik dalam tumor massa sehingga dapat diketahui pengaruh dalam hubungannya dengan terapi kanker.

## DAFTAR PUSTAKA

- Nugrahaningsih, Tjahjono, Dharmana E. 2003. Apoptosis Sel Adenokarsinoma Mamma Mencit C3H setelah Pemberian Ekstrak Sambiloto (*Andrographis paniculata*) (Penelitian In Vitro). *Media Medika Indonesiana* 38(3):121-124
- Nugrahaningsih, Utami NR, Sugiarti E. 2009. Pengaruh Ekstrak sambiloto Terhadap Pertumbuhan Kanker Mamma dan Mikroanatomi Ginjal Mencit C3H. *Biosaintifika* 1(2)
- Sukardiman, Rahman A, Ekasari W, Sismindari. 2005. Induksi apoptosis senyawa *Andrographolida* dari Sambiloto (*Andrographis paniculata* Ness) terhadap kultur sel kanker. *Media Kedokteran Hewan* Vol 21. No. 3:105-110
- Vaculova A, Zhivotovsky B. 2008. Caspases: Determination of Their Activities in Apoptotic Cells. *Methods in Enzymology* 442: 157-181
- Williamson KE, El Din OS, O’Kane HF. 2007. Apoptosis. In *The Cancer Handbook*. 2<sup>nd</sup> ed. Editor Alison MR. John Wiley&Sons Ltd
- Zhou J, Lu GD, Ong CS, Ong CN, dan Shen HM.2008. *Andrographolide* sensitizes cancer cells to TRAIL –induced apoptosis via p53-mediated death receptor 4 up-regulation. *Molecular cancer Therapy*. Vol 7(7):2170-2180.

# PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI *ANTIMICROBIAL FILM* DARI PATI SINGKONG DAN EKSTRAK KEDELAI SEBAGAI BAHAN PENGEMAS MAKANAN

---

Shobirotu Salamah, Widya Putri Rachmayanti dan Resydina Amelia

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang

Abstrak. Salah satu upaya yang dilakukan untuk mengatasi pencemaran lingkungan oleh bahan pengemas plastik adalah dengan pengembangan *biodegradable plastic* ramah lingkungan. Oleh karena itu dibutuhkan produk kemasan makanan yang dapat diuraikan. Salah satunya adalah memberi antimikroba pada *edible film*. *Antimicrobial film* tersebut diuji karakterisasinya secara fisik dan mekanik menggunakan alat FS/SPAG 01/2650 dan diuji efektifitas antimikrobanya. Didapat kadar air tertinggi pada *edible film* kontrol yaitu 15,83 %. Densitas dengan penambahan ekstrak kayu manis 1,5% memiliki nilai yang lebih tertinggi yaitu 1,1 gr/ml. Nilai *Modulus young* atau tingkat elastisitas *film* tertinggi yaitu pada *edible film* penambahan ekstrak bawang putih 1% sebesar 2,872 Mpa. Nilai *Tensile strength* atau nilai kuat tarik suatu *film* tertinggi yaitu 3,808 N/mm<sup>2</sup> diperoleh pada penambahan ekstrak kayu manis 1,5% dan Nilai *Extention at Maximum* atau nilai pemanjangan *film* tertinggi yaitu 6,880 mm pada penambahan ekstrak kayu manis 1,5%. Sedangkan pengujian daya hambat terhadap *Escherichia coli* dilakukan menggunakan metode sumuran. Diameter zona bening terbesar yaitu pada penambahan ekstrak bawang putih 1,5%.

Kata kunci: plastik, *antimicrobial film*, karakterisasi

## PENDAHULUAN

Intensitas penggunaan plastik sebagai kemasan pangan semakin meningkat. Hal ini disebabkan oleh banyaknya keunggulan plastik dibandingkan dengan bahan kemasan yang lain. Adanya persyaratan bahwa kemasan yang digunakan harus ramah lingkungan, maka penggunaan *edible film* adalah sesuatu yang sangat menjanjikan.

Keuntungan *edible film* adalah dapat melindungi produk pangan, penampakan asli produk dapat dipertahankan dan dapat langsung dimakan dan aman bagi lingkungan (Kinzel, 1992).

Kemasan *edible film* yang bersifat *biodegradable* mampu mengurangi penurunan kualitas bahan yang dikemas yang disebabkan oleh faktor lingkungan, kimia dan biokimia merupakan solusi untuk kemasan pangan yang berkualitas.

Salah satu upaya untuk melindungi makanan dari kerusakan adalah memberi antimikroba pada *edible film*. *Antimicrobial film* tersebut diuji karakterisasinya secara fisik dan mekanik menggunakan alat FS/SPAG 01/2650 dan diuji efektifitas antimikrobanya.

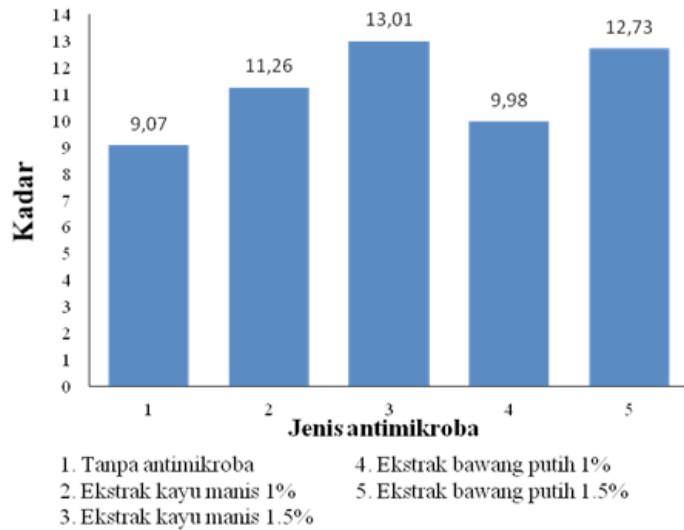
## METODE

Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Magnetic stirrerplus heater*, FG/SPAG 01/2650 *Texture Analyser*, termometer, saringan, kompor, pengaduk, inkubator, desikator, oven, spatula, *stopwatch*, timbangan, beaker glass, erlenmeyer, gelas ukur, pelat kaca, *centrifuge*, *paper disk* dan preparat. Bahan yang digunakan yaitu kedelai, pati singkong, aquades, gliserol, bawang putih, dan kulit kayu manis. Pembuatan ekstrak bawang putih dilakukan dengan cara 20 g bawang putih dihaluskan dalam 50 ml aquades dan diambil filtratnya. Kulit kayu manis bubuk sebanyak 10 gram ditambahkan aquades 100 ml yang telah diatur pH nya (4, 5, dan 6). Larutan dipanaskan pada suhu 60°C selama 60 menit dengan menggunakan *water bath*. Larutan disaring dan *dicentrifuge* dengan kecepatan 4000 rpm selama 15 menit. 75 gram kacang kedelai direndam dengan menggunakan air mendidih selama 60 detik. Kacang kedelai dipisahkan dan ditambahkan air panas temperatur 90°C sebanyak 450 ml dan dihaluskan. Bubur kacang kedelai dimasak dengan suhu 95-98°C selama 10 menit lalu disaring. Ekstrak kedelai 100 ml dicampurkan dengan pati singkong 3 gram menggunakan *hot plate stirrer* hingga mendidih suhu 60°C. Gliserol 10% ditambahkan ke dalam larutan. *Antimicrobial agents* ditambahkan 1% dan 1,5%. Homogenisasi selama 15 menit dengan *hot plate stirrer* suhu 65-70°C. Larutan dituang dalam cetakan bersih. Larutan diratakan hingga diperoleh ketebalan yang sama dan dimasukkan ke dalam oven suhu 40°C selama 24 jam. Pengeringan dalam suhu kamar selama 24 jam. Lalu *antimicrobial film* diuji karakterisasi dan uji sensitifitas antimikrobanya.

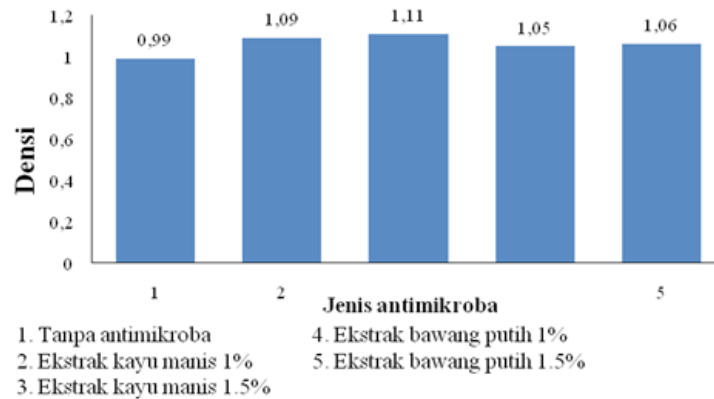
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar air tertinggi didapat pada kontrol yaitu 15,83 %. Dilihat dari Gambar 1, penambahan konsentrasi antimikroba berbanding lurus dengan naiknya kadar air. Semakin banyak jumlah antimikroba yang ditambahkan untuk membuat *edible film* berantimikroba semakin besar kadar airnya. Volume larutan *edible film* yang ditambahkan zat antimikroba (v/v) menghasilkan total volume yang bertambah sehingga kadar air dalam *film* semakin meningkat.

Gambar 2, menunjukkan bahwa nilai densitas berbanding lurus dengan meningkatnya konsentrasi. Semakin besar konsentrasi zat antimikroba berarti volume total larutan *antimicrobial film* bertambah. Nilai densitas akan semakin besar jika konsentrasi antimikroba yang ditambahkan semakin besar. Sedangkan densitas ekstrak kayu manis lebih besar dari pada densitas ekstrak bawang putih, sehingga *film* dengan antimikroba ekstrak kayu manis akan memiliki densitas yang lebih besar dari pada *film* dengan antimikroba ekstrak bawang putih.



**Gambar 1. Grafik Hasil Uji Kadar Air Antimikrobia film**

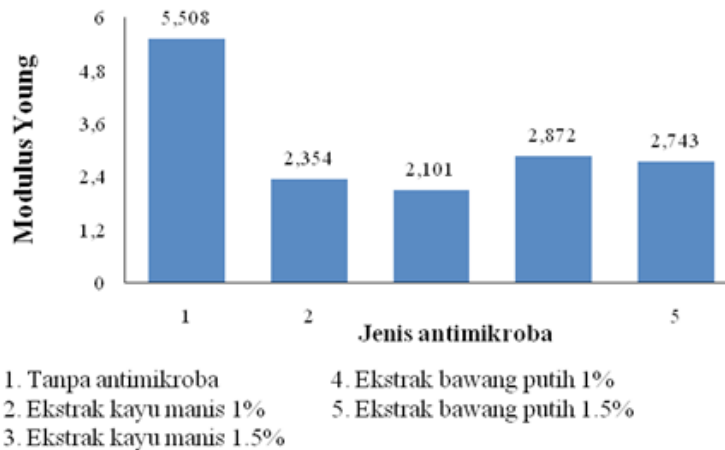


**Gambar 2. Grafik Hasil Uji Densitas Antimicrobial Film**

*Modulus young* (E) menjelaskan elastisitas kekakuan, atau kecenderungan suatu benda untuk berubah sepanjang suatu sumbu ketika gaya yang berlawanan diberikan sepanjang sumbu tersebut. Hasil besar nilai modulus young pada *antimicrobial film* disajikan pada Gambar 3.

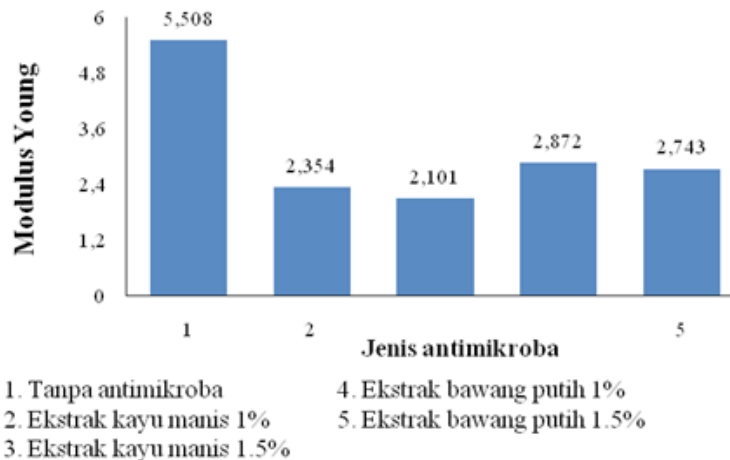
Pada hasil penelitian diperoleh nilai *Modulus young* atau tingkat elastisitas *film* tertinggi yaitu pada *edible film* penambahan ekstrak bawang putih 1%. Pada penambahan konsentrasi ekstrak bawang putih 1% akan menghasilkan larutan *antimicrobial film* dengan kekentalan yang cukup sehingga *film* yang terbentuk tidak terlalu kaku. Pada saat pencampuran konsentrasi bawang putih 1% kedalam larutan *edible film* akan meningkatkan elastisitas *film* yang terbentuk (Krochta, 1994) meskipun ikatan yang terbentuk tidak terlalu kuat.





**Gambar 3. Grafik Uji Modulus Young *Antimicrobial Film***

*Tensile strength* menunjukkan gaya maksimum yang diperlukan untuk memutuskan *edible film*. Uji *tensile strength antimicrobial film* dapat dilihat pada gambar 4.

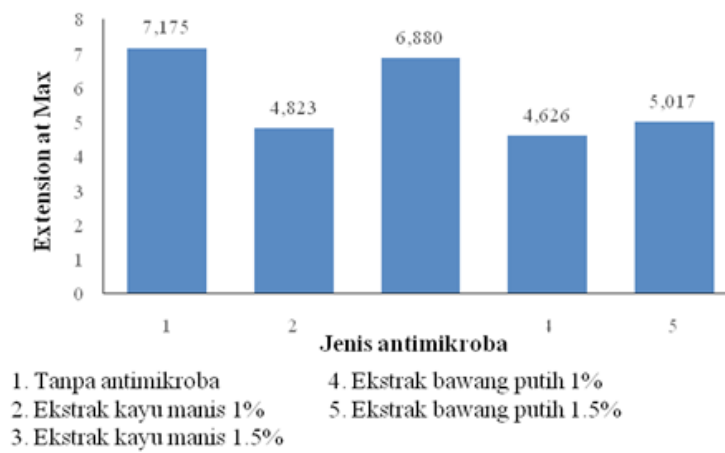


**Gambar 4. Grafik Uji Tensile Strength *Antimicrobial Film***

Adanya perbedaan kuat tarik berdasarkan penambahan konsentrasi zat antimikroba berhubungan dengan total padatan dalam larutan *film*. Peningkatan total padatan ini akan menyebabkan *film* yang telah dikeringkan semakin tebal. (Lee dan Wan, 2006 dalam Hui 2006). Gambar 4.3.2 menunjukkan bahwa meningkatnya konsentrasi zat antimikroba pada komposisi *edible film* akan meningkatkan *tensile strength*, *edible film* akan lebih transparan, homogen dan

tidak mudah patah.

*Edible film* yang memiliki nilai pemanjangan yang rendah mengindikasikan bahwa *film* tersebut kaku dan mudah patah. Umumnya pada struktur *film* lebih lembut, kuat tarik menurun dan persen pemanjangan meningkat. Persen pemanjangan yang lebih tinggi menunjukkan bahwa *film* lebih fleksibel. Menurut Barus (2002) peningkatan massa bahan akan meningkatkan matrik yang terbentuk, sehingga *film* akan menjadi kuat. Peningkatan total padatan bahan yang terbentuk juga menurunkan ratio gliserol sebagai *plasticizer*, sehingga dapat menurunkan *extension at maximum* yang menyebabkan *film* mudah patah.



**Gambar 5. Grafik Uji Extension at Max Antimicrobial Film**

**Tabel 1. Diameter zona hambat antimicrobial film**

Run	Jenis Antinikroba	Diameter Zona bening (mm)	
		I	II
1	Ekstrak kayu manis 1 %	12	13
2	Ekstrak kayu manis 1,5%	18	19
3	Ekstrak bawang putih 1%	20	21
4	Ekstrak bawang putih 1,5%	25	25

Pada Tabel 1, menjelaskan bahwa semakin banyak penambahan zat antimikroba semakin luas zona bening yang muncul dan semakin besar zona hambat terhadap *Escherichia coli*. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan (Setiawan, 2012) semakin tinggi konsentrasi suatu zat antimikroba, maka semakin tinggi pula kandungan zat antimikrobanya sehingga semakin banyak pertumbuhan mikroba yang terhambat jika konsentrasi antimikroba lebih tinggi.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Pertama, ekstrak kayu manis dan ekstrak bawang putih dengan konsentrasi berbeda dapat menghambat pertumbuhan *Escherichia coli*. Maka zat antimikroba tersebut efektif untuk campuran dalam *edible film*; Kedua, berdasarkan karakteristik sifat fisik *antimicrobial film* didapat: (a)-Kadar air tertinggi didapat pada kontrol yaitu 15,83 %; (b) Densitas dengan penambahan ekstrak kayu manis 1,5% memiliki nilai yang lebih tinggi daripada penambahan ekstrak bawang putih yaitu 1,1 gr/ml; Ketiga, berdasarkan karakteristik sifat mekanik *antimicrobial film* didapat: (a) Nilai *Modulus young* atau tingkat elastisitas *film* tertinggi yaitu pada *edible film* penambahan ekstrak bawang putih 1% sebesar 2,872 Mpa; (b) Nilai *Tensile strength* atau nilai kuat tarik suatu film tertinggi yaitu 3,808 N/mm<sup>2</sup> diperoleh pada penambahan ekstrak kayu manis 1,5%; (c) Nilai *Extention at Maximum* atau nilai pemanjangan *film* tertinggi yaitu 6,880 mm pada penambahan ekstrak kayu manis 1,5%;

Keempat, ekstrak kayu manis dan ekstrak bawang putih dengan konsentrasi berbeda dapat menghambat pertumbuhan *Escherichia coli*. Maka zat antimikroba tersebut efektif untuk campuran dalam *edible film*.

### Saran

Pada saat pencampuran singkong ke dalam larutan sebaiknya sedikit-sedikit tidak melebihi suhu 70°C agar tidak terjadi gelatinisasi pati.

## DAFTAR PUSTAKA

- Barus, S.P. 2002. *Karakteristik Film Pati Biji Nangka (Artocarpus integra Meur) dengan Penambahan CMC*. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Atma Jaya
- Hui, Y.H. 2006. *Handbook of Food Science, Technology and Engineering Volume I*. CRC Press, USA.
- Kinzel, B. 1992. *Protein-rich edible coatings for foods*. Agricultural research. 17:20-21
- Krochta, J.M., E.A. Baldwin & M.O. Nisperos-Carriedo. 1994. *Edible Coating and Film to Improve Food Quality*. Technomic Publishing Company, NewYork, NY.
- Setiawan, C. 2012. “*Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kasar Daun Jati Mas (Tectona Grandis) Metode Microwave-Assisted Extraction terhadap Eschericia colli dan Staphylococcus auteus (Kajian Waktu Ekstraksi dan Rasio Pelarut: Bahan)*”. Skripsi. Malang: Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya