

Pengaruh Ekstrak Bawang Putih (*Allium sativum* L.) pada *Edible Film* Pati Singkong Terhadap Aktivitas Antibakteri

Effect of Garlic Extract (Allium sativum L.) on Cassava Starch Edible Film on Antibacterial Activity

Welly Kusuma Yudha¹, Selly Harnesa Putri¹, Asri Widhyasanti²

¹Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran, Sumedang 45363, Indonesia

²Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran, Sumedang 45363, Indonesia

*E-mail: welly18001@mail.unpad.ac.id

Diterima: 24 Januari 2024; Disetujui: 29 Maret 2024

ABSTRAK

Plastik merupakan bahan kemasan yang paling populer dan sangat luas penggunaannya. Akan tetapi kemasan plastik mengandung resiko yang berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan, maka dibutuhkan kemasan yang aman dan ramah lingkungan. Kemasan *edible film* yang dapat menggantikan kemasan plastik karena berbahan dasar pati yang didapat dari umbi-umbian salah satunya, singkong yang memiliki kadar pati lebih dari 72%. *Edible film* dapat dimodifikasi dengan menambahkan zat antibakteri guna menghambat proses pembusukan produk makanan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan efektivitas zona hambat yang ditimbulkan *edible film* pati singkong ekstrak bawang putih. Metode yang digunakan berupa Rancangan Acak Lengkap Faktorial, dengan faktor konsentrasi pati singkong dan faktor konsentrasi ekstrak bawang putih. Sampel ekstrak bawang putih diproses dengan metode ekstraksi maserasi lalu dilakukan uji kadar pelarut. Sampel *edible film* diproses melalui metode *solution casting* dengan uji karakteristik berupa elongasi dan kuat tarik, kemudian dilakukan pengujian antibakteri dengan metode *Kirby-Bauer*. Nilai elongasi dan kuat tarik tertinggi berurutan yaitu sebesar 80 % dan 1,354 N/mm². Nilai uji antibakteri pada bakteri *E. coli* dan bakteri *S.aureus* memiliki nilai berurutan yaitu kategori 'sedang' dengan nilai terbesar yaitu 6,55 mm dan kategori 'kuat' dengan nilai terbesar yaitu 13,52 mm pada kode sampel S3B4. Dari pengujian antibakteri yang dilakukan memiliki pengaruh nyata terhadap aktivitas antibakteri *edible film* pati singkong ekstrak bawang putih.

Kata Kunci: *Edible film*; pati singkong; ekstrak bawang putih; antibakteri.

ABSTRACT

Plastic is the most popular and widely used packaging material. However, plastic packaging contains risks that are dangerous to health and the environment, so safe and environmentally friendly packaging is needed. *Edible film* packaging which can replace plastic packaging because it is made from starch obtained from tubers, one of which is cassava which has a starch content of more than 72%. *Edible film* can be modified by adding antibacterial substances to inhibit the spoilage process of food products. This research aims to determine the characteristics and effectiveness of the inhibition zone created by cassava starch *edible film* with garlic extract. The method used was a Completely Randomized Factorial Design, with factor concentration of cassava starch and factor concentration of garlic extract. Garlic extract samples were processed using the maceration extraction method and then tested for solvent content. *Edible film* samples were processed using the solution casting method with characteristic tests in the form of elongation and tensile strength, then antibacterial testing was carried out using the Kirby-Bauer method. The highest elongation and tensile strength values respectively are 80% and 1.354 N/mm². The antibacterial test values for *E.coli* bacteria and *S.aureus* bacteria have sequential values, namely the 'medium' category with the largest value, namely 6.55 mm and the 'strong' category with the largest value, namely 13.52 mm. From the antibacterial tests carried out, it has a real influence on the antibacterial activity of garlic extract cassava starch *edible film*.

Keywords: *Edible film*; cassava starch; garlic extract; antibacterial.

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan peradaban manusia, teknologi pengemasan juga berkembang dengan pesat. Akhir-akhir ini kemasan modern telah banyak digunakan secara meluas pada produk bahan pangan dan hasil pertanian misalnya plastik, kertas, aluminium foil, logam dan kayu. Di antara bahan kemasan tersebut, plastik merupakan bahan kemasan yang paling populer dan sangat luas penggunaannya (Apriyanti, 2018). Bahan kemasan ini memiliki berbagai keunggulan yakni, fleksibel (dapat mengikuti bentuk produk), transparan (tembus pandang),

tidak mudah pecah, bentuk laminasi (dapat dikombinasikan dengan bahan kemasan lain), tidak korosif dan harganya relatif murah.

Disamping memiliki berbagai kelebihan, plastik juga memiliki kelemahan yakni, tidak tahan panas, dapat mencemari produk sehingga mengandung resiko keamanan dan kesehatan konsumen, dan plastik termasuk bahan yang tidak dapat dihancurkan dengan cepat dan alami (non biodegradable) (Putra, 2012). Penggunaan kemasan plastik ini semakin meningkat, mulai dari kemasan barang pokok rumah tangga, seperti makanan dan minuman hingga kemasan sekunder untuk pengemas akhirnya. Menurut

Zahra *et al.*, (2020) menyebutkan bahwa Asosiasi Industri Olefin Aromatik dan Plastik Indonesia (INAPLAS) menyatakan, konsumsi plastik Indonesia pada tahun 2015 mencapai 17 kg/kapita/tahun. Jumlah penduduk Indonesia tahun 2017 sekitar 261 juta jiwa, dan penggunaan plastik secara nasional telah mencapai 4,44 juta ton. Mengingat plastik merupakan bahan tidak ramah lingkungan dan membutuhkan ratusan tahun bagi mikroba untuk mendaur ulang serta banyaknya pembakaran yang dapat menyebabkan pencemaran, maka sangat dibutuhkan teknologi kemasan yang aman dan ramah lingkungan, salah satunya dengan *edible packaging* (Krochta *et al.*, 1994).

Edible packaging merupakan salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mempertahankan kualitas produk serupa dengan kemasan yang dapat dikonsumsi, artinya *edible packaging* akan melapisi secara tipis, transparan, dan aman untuk dikonsumsi. Pada pembuatan *edible packaging* pati akan digelatinisasi. Gelatinisasi yang terbentuk akan dipengaruhi oleh amilosa dan amilopektin. Kedua zat ini pun akan mempengaruhi retrogradasi pati. Pada umumnya pati didapat dari umbi-umbian, umbi akar, umbi batang, dan umbi lapis. Umbi akar merupakan jenis umbi yang banyak digunakan sebagai bahan baku pembuatan pati. Pati singkong merupakan pati yang umum digunakan oleh masyarakat Indonesia. Pati singkong berpotensi menjadi *edible packaging* karena singkong memiliki kandungan pati sebesar lebih dari 72% (Amaliya, 2014).

Disamping keunggulan tersebut *edible packaging* ini sangat berpotensi untuk dilakukannya modifikasi, antara lain *edible packaging* ini bisa ditambahkan zat tertentu yang mampu memaksimalkan fungsinya sebagai kemasan produk pertanian. Didukung oleh Anggraini *et al.*, (2018), *Edible Packaging* ini merupakan kemasan yang dapat dimodifikasikan, artinya *edible packaging* ini tidak hanya sekedar untuk mengemas produk makanan namun dengan memodifikasi komposisinya dapat membuat *edible packaging* lebih bermanfaat. *Edible packaging* ini sudah banyak digunakan untuk pelapis produk daging beku, makanan semi basah (*intermediate moisture foods*), produk konfeksioni (permen), ayam beku, produk hasil laut, sosis, buah-buahan dan obat-obatan terutama untuk pelapis kapsul (Krochta *et al.*, 1994).

Produk dari bahan dasar daging merupakan produk yang mudah terkontaminasi dan memiliki *shelflife* yang cukup pendek karena merupakan panganan yang terbuat dari bahan organik dan mudah ditumbuhi mikroba Arief *et al.*, (2012). Maka dari itu diperlukan bahan yang dapat mengawetkan makanan khususnya pada produk dengan olahan dasar daging yang alami dan aman untuk dikonsumsi. Menurut Anggraini *et al.* (2018), akan lebih efektif jika zat pengawet makanan ditambahkan pada permukaan luar atau pada kemasan jika dibandingkan dengan penambahan zat pengawet yang secara langsung ditambahkan pada produk pangan. Menurut Krochta *et al.*, (1994) penggunaan bahan antibakteri dari bahan alami seperti ekstrak bawang putih akan lebih aman apabila dibanding dengan bahan antibakteri sintetis. Bawang putih (*Allium sativum* L.) merupakan salah satu umbi lapis yang termasuk ke dalam keluarga tanaman *Alliaceae*. Secara luas bawang putih selain banyak dijadikan sebagai bahan masakan juga digunakan untuk tujuan kesehatan dan pengobatan (Palaksha *et al.*, 2010).

Beberapa penelitian menunjukkan adanya peningkatan masa simpan produk pertanian yang telah ditambahkan atau dikemas dengan metode *edible film* dan dikombinasikan dengan bahan antibakteri alami. Amaliya, (2014) menyebutkan bahwa pengemasan dengan metode *edible film* pada produk pertanian dengan kombinasi kunyit putih dapat menangkul pertumbuhan bakteri pada produk tersebut. Diperkuat oleh Anggraini (2018), menyatakan

kombinasi *edible film* dengan ekstrak minyak atsiri daun jeruk dapat meningkatkan manfaat *edible film* dan meningkatkan antibakterinya.

Disamping itu penggunaan bawang putih dapat dijadikan senyawa antibakteri yang dapat dikombinasikan dengan *edible film*. Pernyataan tersebut didukung oleh penelitian yang menggunakan *edible film* termodifikasi bawang putih yang menunjukkan adanya zona hambat bakteri dengan konsentrasi ekstrak bawang putih 10% Amaliya, (2014).

Hadirnya *edible film* merupakan salah satu metode yang dapat menjadi jalan keluar dari permasalahan tersebut. *Edible film* merupakan salah satu metode untuk memperpanjang waktu simpan suatu produk, dengan adanya *edible film* yang ditambahkan bahan pendukung lainnya yang sering digunakan seperti *plasticizer* dan senyawa antibakteri. Kombinasi *edible film* dengan pati singkong dan ekstrak bawang putih ini bertujuan membuat produk dapat menangkul atau menghambat pertumbuhan bakteri dan dapat memperpanjang waktu simpan serta mempertahankan mutu produk dengan metode yang digunakan adalah *edible film*. Oleh karena itu berdasarkan uraian diatas pada penelitian ini akan dilakukan pengujian karakteristik *edible film* dengan penambahan bawang putih terhadap aktivitas antibakteri

METODOLOGI

Metode pembuatan ekstrak menggunakan metode maserasi. Bahan yang digunakan adalah Tepung pati Tani Kepyar Yogyakarta. Bawang putih segar yang didapat dari pasar tradisional Kecamatan Tanjungsari, Sumedang, air dan Alkohol 96%, Akuades, Gliserol. Alat yang digunakan terdiri dari Inkubator, oven, *Rotary evaporator*, *spektrofotometri UV-Vis*.

Penelitian menggunakan metode rancangan acak lengkap faktorial atau (RAL) factorial dengan 2 faktor yaitu konsentrasi pati singkong sebanyak 3 taraf yaitu 3g, 4g, dan 5g. faktor kedua yaitu konsentrasi ekstrak bawang putih sebanyak 4 taraf 0% sebagai kontrol, 1%, 2% dan 3%. Parameter ujiannya yaitu sifat elongasi dan kuat tarik fisik *edible film* merujuk pada *Japanese Industrial Standard, 1975* keduanya menggunakan *Texture Analyzer*. Dilanjut dengan pengujian zona hambat dari antibakteri yang tercipta oleh ekstrak bawang putih menggunakan metode *Kirby-Bauer*. Pengolahan data menggunakan Microsoft Office 2016 dan pengujian anova menggunakan *Software IBM SPSS Statistic 26*.

Persiapan Bahan

Penelitian ini diawali dengan pengujian kadar air pada tepung yang akan digunakan untuk pembuatan *edible film*, pada penelitian ini tepung pati singkong dengan merek dagang Tani Kepyar, Yogyakarta. Pengujian kadar air dibutuhkan karena kualitas *edible film* yang dihasilkan akan bergantung dengan kadar air bahan baku yang digunakan. Berikut adalah syarat mutu tepung pati singkong dan kadar air dari tepung pati singkong tersebut memiliki nilai rerata adalah 6,11%. Hasil kadar air ini memenuhi syarat yang diajukan oleh (BSN, 2011) yaitu maksimal di 14%. Hasil ini pun memastikan tepung pati Tani Kepyar layak untuk dijadikan bahan baku pembuatan *edible film* pada penelitian ini.

Sterilisasi Alat

Sterilisasi akan menggunakan oven dan autoklaf uap. Setiap alat gelas yang digunakan dicuci bersih kemudian dikeringkan. Untuk cawan petri dibungkus kertas terlebih dahulu dan disterilisasi menggunakan oven dengan suhu 105°C selama 2 jam. Setiap alat yang akan disterilisasi,

dimuat plastik tahan panas kemudian diikat dengan karet. Tabung reaksi, tutup silikon, *paper disk*, media NA, dan MHA disterilisasi ke dalam autoklaf untuk proses sterilisasi pada tekanan 1 atm dan suhu 121°C selama 15 menit. Autoklaf sendiri merupakan salah satu alat di laboratorium yang berfungsi untuk proses sterilisasi peralatan laboratorium sehingga dapat meminimalisir terjadinya kontaminasi mikroba (Ibrahim *et al.*, 2019). Khusus jarum ose dan pinset disterilkan dengan cara mencelupkannya ke dalam alkohol 70% atau dipanaskan diatas bunsen hingga memijar.

Pembuatan Ekstrak Bawang Putih

Bawang putih dikupas lalu dicuci dengan air mengalir. Bawang putih kemudian diiris dengan tipis dan setelah itu dimasukan kedalam oven selama 15 jam dengan suhu 50°C (Husna, 2017). Setelah bawang putih kering ditandai dengan mudah dipatahkan. Bawang putih ditimbang dan diblender untuk mendapat hasil bubuk simplisia. Proses selanjutnya merupakan proses ekstraksi dengan metode maserasi dengan cara melakukan perendaman menggunakan etanol 96% dengan perbandingan 1:10 (1 berat simplisia berbanding 10 berat etanol) dalam toples kaca selama 3 hari tanpa terpapar sinar matahari dan dilakukan pengadukan setiap harinya. Setelah 3 hari cairan hasil maserasi tersebut disaring dengan kain saring atau *cheesecloth*. Hasil ekstrak tersebut kemudian dipekatkan atau dimurnikan menggunakan *rotary evaporator* dengan suhu 50°C. Ekstrak kental bawang putih yang sudah dipekatkan dikumpulkan dalam beaker glass lalu akan diuji sisa kadar pelarutnya dan ekstrak bawang putih siap untuk dilakukan pengujian dan proses pembuatan *edible film*.

Pembuatan Edible Film

Ditimbang pati singkong seberat 3 gram, 4 gram, dan 5 gram tambahkan gliserol 2%. kemudian ditambahkan *aquades* 100 ml. Dilakukan homogenisasi dengan *magnetic stirrer hotplate* hingga larutan mencapai suhu gelatinisasi

yakni sekitar suhu 65-75°C selanjutnya ditambahkan ekstrak bawang putih dengan konsentrasi sesuai perlakuan dan diaduk. Diangkat larutan dari *hotplate* kemudian larutan dituangkan dengan tujuan menghilangkan gelembung yang terperangkap dan ditunggu suhu turun hingga sekitar 37°C. Lalu tuang ke cetakan plat kaca dan di oven selama 24 jam pada suhu 50°C (Arief, 2012).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Edible Film Elongasi

Uji elongasi dalam sampel ditentukan mengikuti prosedur modifikasi menggunakan *Texture Analyzer* (Yandriani, 2016). Nilai elongasi atau pemanjangan adalah gaya yang bekerja pada benda elastis yang akan bertambah hingga sampel hampir terputus. Analisis elongasi ini berhubungan dengan komposisi yang ditambahkan pada saat pembuatan sampel. Artinya semakin banyak konsentrasi dari bahan yang dimasukan atau digunakan maka semakin besar nilai elongasi yang akan didapat dan begitupun sebaliknya, semakin sedikit penambahan komposisi sampel maka semakin mengurangnya elongasi sampel tersebut (Amaliya, 2014).

Pada Tabel 1. Menunjukkan hasil pengujian anova menunjukkan bahwa *edible film* pati singkong dengan penambahan ekstrak bawang putih berpengaruh sangat nyata pada terciptanya nilai elongasi yang diperoleh. Menurut (Muslimah, 2021) penambahan konsentrasi mempengaruhi pada nilai gaya elongasi yang didapat, dalam penelitian ini kombinasi tersebut berupa kadar pati dan ekstrak. Nilai persen elongasi atau pemanjangan *edible film* menurut *Japanese Industrial Standard* (1975) dikatakan buruk apabila <10% dan dikatakan baik apabila > 50%.

Tabel 1. Hasil uji anova pada pengujian elongasi

Source of Variation	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	20618,149	12	1718,179	22944,330	0,000
Kadar_Pati	4079,094	2	2039,547	27235,833	0,000
Ekstrak_Bawang	18,063	3	6,021	80,404	0,000
Kadar_Pati * Ekstrak_Bawang	150,135	6	25,022	334,146	0,000
Error	1,797	24	0,075		
Total	20619,946	36			

Tabel 2. Nilai elongasi *edible film* campuran pati singkong dan ekstrak bawang putih dalam (%)

Variasi		Ekstrak Bawang Putih %			
		B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
Pati	S ₁	28 ± 0,519 ^{dX}	27 ± 0,509 ^{cdX}	26 ± 0,042 ^{bX}	24 ± 0,119 ^{aX}
	S ₂	33 ± 0,057 ^{eY}	32 ± 0,108 ^{eY}	25 ± 0,433 ^{aY}	26 ± 0,061 ^{bcY}
	S ₃	62 ± 0,318 ^{fZ}	74 ± 0,105 ^{gZ}	80 ± 0,166 ^{hZ}	74 ± 0,094 ^{gZ}

Keterangan: Notasi huruf kecil yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada variasi sampel berdasarkan uji DMRT pada taraf kepercayaan 95%. Notasi huruf kapital yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada faktor ekstrak bawang putih berdasarkan uji DMRT pada taraf kepercayaan 95%.

Hal ini sesuai dengan Putra, (2010) semakin banyak penambahan konsentrasi bahan semakin besar nilai persen pemanjangan. Pernyataan tersebutlah yang menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi pati dan konsentrasi ekstrak mempengaruhi nilai kuat tarik *edible film*. Adanya variasi komposisi pada penelitian ini menunjukkan perbedaan nilai elongasi atau pemanjangan yang didapat. Nilai ini dapat dilihat dari Tabel 2.

Data pada Tabel 2. menunjukkan bahwa formula dengan kombinasi pati singkong dan ekstrak bawang putih berpengaruh terhadap nilai elongasi. Keseluruhan formula dapat dikatakan memenuhi syarat *Japanese Industrial Standard* (1975) karena nilai elongasi yang didapat lebih dari 10%. Analisis kombinasi dengan nilai terbaik terjadi pada sampel S3B1, S3B2, S3B3 dan S3B4 dengan nilai terurut 62%, 74%, 80% dan 74%. Formula ini merupakan formula yang memenuhi *Japanese Industrial Standard* (1975) karena nilainya diatas 50%. Kombinasi formula yang nilai elongasinya diatas 50% merupakan formula yang memiliki faktor kombinasi S3, merupakan faktor dengan kadar pati singkong sebesar 5%. Kadar pati singkong 5% merupakan kombinasi kadar pati singkong terbesar dalam penelitian ini. Data diatas menunjukkan bahwa nilai elongasi pada setiap sampel mampu melebihi 10%.

Kadar amilosa yang tinggi berdampak pada sulitnya pati tergelatinisasi. Ini dikarenakan dibutuhkan energi yang lebih besar untuk mengurangi endapan amilosanya. Kadar amilosa tinggi juga mampu membentuk *film* yang kokoh dan kuat strukturnya. Polimer amilopektin memiliki rantai yang bercabang dan ikatan antar molekulnya bersifat lebih lemah. Tingginya kadar amilopektin menyebabkan sifat lebih lengket, lebih basah, lebih cenderung sedikit dalam menyerap air namun apabila kadar amilosa yang tinggi pati bersifat kering, menyerap air, dan lengket (Nisah, 2017). Hal ini dibuktikan dengan karakteristik *edible film* yang terbentuk bersifat seperti pernyataan diatas. Namun kelenturan yang didapat diasumsikan terpengaruh karena adanya bahan tambahan yaitu ekstrak bawang putih pada metode *solution casting* pada proses pembuatan *edible film*.

Analisis yang dapat disimpulkan dengan adanya nilai elongasi yang beragam tersebut menunjukkan bahwa kadar pati singkong dapat mempengaruhi nilai elongasi pada *edible film*. Hal ini terjadi karena pada dasarnya *edible film* ini dapat terbentuk karena adanya pati yang memiliki kandungan amilosa dan amilopektin yang teraktivasi karena proses gelatinisasi dan membuat pati dapat mengikat semua bahan pendukung lainnya seperti ekstrak bawang putih (Hernawati, 2020). Pati singkong sendiri dikenal sebagai pati yang memiliki kandungan amilosa dan amilopektin cukup baik. Menurut Subagio, 2007 pati singkong memiliki kadar amilopektin sebesar 81% yang menjadikan pati ini memiliki kekuatan pada struktur yang dibentuk. Hal tersebutlah yang mempengaruhi terciptanya ikatan molekul dan membuat kokoh *edible film* yang diujikan. Komposisi selanjutnya yang mempengaruhi nilai elongasi merupakan konsentrasi ekstrak bawang putih. Adanya ekstrak bawang putih di dalam formula membuat kekentalan hasil gelatinisasi berbeda-beda hal ini berpengaruh, membuat hasil *edible film* tidak terikat sempurna karena konsentrasi pati singkong yang diberikan memiliki limitasi untuk mengikat semua bahan baku. Pengaruh yang tercipta oleh adanya penambahan konsentrasi ekstrak bawang putih terhadap nilai elongasi merupakan pengaruh yang tidak signifikan.

Dapat ditarik kesimpulan bahwa adanya perbedaan formulasi mempengaruhi nilai elongasi *edible film* pada penelitian ini. Formulasi dengan nilai melebihi syarat *Japanese Industrial Standard* (1975) disebabkan oleh pengaruh konsentrasi pati singkong yang digunakan. Pati singkong dengan S3 atau 5% berpengaruh nyata terhadap nilai elongasi *edible film* pada penelitian ini. Pati dengan kode S2 dan S1 pun mampu menghasilkan nilai elongasi yang baik karena nilainya melebihi 10% dengan kata lain masih masuk dalam *Japanese Industrial Standard* (1975) yang memiliki nilai standarisasi yang dikatakan buruk apabila nilainya <10% dan dikatakan baik apabila nilainya > 50%. Sedangkan pengaruh adanya penambahan ekstrak bawang putih tidak memberikan pengaruh yang signifikan untuk *edible film*.

Tabel 3. Hasil uji anova pada pengujian kuat tarik

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	1771,102	12	147,592	5143,029	0,000
Pati_Singkong	277,313	2	138,657	4831,670	0,000
Ekstrak_Bawang_Putih	12,617	3	4,206	146,557	0,000
Pati_Singkong * Ekstrak_Bawang_Putih	105,035	6	17,506	610,013	0,000
Error	0,689	24	0,029		
Total	1771,791	36			

Tabel 4. Nilai kuat tarik *edible film* campuran pati singkong dan ekstrak bawang putih dalam (N/mm²)

Variasi	Ekstrak Bawang Putih				
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	
Pati	S ₁	0,465 ± 0,334 ^{dX}	0,455 ± 0,382 ^{dX}	0,385 ± 0,069 ^{bX}	0,274 ± 0,009 ^{aX}
	S ₂	0,529 ± 0,055 ^{eY}	0,506 ± 0,006 ^{eY}	0,277 ± 0,081 ^{aY}	0,422 ± 0,213 ^{cY}
	S ₃	0,570 ± 0,054 ^{fZ}	0,974 ± 0,103 ^{gZ}	1,354 ± 0,113 ^{zZ}	1,063 ± 0,024 ^{hZ}

Keterangan: Notasi huruf kecil yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada variasi sampel berdasarkan uji DMRT pada taraf kepercayaan 95%. Notasi huruf kapital yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada faktor ekstrak bawang putih berdasarkan uji DMRT pada taraf kepercayaan 95%.

Hasil ini sesuai dengan penelitian (Siregar, 2012) dan (Muslimah, 2021) yang serupa dengan hasil penelitian pati 5% dapat menghasilkan *edible film* dengan karakteristik fisik baik.

Kuat Tarik

Nilai daya tarik adalah gaya yang bekerja pada benda elastis yang akan bertambah panjang sampai ukuran tertentu. Analisis kuat tarik yang dilakukan pada penelitian ini erat kaitannya dengan komposisi yang digunakan pada percobaan. Menurut *Japanese Industrial Standard (1975)* minimal syarat kuat tarik pada *edible film* adalah 0.3 N/mm². Nilai pengujian anova dapat dilihat pada Tabel 3.

Pada Tabel 3. Menunjukkan hasil pengujian anova menunjukkan bahwa *edible film* pati singkong dengan penambahan ekstrak bawang putih berpengaruh sangat nyata pada terciptanya nilai kuat tarik yang diperoleh.

Kuat tarik yang semakin besar menunjukkan ketahanan *film* terhadap kerusakan akibat peregangannya dan tekanan yang semakin besar, sehingga kualitas fisik yang dihasilkan semakin baik, hal ini sesuai dengan pernyataan Gela (2016) yang menyatakan bahwa, polisakarida salah satunya pati dalam formula *edible film* berfungsi sebagai pembentuk matriks dan pemberi sifat kohesi. Jenis bahan pembentuk dan sifat kohesi struktural menentukan kekuatan mekanik *edible film*. Perbedaan nilai kuat tarik dapat terlihat jelas dari Tabel 4. dengan satuan (N/mm²) sebab akan lebih memudahkan dalam menganalisis syarat dari *Japanese Industrial Standard (1975)*.

Dari Tabel 4. diatas merujuk bahwa kuat tarik akan berbanding terbalik dengan nilai elongasi. Sampel dengan kode S3B1, S3B2, S3B3 dan S3B4 memiliki nilai kuat tarik berurutan yaitu 0,570 N/mm², 0,974 N/mm², 1,354 N/mm² dan 1,063 N/mm² merupakan nilai terbesar dan keempatnya memiliki kaitan dengan faktor S3 atau kadar pati 5%. Nilai dari di sampel-sampel tersebut menunjukkan hasil yang cukup baik karena melebihi dari syarat *Japanese Industrial Standard (1975)*.

Kombinasi perlakuan pada sampel diatas menunjukkan adanya nilai yang positif karena sebagian besar kombinasi dapat mencapai nilai yang memenuhi syarat *Japanese Industrial Standard (1975)* 0.3 N/mm². Hasil dari pengujian kuat tarik ini menunjukkan bahwa faktor kadar pati singkong berperan aktif mencapai nilai tersebut. Seperti yang sudah dijelaskan pada pengujian sebelumnya yaitu pengujian elongasi. Pati singkong ini memiliki kandungan amilosa dan amilopektin yang cukup baik guna menunjang kekuatan *edible film* yang dihasilkan (Subagio, 2007).

Faktor berikutnya adalah kadar dari ekstrak bawang putih yang memberikan pengaruh terhadap ketebalan *edible film*. Faktor ekstrak bawang putih ini tidak terlalu berpengaruh

terhadap nilai tambah kuat tarik yang dihasilkan. Adanya ekstrak bawang putih ini terbantu oleh jenis pati yang digunakan karena pati singkong dengan kandungan amilosa dan amilopektinnya mampu mengikat komposisi tambahan ini yaitu ekstrak bawang putih.

Kesimpulan menunjukkan bahwa menurut syarat *Japanese Industrial Standard (1975)* nilai faktor pati singkong 5% mampu membentuk karakteristik kuat tarik *edible film* yang dihasilkan dalam penelitian ini. Nilai dari faktor pati singkong lainnya yaitu S1 atau 3% dan S2 atau 4% juga mampu memenuhi syarat *Japanese Industrial Standard (1975)* karena mampu melewati nilai 0,3 N/mm². Adapun sampel yang tidak mampu memenuhi *Japanese Industrial Standard (1975)* terdapat pada kombinasi sampel S1B4 dan S2B3 bernilai 0,274 N/mm² dan 0,277 N/mm². Hasil ini sesuai dengan penelitian (Siregar, 2012) dan (Muslimah, 2021) yang serupa dengan hasil penelitian pati 5% dapat menghasilkan *edible film* dengan karakteristik fisik baik. Sedangkan faktor ekstrak bawang putih tidak terlalu memberikan pengaruh signifikan terhadap nilai kuat tarik *edible film*.

Aktivitas Antibakteri

Pengujian aktivitas antibakteri dilakukan untuk mengetahui aktivitas antibakteri dari *edible film* campuran dari faktor kadar pati singkong dan ekstrak bawang putih dengan mengikuti metode *Kirby-Bauer* (Palaksha & Ahmed, 2010) yang dimodifikasi. Pengujian aktivitas antibakteri ini menggunakan sampel dengan konsentrasi 100%. Kontrol positif yang digunakan adalah antibiotik kloramfenikol yang dilarutkan ke dalam akuades sehingga dihasilkan konsentrasi 1% dan kontrol negatif yang digunakan adalah akuades. Aktivitas antibakteri kontrol positif akan dibandingkan dengan aktivitas antibakteri sampel faktor kadar pati singkong dan ekstrak bawang putih yang merupakan bahan alami. Sedangkan kontrol negatif digunakan untuk memastikan bahwa zona hambat pada kontrol positif terbentuk bukan dikarenakan akuades.

Davis dan Stout (1971) sudah mengkategorikan kekuatan daya hambat antibakteri menjadi empat kategori. Apabila zona bening atau zona hambat yang terbentuk lebih besar dari 20 mm maka daya antibakterinya termasuk kedalam kategori sangat kuat. Jika diameter zona hambat sebesar 10-20 mm maka kategori daya antibakterinya adalah kuat. Sedangkan diameter zona hambat yang terbentuk sekitar 5- 10 mm, kategori daya hambatnya adalah sedang, dan jika zona hambatnya kurang dari 5 mm daya hambatnya termasuk kategori lemah. Berikut merupakan hasil pengujian aktivitas antibakteri yang dilakukan pada sampel *edible film*. Hasil dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Nilai antibakteri *edible film* campuran pati singkong dan ekstrak bawang putih pada bakteri *Escherichia coli* dalam milimeter (mm).

Kombinasi	Ekstrak Bawang Putih				
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	
Pati Singkong	S ₁	0 ± 0 ^{aV}	5,20 ± 0,051 ^{dX}	5,10 ± 0,035 ^{cY}	6,25 ± 0,060 ^{gZ}
	S ₂	0 ± 0 ^{aV}	4,90 ± 0,036 ^{bX}	5,18 ± 0,025 ^{dY}	5,73 ± 0,036 ^{fZ}
	S ₃	0 ± 0 ^{aV}	6,48 ± 0,025 ^{tX}	5,45 ± 0,047 ^{eY}	6,55 ± 0,047 ^{tZ}

Keterangan: Notasi huruf kecil yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada variasi sampel berdasarkan uji DMRT pada taraf kepercayaan 95%. Notasi huruf kapital yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada faktor ekstrak bawang putih berdasarkan uji DMRT pada taraf kepercayaan 95%.

Pada Tabel 7. merupakan kontrol positif dan negatif dalam penelitian. Kontrol negatif menggunakan *aquades* dan kontrol positif menggunakan kloramfenikol 0,1%. Berdasarkan Tabel 5. dan Tabel 6. kombinasi sampel dengan adanya faktor B1 (faktor dengan ekstrak bawang putih 0%) memiliki nilai 0,00 mm atau tidak memiliki zona hambat, baik pada bakteri *E. coli* maupun *S. aureus*. Hal ini dikarenakan sampel *edible film* ini tidak mengandung ekstrak bawang putih yang pada penelitian ini berguna untuk antibakteri. Pada pengujian lainnya yang menggunakan faktor ekstrak bawang putih atau memiliki kode B2, B3 dan B4 pada kombinasi sampelnya menunjukkan timbulnya zona hambat pada saat pengujian aktivitas antibakteri. Adapun

satu kombinasi pada pengujian bakteri *E. coli* memiliki nilai lemah yaitu pada kombinasi S2B2. Adanya nilai lemah ini mungkin terjadi akibat pengadukan yang kurang homogen pada pembuatan *edible film*.

Davis dan Stout (1971) mengatakan bahwa senyawa bioaktif dapat menghambat pertumbuhan bakteri dengan cara merusak membran dan struktur sel bakteri dengan membentuk ikatan kompleks dengan protein, menghambat sintesis DNA dan RNA, serta menghambat proses respirasi dan metabolisme energi pada bakteri. Pernyataan tersebut didukung oleh Amaliya (2014) dalam penelitiannya yang menyatakan bahwa semakin banyak kandungan bahan aktif dalam sampel maka semakin kuat aktivitas antibakterinya.

Tabel 6. Nilai antibakteri *edible film* campuran pati singkong dan ekstrak bawang putih pada bakteri *Staphylococcus aureus* dalam milimeter (mm).

Kombinasi	Ekstrak Bawang Putih				
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	
Pati Singkong	S ₁	0 ± 0 ^{dV}	11 ± 0,020 ^{cdX}	12,63 ± 0,035 ^{fY}	10,94 ± 0,020 ^{bcZ}
	S ₂	0 ± 0 ^{dV}	11,02 ± 0,030 ^{dX}	11,26 ± 0,030 ^{eY}	10,92 ± 0,036 ^{bZ}
	S ₃	0 ± 0 ^{dV}	12,11 ± 0,116 ^{fX}	12,36 ± 0,040 ^{gY}	13,52 ± 0,040 ^{iZ}

Keterangan: Notasi huruf kecil yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada variasi sampel berdasarkan uji DMRT pada taraf kepercayaan 95%. Notasi huruf kapital yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada faktor ekstrak bawang putih berdasarkan uji DMRT pada taraf kepercayaan 95%.

Tabel 7. Nilai sampel kontrol antibakteri *edible film* campuran pati singkong dan ekstrak bawang putih pada bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* dalam milimeter (mm).

Sampel kontrol	<i>E. coli</i>	Kategori	<i>S. aureus</i>	Kategori
<i>Aquades</i> (-)	0 ± 0	(Tidak ada)	0 ± 0	(Tidak ada)
Kloramfenikol 1% (+)	20,02 ± 0,015	(Kuat)	26,03 ± 0,015	(Sangat kuat)



Gambar 1. Sampel S3B3



Gambar 2. Sampel S3B4

Zona hambat dapat tercipta karena kombinasi sampel memiliki zat bioaktif yaitu ekstrak bawang putih. Amaliya

(2014) mengatakan bahwa senyawa bioaktif dapat menghambat pertumbuhan bakteri dengan cara merusak

membran dan struktur sel bakteri dengan membentuk ikatan kompleks dengan protein, menghambat sintesis DNA dan RNA, serta menghambat proses respirasi dan metabolisme energi pada bakteri. Pernyataan tersebut didukung oleh Davis dan Stout (1971) dalam penelitiannya yang menyatakan bahwa semakin banyak kandungan bahan aktif dalam sampel maka semakin kuat aktivitas antibakterinya.

Serupa dengan penelitian sebelumnya dari Iswari (2019), Dewi (2020), (Komala, 2022) aktivitas antibakteri dapat diperoleh dengan menambahkan zat aktif yang dalam penelitian ini zat aktifnya adalah ekstrak bawang putih. Allisin merupakan senyawa yang tidak stabil dan tidak tahan panas. Proses pengirisan dan penghalusan pada bawang putih menghasilkan senyawa yang disebut Allisin. Allisin yakni senyawa organosulfur yang didapatkan dari ekstrak bawang putih (Hernawan, *et al.*, 2003). Allisin menyebabkan bawang putih memiliki rasa dan aroma yang khas, pada farmakologi allisin mampu berfungsi untuk antibakteri, antijamur, dan antioksidan (Hernawan, *et al.*, 2003). Allisin mampu menghambat pertumbuhan bakteri, baik itu Gram positif dan bakteri Gram negatif (Saravanan, *et al.*, 2010).

Kandungan allisin yang terkandung dalam ekstrak diduga mampu menciptakan pengaruh antibakteri pada *edible film*. Artinya semakin banyak banyaknya zat aktif yang ditambahkan maka semakin besar juga zona hambat bakteri yang ditimbulkan. Pada penelitian ini nilai zona hambat pada bakteri *e.coli* dalam rerata “sedang” karena nilai zona hambatnya ada pada rentang 5-10 mm dan pada bakteri *s.aureus* dalam rerata “kuat” karena nilai zona hambatnya ada pada rentang 10-20 mm. Berdasarkan nilai yang didapat pada pengujian aktivitas antibakteri, nilai zona hambat dapat ditingkatkan dengan adanya penambahan ekstrak yang diberikan pada pembuatan *edible film*.

Rekapitulasi Hasil Pembahasan

Penelitian *edible film* dari bahan tepung pati singkong dan penambahan ekstrak bawang putih akan merujuk pada *Japanese Industrial Standard* (1975) yang berisi salah satunya mengenai standar *edible film* berdasarkan nilai elongasi dan kuat tariknya. Tahap selanjutnya dilakukan pengujian aktivitas antibakteri guna mengetahui kekuatan *edible film* ini menangkal bakteri pembusuk yang dalam penelitian ini menggunakan bakteri *E. coli* dan *S. aureus*. Berikut merupakan gambar dari *edible film* pati singkong dan ekstrak bawang putih, dapat dilihat pada gambar-gambar dibawah.

Kesimpulan yang didapat dari berbagai pengujian bahwa *edible film* berbahan tepung pati singkong dengan tambahan ekstrak bawang putih mendapat hasil yang memuaskan karena karakteristik dari elongasi dan kuat tarik rata-rata mampu memenuhi syarat *Japanese Industrial Standard* (1975) namun ada beberapa sampel pada pengujian kuat tarik yang belum memenuhi syarat. Hal ini diduga karena adanya komposisi ekstrak bawang putih tidak terikat secara sempurna oleh pati singkong dan menjadikan *edible film* yang dihasilkan rapuh. Menurut (Kawija, *et al.*, 2017) menyatakan bahwa semakin besar jumlah pati singkong maka kekuatan tarik *edible film* semakin tinggi. Hal ini dapat terjadi karena ikatan biopolimer pada gel pati singkong semakin kuat dengan semakin bertambahnya pati. Pernyataan tersebut mampu menguatkan alasan bahwa *edible film* dengan formula tepung pati singkong 3%, ekstrak bawang putih 5% (S1B4) dan tepung pati singkong 4%, ekstrak bawang putih 4% (S2B3) komposisi pati singkongnya tidak dapat mengikat seluruh bahan baku yang ditambahkan dalam pembuatan sampel tersebut. *Edible film* dengan nilai elongasi dan kuat tarik terbaik didapatkan oleh sampel S3B3 dengan nilai berurutan adalah 80% dan 1,354 N/mm².

Kesimpulan pada pengujian aktivitas antibakteri sejalan dengan pernyataan Davis dan Stout (1971) bahwa setiap penambahan komposisi ekstrak bawang putih maka nilai aktivitas antibakteri akan semakin bertambah hal ini ditunjukkan adanya penambahan zona hambat yang tercipta pada setiap penambahan komposisi ekstrak bawang putih. Adapun nilai aktivitas antibakteri diduga akibat adanya kandungan allisin pada ekstrak bawang putih yang memang salah satu fungsinya adalah menghambat pertumbuhan bakteri, antijamur, dan antioksidan (Hernawan, *et al.*, 2003). Berikut adalah nilai terhadap bakteri *E. coli* yaitu berada di rentang “sedang” namun ada satu formula yang memiliki nilai rendah yaitu pada formula S2B2. Adanya nilai lemah ini mungkin terjadi akibat pengadukan yang kurang homogen pada pembuatan *edible film*. Pada pengujian aktivitas antibakteri dengan bakteri *S. aureus* berada di rentang “kuat”. Sampel *edible film* pati singkong dengan ekstrak bawang putih terbaik yang dapat menghambat aktivitas bakteri adalah sampel dengan konsentrasi tepung pati singkong 5% dengan 3% ekstrak bawang putih (S3B4) dengan nilai antibakteri pada *Escherichia coli* sebesar 6,55 mm dan pada *Staphylococcus aureus* sebesar 13,52 mm.

KESIMPULAN

Setiap penambahan konsentrasi pati singkong dalam pembuatan *edible film* yang dimodifikasi dengan penambahan ekstrak bawang putih mampu menghasilkan *edible film* yang memenuhi nilai elongasi dan kuat tarik pada syarat *Japanese Industrial Standard* (1975). Variasi terbaik nilai elongasi diatas 50% yaitu pada sampel S3B3 dengan nilai 80% dan nilai kuat tarik melebihi 0,3 N/mm² pada sampel S3B3 dengan nilai 1,354 N/mm².

Setiap penambahan konsentrasi ekstrak bawang putih dalam pembuatan *edible film* berbasis pati singkong mampu membuat zona hambat pada pengujian antibakteri. Variasi terbaik yang menciptakan zona hambat pada bakteri *Escherichia coli* adalah konsentrasi pati singkong sebanyak 5% dan konsentrasi ekstrak bawang putih sebanyak 3% dengan kode sampel S3B4 memiliki nilai 6,55mm kategori “sedang” dan zona hambat terbaik pada bakteri *Staphylococcus aureus* adalah sampel S3B4 dengan nilai 13,52mm kategori “kuat” pemberian kategori ini berdasarkan Davis dan Stout (1971).

DAFTAR PUSTAKA

- Amaliya, R. R., & Putri. W. D. R. (2014). Karakterisasi *Edible Film* dari Pati Jagung dengan Penambahan Filtrat Kunyit Putih sebagai Antibakteri. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(3), 43-53.
- Angraini, T. N. Agustini, T. W., & Rianingsih, L. 2018. Karakteristik *Edible Film* Karagenan dengan Penambahan Ekstrak Bawang Putih (*Allium Sativum*) Sebagai Antibakteri (The Characteristic of Carrageenan *Edible Film* with the Addition of Garlic (*Allium sativum*) as Antibacterial). *Saintek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 14(1), 70-76. E-Journal on-line. Melalui <https://doi.org/10.14710/ijfst.14.1.70-76>
- Apriyanti, M. E. 2018. Pentingnya Kemasan Terhadap Penjualan Produk Perusahaan. *Sosio e-kons*, 10(1), 20-27.
- Arief, H.S.Y.B, Pramono., & Bintoro. 2012. The Influence of Different Concentration From Edible Activity in Beef Meatball At Shelf Life Period. *Animal Agriculture Journal*, 1(2), 100–108.

- Arnalia, A. et al. 2022. Studi Pati Singkong sebagai *Edible Film* dalam Upaya Mengoptimalkan Kemasan Ramah Lingkungan. *Prosiding Konferensi Integrasi Interkoneksi Islam dan Sains*. 4: 39 – 42.
- Azzahra, F., Almalik, E. A., & Sari, A. A. 2019. Uji aktivitas antibakteri dari ekstrak etanol daun alpukat (*Persea americana* Mill.) terhadap bakteri *Salmonella typhi* dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Kefarmasian Akfarindo*, 1-10.
- Badan POM RI. (2005). Peraturan Kepala badan Pengawasan Obat dan Makanan RI Nomor Hk.00.05.41.1384 Tahun 2005 tentang Kriteria dan tata Laksana Pendaftaran Obat Tradisional, Obat Herbal Terstandar dan Fitofarmaka. Jakarta: badan Pengawas Obat dan Makanan RI.
- Becker, C.A., & R.C. Bakhuizen Van Den Brink. 1963. *Flora of Java*, 1. Netherlands: N.V.P. Nordhoff.
- Davis, W.W., & Stout, T.R. 1971. Disc Plate Methods of Microbiological Antibiotic Assay. *Microbiology*. 22(4): 659-665.
- Davis, W.W., & Stout, T.R. 1971. Disc Plate Methods of Microbiological Antibiotic Assay. *Microbiology*, 22(4), 659-665.
- Departemen Kesehatan RI. (1994). Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 661/MENKES/SK/VII/1994 tentang Persyaratan Obat Tradisional. Jakarta: Departemen Kesehatan RI.
- Dewi, I., Orde, I., & Verawaty, V. 2020. Efektivitas Gel Ekstrak Etanol Bawang Putih (*Allium Sativum* L.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus Aureus*. *Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia*, 2(2), 105-112.
- Dhamera, V. 2014. Analisis Pengaruh Keunikan Desain Kemasan Produk, Konduktivitas Store Environment, Kualitas Display Produk Terhadap Kepuasan Pembelian Impulsif (Studi pada Pasaraya Sri Ratu Pemuda Semarang). *Jurnal Sains Pemasaran Indonesia (Indonesian Journal of Marketing Science)*, 13(1), 1-44.
- Durairaj, S., Sangeetha, P. Lakshmanaperumalsamy. 2009. In vitro antibacterial activity and stability of garlic extract at different pH and temperature. *Electron J Biol.*, 5: 5–10.
- Firdaus, F., S. Mulyaningsih., & H. Anshory. 2008. Sintesis Film Kemasan Ramah Lingkungan Dari Komposit Pati, Kitosan, dan Asam Polilaktat Dengan Pemlastis Gliserol: Studi Morfologi dan Karakteristik Mekanik. *Jurnal logika*, 5(1).
- Garnida., & Yudi. 2020. *Edible Coating dan Aplikasinya pada Produk Pangan*. Bandung: Anggota IKAPI
- Gawad, M. A. et al. 2014. In Vitro Antioxidant, Total Phenolic And Flavonoid Contents Of Six *Allium* Species Growing In Egypt. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 3(4), 343-346.
- Gela, D.T. 2016. *Karakteristik Edible Film Dari Gelatin Kulit Kuda (Equus Caballus) Serta Aplikasinya Untuk Kemasan Makanan*. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Alauddin: Makassar.
- Ghazala, H.R., & Huma S. 2011. Genus *Allium*: The potential nutritive and therapeutic source. *Journal of Pharmacy and Nutrition Sciences* 1:158-165.
- Guilbert, S., & Biquet, B. 1996. Food Packaging Technology. *Edible Films and Coatings*. 1.
- Handayani, R., & Nurzanah, H. 2018. Karakteristik *Edible Film* Pati Talas dengan Penambahan Antimikroba dari Minyak Atsiri Lengkuas. *Jurnal Kompetensi Teknik*, 10(1), 1-11.
- Harini, K., Babu S., Ajila V., & Hegde S. 2013. Garlic: It's a role in oral and systemic Health. *NUJHS*, 3(4), 17-22.
- Hernawan, U. E., & Setyawan. A. D. 2003. Senyawa Organosulfur Bawang Putih (*Allium sativum* L.) dan aktivitas biologinya. *Biofarmasi*, 1(2), 65-76.
- Hernawati, D., Suharyati, S. & Nurkamillah, S. 2020. Perbandingan Aktivitas Antibakteri Bawang Putih (*Allium sativum*) dengan Varietas Berbeda Secara *In Vitro* Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli*. *Jurnal Life Science*, 2(1), 1–10.
- Hosseini, S. E., Bayat, M., Shabani, S., Mozaffari, N., & Amir, S. 2014. Antibacterial effect of garlic aqueous extract on *Staphylococcus aureus* in Hamburger. *Jundishapur Journal of Microbiology*, 7(11), 1–5.
- Hovana, E.K. et al. 2011. Antibacterial and Phytochemical Studies of *Allium Sativum*. *New York Science Journal*, 4: 123-128.
- Hui, Y. H. 2006. *Handbook of Food Science Technology and Engineering*. CRC Press: Taylor & Francis Group
- Husna, A. et al. 2017. Karakteristik Pengerangan Bawang Putih (*Allium sativum* L.) Menggunakan Pengerang Oven. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah*. 2(1). 338-347.
- Ibrahim, A. T., K. Sukenti., & D. G. Wirasisya. 2019. Uji Potensi Antimikroba Ekstrak Metanol Daun Kastuba (*Euphorbia pulcherrima* Willd.). *Natural B* 5(1), 13-18.
- Iswari, M. F., Harini, N., & Winarsih, S. 2019. Kajian *Edible Coating* Berbasis Pati Singkong Dengan Perbedaan Stabilizer (Alamidan Sintetis) Pada Bakso Ayam. *Food Technology and Halal Science Journal*, 2(2), 130–140.
- Japanese Industrial Standard. 1975. *Japanese Standards Association*, 2: 1707.
- Kawija. et al. 2017. Studi Karakteristik Pati Singkong Utuh Berbasis *Edible Film* dengan Modifikasi *Cross Linking* Asam Sitrat. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 18(2), 143-152.
- Kimura, S. et al. 2017. *Black garlic*: A critical review of its production, bioactivity, and application. *Journal of Food and Drug Analysis*, 25(1), 62–70. E- Journal online. Melalui <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2016.11.003>.
- Komala, O. et al. 2022. Perbandingan Daya Hambat dari Ekstrak dan Hasil Fermentasi Bawang Putih (*Allium Sativum*) terhadap Bakteri *Escherichia coli*. *Jurnal Ilmiah Ilmu Dasar dan Lingkungan Hidup*, 22(2), 4-103.
- Krochta, J.M. 1994. Edible Protein Films and Coatings in Food Proteins and Their Applications. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 4: 841 – 845.
- Kusnandar, F. 2010. *Kimia Pangan Komponen Makro*. Jakarta: Dian Rakyat.
- Kusuma, Hardianti, D., & Prastowo, I. 2018. Pengaruh *edible coating* pati singkong untuk mempertahankan kualitas buah stroberi (*Fragaria vesca* L.). *Prosiding Seminar Nasional IV Hayati 2018* ISBN: 978 (September), 326–31
- Lestari, I., & Hanum, G. R. 2019. Aktivitas Antibakteri Kombinasi Ekstrak Daun Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) dan Bawang Putih (*Allium sativum*) terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Medicra (Journal of Medical Laboratory Science/Technology)*, 2(2), 43-47.
- Ma, C. H. et al. 2009. *Morphology and properties of Nafion membranes prepared by solution casting*. *Polymer*, 50(7), 1764-1777.
- Mathew, A. P., & Oksman, K. (2014). Processing of bionanocomposites: solution casting. In *HANDBOOK OF GREEN MATERIALS: 2 Bionanocomposites: processing, characterization and properties*, (pp. 35-52).

- Meyers, Michelle., & Garlic. 2006. *an herb society of America guide*. USA: The herb society of America
- Murphy, P. 2000. *Handbook of Hydrocolloids*. New York: Woodhead Publishing Ltd and Crc. Press Lic.
- Muslimah, S. M., Warkoyo, W., & Winarsih, S. 2021. Studi Pembuatan *Edible Film* Gel Okra (*Abelmoschus esculentus* L.) dengan Penambahan Pati Singkong. *Food Technology and Halal Science Journal*, 4(1), 94–108. E-Journal on-line. Melalui <https://doi.org/10.22219/ftsh.v4i1.15826>
- Nisah, K. 2017. Study Pengaruh Kandungan Amilosa dan Amilopektin Umbi-Umbian Terhadap Karakteristik Fisik Plastik Biodegradable dengan *Plasticizer* Gliserol. *Jurnal Biotik*, 106-113.
- Nurhayati, S. 2007. *Pengaruh Ketuaan dan Konsentrasi Dekok Daun Salam (Syzygium polyanthum (Wight.) Wapl) terhadap Diameter Zona Hambat Salmonella typhi Secara In Vitro*. Skripsi. Malang: Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Malang.
- Palaksha, M.N., & Ahmed, S. 2010. Antibacterial activity of garlic extracts on streptomycin-resistant *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* solely and in synergism with streptomycin. *J Nat Sc Biol Med*, 1: 12-5.
- Pascall, M.A., & Lin, S.J. 2012. The Application of Edible Polymeric Films and Coatings in the Food Industry. *Journal of Food Processing & Technology*, 4(2), 2013.
- Pavlath, A. E., & Orts, W. 2009. *Edible Film and Coatings for Food Application. Chapter 1*. Edible Films and Coating: Springer, New York.
- Putra, H., & Yuriandala, Y. 2012. Studi Pemanfaatan Sampah Plastik Menjadi Produk dan Jasa Kreatif. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 2(1), 21-31.
- Rodrigues, M., Ose's, K., Ziani & Mate. 2006. Combined Effect of Plasticizer and Surfactants on The Physical Properties of Starch Based Edible Films. *Food Research International*. 39, 840-864. Melalui 10.1016/j. Foodres. 2006.04.002
- Saravanan, P., V., et. al. 2010. Antibacterial Activity of *Allium sativum* L. On Pathogenic Bacterial Strain. *Global Veterinaria*, 4(5), 519-522.
- Siregar, S. H., & Irma, W. 2012. Pemanfaatan Kulit Singkong Sebagai Alternatif Bahan Baku *Edible Film*. *Photon: Jurnal Sain Dan Kesehatan*, 3(1), 15-21.
- Thirathumthavorn., Dounjai., & Sanguansri C. 2007. Aging effects on sorbitol- and non-crystallizing sorbitol-plasticized tapioca starch films. *Starch/Staerke* 59(10), 493–97. Melalui 10.1002/star.200700626.
- Titisari, A., et al. 2019. *Kiat Sukses Budidaya Bawang Putih*. Bogor: Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian.
- Undang-undang Republik Indonesia Nomor 18 tahun 2012 tentang pangan pasal 75 ayat 1.
- Utama, Y. A. K., & Rukismono, M. 2018. *Singkong-Man vs Gadung-Man*. Ebook: Penerbit Arseni
- Yandriani. & Jannah. A. M. 2022. Karakterisasi *Edible Film* Kulit Durian dengan Penambahan Antibakteri dari Ekstrak Bawang Putih. *Jurnal Teknik Kimia*, 27(1), 10-19.
- Zahra, A. A. et al. 2020. *Edible Film* Mikroalga dan Serasah Daun Mangrove Berbasis Plasticizer Gliserol sebagai Inovasi Kemasan Biodegradable. *Open Journal Systems*. 15(1), 3885-3

Halaman ini sengaja dikosongkan