



APLIKASI *EDIBLE COATING* PATI UMBI PORANG DENGAN PENAMBAHAN EKSTRAK LENGKUAS PADA BUAH PISANG***Application of Porang Root Starch Edible Coating with Additional of Red Galangal Extract Into Banana Fruit***

Utari Nur Amalia, Shinta Maharani, Sarah Istiqomah Widiaputri
Program Studi Pendidikan Teknologi Agroindustri, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan
Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia
E-mail: utarinuramalia@student.upi.edu

ABSTRAK

Edible coating merupakan teknik pengawetan sekaligus bahan pengemasan yang telah banyak dikembangkan untuk diaplikasikan secara langsung pada bahan pangan termasuk buah buahan. Penelitian tentang pelapisan produk pangan dengan *edible coating* telah banyak dilakukan dan terbukti dapat memperpanjang masa simpan dan memperbaiki kualitas produk pangan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan *edible coating* pati umbi porang dengan penambahan ekstrak lengkuas pada karakteristik fisik, kimia, dan mikrobiologi buah pisang. Pengujian yang dilakukan meliputi laju respirasi, total asam tertitrasi, susut bobot, dan analisis total mikorba. Hasil analisis karakteristik fisik buah pisang menunjukkan bahwa pelapisan *edible coating* pati umbi porang dengan penambahan ekstrak lengkuas dapat mengurangi terjadinya penurunan susut bobot buah pisang. Hasil analisis karakteristik kimia buah pisang menunjukkan bahwa pelapisan yang dilakukan pada buah pisang dapat mengurangi penurunan asam tertitrasi dan menekan proses laju respirasi.

Kata kunci: *pisang, edible coating, pati umbi porang*

ABSTRACT

Edible coating is a preservation technique as well as packaging material that has been widely developed to be applied directly to foodstuffs, including fruits. Research on coatings of food products with edible coatings has been carried out and proven to be able to increase the shelf life and improve the quality of food products. The aim of this study is to study the use of coatings that can be eaten by porang tuber starch by allocating research flow according to the needs, chemistry, and microbiology of fruit banana. Tests carried out on respiration rate, total titrated acid, weight loss, and total mycorrhoid analysis. The results of the analysis of the physical characteristics of bananas showed the coating layer that can be eaten with porang tubers using galangal extract that can reduce the amount of banana shrinkage. The results of the analysis of the chemical characteristics of bananas showed that the coating carried out on bananas can reduce titrated acid and change the process of respiration rate.

Keywords: *banana, edible coating, starch, porang*

PENDAHULUAN

Permintaan buah-buahan baik di dalam maupun di luar negeri cenderung meningkat dari tahun ke tahun. Kualitas buah yang diharapkan yaitu penampakan yang baik, relatif tahan lama, dan tidak cepat busuk atau rusak selama penyimpanan. Indonesia merupakan salah satu negara yang memasok pisang ke beberapa negara. Produksi pisang berada pada tingkat tertinggi dari sektor komoditas buah yang berasal dari Indonesia, yakni sebesar 6.373.533 ton dengan produksi tertinggi di daerah Jawa Barat sebesar 1.415.694 ton (BPS, 2018).

Produksi yang tinggi ini tidak ditunjang dengan kualitas pisang yang beredar di pasaran. Kendala utama ekspor hortikultura adalah sifat produk yang mudah rusak dan pertumbuhan mikroorganisme yang merupakan penyebab utama kebusukan pangan segar. Permasalahan yang umum terjadi pada pascapanen antara lain (a) busuk dan perubahan tekstur (b) kisut akibat hilangnya air, (c) meningkatnya jumlah bakteri penyebab tangkai lunak. Oleh karena itu, diperlukan upaya-upaya untuk mengatasi hal tersebut. Teknologi *edible coating* merupakan teknologi yang dipertimbangkan sebagai salah satu pendekatan untuk meningkatkan masa simpan produk pertanian segar, seperti buah-buahan.

Edible coating dapat berasal dari bahan baku yang mudah diperbaharui seperti campuran lipid, polisakarida, dan protein, yang berfungsi sebagai barrier uap air, gas, dan zat-zat terlarut lain serta berfungsi sebagai *carrier* (pembawa) berbagai macam ingredien seperti *emulsifier*, antimikroba dan antioksidan, sehingga berpotensi untuk meningkatkan mutu dan memperpanjang masa simpan buah-buahan dan sayuran segar (Miskiyah, 2016).

Bahan utama dalam pembuatan *edible coating* yaitu bahan pengental. Salah satunya ada pada umbi porang. Umbi porang mengandung glukomanan tinggi yaitu 3,58% yang berfungsi sebagai bahan pengental (*thickening agent*). Selain itu, salah satu sifat glukomanan sebagai pembentuk gel yang dapat larut dalam air sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan *coating* untuk pelapis buah (Indriati, 2013). Keuntungan penggunaan pati porang dalam pembuatan *edible coating* yaitu dapat menghasilkan *edible coating* yang memiliki daya rekat yang kuat, berdasarkan sifat merekatnya pati porang lebih baik jika dibandingkan dengan perekat lain seperti jagung dan beras. *Edible coating* berbasis pati mempunyai kelemahan, yaitu resistensinya terhadap air rendah dan sifat penghalang terhadap uap air juga rendah karena sifat hidrofilik pati dapat memengaruhi stabilitas dan sifat mekanisnya (Garcia *et al.*, 2011).

Salah satu cara agar dapat meningkatkan karakteristik fisik maupun fungsional dari *edible coating* pati yaitu adanya penambahan bahan lain yang bersifat hidrofobik dan bahan yang memiliki sifat antimikroba. Ekstrak lengkuas pada pembuatan *edible coating* mampu menghambat pertumbuhan mikroba. Pada penelitian Kusumaningtyas dkk. (2010) menunjukkan bahwa ekstrak lengkuas tidak mampu membunuh mikroorganisme tetapi hanya menghambat pertumbuhannya. Mekanisme penghambatan pertumbuhan ekstrak rimpang lengkuas yakni melalui perusakan permeabilitas membran sel. Senyawa aktif yang bersifat sebagai anti mikroba pada lengkuas adalah senyawa fenol. Senyawa fenolik memiliki berat molekul yang besar dapat menginaktifkan enzim esensial yang terdapat dalam sel mikroba. Senyawa fenolik juga mampu menurunkan tegangan permukaan sel mikroba.

Berdasarkan uraian di atas perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh aplikasi *edible coating* berbasis pati umbi porang dengan penambahan ekstrak lengkuas terhadap karakteristik fisik dan kimia buah pisang selama penyimpanan.

METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan April-Juni 2016 di Laboratorium Pendidikan Teknologi Agorindustri Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Universitas Pendidikan Indonesia.

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah erlenmeyer, corong, mikropipet, autoklaf, oven, *laminary air flow*, *beaker glass*, *stirrer*, *hot plate*, timbangan analitik, termometer, *sterofoam*, keranjang buah, statif, cawan porselin, cawan petri, inkubator, bunsen, tabung reaksi dan rak tabung reaksi, erlenmeyer 100 ml dan 250 ml, toples kaca, selang plastik, pipet, gelas kimia, gelas ukur, kertas label, tissue, kertas saring, kapas, aluminium foil dan kamera.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah pisang jenis muli yang diperoleh dari pasar sederhana dengan ukuran dan warna yang umumnya seragam (kuning kehijauan), umbi porang yang diperoleh dari subang, lengkuas merah diperoleh dari pasar sederhana. Bahan yang digunakan untuk analisis antara lain indikator PP, NaOH 0,1 N, NaCl, KOH, HCL 0,1 N, akuades, alkohol 95% dan Nutrien Agar (NA).

Tahapan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu, ekstraksi pati porang, ekstraksi oleoresin lengkuas merah, pembuatan *edible coating*, pelapisan *edible coating*, penyimpanan, dan pengujian

Ekstraksi Pati Porang

Umbi porang dibersihkan kemudian dilakukan pengirisan dan penghilangan kalsium oksalat dengan perendaman dalam air garam selama 3 jam. Ekstraksi pati porang dilakukan dengan merendam umbi dalam air dengan perbandingan (umbi:air=1:4). Hasil ekstraksi diendapkan selama 6-24 jam, lalu disaring hingga diperoleh pati dan mengulangi kembali (ekstraksi, pengendapan, dan penyaringan) hingga 2 kali. Pati yang telah disaring dikeringkan dalam oven pada suhu 55°C selama 6-14 jam. Setelah dilakukan pengeringan, pati diayak (100 mesh) hingga diperoleh pati kering.

Ekstraksi Oleoresin Lengkuas

1. Persiapan Bahan Lengkuas Serbuk

Persiapan serbuk lengkuas dimulai dengan menyiapkan rimpang lengkuas yang telah disortir, kemudian dilakukan pencucian dan pengirisan manual dengan pisau. Rimpang lengkuas dikeringkan pada oven dengan suhu 50°C selama 6-12 jam. Lengkuas yang telah dikeringkan kemudian digiling dan diayak dengan kerapatan 60 mesh.

2. Proses Maserasi Oleoresin dari Lengkuas

Proses Pembuatan oleoresin lengkuas dilakukan secara maserasi, yaitu dengan menimbang serbuk lengkuas kemudian ditambahkan pelarut etanol 95% dengan perbandingan bahan dan pelarut 1 : 12. Proses maserasi dilakukan selama 24 jam pada labu erlenmeyer 500 ml yang diletakan pada hot plate menggunakan *stirrer* pada kecepatan 3000 rpm. Pengadukan tersebut bertujuan untuk memudahkan ekstraksi oleoresin dari serbuk lengkuas. Setelah maserasi selama 24 kemudian dipisahkan filtrat dan ampasnya dengan pompa vaccum. Filtrat yang dihasilkan diuapkan pelarutnya menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 80°C selama 3 jam dengan kecepatan 50 rpm (Prasetyo, 2016).

Pembuatan *Edible Coating*

Pati porang sebanyak 3,3 g dilarutkan dalam aquades sebanyak 330 ml, diaduk menggunakan *hot plate stirrer* sampai suhu 60°C. Kemudian perlahan-lahan ditambahkan oleoresin 3,3 ml, CMC dan gliserol 1,65 g, diaduk dan dipanaskan dengan suhu 85°C selama 30 menit (1000 rpm).

Pelapisan

Buah pisang dibersihkan dari kotoran menggunakan alkohol. Kemudian pisang dicelupkan ke dalam larutan *edible coating* pati porang yang telah ditambahkan dengan ekstrak lengkuas. Pencelupan buah dilakukan selama 30 detik kemudian buah digantung pada statif menggunakan benang kasur dan keringkan dengan bantuan *hair dryer* (Nur'aini dkk., 2015).

Penyimpanan

Buah pisang yang telah dilapisi dengan *edible coating* dan buah pisang kontrol (buah pisang tanpa dilapisi *edible coating*) disimpan pada wadah sterofom. Buah disimpan selama 13 hari masa penyimpanan.

Pengujian

Pengujian dalam penelitian ini terdiri dari uji laju respirasi, total asam tertitiasi (TAT), susut bobot. Datar jenis pengujian yang akan dilakukan dapat dilihat pada **Tabel 1**.

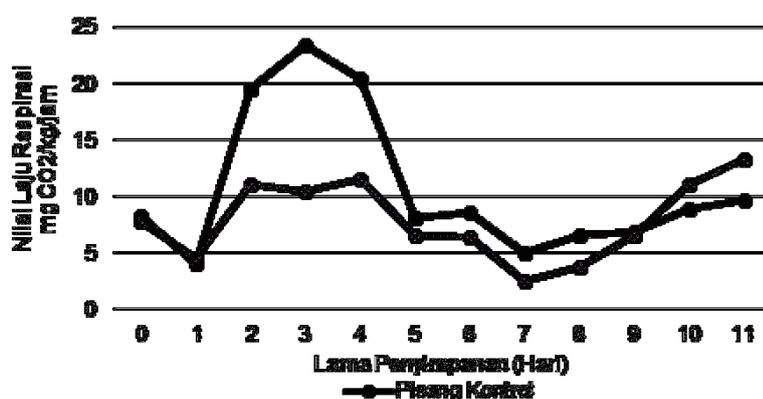
Tabel 1. Daftar Jenis Pengujian Aplikasi *Edible Coating* Pati Umbi Porang dengan Penambahan Ekstrak Lengkuas Pada Buah Pisang

Pengujian	Metode	Referensi
Laju Respirasi	Titrasi	Yulianti, 2016
Total Asam Tertitiasi	Titrasi	Souza dkk., 2015
Susut Bobot	Penimbangan	Nasution dkk., 2012

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Laju Respirasi

Respirasi merupakan proses penyerapan oksigen untuk memecah subsrat kompleks menjadi senyawa sederhana agar dapat digunakan dalam pembentukan energi. Laju respirasi menjadi salah satu parameter yang dapat menunjukkan penurunan kualitas suatu produk. Berdasarkan pola perubahan respirasi, buah digolongkan menjadi dua jenis yaitu buah klimakterik dan buah nonklimakterik. Buah pisang merupakan jenis buah klimakterik yang mengalami peningkatan produksi CO₂ selama pemasakan berlangsung.



Gambar 1. Grafik Laju Respirasi Buah Pisang

Laju respirasi pisang yang telah dilapisi dengan *edible coating* yang disajikan pada **Gambar 1** menunjukkan bahwa terjadi penurunan laju respirasi pada hari pertama penyimpanan, hal ini terjadi karena fase tersebut merupakan fase terendah pada buah klimakterik yakni fase praklimakterik. Puncak laju respirasi pisang terjadi pada hari ke 2 hingga 4, dan mengalami fase laju respirasi terendah di hari ke 7. Inilah kondisi ketika pisang telah memasuki fase *senescence*. Memasuki hari ke 8 pisang mulai mengalami kebusukan, diduga kebusukan diakibatkan oleh mikroorganisme yang tumbuh sehingga menyebabkan laju respirasi yang diamati mengalami peningkatan kembali.

Meskipun demikian, laju respirasi pisang yang dilapisi *edible coating* lebih rendah dibandingkan dengan pisang kontrol, hal tersebut menunjukkan bahwa pelapisan *edible coating* dengan penambahan ekstrak lengkuas dapat menghambat laju respirasi dari buah pisang. Besarnya peningkatan laju respirasi akan berbanding lurus dengan tingkat kerusakan buah. Semakin parah kerusakan suatu komoditas pertanian, maka laju respirasinya semakin besar (Loekas, 2006).

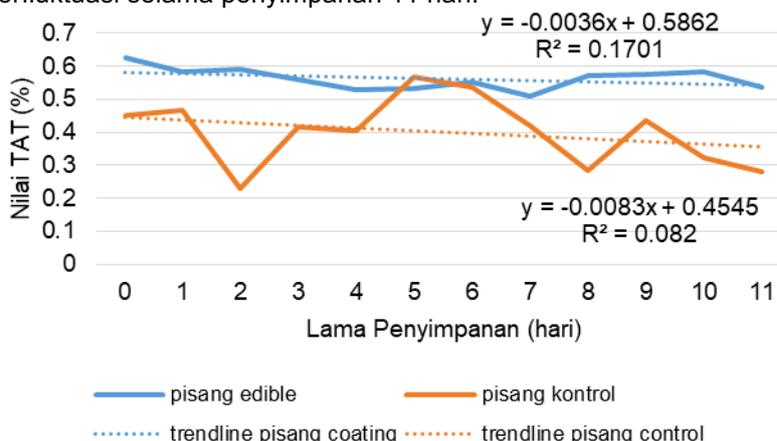
Mekanisme penghambatan laju respirasi yakni pelapisan *edible coating* yang berfungsi sebagai barrier terhadap CO₂, O₂ dan air menyebabkan respirasi dapat ditekan (Alsuhendra dkk, 2011). Penelitian Syarifah (2002) melaporkan bahwa selama proses pemasakan pisang produksi gas CO₂ cenderung meningkat dan mencapai titik puncak tertentu, kemudian menurun setelah proses pemasakan tersebut selesai.

Pada proses respirasi juga terjadi proses transpirasi dimana terjadi proses perpindahan massa berupa uap air dari jaringan organ tanaman ke udara. Air pada jaringan pisang akan menguap dan keluar melalui stomata, lentisel, kutikula atau sel-sel epidermis lainnya. Hal tersebut menyebabkan penurunan kadar air pada pisang, sehingga bobot dari pisang akan berkurang seiring dengan lamanya penyimpanan.

Amal (2010) dalam penelitiannya menuturkan bahwa buah tomat dengan aplikasi *edible coating* dapat menurunkan laju respirasi, sehingga dapat menunda penggunaan total gula dalam reaksi enzimatik dan respirasi. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Rusmanto (2017) yang menunjukkan bahwa aplikasi *edible coating* dapat menghambat laju respirasi, penghambatan laju respirasi tersebut karena *edible coating* pada permukaan buah menutupi lentisel dan kutikula. Rusmanto (2017) menambahkan bahwa konsentrasi *edible coating* yang digunakan harus diperhatikan karena jika konsentrasi *edible coating* terlalu tinggi maka akan menghasilkan larutan *coating* yang kental sehingga akan menyulitkan di dalam penggunaannya serta dapat menyebabkan terjadi respirasi anaerobik yang akan menyebabkan kerusakan.

Uji Total Asam Tertitrasi

Pengukuran Total asam tertitrasi (TAT) merupakan penentuan konsentrasi total asam yang terkandung dalam suatu bahan. Perubahan kandungan total asam organik pada buah dan sayuran menandai terjadinya perubahan kimia pada buah tersebut. Nilai total asam tertitrasi pada buah pisang kontrol berfluktuasi selama penyimpanan 11 hari.



Gambar 2. Grafik Nilai Rat-Rata Total Asam Tertitrasi Buah Pisang

Berdasarkan Gambar 2, menunjukkan bahwa penurunan nilai asam tertitrasi pada buah pisang *edible coating* lebih rendah dibanding nilai total asam tertitrasi buah pisang kontrol selama penyimpanan 11 hari. Buah pisang control menunjukkan trendline yang lebih menurun dibandingkan dengan buah pisang *edible coating*. Hal tersebut menunjukkan bahwa buah yang dilapisi dengan *edible coating* lebih dapat mempertahankan asam organik pada buah selama penyimpanan.

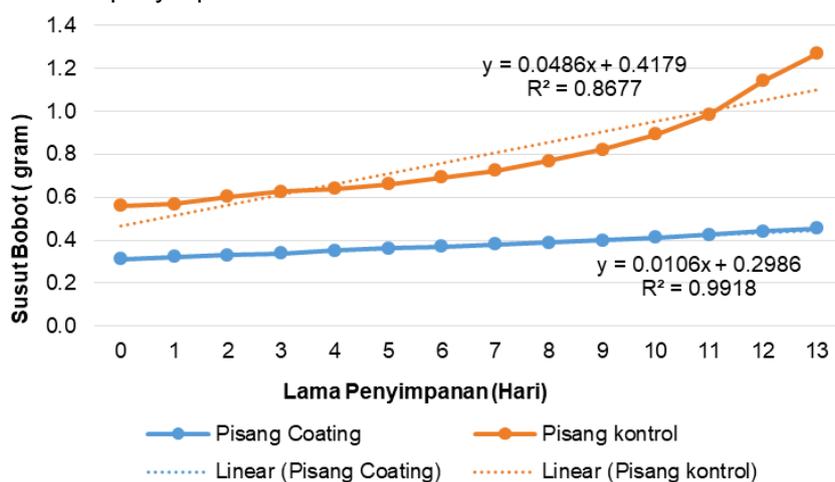
Menurut Almatsier (2009) kandungan asam organik semakin menurun karena digunakan dalam proses respirasi. Asam tertitrasi dihitung sebagai kadar asam yang dominan di dalam buah. Nilai asam tertitrasi yang semakin tinggi menunjukkan keasaman yang semakin tinggi. Kandungan asam dapat digunakan sebagai indikator kematangan buah. Kandungan asam buah akan menurun pada saat buah semakin matang.

Asam organik tersebut dikonversi menjadi gula untuk selanjutnya diubah menjadi energi. Pelapisan *edible coating* dapat menurunkan laju respirasi, hal tersebut menyebabkan berkurangnya penggunaan asam organik yang digunakan untuk respirasi sehingga penurunan kandungan asam organik pada buah pisang *edible coating* tidak terlalu besar.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Fitri (2017) menyatakan bahwa buah tomat dengan pelapis *edible coating* memiliki nilai total asam yang lebih tinggi dibandingkan dengan tomat tanpa *edible coating*. Hal ini disebabkan oleh proses respirasi pada buah tomat tanpa coating lebih besar sehingga asam organik akan cepat berkurang.

Uji Susut Bobot

Pengukuran susut bobot pada buah bertujuan untuk mengetahui besarnya pengurangan berat buah selama proses penyimpanan. Besarnya bobot yang hilang menjadi salah satu indikator penurunan mutu buah. **Gambar 3** menunjukkan terjadinya peningkatan susut bobot pada buah pisang selama 13 hari penyimpanan.



Gambar 3. Grafik Nilai Susut Bobot Buah Pisang

Berdasarkan **Gambar 3**, menunjukkan bahwa pada setiap perlakuan terjadi peningkatan susut bobot selama penyimpanan, namun buah pisang kontrol menunjukkan trendline yang lebih tinggi dibandingkan dengan trendline buah pisang dengan *edible coating*. Hal tersebut menunjukkan bahwa buah pisang yang dilapisi dengan *edible coating* mengalami susut bobot yang lebih rendah dibandingkan buah pisang kontrol. Susut bobot yang semakin tinggi menunjukkan bobot yang hilang pada buah pisang semakin besar.

Edible coating merupakan barrier yang baik terhadap air dan oksigen serta mampu mengendalikan laju respirasi (Alsuhendra dkk, 2011). Tingginya penurunan susut bobot pada buah yang tidak dilapisi dengan *edible coating* disebabkan tidak adanya *barrier* sehingga proses respirasi dan transpirasi tidak terhambat. Dengan demikian, lapisan *edible coating* mampu mengatur konsumsi oksigen dan mengurangi penguapan air serta pengeluaran karbondioksida sehingga mampu meminimalisir penyusutan bobot buah pisang. Penelitian Nur'aini (2015) melaporkan bahwa pelapisan kitosan pada *Lansium domesticum corr* selama 6 hari dapat menurunkan susut bobot sebesar 0,22% pada konsentrasi kitosan 0,5%.

Penyusutan bobot buah pisang dipengaruhi oleh proses respirasi dan transpirasi. Proses respirasi terjadi pembakaran gula atau substrat yang menghasilkan gas CO₂, air dan energi. air, gas dan energi yang dihasilkan pada proses respirasi akan mengalami penguapan sehingga buah akan mengalami penyusutan bobot. Pada proses transpirasi terjadi kehilangan air karena evaporasi. Evaporasi tinggi karena adanya perbedaan tekanan air diluar dan didalam pisang. Tekanan air didalam bahan lebih tinggi dibanding diluar bahan sehingga uap air akan keluar dari bahan.

Respirasi yang terjadi pada buah merupakan proses biologis dimana oksigen diserap untuk membakar bahan-bahan organik dalam buah untuk menghasilkan energi yang diikuti oleh pengeluaran sisa pembakaran berupa gas karbondioksida dan air. Semakin tinggi laju respirasi, semakin cepat pula pisang kehilangan cadangan energi berupa glukosa dan air. Sehingga respirasi berpengaruh pula pada penurunan bobot pisang. Air, gas yang dihasilkan, dan energi berupa panas akan mengalami penguapan sehingga buah tersebut akan menyusut beratnya. Kehilangan air berpengaruh langsung terhadap kerusakan tekstur, kandungan gizi, kelayuan dan pengerutan. Dengan demikian, berdasarkan hasil penelitian ini pelapisan *edible coating* dapat menekan penyusutan bobot buah pisang.

KESIMPULAN

1. Pelapisan *edible coating* pati umbi porang dengan penambahan ekstrak oleoresin lengkuas dapat mengurangi terjadinya penurunan susut bobot buah pisang.
2. Pelapisan *edible coating* pati porang dengan ekstrak oleoresin lengkuas pada buah pisang dapat mengurangi penurunan asam tertitrasi, dan menekan laju respirasi buah pisang.

DAFTAR PUSTAKA

- Amal, S.H.A., El-Mogy, M. M., Aboul-Anean, H.E., and Alsanius, B.W., (2010). *Improving Strawberry Fruit Storability by Edible Coating as a Carrier of Thymol or Calcium Chloride. J. Hort Sci & Ornamen Plants*. Official Method of Analysis. Association of Official Analytical Chemist. Benjamin Franklin Station, Washington. 2 : 88-97.
- Eni, A.O., Oluwawemitan, and Solomon, O.U. (2010). *Microbial Quality of Fruit and Vegetables Sold in Sango Ota, Nigeria. African Journal of Food Science*.
- Fitri, A., P.E. Susilowati, dan M. Natsir. (2017). Pektin dari Kulit Buah Kakao sebagai *Edible Coating* Buah Tomat dan Masa Simpan. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*.
- Indriati, Dwi. (2013). *Sifat Fisik dan Mekanik Edible Film Terformulasi dari Tepung Porang (Amorphophallus oncophyllus), Isolat Protein Kedelai, dan Pati Jagung*. (Skripsi). Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
- Kusumaningtyas, E., M. Natasia, dan Darmono. (2010). Potensi Metabolit Kapang Endofit Rimpang Lengkuas Merah dalam Menghambat Pertumbuhan *Eschericia coli* dan *Staphylococcus aureus* dengan Media Fermentasi *Potato Dextrose Broth* (PDB) Dan *Potato Dextrose Yeast* (PDY). *Jurnal Teknologi Peternakan*.
- Miskiyah, C. Winarti, dan W. Broto. (2016). Kontaminasi Mikotoksin Pada Buah Segar dan Produk Olahannya serta Penanggulangannya. Bogor: Balai Besar Pengembangan dan Penelitian Pascapanen Pertanian.
- Nasution, S. Indrera, dan Yusmanizar. (2012). Pengaruh Penggunaan Lapisan Edibel, Kalsium Klorida, dan Kemasan Plastik Terhadap Mutu Nanas (*Ananas comosus Merr.*) Terolah Minimal. Banda Aceh. Universitas Syiah Kuala.
- Nur'aini, H. dan Siska Apriyani. (2015). Penggunaan Kitosan untuk Memperpanjang Umur Simpan Buah Duku (*Lansium Domesticum Corr*). *Jurnal AGRITEPA*.
- Prasetyo, K. R. D. (2016). *Uji Beda Daya Hambat Antara Ekstrak Rimpang Lengkuas Merah (Alphinia purpurata K. Schum) dengan Ekstrak Rimpang Lengkuas Putih (Alphinia galanga W.) Terhadap Candida albicans*. (Skripsi). Universitas Jember.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Porang Indonesia. (2013). Budidaya dan Pengembangan Porang (*Amorphophallus muelleri blume*) Sebagai Salah Satu Potensi Bahan Baku Lokal. Malang: Universitas Brawijaya.
- Rahayu, W. dan Nurwitri. (2010). *Mikrobiologi Pangan*. Bogor: IPB Press.
- Rusmanto, E., Rahim, A. dan Siswo, Gatot. (2017). Karakteristik Fisik dan Kimia Buah Tomat Hasil Pelapisan dengan Pati Talas. *Jurnal Agroteknologi*. 5:538.

- Souza, Marthyna P., Antonio F. M. Vaz, and Miguel A. Cerqueira. (2015). *Effect of An Edible Nanomultilayer Coating by Electrostatic Self-Assembly on the Shelf Life of Fresh-Cut Mangoes*. *Food Bioprocess Technol*, 8:647–654.
- Utami, Rohula, Kawiji, dan Edhi Nurhartadi. (2012). Inkorporasi Minyak Atsiri Jahe Merah dan Lengkuas Merah pada *Edible Film* Tapioka. *Jurnal Pendidikan Biologi*.
- Yulinar, Dirayah R. dan Asadi Abdullah. (2013). Bioaktivitas Minyak Atsiri Rimpang Lengkuas Merah *Alpinia purpurata k. Schum* Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Bacillus cereus* dan *Pseudomonas aeruginosa*. Jurusan Biologi FMIPA Universitas Hasanuddin.