

EFEKTIVITAS PENAMBAHAN BAHAN ALAMI (LINDUR, JAHE DAN BAWANG PUTIH) PADA FORMULASI COATING KITOSAN TERHADAP LAMA PENYIMPANAN PRODUK HOLTIKULTURA

Risman Rifaldi¹⁾

¹⁾ Jurusan Biologi UIN Alauddin Makassar
Email: rismanrialdienca@gmail.com

ABSTRAK

Kitosan merupakan turunan dari kitin yang berasal dari cangkang udang atau rajungan yang mengandung 20-30% senyawa kitin, protein 21%, dan 40-50% mineral. Kitosan dapat digunakan untuk coating produk-produk pangan seperti produk hortikultura. Kitosan mengandung antibakteri yang mampu menghambat pertumbuhan mikroba serta memperpanjang masa simpan suatu produk. Untuk menambah nilai gizi dan mutu suatu produk pangan kitosan dapat dikombinasikan dengan bahan alami yang mengandung senyawa bioaktif dan antioksidan sehingga manfaat yang diperoleh lebih besar. Dari penelitian sebelumnya ekstrak lindur, jahe dan bawang putih mengandung senyawa bioaktif yang dapat diformulasikan kedalam *edible coating* produk hortikultura. Ekstrak lindur 2%, jahe 8% dan bawang putih 2% masing-masing merupakan formulasi terbaik yang didapat dalam menghambat pertumbuhan mikroba dan memperpanjang masa simpan produk.

Kata Kunci: Kitosan, *Edible Coating*, Bioaktif

PENDAHULUAN

Kebutuhan masyarakat akan produk hortikultura khususnya buah dan sayur terus meningkat tiap tahunnya. Buah dan sayur menjadi sumber nutrisi yang baik bagi tubuh karena mengandung zat-zat yang bergizi khususnya sumber vitamin dan mineral yang tidak dapat diproduksi sendiri oleh tubuh manusia. Meningkatnya kesadaran akan pola hidup sehat menyebabkan kebutuhan buah dan sayuran banyak diminati masyarakat untuk dikonsumsi sehari-hari baik masyarakat dalam negeri maupun luar negeri. Pasar-pasar modern seperti supermarket menuntut kualitas buah dan sayuran segar yang bermutu tinggi mulai dari kondisi fisik yang menarik, nilai gizi yang tinggi serta buah dan sayur yang tidak cepat mengalami pembusukkan selama penyimpanan (Nazirwan dkk., 2014).

Mekanisme panen dan pascapanen dalam sistem agrobisnis sekitar tahun 1979 telah dinyatakan oleh FAO (*Food and Agriculture Organization*) sebagai permasalahan terbesar kedua (*Second Generation Problem*) karena mengalami kehilangan hasil yang cukup besar, baik secara kualitatif maupun kuantitatif dalam

proses penyediaan sumber pangan. Sejak permulaan tahun 2000 yang terkait dengan ketersediaan pangan, masyarakat telah menuntut jaminan mutu serta keamanan pangan yang lebih baik. Hal lain yang menjadi perhatian yaitu tentang kesejahteraan dan keselamatan pekerja, serta keamanan lingkungan dalam seluruh proses penyediaan pangan (Mutiarawati, 2007).

Adanya penanganan produk hortikultura pascapanen dapat meminimalisir proses pembusukkan serta kondisi buruk lainnya sehingga, kualitas dan gizi produk tetap terjaga sampai kepada masyarakat (Nazirwan dkk., 2014). Salah satu penanganan pascapanen produk hortikultura adalah dengan dilakukannya *coating* yang dapat menurunkan aktivitas biologis seperti transpirasi sehingga kadar air masih tetap terjaga, *coating* juga dapat mempertahankan kualitas tanaman dan memperpanjang masa simpan (Nazirwan dkk., 2014).

Dalam kurun waktu terakhir ini bahan pengemas makanan yang bersumber dari plastik sering digunakan, karena plastik memiliki

beberapa keunggulan di antaranya transparan, mudah dibentuk, fleksibel, tidak mudah pecah dan harganya relatif murah. Polimer plastik juga memiliki banyak kelemahan seperti mudah sobek, tidak tahan panas dan yang paling penting dapat menyebabkan kontaminasi melalui transmisi monomer-monomer kedalam bahan yang dikemas. Adapun kelemahan lain dari penggunaan plastik adalah sifatnya yang tidak dapat dihancurkan atau terurai secara alami (*non-biodegradable*), sehingga dapat menyebabkan kerusakan lingkungan. Oleh karena itu, mulai dikembangkan pengemas berbahan organik yang memiliki sifat mirip plastik namun bersifat mudah terurai (*biodegradable*), dapat langsung dikonsumsi seperti pengemas makanan *edible* (Prasetyaningrum dkk., 2010).

Coating

Dalam memperpanjang masa simpan serta menjaga kualitas produk dapat digunakan *edible coating* (Kilinceker, 2009). *Edible coating* merupakan lapisan tipis yang bertujuan untuk memperpanjang masa simpan serta mempertahankan mutu selama penyimpanan. Lapisan ini berfungsi untuk melindungi produk dari kerusakan mekanis dengan cara mengurangi transmisi uap air, aroma dan lemak pada bahan yang dikemas. *Edible coating* dapat diproduksi dari tiga jenis bahan yang berbeda yaitu hidrokoloid (polisakarida dan protein), lipida dan komposit (Krochta *et al.*, 1994).

Edible coating merupakan lapisan tipis yang dibuat dari bahan alami yang dapat dikonsumsi, dibentuk diatas komponen yang berfungsi dalam menghambat transfer massa (kelembapan, oksigen, lemak dan zat terlarut) atau sebagai pembawa bahan makanan atau zat aditif untuk meningkatkan mutu makanan. *Edible coating* dapat dikombinasikan dengan bahan tambahan makanan dan substansi lain untuk meningkatkan kualitas warna, aroma dan tekstur produk, untuk menghambat pertumbuhan mikroba, serta untuk meningkatkan seluruh penampakan produk agar menjadi *Edible Coating* aktif. *Edible Coating* yang menggunakan bahan dasar

polisakarida (karagenan) sering digunakan untuk melapisi buah dan sayur, karena mampu bertindak sebagai membran permeabel yang selektif dalam pertukaran gas karbondioksida dan oksigen (Budiman, 2011).

Edible Coating antibakteri dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen atau organisme perusak pada permukaan luar makanan serta memperpanjang masa simpan dari makanan yang dikemas (Lee *et al.*, 2004). Substansi antibakteri yang dikombinasikan pada material kemasan akan mengontrol kontaminasi mikroba dengan menghambat tingkat pertumbuhan populasi maksimum atau memperpanjang fase adaptasi mikroba pada bakteri target dan menonaktifkan mikroorganisme (Quintavalla and Vicini, 2002).

Kitosan

Kitosan adalah turunan dari kitin yang berasal dari cangkang udang atau rajungan yang mengandung 20-30% senyawa kitin, protein 21%, dan 40-50% mineral. Kitosan adalah polisakarida terbesar kedua setelah selulosa yang memiliki rumus kimia poli (2-amino-2-dioksi-a-D-Glukosa) yang dapat dibuat dengan proses hidrolisis kitin dengan menggunakan asam atau basa kuat (Hargono *et al.*, 2008).

Kitosan merupakan polisakarida yang memiliki bentuk linier yang terdiri dari monomer N-asetilglukosamin dan D-glukosamin. Bentukan derivative dari deasetilasi polimer ini adalah kitin. Kitin merupakan jenis polisakarida terbanyak kedua di bumi setelah selulosa. Kitin dapat diproduksi dari *crustacean* dan beberapa jenis jamur. Kitin merupakan polimer linier yang tersusun dari 2000-3000 monomer. Kitin mudah mengalami proses degradasi secara biologis, tidak bercun dan tidak larut dalam air, asam anorganik lemah dan asam organik, alkali pekat, alkohol, aseton, tetapi larut dalam larutan dimetil asetamida dan lithium klorida atau asam lemah seperti asetat dan formiat (Kurita, 1998).

Proses produksi kitosan meliputi tiga proses besar yaitu deproteinasi, demineralisasi dan deasetilasi. Demineralisasi menggunakan

asam lemah yang bertujuan untuk menghilangkan mineral yang terdapat dalam bahan baku. Deproteinasi dilakukan dengan menggunakan larutan basa lemah untuk menghilangkan sisa-sisa protein yang masih ada dalam bahan baku. Kitosan dapat ditemukan secara alami pada dinding sel filament dan yeast karena deasetilasi enzimatis (Trisnawati dkk., 2013).

Sifat dan penampilan kitosan dapat dipengaruhi oleh perbedaan kondisi antara lain jenis pelarut, konsentrasi, waktu dan suhu pada proses ekstraksi. Kitosan memiliki warna putih kecoklatan dan dapat diperoleh dengan berbagai macam bentuk morfologi seperti struktur yang tidak teratur, bentuknya kristalin atau semikristalin, selain itu dapat juga berbentuk padatan amorf. Kitin memiliki sifat biologi dan mekanik yang tinggi seperti biorenewable, biodegradable, dan biofungsional. Suatu molekul dikatakan kitin bila memiliki derajat deasetilasi (DD) sampai 10% dan memiliki kandungan nitrogen kurang dari 7%. Dan suatu molekul dikatakan kitosan bila nitrogen yang terkandung molekulnya lebih besar dari 7% serta berat dari derajat deasetilasi lebih dari 70% (Muzzarelli, 1985).

Kitosan dapat berinteraksi dengan bahan-bahan yang bermuatan seperti protein, polisakarida, anionik, asam lemak, asam empedu dan fosfolipid. Kitosan dapat larut dalam asam dan air mempunyai keunikan dapat membentuk gel yang stabil dan memiliki muatan dwikutub, dimana muatan negatif pada gugus karboksilat dan muatan positif pada gugus NH. Kelarutan kitosan dipengaruhi oleh tingkat ionisasinya, dan dalam bentuk terionisasi penuh, kelarutannya dalam air dapat meningkat karena adanya jumlah gugus yang bermuatan (Wibowo, 2006).

Sebagai antibakteri kitosan mempunyai sifat menghambat, dimana kitosan akan berikatan dengan protein membran sel, yaitu glutamat yang merupakan penyusun membran sel. Selain berikatan dengan protein membran kitosan juga berikatan dengan fosfolipid membran, terutama fosfatidil kolin. Sehingga

dapat meningkatkan permeabilitas sel *inner membrane* (IM). Naiknya permeabilitas membran dapat memudahkan keluarnya cairan sel. Pada bakteri *Escherichia coli* misalnya setelah 60 menit komponen enzim β -galaktosidase akan keluar. Hal ini menunjukkan bahwa sitoplasma dapat keluar sambil membawa metabolit lainnya. Atau dengan kata lain mengalami proses lisis, yang otomatis menghambat pembelahan sel (*regenerasi*). Hal ini akan menyebabkan kematian sel (Hargono dan M. Djaeni, 2010).

Kitosan diketahui dapat membentuk gel, film, dan fiber, karena berat molekulnya yang tinggi dan solubilitasnya dalam larutan asam encer. Kitosan telah dipergunakan secara luas pada industri makanan, kosmetik, kesehatan, farmasi dan pertanian serta pada pengolahan air limbah. Pada industri makanan kitosan dapat digunakan sebagai suspensi padat, pengawet, penstabil warna, penstabil rasa, bahan pengisi, membentuk gel, tambahan makanan hewan dan sebagainya (Suhardi, 1992).

PENAMBAHAN BAHAN ALAMI DALAM PRODUK COATING KITOSAN

Ekstrak Lindur

Buah lindur adalah salah satu buah bakau yang memiliki komponen bioaktif yang tinggi diantaranya steroid, triterpen, saponin, flavonoid, alkaloid dan tannin. Sehingga dapat digunakan untuk mengawetkan suatu produk dan juga dapat bersifat sebagai sumber antimikroba alami (Sivaperumal *et al.*, 2010). Lindur belum banyak digunakan secara signifikan oleh masyarakat dan umumnya hanya dimanfaatkan sebagai campuran pada makanan ringan. Aplikasi ekstrak lindur dalam pembuatan *edible coating* diharapkan dapat bermanfaat dalam industri pangan sebagai *biodegradable* film sebagai pengganti polimer plastic dengan harga relatif ekonomis, dapat diperbaharui dan bersifat antimikroba yang baik sehingga bisa menunjang bahan *edible coating* lainnya untuk menghasilkan kualitas yang lebih baik. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan lindur sebesar 2 % sebagai

edible coating mampu memperpanjang masa simpan dibandingkan dengan control (Rosulva *et al.*, 2014). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan kitosan 0%; lindur 2% mampu menghambat aktivitas bakteri, TVB, TPC, pH, dan warna udang *vannamei* kupas selama 1 minggu penyimpanan pada suhu 10 °C secara signifikan. Dengan demikian, ekstrak lindur dapat menjadi alternative bahan antibakteri dan efektif sebagai pengawet alami pada udang *vannamei* kupas (Hastarini *et al.*, 2014).

Ekstrak Jahe

Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) adalah rempah-rempah khas Indonesia yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, khususnya dalam bidang kesehatan. Jahe merupakan tanaman obat berupa tumbuhan rumpun berbatang semu dan termasuk dalam suku temu-

temuan (*Zingiberaceae*). Jahe berasal dari Asia Pasifik yang tersebar dari India sampai Cina (Rukmana, 1997). Kandungan senyawa metabolit sekunder yang dimiliki tanaman jahe terutama golongan flavonoida, fenolik, terpenoida, dan minyak atsiri. Senyawa fenol jahe merupakan bagian dari komponen oleoresin, yang berpengaruh dalam sifat pedas jahe sedangkan senyawa terpenoida adalah merupakan komponen komponen tumbuhan yang mempunyai bau, dapat diisolasi dari bahan nabati dengan penyulingan minyak atsiri. Monoterpenoid merupakan biosintesa senyawa terpenoida, disebut juga senyawa “*essence*” dan memiliki bau spesifik. Senyawa monoterpenoid banyak dimanfaatkan sebagai antiseptik, ekspektoran, spasmolitik, sedative, dan bahan pemberi aroma makanan dan parfum (Kesumaningati, 2009).

Tabel 1. Komposisi Jahe Segar (tiap 100 gram)

Spesifikasi	Satuan	Jumlah
Protein	Gram	1,5
Lemak	Gram	1,0
Hidrat arang	Gram	10,1
Kalsium	Miligram	21
Fosfor	Miligram	39
Besi	Miligram	1,6
Vitamin a	I U	30
Vitamin b1	Miligram	0,02
Vitamin c	Miligram	4
Bahan dapat dimakan	Persen	97
Kalori	Kalori	51
Air	Gram	86,2

Sumber : Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI, 2012.

Karina (2008) menjelaskan bahwa aktivitas antimikroba jahe yang sangat peka menghambat pertumbuhan *Salmonella thypii* (bakteri Gram negative penyebab tipus), *Bacillus cereus*, dan *Staphilococcus aureus* (bakteri Gram positif penyebab gangguan pencernaan). Menurut Nursal *et al.*, (2006). Rimpang jahe-jahean mengandung senyawa antimikroba golongan fenol, flavonoid, terpenoid dan minyak atsiri yang terdapat pada

ekstrak jahe merupakan golongan senyawa bioaktif yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba. Terhambatnya pertumbuhan mikroba oleh ekstrak segar rimpang jahe-jahean (*Z. officinale*) dapat dilihat dari daerah bebas mikroba yang terbentuk di sekitar kertas cakram yang mengandung ekstrak segar rimpang jahe-jahean disebabkan karena adanya senyawa bioaktif yang terkandung didalam ekstrak.

Herlambang (2015) melakukan penelitian dengan mengombinasikan *coating* dan ekstrak jahe merah pada penyimpanan buah tomat dan mendapatkan konsentrasi ekstrak jahe yang dapat memperpanjang umur simpan buah tomat. Hasil penelitian menunjukkan penambahan ekstrak jahe 8% dapat mengurangi pertumbuhan mikroba dan memperpanjang umur simpan buah tomat. Dengan penambahan ekstrak jahe, pertumbuhan mikrobia itupun dapat dihambat. Uhl (2000) menyatakan jahe seperti halnya jenis rempah-rempah yang lain juga memiliki kemampuan mempertahankan kualitas pangan yaitu sebagai antimikrobia dan antioksidan. Gingerone dan gingerol berperan dalam menghambat pertumbuhan bakteri *E. Coli* dan *B. Subtilis*, sedangkan kemampuan antioksidannya berasal dari kandungan gingerol dan shogaol.

Ekstrak Bawang Putih

Bawang Putih (*Allium sativum*) adalah herba semusim berumpun yang mempunyai ketinggian sekitar 60 cm. Tanaman ini banyak ditanam di ladang-ladang di daerah pegunungan yang cukup mendapat sinar matahari. Batangnya batang semu dan berwarna hijau. Bagian bawahnya bersiung-siung, bergabung menjadi umbi besar berwarna putih. Tiap siung terbungkus kulit tipis dan kalau diiris baunya sangat tajam. Daunnya berbentuk pita (pipih memanjang), tepi rata, ujung runcing, beralur, panjang 60 cm dan lebar 1,5 cm. berakar serabut. bunganya berwarna putih, bertangkai panjang dan bentuknya payung. B. Bawang putih memiliki setidaknya 33 komponen sulfur, beberapa enzim, 17 asam amino dan banyak mineral, contohnya selenium. Bawang putih memiliki komponen sulfur yang lebih tinggi dibandingkan dengan spesies *Allium* lainnya. Komponen sulfur inilah yang memberikan bau khas dan berbagai efek obat dari bawang putih (Londhe, 2011).

Tabel 2. Komposisi Kimia Bawang Putih (dalam 100 gram)

Bahan	Jumlah
Air	66,2 g
Kalori	95,0 kal
Protein	4,5 g
Lemak	0,2 g
Karbohidrat	23,1 g
Kalsium	26 g
Fosfor	15 mg
Besi	1,4 mg
Kalium	346 mg

Sumber : Syamsiah dan Tahudin, 2003

Bawang putih memiliki aktivitas melawan banyak bakteri gram negatif dan bakteri gram positif. Beberapa bakteri yang telah diuji sensitivitasnya terhadap bawang putih antara lain ialah *Escherichia*, *Salmonella*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Bacillus*, *Clostridium* dan *Mycobacterium tuberculosis* (Bayan, 2013).

Louis Pasteur merupakan orang pertama yang menemukan efek antibakteri dari jus bawang putih. Bawang putih dipercayai memiliki aktivitas antibakteri berspektrum luas (Stavelikova, 2008). Kemampuan antibakteri ini diyakini dikarenakan adanya zat aktif *Allicin* dalam bawang putih (Cai *et al.*, 2007). Kemampuan bawang putih sebagai antibakteri juga didukung oleh penelitian Yamada dan Azama (1977).

Sivam (2001) mengemukakan pada pengujian *invitro*, *allicin* aktif menghambat bakteri gram negatif antara lain *E.coli*, *Proteus spp.*, *Salmonella*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Pseudomonas*, *Klebsiella*. Bakteri gram positif *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Bacillus anthracis*. Zat anti bakteri lain yang terdapat pada bawang putih yaitu flavonoid. Kegunaan flavonoid adalah sebagai antimikroba, antivirus dan antijamur. Flavonoid mengandung senyawa fenol. Fenol merupakan suatu alkohol yang bersifat asam sehingga disebut juga asam karbolat. Fenol memiliki kemampuan untuk mendenaturasikan protein dan merusak membran sel. Fenol berikatan dengan protein melalui ikatan hidrogen

sehingga mengakibatkan struktur protein menjadi rusak. Sebagian besar struktur dinding sel dan membran sel bakteri mengandung protein dan lemak (Prihadini dkk., 2015).

Allicin dalam menghambat pertumbuhan bakteri ialah dengan cara menghambat secara total sintesis RNA bakteri. Walaupun sintesis DNA dan protein juga mengalami penghambatan sebagian oleh *Allicin*, nampaknya RNA bakteri merupakan target utama *Allicin* (Deresse, 2010).

Penelitian yang dilakukan (Rosulya dkk., 2014) memperlihatkan hasil yang efektif pada penggunaan bawang putih yang dikombinasikan sebagai pelapis *edible coating* dimana hasilnya menunjukkan aktivitas antimikroba larutan kitosan 1% mampu menghambat pertumbuhan *Pseudomonas aureuginosa* dan *Bacillus cereus*. Penambahan ekstrak bawang putih 2% dengan kitosan 1% mampu meningkatkan penghambatan pertumbuhan mikroba uji dibandingkan hanya menggunakan satu jenis antibakteri (larutan kitosan 1%). Aplikasi kitosan larutan 1% dan penambahan ekstrak bawang putih pada adonan bakso meningkatkan umur simpan selama 12 jam, sedangkan aplikasi sebagai *edible coating* mampu meningkatkan umur simpan selama 24 jam dibandingkan dengan kontrol pada penyimpanan dalam suhu ruang.

Tabel 3. Kandungan senyawa bioaktif (Lindur, Jahe dan Bawang putih).

Lindur	<i>Steroid, Triterpen, Saponin, Flavonoid, Alkaloid dan Tannin</i>
Jahe	<i>Flavonoida, Fenolik, Terpenoida, dan Minyak atsiri</i>
Bawang putih	<i>Flavonoid, Allicin</i>

Sumber: Sivaperumal *et al.*, (2010), Kesumaningati, (2009), Prihadini dkk, (2015).

Kerusakan produk pangan akibat penanganan yang kurang tepat memang menjadi masalah utama dalam menjaga kualitas dan nilai

gizi dari pangan tersebut, khususnya pangan yang berasal dari produk hortikultura yang sangat rentan mengalaminya. Coating kitosan menjadi salah satu cara menjaga kualitas produk dari kerusakan serta memperpanjang masa simpan suatu produk. Kitosan mengandung antimikroba yang mampu melawan mikroorganisme penyebab kerusakan seperti pembusukkan. Sebagai salah satu bahan pelapis kitosan mampu dikombinasikan dengan zat yang bermanfaat seperti antioksidan dan senyawa bioaktif lainnya yang berasal dari bahan alami selain untuk meningkatkan nilai mutu bahan pangan dengan kandungan yang dimilikinya, bahan alami yang dikombinasikan dengan coating kitosan juga bermanfaat menambah kekuatan antimikroba dari kitosan tersebut dengan senyawa aktif seperti flavonoid yang mampu membunuh beberapa mikroorganisme. Lindur, jahe dan bawang putih merupakan 3 bahan alami yang berpotensi untuk dikombinasikan dengan coating kitosan serta diaplikasikan pada produk hortikultura. Dari penelitian sebelumnya telah membuktikan ke 3 bahan ini memiliki senyawa yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri sehingga dapat memperpanjang masa simpan suatu produk. Selain karena senyawa yang dikandungnya ke 3 bahan ini merupakan jenis bahan alami yang mudah didapat dan relative lebih murah.

KESIMPULAN

Bahan alami dapat menjadi sumber antimikroba efektif untuk produk-produk *coating* selain mudah didapat dialam bebas. Bahan alami seperti lindur, jahe dan bawang putih memiliki senyawa bioaktif yang mampu menjadi sumber antimikroba dan antioksidan. Dengan mengombinasikan bahan alami kedalam produk *coating* dapat menambah nilai mutu bahan pangan serta menjaga kualitas produk agar tahan lama khususnya produk hortikultura.

DAFTAR PUSTAKA

- Bayan L, Koulivand P, Gorji A. 2013. Garlic: a review of potential therapeutic effects. *Avicenna J Phytomed.* 4 (1): 7-21.
- Budiman. (2011). *Aplikasi Pati Singkong sebagai Bahan Baku Edible coating untuk Memperpanjang Umur Simpan Pisang Cavendish (Musa Cavendishii)*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Cai Y, Wang R, Pei F, dan Liang B. 2007. Antimicrobial activity of *allicin* alone and in combination with beta lactams against *Staphylococcus* spp. And *Pseudomonas aeruginosa*. *J Antibiot.* 60: 335-338.
- Deresse D. 2010. Antibacterial effect of garlic (*Allium sativum*) on *Staphylococcus aureus*: An in vitro study. *Asian J Med Sci.* 2(2): 62-65.
- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI, 2012. *Daftar Komposisi Bahan Pangan*. Bhatara Karya Aksara. Jakarta.
- Hargono, Abdullah, & Sumantri, I. (2008). Production of chitosan is made of the *penaeus monodon* shell waste and application to serum cholesterol reduction. *Reaktor.* 12: 53–57.
- Hargono dan M. Djaeni (2010), “Pemanfaatan Kitosan dari Kulit Udang sebagai Pelarut Lemak”, Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia.
- Herlambang, P. S. 2015. Alikasi *Edible Coating Aloe vera* Kombinasi Ekstrak Jahe Pada Buah Tomat Selama Penyimpanan. *Skripsi*. Jurusan Teknik Pertanian. Universitas Lampung.
- Karina R (2013). Pengaruh Ekstrak Bawang Putih (*Allim sativum* Linn.) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Streptococcus mutans* secara In Vitro. Skripsi, Fakultas Kedokteran Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Kesumaningati, 2009. *Analisa Kandungan Fenol Total Jahe (Zingiber officinale rosc.) Secara in Vitro*. Fakultas Kedokteran UI. Jakarta.
- Kilincceker, O. & Kurt S. (2009). The Sensory Quality of Pearl Mullet (*Chalcalburnus tarichi*) Fillets Coated With Different Coating Materials. *Turkish Journal. of Fisheries and Aquatic Sci.* 10: 471–476.
- Krochta, J.M., E.A. Baldwin., M.Nisperos-Carriedo (Eds.), 1994, *Edible Penyaluts and Films To Improve Food Quality*. Lancaster: Technomic Pub. Co., Inc.
- Kurita,K. 1998. *Chemistry and application of chitin and chitosan, Polymer Degradation and Stability.* 59:117-120. In Ming, S.Y., and Chien, W.2010. Effect of chitosan on resist printing of cotton fabrics with reactive dyes. *African Journal of Biotechnology*
- Lee, J.Y., H.J. Park, C.Y. Lee, W.Y. Choi. 2004. Extending Storagelife Minimally Processed Apples with Edible Coatings and Antibrowning Agents. *Lebensm Wiss U Technol.* 36: 323-329.
- Londhe V, Gavasane A, Nipate S, Bandawane D, Chaudhari P. 2011. Role of garlic (*Allium sativum*) in various disease: an overview. *J Pharm Res Opin.*
- Mutiawati, T. 2007. *Penanganan Pasca Panen Hasil Pertanian*. Workshop Pemandu Lapangan 1 (Pl-1) Sekolah Lapangan Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian (Sl-Pphp). Semarang.
- Muzzarelli, R.A.A., (1985), ”Chitin in the Polysaccharides”, vol. 3, pp. 147, Aspinall (ed) Academic press Inc., Orlando, San Diego
- Nazirwan, Wahyudi, A., & Dulbari. 2014. Karakterisasi Koleksi Plasma Nutfah Tomat Lokal dan Introduksi. *Jurnal Penelitian Terapan.* Vol. 14. 34-36.
- Nursal, Wulandari, S., & Juwita, W. S. 2006. Bioaktifitas Ekstrak Jahe (*Zingiber Officinale Roxb.*) dalam Menghambat Pertumbuhan Koloni Bakteri *Escherichia Coli* dan *Bacillus S ubtilis*. *Jurnal Biogenesis.* Vol. 24(2). 12-16.
- Prasetyaningrum, A., Rokhati, N., Kinasih, D. N., & Wardhani, F. D. 2010. Karakterisasi Bioactive Edible Film dari Komposit Alginat dan Lilin Lebah sebagai Bahan Pengemas Makanan Biodegrdable. *Jurnal Riptek.* Vol. 1. 78-80.

- Prihandini SS, Masniari P, Susan MN, Andriani (2015). Uji Daya Antibakteri Bawang Putih (*Allium sativum* L.) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella thypimurium*, dan *Pseudomonas aureginosa* dalam Rangka Meningkatkan Keamanan Pangan. Bogor : Balai Besar Penelitian Veteriner, pp: 54-58.
- Quintavalla, S. and L. Vicini. 2002. Antimicrobial Food Packaging in Meat Industry. *Meat Sci.* 62: 373–380.
- Rosulva, I., Yadi, H., & Ema H. (2014). Application of edible coating bases extract of lindur (*bruguiera gymnorrhiza*) and chitosan on peeled off shrimp. *Asian Journal of Agriculture and Food Science.* 02(02).
- Rukmana, R., 1997. *Budidaya Jahe*. Kanisius, Yogyakarta. 25-26 hal.
- Sivam, G.P. 2001. Protection Bacterial Infections by Garlic.
- Sivaperumal, P., Ramasamy, P., Inbaneson, S.J., & Ravikumar, S. (2010). Screening of antibacterial activity of mangrove leaf bioactive compounds against antibiotic resistant clinical isolates. *World J of Fish and Marine Sci.* 2(5): 348–353
- Stavelikova H. 2008. Morphological characteristic of garlic (*Allium Sativum* L.) genetic resources collection – information. Department of Vegetables and Special Crops, Crop Research Institute, Prague-Ruzyne, Olomouc, Czech Replubic. 35(3): 130–135.
- Suhardi, (1992), “Khitin dan Khitosan”, Pusat Antar Universitas Pangan & Gizi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Syamsiah S, Tajudin. 2003. Khasiat dan manfaat bawang putih: Raja antibiotik alami. Jakarta; Agromedia.
- Trisnawati, E., Andesti, D., Saleh, A. 2013. Pembuatan Kitosan Dari Limbah Cangkang Kepiting Sebagai Bahan Pengawet Buah Duku Dengan Variasi Lama Pengawetan. *Jurnal Teknik Kimia.* Volume 19 Nomor 2, hal: 17-26.
- Uhl, S.R. 2000. *Handbook of Spices, Seasonings and Flavoring*. Technomic Publishing Co. Inc. Lancaster-USA.
- Wibowo, S. (2006). Produksi kitin kitosan secara komersial. *Prosiding seminar nasional Kitin-Kitosan*. DTHP, Institut Pertanian Bogor.
- Yamada, Y and K. Azama. 1977. Antimicrobe. *Agents Chemotheraphy*, 743 :1.