

POTENSI OLIGOCHITOSAN SEBAGAI *EDIBLE COATING* PADA ANGGUR LAUT (*Caulerpa lentillifera*)

*The Potential of Oligochitosan as an Edible Coating of Sea Grape (*Caulerpa lentillifera*)*

Gede Ari Yudasmaras
Program Studi Akuakultur, Jurusan Perikanan dan Kelautan
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Ganesha
Jalan Udayana No. 11, Singaraja Bali
Email: ariyudasmaras@undiksha.ac.id

Diserahkan tanggal 26 Agustus 2019, Diterima tanggal 14 Januari 2020

ABSTRAK

Caulerpa lentillifera merupakan *edible seaweed* yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan banyak dikonsumsi dalam bentuk segar maupun bentuk olahan. Namun, *Caulerpa lentillifera* sangat mudah rusak dan memiliki umur simpan yang singkat pada proses pasca panen. Agar penurunan mutu dan masa jualnya dapat diperpanjang, maka diperlukan upaya untuk dapat menghambat kerusakannya. Pemberian lapisan tipis oligochitosan pada bagian permukaan *Caulerpa lentillifera*, merupakan salah satu upaya yang dapat diterapkan, mengingat oligochitosan adalah turunan dari chitosan yang sudah dikenal luas sebagai pengawet alami. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pelapisan oligochitosan dengan konsentrasi yang berbeda terhadap daya simpan *Caulerpa lentillifera* pasca panen. Bahan oligochitosan yang digunakan berupa cairan yang kemudian dilarutkan pada air laut steril untuk setiap konsentrasi perlakuan. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan 4 perlakuan yaitu P1 (pencelupan oligochitosan 0,25%), P2 (oligochitosan 0,5%), P3 (oligochitosan 0,75%) dan P0 tanpa pencelupan (kontrol) dengan menggunakan 100-gram *Caulerpa lentillifera* pada setiap ulangnya sebanyak 3 kali masing-masing selama 7 detik, kemudian ditiriskan dan disimpan ke dalam wadah plastik transparan tertutup pada ruangan bersuhu 20-25°C. Parameter yang diamati adalah warna, tekstur, aroma dan bobot setelah perlakuan yang dianalisis melalui uji organoleptik dan penimbangan bobot setiap hari selama 7 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi pelapisan oligochitosan secara positif dapat memperpanjang masa simpan dan mampu mempertahankan mutu *Caulerpa lentillifera* saat pasca panen, selama P0 (3 hari); P1 (4 hari); P2 (5 hari); dan P3 (3 hari). Kadar oligochitosan 0,5% (P2) merupakan kadar yang optimal dalam memperpanjang daya simpan dan mampu mempertahankan karakteristik fisik *Caulerpa lentillifera* selama 5 hari penyimpanan.

Kata kunci: *Caulerpa lentillifera*; *edible coating*; oligochitosan; pasca panen.

ABSTRACT

Caulerpa lentillifera is *edible seaweed* with a high economic value which is consumed in a great number both as fresh and processed food. However, it spoils easily and has a very short storage life time in the post-harvest process. In order to stop the degradation of its quality and to prolong its sale time, then there is a need to stop its spoilage. Coating the surface part of *Caulerpa lentillifera* with a thin oligochitosan layer is one of the efforts that can be used, considering oligochitosan is a chitosan derivative which is widely known as a natural preservative. This study aimed at finding out the effect of the use of oligochitosan covering with different concentrations on the storage lifetime of post-harvest *Caulerpa lentillifera*. This study used oligochitosan liquid which was dissolved in sterile water in each treatment concentration. This study used an experimental method using 4 (four) treatments: P1 (coating with 0.25% oligochitosan, P2 (coating with 0.5% oligochitosan), P3 (coating with 0.75% oligochitosan) and P0 without coating (control) by using 100 gram of *Caulerpa lentillifera* at each repetition for 7 seconds and then the *Caulerpa lentillifera* was drained and stored in a closed transparent plastic container at the room temperature of 20-25°C. The parameters that were observed were color, texture, aroma, and weight after treatments which were analyzed through the organoleptic test and the weights were measured every day for 7 days. The result showed that the application of the oligochitosan coating positively lengthens the storage lifetime and is able to maintain the quality of the post-harvest *Caulerpa lentillifera*, with P0 (for 3 days); P1 (for 4 days); P2 (for 5 days); and P3 (for 3 days). The 0.5% (P2) Oligochitosan content is the optimal content in lengthening the storage lifetime and is able to maintain the physical characteristics of *Caulerpa lentillifera* for 5 days storage

Keywords: regional economy; downstreaming; fisheries sector; development.

PENDAHULUAN

Rumput laut adalah salah satu komoditas unggulan perikanan budidaya yang penting di Indonesia. Pengembangan budidaya rumput laut di Indonesia prospektif, mengingat

luasnya kawasan laut Indonesia dan kekayaan spesies rumput laut untuk dibudidayakan (Fadilah, 2015). Salah satu komoditas rumput laut prospektif tersebut adalah *Caulerpa* sp., spesies ini umum dikenal dengan sebutan Bulung Boni (Bali), Latoh (Jawa), Lawi-Lawi (Sulawesi), sedangkan di Jepang

disebut Umi Budo. *Caulerpa* ini bentuk dan rasanya menyerupai telur ikan Caviar, sehingga dikenal sebagai "green caviar". Selain itu juga karena bentuknya menyerupai buah anggur, maka kebanyakan orang menyebutnya sebagai anggur laut atau "sea grape" (Yudasmara, 2014).

Sebagai *edible seaweed* (rumput laut yang dapat dimakan) dan bernilai ekonomi penting, saat ini *Caulerpa lentillifera* telah banyak yang dibudidayakan guna mengatasi kelangkaan di habitat aslinya. Anggur laut jenis ini umumnya dapat dipanen pada saat berumur 30 hari atau tergantung intensitas cahaya matahari dalam menunjang proses fotosintesis guna pertumbuhannya. *Caulerpa lentillifera* yang sudah diseleksi dapat langsung dikonsumsi dalam keadaan segar atau setelah satu hari semalam di rendam air laut steril.

Seperti pada umumnya produk segar, kelemahan produk alam ini terletak pada daya tahannya setelah panen. *Caulerpa lentillifera* memiliki masa simpan yang sangat singkat, produk pangan ini akan mengalami penurunan mutu setelah 3 hari penyimpanan pada suhu ruang tanpa direndam air laut steril. *Caulerpa lentillifera* yang tidak terkonsumsi akan mengalami perubahan morfologi, seperti perubahan tekstur terlihat layu, warna lebih pudar, keluar cairan/lendir serta mengalami penurunan berat bobot (Herawati, 2008; Gardjito dan Swasti, 2018).

Agar penurunan mutu dan masa jual *Caulerpa lentillifera* dapat diperpanjang, diperlukan upaya yang dapat menghambat kerusakannya. Banyak metode yang dapat digunakan untuk memperpanjang umur simpan bahan nabati segar. Pemberian lapisan tipis pada bagian permukaan produk, merupakan salah satu upaya yang dapat diterapkan (Baldwin *et al.*, 2012; Afrianti, 2013). Lapisan yang ditambahkan ini tidak bersifat berbahaya bagi kesehatan dan dapat ikut dikonsumsi bersama produk, salah satu jenis pelapis tersebut adalah oligochitosan.

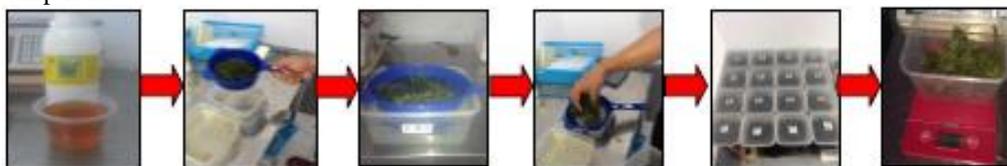
Oligochitosan merupakan bentuk lain dari chitosan, dimana chitosan merupakan hasil hidrolisis dari kitin yang banyak terdapat pada kulit udang atau kepiting (Ramadhan *et al.*, 2010; Candra dan Puspitasari, 2013). Chitosan telah lebih dahulu dikenal di masyarakat sebagai bahan pelapis makanan yang dapat mempertahankan umur simpan (Ghaouth *et al.*, 1994; Galed *et al.*, 2004; Bautista Banos *et al.*, 2006; Surianta, 2011; Novita *et al.*, 2012; Karina *et al.*, 2012; Sitorus *et al.*, 2014; Pureta, 2017; dan Hilma *et al.*, 2018). Perbedaan dari kedua jenis pelapis ini adalah rantai kimia oligochitosan lebih sederhana dan lebih mudah larut di dalam air dibandingkan chitosan sehingga diharapkan lebih mudah diserap dan diaplikasikan sebagai pelapis. Menurut Zhang *et al* (2012); Candra dan Puspitasari (2013); Jesmin *et al* (2013); dan Galgano (2015) aplikasi oligochitosan sebagai pelapis atau pengawet yang dapat dimakan pada bahan nabati segar mempunyai dampak positif dalam penyimpanan jangka panjang makanan karena menyediakan semacam lapisan aktif dan dapat mempertahankan penampakan luar atau kesegaran dalam waktu yang cukup lama.

Uji penggunaan oligochitosan diharapkan mampu mengatasi kendala-kendala dalam pasca panen *Caulerpa lentillifera* guna menunjang keberadaannya di pasaran dalam jumlah besar dan secara kontinu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan oligochitosan terhadap daya tahan *Caulerpa lentillifera* pasca panen.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret - April tahun 2019 bertempat di Desa Musi Kecamatan Gerokgak, Kabupaten Buleleng, Provinsi Bali. Bahan oligochitosan yang digunakan berupa cairan yang diproduksi oleh Badan Tenaga Atom Nasional (BATAN). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan 4 perlakuan konsentrasi oligochitosan, masing-masing perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 6 kali. Keempat perlakuan tersebut adalah P1 (konsentrasi 0,25%); P2 (konsentrasi 0,5%); P3 (konsentrasi 0,75%); dan P0 (konsentrasi 0% (kontrol)) dengan menggunakan 100 gram *Caulerpa lentillifera* pada setiap ulangannya. Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah warna, tekstur, aroma dan bobot *Caulerpa lentillifera* setelah perlakuan.

Prosedur pembuatan larutan uji dilakukan dengan melarutkan oligochitosan ke dalam air laut steril untuk mendapatkan setiap konsentrasi perlakuan. Untuk konsentrasi 0,25% diperoleh dengan cara melarutkan 2,5 ml oligochitosan ke dalam 1000 ml air laut steril dan begitu selanjutnya untuk mendapatkan konsentrasi 0,5%, dan 0,75%. Pengujian dilakukan dengan mencelupkan *Caulerpa lentillifera* yang telah dipilih sebagai bahan penelitian ke masing-masing larutan uji 0,25%; 0,5%; dan 0,75% sebanyak 3 kali masing-masing selama 7 detik dengan pertimbangan agar bahan uji terlapisi sempurna dengan larutan oligochitosan akibat tekstur dari bahan uji itu sendiri, kemudian dilanjutkan dengan ditiriskan. *Caulerpa lentillifera* yang telah dicelup berikut kontrol disimpan ke dalam wadah plastik transparan dan ditutup dengan rapat pada ruangan bersuhu 20-25°C (suhu ruang) kemudian diamati melalui uji organoleptik (Soekarto, 1985) dan dilakukan penimbangan bobot setiap hari selama 7 hari. Pengujian organoleptik dilakukan oleh beberapa panelis yang telah memiliki pengalaman sebelumnya menguji *Caulerpa lentillifera* dan para konsumen *Caulerpa lentillifera* yang total berjumlah 10 orang. Setiap panelis diberikan lembar *scoring sheet* yang telah disiapkan lengkap dengan rubrik penilaian uji organoleptik, yaitu untuk atribut aroma (1= busuk; 2 = agak busuk; 3 = mulai busuk; 4 = segar; 5 = sangat segar), atribut warna (1= kuning; 2 = hijau kekuningan; 3 = hijau muda; 4 = hijau; 5 = hijau pekat), dan atribut tektur (1= sangat layu; 2 = layu; 3 = mulai layu; 4 = agak keras; 5 = keras). Proses pelapisan oligochitosan dapat dilihat pada Gambar 1.

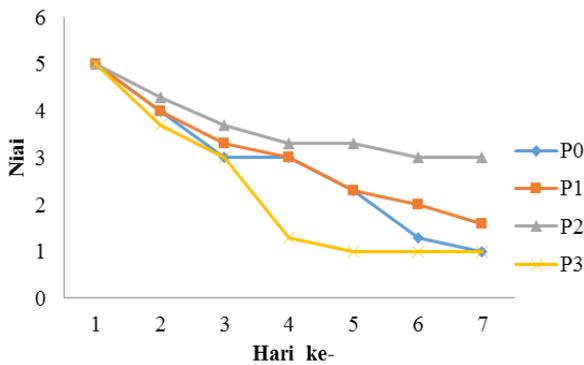


Gambar 1. Proses pelapisan oligochitosan pada *Caulerpa lentillifera*

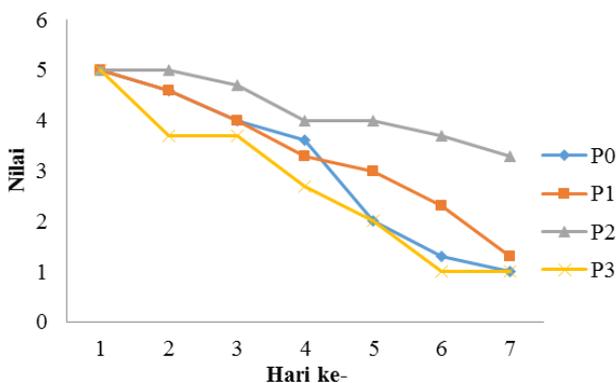
HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Organoleptik

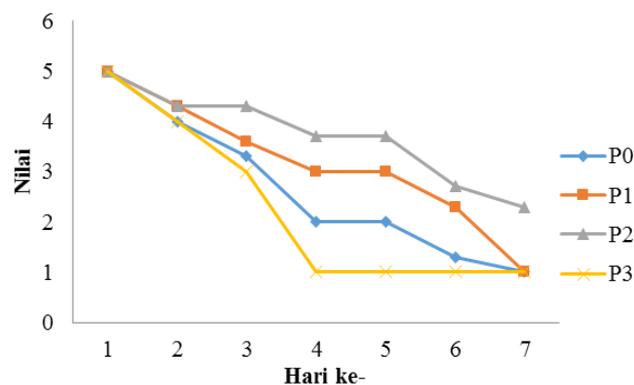
Pengujian organoleptik mempunyai peranan penting dalam penerapan mutu. Pengujian organoleptik dapat memberikan indikasi kebusukan, penurunan mutu dan kerusakan lainnya dari produk. Uji organoleptik yang dilakukan berlangsung selama 7 hari pengujian dengan melibatkan beberapa panelis. Panelis yang digunakan adalah mereka yang memiliki pengalaman sebelumnya menguji *Caulerpa lentillifera* dan para konsumen *Caulerpa lentillifera* yang total berjumlah 10 orang. Grafik rata-rata penilaian panelis terhadap atribut aroma, warna, dan tekstur dapat dilihat pada Gambar 2, 3, dan 4.



Gambar 2. Rata-rata Penilaian Panelis Terhadap Atribut Aroma



Gambar 3. Rata-rata Penilaian Panelis Terhadap Atribut Warna

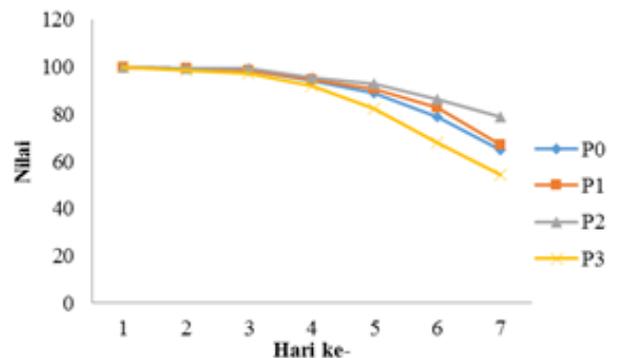


Gambar 4. Rata-rata Penilaian Panelis Terhadap Atribut Tekstur

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa semakin lamanya penyimpanan maka terjadi penurunan mutu dari *Caulerpa lentillifera*, baik dengan perlakuan pencelupan oligochitosan maupun kontrol. Penurunan mutu ditandai dengan adanya perubahan warna, aroma dan tekstur pada *Caulerpa lentillifera*. Seiring dengan waktu penyimpanan, warna dari *Caulerpa lentillifera* akan berubah dari hijau pekat menjadi kuning, sedangkan aroma berubah dari sangat segar menjadi busuk (aroma tidak sedap) dan tekstur akan berubah dari keras menjadi sangat layu. Berdasarkan gambar di atas dapat diketahui bahwa penilaian panelis terhadap perubahan aroma yang signifikan terjadi pada hari ke lima pengujian organoleptik yaitu pada P0; P1; dan P3 dengan nilai berturut-turut 2,3; 2,3; dan 1,0. Sedangkan untuk P2 belum mengalami pembusukan dan mendapatkan nilai uji sebesar 3,3. Warna dari *Caulerpa lentillifera* selama penyimpanan juga mengalami penurunan, nilai panelis signifikan terjadi pada hari ke lima pada perlakuan P3 dan P0. Sedangkan P2 mendapatkan nilai tertinggi yaitu 3,3 di hari terakhir perlakuan. Untuk tekstur, semakin lama penyimpanan *Caulerpa lentillifera* akan tampak semakin lunak. Penurunan nilai panelis yang signifikan terjadi pada hari ke empat dimana perlakuan P3 dengan nilai terendah.

Laju Susut Bobot *Caulerpa lentillifera*

Susut bobot merupakan salah satu faktor yang mengindikasikan mutu *Caulerpa lentillifera*. Perubahan terjadi bersamaan dengan lamanya waktu simpan, dimana semakin lama disimpan maka bobot *Caulerpa lentillifera* semakin berkurang. Perubahan bobot *Caulerpa lentillifera* selama penyimpanan dengan perlakuan pencelupan oligochitosan pada suhu ruang selama penyimpanan ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Rata-rata susut bobot *Caulerpa lentillifera*

Berdasarkan gambar di atas dapat diketahui bahwa keempat perlakuan konsentrasi oligochitosan berpengaruh juga pada susut bobot *Caulerpa lentillifera*, dimana P2 lebih sedikit susut bobotnya dibandingkan P3 yang susut bobot terbanyak. Rata-rata perubahan dari seluruh atribut yang signifikan dimulai pada hari ke 5 penelitian. Berdasarkan uji normalitas (Kolmogorov-Smirnov) dapat diketahui bahwa data susut bobot memiliki nilai signifikansi sebesar 0,605 atau $> 0,05$. Nilai tersebut menyatakan bahwa data susut bobot terdistribusi normal. Apabila data terdistribusi normal, maka analisis dapat dilanjutkan dengan uji sidik ragam. Berdasarkan uji sidik ragam dapat diketahui bahwa perlakuan pencelupan oligochitosan 0,5% (P2) berpengaruh secara nyata terhadap

susut bobot. Hal ini dapat diketahui dengan melihat nilai signifikansi sebesar 0,041 atau $< 0,05$. Setelah itu dilakukan uji BNT untuk mengetahui urutan perlakuan pencelupan oligochitosan yang memberikan pengaruh nyata terhadap susut bobot. Dari uji BNT tersebut dapat diketahui bahwa antar perlakuan tidak berbeda secara nyata terhadap susut bobot. Walaupun tidak berbeda nyata, namun perlakuan pencelupan oligochitosan 0,5% (P2) memberikan hasil yang optimal dibandingkan dengan perlakuan P1(0,25%); P3(0,75%); dan kontrol (P0). Optimal yang dimaksud adalah rendahnya penyusutan bobot yang diperoleh setiap perlakuan dan kecilnya perubahan karakteristik fisik seperti warna, aroma serta tekstur dari *Caulerpa lentillifera*.

Kerusakan bahan pangan terjadi karena beberapa faktor yang mempengaruhinya. Faktor-faktor yang menyebabkan kerusakan bahan pangan adalah kondisi fisiologis, pengaruh patologis, dan kondisi lingkungan (Kader, 2002; Herawati, 2008). Terjadinya proses metabolisme oleh enzim dalam jaringan bahan nabati segar dan aktivitas mikroorganisme menyebabkan terjadinya pembusukan sedangkan proses respirasi dan transpirasi akan menyebabkan terjadinya pengkerutan, rusaknya *flavor*, pelayuan, dan menyebabkan susut bobot (Gardjito dan Swasti, 2018).

Begitu selesai panen, bahan pangan nabati segar masih tetap mengalami respirasi dan transpirasi. Respirasi akan berlangsung selama substrat untuk glikolisis, proses berlangsungnya reaksi dalam lingkaran asam trikarboksilat dan transpor elektron masih ada. Respirasi akan menghasilkan energi yang mendukung berlangsungnya proses metabolisme sekunder seperti produksi etilen dan metabolisme fenolat yang merupakan hormon alami pada bahan pangan nabati segar untuk penuaan dan pemasakan. Selain itu, proses respirasi juga mengakibatkan terjadinya degradasi hemiselulosa dan pektin dari dinding sel sehingga kekerasan tekstur menjadi lunak. Transpirasi atau proses hilangnya air dalam bentuk uap air dari jaringan epidermis akan menyebabkan layu dan mengerut sehingga bahan nabati segar menjadi lunak.

Nursandi (2014); Yudasmara (2014) menyebutkan bahwa komposisi dari *Caulerpa lentillifera* sebagian besar merupakan air (92,52%). Tingginya nilai kadar air ini menyebabkan *Caulerpa lentillifera* mengalami proses transpirasi lebih cepat ketika pasca panen, sehingga merusak taktur dan penurunan bobot menjadi layu dan mengerut. Semakin tinggi kandungan air suatu bahan makanan segar maka akan semakin kecil daya tahannya, begitu pula sebaliknya semakin rendah kandungan air maka semakin lama daya simpan bahan makanan tersebut (Herawati, 2008; Gardjito dan Swasti, 2018). Sedangkan perubahan aroma dan warna lebih disebabkan karena aktivitas enzim yang merombak protein dan merusak pigmen warna dari *Caulerpa lentillifera*.

Adanya proses pelapisan menggunakan oligochitosan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa penyimpanan *Caulerpa lentillifera* dapat lebih bertahan dibandingkan tanpa pelapisan. Pelapisan merupakan salah satu cara yang dikembangkan untuk memperpanjang masa simpan dan melindungi produk segar dari kerusakan dan pengaruh lingkungan yang tidak menguntungkan. Pelapisan juga dapat menutupi luka-luka atau goresan-goresan kecil pada permukaan kulit, sehingga dapat menekan laju respirasi dan proses transpirasi yang terjadi pada bahan pangan nabati segar

(Surianta, 2011; Baldwin *et al.*, 2012; dan Afrianti, 2013). Pelapis oligochitosan yang digunakan dalam penelitian ini mampu menekan laju respirasi dan proses transpirasi, sehingga *Caulerpa lentillifera* tetap baik sampai dengan hari ke 5 penelitian terutama perlakuan pencelupan oligochitosan 0,5% (P2). Sesuai dengan pendapat Zhang *et al* (2012); Candra dan Puspitasari (2013); Jesmin *et al* (2013); dan Galgano (2015) yang menyatakan bahwa oligochitosan dapat berfungsi sebagai pelapis (*coating*), pengikat protein dan lemak. Pelapis ini merupakan penghalang (*barrier*) yang baik, sebab dapat membentuk matrik yang kuat dan kompak yang bersifat permeabel terhadap CO₂ dan O₂. Sebagai pelapis, oligochitosan mampu melindungi dan melapisi bahan makanan sehingga tetap dapat mempertahankan karakteristik fisik dan nilai cita rasa.

Aplikasi oligochitosan dalam pengawetan *Caulerpa lentillifera* pasca panen termasuk metode yang baru digunakan. Pemanfaatan oligochitosan sebagai pengawet lebih banyak diterapkan pada bidang pertanian khususnya hortikultura, dimana sayuran dan buah-buahan seperti tomat, apel, stroberi sangat umum menggunakannya guna mempertahankan karakteristik fisik, nilai cita rasa dan pengaruh lingkungan yang tidak menguntungkan (Baldwin *et al.*, 2012; Zhang *et al.*, 2012; Candra dan Puspitasari, 2013; dan Galgano, 2015). *Caulerpa lentillifera* pasca panen sangat jarang bahkan tidak pernah ditambahkan zat pengawet, metode yang digunakan hanya cukup direndam pada air laut steril atau dengan metode pencucian, atau menggunakan metode *blanching temperature and time* (Minh *et al.*, 2019). Kelemahan metode perendaman dan pencucian terletak dari umur simpan pasca panen yang pendek yaitu hanya 3 hari sedangkan metode *blanching temperature and time* memerlukan peralatan yang kompleks sehingga kurang praktis dan biaya produksi menjadi mahal. Keuntungan penerapan oligochitosan terletak pada penggunaan peralatan yang sederhana, tergolong praktis karena hanya dicelupkan serta murah dari segi biaya karena larutan dapat dipergunakan secara berulang sehingga para pembudidaya atau penjual dapat dengan mudah menerapkannya.

KESIMPULAN

Aplikasi pelapisan oligochitosan secara positif dapat memperpanjang masa simpan dan mampu mempertahankan mutu *Caulerpa lentillifera* saat pasca panen, selama P0 (3 hari); P1 (4 hari); P2 (5 hari); dan P3 (3 hari). Kadar oligochitosan 0,5% (P2) merupakan kadar yang optimal dalam memperpanjang daya simpan dan mampu mempertahankan karakteristik fisik *Caulerpa lentillifera* selama 5 hari penyimpanan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat terlaksana atas bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas MIPA serta Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LP2M) Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian mandiri. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu

penelitian ini, mulai dari pemberian ijin lokasi riset, pengambilan dan pengolahan data riset.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianti, L.H. 2013. Teknologi Pengawetan Pangan. Alfabeta. Bandung.
- Baldwin, E.A., Hagenmaier, R and Bai, J. 2012. Edible Coating and Films to Improve Food Quality. Second Edition. CRC Press. Taylor and Francis Group. 417 hlm.
- Bautista-Baños, S., Hernández-Lauzardo, A.N., Velázquez-del Valle, M.G., Hernández-López, M., Ait Barka, E., Bosquez-Molina, E. and Wilson, C.L. 2006. Chitosan as a Potential Natural Compound to Control Pre and Postharvest Diseases of Horticultural Commodities. *Corp Protection*. 25(2): 108-118.
- Candra, C dan Puspitasari, F. 2013. Karakteristik Fisiko-Kimia Kitosan dan Oligo Kitosan Kulit Udang (*Litopenaeus vannamei*). *Fish Scientiae*. 3(6): 79-86
- Fadilah, S. 2015. Petunjuk Teknis Teknologi Produksi Bibit Rumput Laut *Gracilaria gigas* dengan Metode Kultur Jaringan. Loka Riset Budidaya Rumput Laut. Gorontalo.
- Galed, G., Fernandez-Valle, M. E., Martinez, A and Heras, A. 2004. Application of MRI Monitor the Process of Ripening and Delay in Citrus Treated With Chitosan Solutions. *Magnetic Resonance Imaging*. 22:127-137.
- Galgano, F. 2015. Biodegradable Packaging and Edible Coating for Fresh-Cut Fruits and Vegetables. *Italian Journal of Food Science*. 27(1): 1 - 20.
- Gardjito, M dan Swasti, Y.R. 2018. Fisiologi Pascapanen Buah dan Sayur, Gadjah Mada University Press. 271 hlm.
- Ghaouth, A.E., Ponnampalan, R., Castaigne, F and Arul, J. 1992. Chitosan Coating to Extend Storage Life of Tomatoes. *Hortscience*. 27(9):1016-1018.
- Herawati, H. 2008. Penentuan Umur Simpan Pada Produk Pangan. *Jurnal Litbang Pertanian*. 27(4): 124-130.
- Hilma, H., Fatoni, A dan Sari, P.D. 2018. Potensi Kitosan sebagai Edible Coating pada Buah Anggur Hijau (*Vitis vinifera* Linn). *Jurnal Penelitian Sains*. 20(1): 25-29.
- Jesmin, S., Al-Jubayer, A., Debnath, T., M M Islam, J., Rahaman, M.S., Kamal, A.H.M., Rahaman, M.S., Saifur, M., Kabir, S.E and A Khan, M. 2018. Edible Transparent Coating of Irradiated Oligo-Chitosan to Preserve Aesthetic View and Taste of Litchi Fruit. *Journal Food and Microbiology*. 2(1): 6-11.
- Kader, A. A. 2002. Postharvest Biology and Technology : Technology of Horticultural Crops. University of California. Division of Agriculture and Natural Resources.
- Karina, A.R., Trisnowati, S dan Indradewa, D. 2012. Pengaruh Macam dan Kadar Kitosan Terhadap Umur Simpan dan Mutu Buah Stroberi (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Jurnal Vegetalika*. 1(2): 21-30.
- Minh, N.P., Nhi, T.T.Y, Tuyen, L.K, Phi, T.H, Khoa, D.T, and Thuan, T.Q. 2019. Technical Factors Affecting Seagrape (*Caulerpa lentillifera*) Production by Cultivation and Its Stability By Post-Harvest Treatment. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 11(3): 783-786.
- Novita, M., Satriana, S., Martunis, M., Rohaya, S dan Hasmarita, E. 2012. Pengaruh Pelapisan Kitosan Terhadap Sifat Fisik dan Kimia Tomat Segar Pada Berbagai Tingkat Kematangan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*. 4(3):1-8.
- Nursandi, N.M.N.J. 2014. Karakteristik Kimiawi Rumput Laut Lokal (*Caulerpa* sp.) dan Potensinya Sebagai Sumber Antioksidan. Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian Polinela. 577-584.
- Pureta, J.D.P. 2017. Pemanfaatan Kitosan Cair Sebagai Edible Coating Terhadap Buah Stroberi (*Fragaria* Sp.) Selama Penyimpanan. Program Studi Teknologi Pangan. Fakultas teknik. Universitas Pasundan. Bandung.
- Ramadhan, L.O.A.N, Radiman, C.L., Wahyuningrum, D., Suendo, V., Ahmad, L.O dan Valiyaveetiil, S. 2010. Deasetilasi Kitin Secara Bertahap dan Pengaruhnya Terhadap Derajat Deasetilasi serta Masa Molekul Kitosan. *Jurnal Kimia Indonesia*. 5(1): 17-21.
- Sitorus, R.F., Karo-Karo, T dan Lubis, Z. 2014. Pengaruh Konsentrasi Kitosan Sebagai Edible Coating dan lama Penyimpanan Terhadap Mutu Buah Jambu Biji Merah, *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*. 2(1): 37-46.
- Soekarto. 1985. Penilaian Organoleptik. Pusat Pengembangan Teknologi Pangan. IPB Press, Bogor.
- Surianta. 2011. Sifat Fisik dan Daya Simpan Buah Markisa Kuning yang Dilapisi Kitosan. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Yudasmara, G.A. 2014. Budidaya Anggur Laut (*Caulerpa racemosa*) Melalui Media Tanam Rigid Quadrant Nets Berbahan Bambu. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 3(2): 468-473.
- Zhang, H., Li, R and Liu, W. 2012. Effects of Chitin and Its Derivative Chitosan on Postharvest Decay of Fruits: A Review. *International Journal of Molecular Sciences*. 12: 917-934.