

PENGARUH KONSENTRASI CHITOSAN SEBAGAI EDIBLE BIO-NANOKOMPOSIT DAN LAMA PENYIMPANAN DALAM MEMPERPANJANG MASA SIMPAN BUAH PISANG BARANGAN (*Musa acuminata* Linn)

Mahyu Danil^{1*}, Miranti², Wan Bahroni Jiwar Barus³, Mhd. Nuh⁴, Christy Ayu Fadillah⁵

^{1,2,3,4} Fakultas Pertanian, Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Indonesia

⁵ Mahasiswa Fakultas Pertanian, Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 10 Agustus 2024
Revisi Akhir: 12 Agustus 2024
Diterbitkan Online: 13 Agustus 2024

KATA KUNCI

Pisang, Chitosan, Penyimpanan, Edible bio-nanokomposit

KORESPONDENSI

Phone: +62 812-6516-364
E-mail: mahyudani1909@gmail.com

ABSTRAK

Pisang merupakan salah satu buah klimaterik, yaitu buah yang akan tetap mengalami proses pematangan walaupun telah dipanen dan diikuti dengan proses kerusakan karena buah tetap melangsungkan proses respirasi dan metabolisme. Edible bio-nanokomposit adalah lapisan tipis yang dibuat dari bahan yang dapat dimakan, dibentuk di atas komponen makanan yang berfungsi sebagai bahan aditif untuk meningkatkan penanganan makanan. Kemudian difortifikasi dengan ekstrak daun kelor yang memiliki kandungan kutikula (kutin) dan berperan sebagai zat anti air dan anti penguapan dan juga senyawa *polifenol epigallocatechin gallate* (EGCG) sebagai zat antioksidan serta zat flavonoid tannin terpolimerisasi sebagai zat antibakteri. Dengan inovasi edible bio-nanokomposit ini dapat menjadikan suatu solusi mempertahankan kualitas buah sehingga dapat diekspor. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Pertanian UISU. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial dengan dua (2) ulangan. Faktor I : Konsentrasi Chitosan (C) yang terdiri dari 4 taraf : C1 = 10%, C2 = 20%, C3 = 30%, C4 = 40%. Faktor II : Lama penyimpanan (L) yang terdiri dari 4 taraf : P1 = 3 hari, P2 = 6 hari, P3 = 9 hari, P4 = 12 hari. Parameter yang diamati meliputi TSS, Vitamin C, Tekstur, Organoleptik Warna dan Organoleptik Rasa. Hasil penelitian : TSS tertinggi 8,575 Brix (C1), 11,425 (P4), vitamin C tertinggi 12,505 mg/100g (C4), 13,190 mg/100g (P4), Tekstur tertinggi 0,748 mg (C4), 0,768 mg (P1), warna tertinggi 3,211 (C4), 3,491 (P1) dan rasa tertinggi 2,788 (C1), 3,089 (P3).

Pendahuluan

Indonesia merupakan Negara Agraris dengan kelimpahan sumber daya alam seperti buah-buahan yang tidak semerta-merta dapat bersaing dengan produk impor dari negara lain dikarenakan kualitas buah-buahan yang tidak memenuhi standar

untuk ekspor. Hal ini disebabkan karena minimnya teknologi pascapanen dalam mempertahankan kualitas buah sampai ke tangan konsumen dikarenakan produk non-klimaterik yang memiliki sifat khas yaitu cepat rusak dan masih terus melakukan respirasi setelah dipanen sehingga

menyebabkan terjadinya penguraian kandungan nutrisinya. Sehingga diperlukan suatu upaya untuk mempertahankan umur dan kualitas buah dengan cara menghambat laju respirasi sehingga mencegah degradasi nutrisi di dalamnya (Romadhan, 2018).

Adapun beberapa upaya pascapanen yang dapat dilakukan secara konvensional untuk memperlambat pematangan buah dan mempertahankan kualitas buah dengan memperlambat proses respirasi dan menangkap gas etilen yang terbentuk yaitu dengan cara pendinginan dan penyimpanan pada kondisi atmosfer terkendali serta pengemasan dengan plastik (Salsabilah, 2017). Akan tetapi metode ini masih memiliki kelemahan yaitu pendinginan memerlukan energi yang tinggi dan menghasilkan CFC yang berbahaya bagi lingkungan. Sedangkan pengemasan dengan plastik mengakibatkan kerusakan pada buah karena tidak tahan panas dan mudah terjadi pengembunan uap air di dalamnya. Oleh karena itu, metode yang tepat untuk menurunkan tingkat kerusakan buah-buahan yaitu menggunakan edible coating. Hingga saat ini masih perlu dikembangkan lagi untuk menghasilkan edible film yang sifat fisis, mekanik maupun termal yang hampir mendekati pelapis konvensional yang berasal dari lilin/wax. Hal ini dikarenakan proses manufaktur yang masih mahal, memiliki kekuatan mekanik yang rendah, tidak tahan terhadap kelembaban dan panas, dan *lifetime* yang singkat (Fauziati, 2016).

Pisang merupakan salah satu buah klimaterik, yaitu buah yang akan tetap mengalami proses pematangan walaupun telah dipanen dan diikuti dengan proses kerusakan karena buah tetap melangsungkan proses respirasi dan metabolisme. Buah pisang merupakan salah satu jenis produksi pertanian yang mudah rusak sehingga terbatas umurnya. Pisang biasanya dipanen saat tua dan belum matang, sehingga untuk pematangannya bisa secara alami dan buatan. Kebanyakan petani pisang di Indonesia menyimpan hasil panennya di udara terbuka, dikarenakan tidak tersedianya ruangan khusus (Palupi, 2012). Hal ini dapat mengakibatkan buah pisang cepat mengalami pematangan dan cepat mengalami pembusukan. Umumnya hasil hortikultura setelah dipanen proses respirasinya masih tetap berlangsung, sehingga perlu penanganan yang tepat agar

produk bisa bertahan lebih lama. Edible bio-nanokomposit yang digunakan dalam penelitian ini yaitu memanfaatkan zat kutikula daun kelor/kitosan/nanopartikel cangkang telur yang diperkuat dengan *carboxymethyl cellulose* (CMC) dari pelepah kelapa sawit sebagai material pelindung hasil pertanian hortikultura dengan menggunakan metode *spray coating*.

Chitosan adalah zat gula yang diekstraksi dari kerangka atau cangkang hewan laut. Zat tersebut banyak digunakan sebagai bahan pembuatan obat-obatan dan berbagai perlengkapan kesehatan seperti lensa kontak dan pembalut luka. Ini juga dapat dikonsumsi sebagai suplemen kitosan. Chitosan tidak ditemukan secara alami dalam makanan, melainkan diperoleh dengan membuang zat dari cangkang krustasea seperti udang, kerang, kepiting, dan lobster (Mahatmanti, 2014). Chitin dan Chitosan merupakan biopolimer yang diperoleh dari limbah cangkang krustasea (udang, kepiting, kepiting), alga, jamur dan ragi. Chitosan adalah turunan asetat alami dari kitin yang dapat terurai secara hayati, tidak beracun, tidak menyebabkan alergi, dan merupakan solusi ramah lingkungan (Agustina, 2015). Chitosan memiliki gugus hidroksil (-OH) dan gugus amino (-NH₂) dengan nilai viskositas >2000 cps sehingga memiliki sifat hidrofobik dan anti air dengan keelastisitas tinggi (Rochima, 2018). Sedangkan nanopartikel cangkang telur sebagai doping dikarenakan memiliki gugus aktif karbonat (-CO₃) dan sistin disulfida (-SH) yang dapat membentuk jembatan dikarbonat/disulfida (C=O dan -S-S-) sehingga kekuatan mekanik lebih optimal dan bersifat superhidropobik (Zhang, 2020). Diharapkan nantinya dengan inovasi edible bio-nanokomposit ini dapat menjadikan suatu solusi mempertahankan kualitas buah sehingga dapat diekspor.

Bahan dan Metode

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian UISU Medan. Bahan penelitian yang digunakan adalah daun kelor, CMC, kitosan, cangkang telur, Ethanol 90%, HCL, Aquadest, Asam asetat, NH₄OH, Gliserol dan buah pisang. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial yang terdiri atas dua faktor utama yaitu : Faktor I : Konsentrasi chitosan (C) terdiri atas 4 taraf C1 = 10%,

C2 = 20%, C3 = 30%, C4 = 40%. Faktor II : Lama Penyimpanan (P) yang terdiri atas 4 taraf : P1 = 3 hari, P2 = 6 hari, P3 = 9 hari, P4 = 12 hari. Dengan ulangan penelitian 2. Analisa parameter meliputi TSS, kadar vitamin C, tekstur, warna dan organoleptik rasa.

Hasil dan Pembahasan

Dari hasil penelitian dan uji statistik, secara umum menunjukkan bahwa konsentrasi chitosan dan lama penyimpanan berpengaruh terhadap parameter yang diamati. Data rata-rata hasil pengamatan pengaruh konsentrasi chitosan dan lama penyimpanan terhadap masing-masing parameter dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1 Pengaruh Konsentrasi Chitosan terhadap parameter yang diamati

Konsentrasi Chitosan (C)	TSS (^o Brix)	Vitamin C (mg/100g)	Tekstur (mg)	Organoleptik Warna	Organoleptik Rasa
C1 = 10%	8,575 aA	12,350 aA	0,635 dD	3,058 aA	2,788 aA
C2 = 20%	8,319 aA	12,366 aA	0,686 cC	3,075 aA	2,775 aA
C3 = 30%	7,931 aA	12,378 aA	0,700 bB	3,146 aA	2,750 aA
C4 = 40%	7,738 aA	12,505 aA	0,748 aA	3,211 aA	2,725 aA

Tabel 2 Pengaruh Lama Penyimpanan terhadap parameter yang diamati

Lama Penyimpanan (P)	TSS (^o Brix)	Vitamin C (mg/100g)	Tekstur (mg)	Organoleptik Warna	Organoleptik Rasa
P1 = 3 hari	4,688 dD	9,311 dD	0,768 aA	3,491 aA	2,425 dD
P2 = 6 hari	7,040 cC	11,998 cC	0,728 bB	3,193 bB	2,787 cC
P3 = 9 hari	9,400 bB	15,200 aA	0,685 cC	2,939 cC	3,089 aA
P4 = 12 hari	11,425 aA	13,190 bB	0,600 dD	2,868 dD	2,863 bB

1. TSS

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa secara statistik konsentrasi chitosan memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata terhadap TSS. Semakin tinggi konsentrasi chitosan, TSS dapat dipertahankan tetap tinggi hal ini karena larutan chitosan yang melapisi buah pisang dapat memperlambat terjadinya proses respirasi buah. Sehingga kerusakan padatan terlarut dalam buah dapat diperkecil. Dari Tabel 2. TSS semakin meningkat dengan semakin lamanya penyimpanan. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu penyimpanan maka semakin besar terjadinya perombakan karbohidrat terutama pati yang terdapat dalam pisang menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti sukrosa, dan glukosa yang dapat larut dalam air yang merupakan penyumbang larutan padatan terlarut dalam bahan. Selama penyimpanan buah mengalami perombakan karbohidrat menjadi kandungan gula. Pada buah yang belum matang banyak tersimpan karbohidrat dalam bentuk pati dan selama proses menuju matang kandungan tersebut

akan berubah menjadi gula (Putri dkk., 2015).

2. Kadar Vitamin C

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa secara statistik konsentrasi chitosan memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata terhadap kadar vitamin C. Semakin tinggi konsentrasi chitosan, kadar vitamin C semakin meningkat. Hal ini karena larutan chitosan dapat memperlambat terjadinya proses respirasi buah, sehingga kerusakan vitamin C pada buah semakin kecil. Pada Tabel .2 dapat dilihat bahwa kadar vitamin C meningkat sampai dengan lama penyimpanan 9 hari (P3) dan menurun pada penyimpanan 12 hari (P4). Hal ini disebabkan karena penyimpanan sampai 9 hari terjadi proses pembentukan vitamin C dalam buah sejalan dengan terjadinya proses pematangan buah. Setelah penyimpanan 12 hari, terjadi proses pembusukan dan pelayuan pada buah dan terjadi kerusakan vitamin C, menyebabkan kadar vitamin C dalam bahan semakin rendah. Selama penyimpanan terjadi kerusakan vitamin C yang dipengaruhi oleh

suhu, cahaya maupun udara. Vitamin C pada bahan pangan akan semakin menurun bersamaan dengan kenaikan suhu dan semakin lamanya penyimpanan. Vitamin C merupakan vitamin yang mudah sekali terdegradasi, baik oleh temperatur, cahaya maupun udara sekitar sehingga kadar vitamin C berkurang. Proses kerusakan atau penurunan vitamin C ini menurut Devi, (2010) disebut oksidasi.

3. Tekstur

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi chitosan, tekstur dari pisang semakin tinggi. Tingginya tekstur yang diperoleh dengan semakin tingginya konsentrasi chitosan disebabkan karena, chitosan memiliki keaktifan melindungi buah dari kerusakan oleh mikrobia dan juga dapat memperlambat proses respirasi sehingga dapat memperlambat kerusakan tekstur. Menurut Rochmita, (2018). Pelapis edibel dapat berperan sebagai penghalang keluarnya uap air, gas, dan zat terlarut lainnya dalam bahan. Polisakarida banyak diaplikasikan sebagai bahan pelapis edibel pada buah dan sayur karena dapat berperan sebagai membran permeabel yang selektif terhadap pertukaran gas CO₂ dan O₂ sehingga laju respirasi akan menurun, menyebabkan menurunnya kerusakan tekstur pada bahan (Winarti, dkk., 2012). Chitosan memiliki manfaat yang sangat luas dalam kehidupan sehari-hari, misalnya sebagai adsorben limbah logam berat dan zat pewarna, pengawet, zat anti jamur, dan agen antibakteri. Chitosan dapat berperan sebagai pembawa dan pelindung senyawa antibakteri lainnya. Dimasukkannya chitosan sebagai pelapis dapat memberikan ketahanan yang lebih baik terhadap surfaktan dan melindungi molekul aktif dengan konsentrasi tinggi. (Bastaman, 2022). Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa tekstur semakin menurun dengan semakin lamanya penyimpanan. Hal ini disebabkan karena semakin lama penyimpanan maka semakin tinggi terjadinya kerusakan akibat respirasi. Semakin lama penyimpanan maka kerusakan akan semakin meningkat. Selama penyimpanan buah masih berlangsung aktivitas metabolik seperti respirasi dan transpirasi, yang menyebabkan semakin banyaknya kehilangan air dan perombakan pati karbohidrat menjadi senyawa yang lebih

sederhana, menyebabkan tekstur semakin menurun. Selama penyimpanan terjadi proses pematangan buah, zat pektin akan terhidrolisa menjadi komponen-komponen yang larut air sehingga kadar total zat pektin akan meningkat dan komponen yang larut air akan meningkat jumlahnya yang mengakibatkan buah menjadi lunak, menyebabkan tekstur semakin menurun, menunjukkan bahwa tingkat kekerasan buah rendah (lembek). (Romadhan dan Shanti, 2018).

4. Nilai Organoleptik Warna

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa secara statistik konsentrasi chitosan memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata terhadap nilai organoleptik warna. Dari Tabel 2. dapat dilihat bahwa organoleptik warna semakin menurun dengan semakin lamanya penyimpanan. Hal ini disebabkan karena semakin lama penyimpanan maka semakin tinggi terjadinya proses metabolisme dan respirasi, yang menyebabkan semakin tingginya perubahan warna pisang dari warna hijau menjadi warna kuning dan kecoklatan akibat terjadinya proses pematangan buah pisang selama penyimpanan. Kondisi penyimpanan mempengaruhi perubahan karakteristik organoleptik warna, tekstur dan aroma buah pisang selama penyimpanan dengan signifikan (Yasmin, 2022). Warna pisang pada awal penyimpanan berwarna hijau tua, sedangkan pada akhir masa simpan warnanya berubah menjadi kuning kecoklatan karena sudah terjadi pembusukan. Menurut Tarigan (2012), suhu sangat mempengaruhi terjadinya degradasi klorofil dan pembentukan pigmen pada buah dan sayuran.

5. Nilai Organoleptik Rasa

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa secara statistik konsentrasi chitosan memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata terhadap nilai organoleptik rasa. Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa organoleptik rasa semakin meningkat sampai penyimpanan 9 hari (P3) dan menurun pada penyimpanan 12 hari (P4). Hal ini disebabkan karena semakin lama penyimpanan maka semakin perubahan senyawa karbohidrat menjadi senyawa gula seperti sukrosa dan glukosa semakin besar, sehingga rasa dari pisang semakin manis

(disukai). Persentase kadar gula pada penyimpanan 6 hari dan 9 hari mengalami kenaikan dibandingkan 3 hari. Hal ini disebabkan karena adanya proses pemecahan polisakarida menjadi gula (sukrosa, glukosa, fruktosa) yang terjadi pada periode pasca panen. Penyusunan sukrosa memerlukan bantuan zat pembawa pospat yaitu UTP. Kemudian enzim pospatase akan mengubah sukrosa pospat menjadi sukrosa. Selanjutnya pemecahan sukrosa dengan bantuan enzim sukrosa akan membentuk glukosa dan fruktosa (Yasmin, 2022). Persentase kadar gula pada penyimpanan 12 hari tidak mengalami perubahan dibandingkan 3 hari tetapi mengalami penurunan bila dibandingkan dengan penyimpanan 12 hari. Penurunan tersebut dikarenakan cadangan polisakarida yang terbentuk tinggal sedikit. Pada awal penyimpanan kadar gula masih tinggi meskipun aktivitas respirasi tetap berlangsung. Hal ini disebabkan karena polisakarida yang terbetuk masih banyak dan pada penyimpanan 12 hari kadar gula mulai menurun karena polisakarida yang ada tinggal sedikit (Romadhan dan Shanti, 2018).

Kesimpulan

1. Perlakuan yang terbaik adalah penggunaan larutan chitosan 40% dan sebaiknya penyimpanan buah selama 9 hari.
2. Pelapisan buah pisang dengan menggunakan larutan chitosan 40%, dapat memperpanjang masa simpan buah pisang 9 hari, Dimana nilai organoleptik rasa masih dapat diterima panelis dengan baik. Nilai rasa tertinggi diperoleh pada perlakuan 2,788 (C1), 3,089 (P3).

Daftar Pustaka

- Smith, S.E. & Read, D.J. (2008) *Mycorrhizal Symbiosis. Soil Science Society of America Journal*. [Online] 137.
- A Agustina, S., Swantara, I. M. D., & Suartha, I. N. 2015. Isolasi kitin, karakterisasi, dan sintesis kitosan dari kulit udang. *Jurnal Kimia (Journal of Chemistry)*.
- Ambarita M.D.Y, Bayu E.S, Setiado H. 2015. Identification of morphological characteristic of banana (*Musa spp.*) in Deli Serdang district. *Jurnal Agroteknologi* 4(1): 1911-1924.
- Amilda Khasanah, Dan Marsusi. 2014. Karakterisasi 20 Kultivar Pisang Buah Domestik (*Musa Paradisiaca*) Dari Banyuwangi Jawa Timur. *J. El-Vivo*. 2(1): 20-27.
- Bastaman. 2022. Kandungan Nutrisi dan Sifat Fungsional Tanaman Kelor (*Moringa oleifera*). *Balai Pengkajian Teknologi Pertanian*. Vol. 5 (2):35-44.
- Blandina, B., L. A. M. Siregar dan H. Setiado. 2019. *Identifikasi Fenotipe Pisang Barangan (Musa acuminata Linn)* di Kabupaten Deli Serdang. Sumatera Utara *Jurnal Agroteknologi FP USU* Vol. 7(2) : 94-105.
- Budiyanto, K. A. (2010). Model Pengembangan Ketahanan Pangan Berbasis Pisang Melalui Revitalisasi Nilai Kearifan Lokal. *Jurnal Teknik Industri* 11 (2), 170-177.
- Bukar, A., Uba, A. dan Oyeyi, T.I. 2010. Antimicrobial Profile of *Moringa oleifera* Lam. Extracts Against Some Food –Borne Microorganisms. *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*, 3(1): 43 –48.
- Damayanti, W., E. Rochima, dan Z. Hasan. 2016. Aplikasi kitosan sebagai antibakteri pada filet patin selama penyimpanan suhu rendah. *JPHPI* 16 (3):321-328.
- Fauziati, 2016. Pemanfaatan Stearin Kelapa Sawit Sebagai Edible Coating Buah Jeruk. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 10(1): 92 – 100.
- Hilma, H Ahmad, F & Dwi P 2018. Potensi Kitosan sebagai Edible Coating pada Buah Anggur Hijau. *Jurnal Material Sains*, 2(1): 132 – 138.
- Imtihani, H. N., & Permatasari, S. N. (2020). Sintesis dan Karakterisasi Kitosan dari Limbah Kulit Udang Kaki Putih (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Simbiosis*. 9(2):129-137.
- Justina, N. Surya, W. 2019. Karakterisasi nanoemulsi ekstrak daun kelor (*Moringa Oleifera lamk*). *J Sains Farmasi* 6(1): 16-24.
- Kaleka. 2013. Pisang Budidaya, Pengolahan, dan Prospek Pasar. Penebar Swadaya: Jakarta.
- Lin, P.-Y., Wu, H.-M., Hsieh, S.-L., dan Hsieh, S. 2021. Preparation of vaterite calcium carbonate granules from discarded oyster shells as an adsorbent for heavy metal ions removal. *Chemosphere* 254:126903.

- Maghfiroh, J Anggun, D & Anis, A 2018. Efektivitas Penambahan Kitosan dan Ekstrak Jeruk Nipis dalam Pembuatan Antimicrobial Edible Coating dan Aplikasinya pada Fresh-Cut Jambu Biji Kristal. *Jurnal Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian*, 2(1) : 82 – 90.
- Mahatmanti, F.W., Nuryono., & Narsito., 2014. Physical Characteristics of Chitosan Based Film Modified with Silica and Polyethylene Glycol, *Indonesian Journal of Chemistry*, 14(2), pp.131-137.
- Martinni, M. 2016. Optimasi Berat Natrium Monokloroasetat dan Waktu Sintesis Karboksimetil Selulosa (CMC) Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis jack*). [Skripsi]. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Maulizar, T 2018. Aplikasi Edible Coating Pati Jagung Kombinasi Nanoemulsi Minyak Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii*) Pada Buah Tomat Selama Penyimpanan. [Thesis] Universitas Syiah Kuala.
- Minda Azhar, Jon Efendi, Erda Syofyeni, Rahmi Marfa Lesi, dan Sri Novalina, 2010, Pengaruh Konsentrasi Naoh Dan Koh Terhadap Derajat Deasetilasi Kitin Dari Limbah Kulit Udang, *EKSAKTA Vol. 1 Tahun XI Februari*, 2010
- Napitupulu, B. 2010. Teknologi Pertanaman Sistem Dua Jalur pada Pisang Barangan di Sumatera Utara. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Sumatera Utara. sumut.litbang.pertanian.go.id
- Ningsih Ayu, Nurmiati dan Anthoni Agustin. 2013. Uji Efektivitas Antibakteri Ekstrak Kental Tanaman Pisang Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, *Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi, Universitas Andalas*. Halaman 207-213.
- Nurhikmawati, F., Marunung, M., & Laksmiwati, A. A. I. A. M. (2014). Penggunaan Kitosan dari Limbah Kulit Udang Sebagai Inhibitor Keasaman Tuak. *Jurnal Kimia*. 8(2): 191-197.
- Palupi. 2012. Metabolisme Sukrosa Pada Proses Pemasakan Buah Pisang Yang Diperlakukan Pada Suhu Berbeda (Sucrose Metabolism In The Ripening Of Banana Fruit Treated With Difference Temperature). *Jurnal Ilmu Dasar*. Fakultas Pertanian. Universitas Jember. Vol. 5(1) Hal : 21-26.
- Putri, T. K., D. Veronika., A. Ismail., A. Karuniawan., Y. Maxiselly., A. W. Irwan dan W. Sutari. 2015. Pemanfaatan jenis-jenis pisang (banana dan plantain) lokal Jawa Barat berbasis produk sale dan tepung. *J. Kultivasi*. 14(2).
- Rochima, E 2018. Efek Penambahan Suspensi Nanokitosan Pada *Edible Coating* Terhadap Aktivitas Antibakteri. *JPHPI*, 2(1):127 – 137.
- Romadhan, M & Shanti, P 2018. Pengaruh Edible Coating Berbasis Pektin dan Kitosan yang Diinkorporasi dengan Nanopartikel ZnO terhadap kesegaran Buah Mangga (*Mangifera indica L.*). *TECHNOPEX*, vol 3(2): 21 – 27.
- Salsabilah, A & Maria, U 2017. Karakteristik Ketebalan Edible Film Berbahan Dasar Bioselulosa Nata De Siwalan Dengan Penambahan Gliserol, *Jurnal Pertanian*, vol 6(1): 441 – 448.
- Sunyoto, A. 2011. Budidaya Pisang Cavendish Usaha Sampingan yang Menggiurkan. *Berlian Media*. Yogyakarta.
- Tarigan, A, dan Kaban. S. 2012. Teknologi Sehat Budidaya Pisang dan Benih Sampai Pascapanen. Pusat Kajian Holtikultura. IPB.
- Utami. 2013. Kandungan Gizi Daun Kelor (*Moringa oleifera L*) berdasarkan Posisi Daun dan Suhu Peneduhan. [Skripsi]. Bogor: Fakultas Ekologi Manusia. Institut Pertanian Bogor. 30 hal. Diakses melalui <https://www.repository.ipb.ac.id> pada tanggal 18 November 2017.
- Winarno, F.G. 2018. Tanaman Kelor (*Moringa oleifera*): Nilai Gizi, Manfaat, Dan Potensi Usaha. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama. 3-6.
- Yasmin. A. R. 2022. Karakter Organoleptik Buah Pisang Pada Kondisi Penyimpanan Yang Berbeda. [Skripsi]. UGM. Departemen Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian. Fakultas Pertanian. *Jurnal Agrifoodtech*. Vol. 1, No. 1. Juni 2022, Hal 54-60.
- Zhang, X., Liu, Z., Li, Y., Cui, Y., Wang, H. dan Wang, J. 2020. Durable superhydrophobic surface prepared by designing “micro-eggshell” and “weblike” structures. *Chemical Engineering Journal* 392:123741. available from: doi:10.1097/00010694-198403000-00011.
- Tanaka, Y., Sugano, S.S., Shimada, T. & Hara-Nishimura, I. (2013) Enhancement of leaf photosynthetic capacity through increased stomatal density in *Arabidopsis*. *New Phytologist*. [Online]

198 (3), 757–764. Available from:
doi:10.1111/nph.12186.

Thomas Santoso (2001) Tata Niaga Tembakau
Di Madura. *Jurnal Manajemen dan
Kewirausahaan*. [Online] 3 (2), pp.96-

105. Available from:
<http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/man/article/view/15612>.