

PENGEMASAN UNTUK MENGURANGI RESIKO CEMARAN TIMBAL (PB) DAN PENURUNAN MUTU PADA SISTEM PENJUALAN BUAH PEDAGANG KAKI LIMA

Nofa Andriastuti Dewi Hartono¹, Sutrisno², dan Emmy Darmawati²

¹*Mahasiswa Pascasarjana, Program Studi Doktorat Ilmu Keteknikan Pertanian, SPS, IPB, Bogor*

²*Departemen Teknik Mesin dan Biosistem Engineering, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor*

(Diterima 25-01-2018, Disetujui 30-06-2018)

ABSTRAK

Belimbing merupakan buah tropikal dengan bentuk dan rasa yang unik, serta kandungan gizi yang baik. Belimbing banyak kita jumpai pada pedagang kaki lima (PKL) di pinggir jalan raya, dimana belimbing mudah tercemar oleh bahan berbahaya dan penurunan mutu yang lebih cepat. Timbal (Pb) yang terdapat dalam asap kendaraan bermotor merupakan salah satu sumber pencemar yang berdampak buruk bagi kesehatan. Terkait hal tersebut, pengemasan menjadi penting untuk menjaga mutu buahan yang di jual di PKL. Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji pengaruh jenis kemasan dan lama pemajangan terhadap resiko cemaran Pb dan penurunan mutu, mengkaji pengaruh pencucian belimbing kontrol (tanpa kemasan) dalam mengurangi residu Pb, dan memilih jenis kemasan terbaik. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan dua faktor yaitu jenis kemasan dan lama pemajangan. Jenis kemasan yang digunakan styrofoam+plastik tctestretch, plastik stretch, polipropilen dan polietilen. Belimbing dipajang selama 10 (sepuluh) hari pada display PKL. Dari penelitian ini didapatkan bahwa residu Pb pada belimbing kontrol (tanpa kemasan) mulai terdeteksi pada hari ke-4 yaitu 0.058 mg/kg, sedangkan belimbing yang dikemas residu Pb masih dibawah batas penetapan alat AAS (< 0.05 mg/kg). Pencucian dapat mengurangi residu Pb pada belimbing yang tidak dikemas sebesar 52.36%. Berdasarkan hasil pengukuran parameter mutu dan skor evaluasi tingkat kepentingan atribut mutu menunjukkan bahwa polipropilen merupakan kemasan terbaik.

Kata Kunci: Belimbing, kontaminasi Timbal (Pb)Timbal (Pb), pedagang kaki lima, pengemasan, pencucian

ABSTRACT

Nofa Andriastuti Dewi Hartono. Sutrisno. Emmy Darmawati. 2018. Packaging for Reduce the Risk of Lead (Pb) Contamination and Quality Degradation on Fruit Street Vendors Sales System. Star fruit is a tropical fruit which has a unique shape and taste and also nutritious. Star fruit are usually marketed in many vendors along the busy streets in big cities, where star fruit is easily contaminated by hazardous materials and quickly degradation of fruit quality. Lead (Pb) contained in motor vehicle fumes is one of pollution source which adverse effect on human health. Fruit packaging is vital to maintaining the quality of fruits on the street vendors. The objectives of this research are to analyze the effects of the type of packaging and the time display to the level contamination of Pb and quality degradation, to analyze the impact of washing treatment to reduce the residue of Pb in unpacked star fruit, and also to choose the best packaging type of star fruit. The experimental design used in this study was a Completely Randomized Design (CRD) with two factors, these are the type of packaging and the time of display. Star fruit displayed for 10 (ten) days on street of vendors. Types of packaging used are styrofoam+stretch plastic, stretch plastic, polypropylene and polyethylene. Pb residue during display at street vendors on star fruit control (unpacked) began to be able to detect on the 4th day and accounted of 0.058 mg/kg, while Pb for star fruit packed was still below the Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) tool limit (below 0.05 mg/kg). Pb residues in unpacked star fruit can be reduced by washing up to 52.36%. Based on the measurement of quality parameters and evaluation score of importance level of quality attribute indicate that polypropylene packaging was selected as the best packaging for star fruits.

Keywords: starfruit, L (Pb) Lead (Pb) contamination, street vendors, packaging, washing

PENDAHULUAN

Belimbing merupakan buah tropika yang banyak digemari di pasar domestik maupun internasional karena bentuk dan rasanya yang unik, serta kandungan gizi yang cukup baik. Zat gizi yang banyak terkandung dalam 100 gram belimbing adalah kalori (31.80 kJ), vitamin C (34.40 mg) dan kalium (133.00 mg)¹. Belimbing manis segar biasanya dipasarkan ke supermarket, pasar buah, industri pengolahan maupun pasar lokal atau pedagang buah kaki lima yang banyak kita jumpai di pinggir jalan.

Potensi jumlah pembeli buah pada pedagang kaki lima besar, namun sistem penjualan ini mempunyai dampak negatif. Pedagang makanan kaki lima sangat penting untuk perkembangan sosial ekonomi di negara berkembang, namun hal tersebut menimbulkan tingkat resiko yang tinggi bagi kesehatan, sehingga di semua rantai perdagangan harus melaksanakan manajemen yang tepat dalam perdagangan².

Lalu lintas kendaraan yang cukup padat, memungkinkan buah dapat tercemar oleh residu bahan berbahaya, terutama buah yang dikonsumsi langsung dengan kulitnya seperti belimbing. Salah satu bahan pencemar yang dihasilkan dari aktivitas kendaraan bermotor sebagai akibat dari pembakaran bensin adalah Timbal (Pb) yang terbawa oleh partikulat debu yang banyak terkandung di udara. Hal ini diperkuat dengan penelitian Abao *et al.*³, level tertinggi kontaminasi Pb ditemukan pada sampel yang diambil dari daerah industri dan macet, sedangkan terendah daerah pedesaan. Selain resiko terkontaminasi bahan berbahaya, resiko penurunan mutu dari buah yang dijual di pinggir jalan raya juga lebih cepat karena kondisi lingkungan dengan suhu lebih tinggi akibat banyaknya kendaraan yang berlalu lalang.

Pb yang masuk kedalam tubuh manusia melalui makanan maupun pernapasan dapat menimbulkan berbagai penyakit seperti ISPA, gejala anemia, hambatan dalam pertumbuhan, sistem kekebalan tubuh yang lemah, gejala autisme, kanker paru-paru dan bahkan kematian dini⁴. Dari hasil penelitian sebelumnya oleh Guntarti dan Kamal⁵, buah berkulit tipis mempunyai potensi tercemar Pb lebih besar daripada buah berkulit tebal yang dijual dipinggir jalan raya Pleret, kandungan Pb hari ke-0 dan ke-2 pada belimbing berturut-turut adalah 2.4436 mg/kg dan 2.9424 mg/kg, sedangkan pada pisang adalah 1.4816 mg/kg dan 1.3821 mg/kg.

Merujuk penelitian sebelumnya terkait adanya kandungan Pb pada produk pangan yang dijual di pinggir jalan, menuntut adanya penanganan pascapanen yang dapat mengurangi resiko cemaran Pb dan penurunan mutu buah pada sistem penjualan PKL (PKL). Salah satu upaya yang mudah diaplikasikan adalah pengemasan.

Pengemasan merupakan perlakuan paling menentukan dalam proses menjaga kualitas buah agar terhindar dari kerusakan. Pengemasan yang baik dapat memperpanjang kesegaran buah-buahan dan sayuran dengan mencegah proses kelayuan⁶.

Beberapa PKL buah belimbing sudah melakukan upaya pengemasan yaitu dengan plastik polietilen (PE) dan kemasan styrofoam+plastik stretch, namun efektifitas pengemasan dalam mengurangi resiko cemaran Pb dan penurunan mutu pada buah belimbing masih perlu dikaji. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk evaluasi mengevaluasi pengaruh jenis kemasan dan lama pemajangan buah belimbing manis pada PKL terhadap resiko cemaran Pb dan penurunan mutu, serta pengaruh pencucian pada belimbing kontrol (tanpa kemasan) dalam mengurangi residu Pb. Selain itu juga dilakukan pemilihan jenis kemasan terbaik untuk belimbing.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Belimbing manis (*Averrhoa carambola* L.) varietas Dewi, kemasan (plastik stretch, polipropilen/PP dan polietilen/PE), styrofoam, larutan Iod 0.01N, tepung kanji, aquades dan bahan kimia. Sedangkan peralatan yang digunakan terdiri atas : timbangan digital, rheometer, refractometer N-1, camera DSLR Canon Eos 1100D, alat titrasi, Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS), refrigerator, serta peralatan penunjang lainnya.

Penelitian lapang dilakukan di kios pedagang buah kaki lima di sekitar perempatan lampu merah Pasar Rebo, Jakarta Timur. Pengujian parameter mutu di Laboratorium Teknik Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian (TPPHP) IPB, sedangkan pengujian kadar timbal di Laboratorium Balai Pengujian Mutu Produk Tanaman, Kementan. Penelitian dilaksanakan pada bulan September hingga Desember 2017.

Metode

Pemilihan lokasi penelitian

Pengamatan lokasi pada 10 pedagang buah di sekitar lokasi penelitian yang mempunyai potensi tercemar Pb tinggi dan pengumpulan data kadar Pb di lokasi tersebut. Data Pb berupa data sekunder yang diperoleh dari Pusat Sarana Pengendalian Dampak Lingkungan, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan yang bekerjasama dengan Badan Tenaga Nuklir Nasional (Teknik Analisis Radiometri).

Persiapan bahan

Buah belimbing varietas Dewi dipanen pada bulan September 2017 dari petani di Kecamatan Cimanggis, Kota Depok, mempunyai indeks panen 5 yaitu warna kuning dengan sedikit warna hijau⁷ dan berat rata-rata 200-250 g/buah. Belimbing yang sudah disortasi kemudian dibungkus kertas, dibawa ke laboratorium TPPHP dan disimpan pada suhu 16 °C untuk diberi perlakuan pengemasan keesokan harinya⁸. Setiap kemasan berisi 2 (dua) buah belimbing untuk kemasan styrofoam+plastik stretch, plastik stretch dan PP. Untuk kemasan PE berisi 1 (satu) buah belimbing per kemasan. Belimbing yang sudah dikemas kemudian dipajang pada display pedagang salah satu PKL di lokasi penelitian dengan cara digantung (PE).

Pengukuran kondisi lingkungan (suhu dan RH)

Pengukuran suhu dan RH lingkungan tempat pemajangan buah dilakukan setiap hari dengan menggunakan termometer bola basah dan bola kering

Pengukuran respon atribut mutu

Respon atribut mutu yang diukur adalah susut bobot, warna, kekerasan, TPT, vitamin C dan residu Pb. Sampel kontrol dilakukan pengukuran residu Pb untuk perlakuan tanpa pencucian dan pencucian (pada air mengalir selama 1 menit).

a. Susut Bobot

Penurunan susut bobot dilakukan berdasarkan persentase penurunan berat bahan sejak awal penyimpanan sampai akhir penyimpanan⁹.

b. Warna

Nilai warna diperoleh dengan menggunakan camera DSLR dan dianalisis menggunakan software photoshop untuk mengetahui nilai L, a* dan b*10.

c. Kekerasan

Pengukuran kekerasan menggunakan rheometer tipe CR-300DX yang diatur dengan mode 20, beban maksimum 10 kg, kedalaman penekanan 10 mm, kecepatan penurunan beban 60 mm/m dan diameter pluger jarum 5 mm⁸.

d. Total Padatan Terlarut (TPT)

Pengukuran TPT dilakukan dengan cara menghancurkan buah belimbing manis sehingga didapatkan sarinya dan menempatkannya pada prisma refraktometer. Nilai TPT (°Brix) akan terbaca pada alat.

Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali pada bagian ujung, tengah dan pangkal.

e. Kandungan Vitamin C

Menggunakan metode titrasi iodin¹¹.

f. Residu Timbal (Pb)

Pengujian kandungan Pb menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (AAS), yaitu suatu metode analisis yang didasarkan pada penyerapan energi radian resonansi oleh atom-atom pada tingkat energi dasar (ground state)⁵.

Pemilihan Kemasan terbaik

Penentuan jenis kemasan terbaik menggunakan kuesioner terkait preferensi konsumen tentang atribut mutu sebelum membeli buah belimbing. Responden berjumlah 30 orang yang terdiri dari lima (5) orang PKL buah di lokasi penelitian dan dua puluh lima (25) orang konsumen yang hendak membeli buah di kios PKL tersebut. Teknik pengambilan sampel adalah accidental sampling dimana calon responden yang sedang membeli buah belimbing ditanyai tentang kesediaannya untuk menjadi responden dan apabila bersedia baru dilakukan wawancara dengan menggunakan kuesioner yang telah disiapkan. Dalam penelitian ini evaluasi kepentingan atribut diukur dinilai dengan skor -2 = sangat tidak suka, -1 = tidak suka, 0 = netral, 1 = suka, 2 = sangat suka. Setelah diperoleh persentase (%) kepentingan atribut mutu dari hasil kuesioner, kemudian dikalikan dengan skor hasil pengukuran parameter mutu masing-masing kemasan dimana hasilnya digunakan untuk pemilihan jenis kemasan terbaik.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama adalah jenis kemasan yaitu kontrol/tanpa kemasan (K0), styrofoam+plastik stretch (K1), plastik stretch (K2), plastik PP (K3), dan plastik PE (K4), sedangkan faktor kedua adalah lama pemajangan yaitu 0 hari/kontrol (P0), 2 hari (P2), 4 hari (P4), 8 hari (P8) dan 10 hari (P10). Analisis statistik menggunakan Analisis Of Varians (ANOVA), dan bila ada beda nyata antar perlakuan maka analisis akan dilanjutkan dengan menggunakan uji lanjut (DUNCAN) dengan selang kepercayaan 95% ($\alpha = 0.05$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Umum Lokasi Pedagang Kaki Lima (PKL)

Lokasi PKL penelitian ini berada pada kios pedagang buah kaki lima di sekitar perempatan lampu merah Pasar Rebo, Jakarta Timur. Dari hasil survei Suku Dinas Perhubungan Jakarta Timur (Juli 2017), diketahui bahwa kinerja arus lalu lintas ruas jalan menuju ke lokasi PKL buah dalam penelitian ini mempunyai nilai V/C ratio sebesar 0.79. Nilai V/C ratio ini sudah mendekati nilai 0.8 artinya karakteristik arus mulai tersendat dan kecepatan rendah. Nilai V/C ratio merupakan perbandingan antara volume kendaraan dan kapasitas jalan per jam.

Dari tingginya kepadatan arus lalu lintas dapat menimbulkan pencemaran Pb pada udara ambien di sekitar PKL buah. Konsentrasi Pb udara Jakarta berkisar antara 2.71-456.93 ng/m³. Meskipun kadarnya masih dibawah baku mutu untuk logam berat udara ambien, namun Jakarta merupakan kota ketiga ketiga yang mempunyai konsentrasi Pb tertinggi di Indonesia setelah Surabaya dan Tangerang⁴. Kondisi arus lalu lintas di depan PKL dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Kondisi lalu lintas disekitar PKL
Figure 1 Traffic conditions around the street vendors

Jumlah kios pedagang kaki lima yang menjual buah segar di sekitar lokasi penelitian sebanyak 35 kios dengan ukuran display 2.5 x 1.5 m². Para PKL menjajakan buah selama 24 jam/hari. Kios ditutup apabila PKL yang bersangkutan sakit atau ada kepentingan lain. Buah yang dijajakan PKL pada display ada yang menggunakan kemasan dan ada juga yang dijual secara curah/kiloan seperti di sajikan pada Gambar 2.



Gambar 2 Pemajangan buah pada PKL
Figure 2 Fruit display on street vendors

Kalangan konsumen yang membeli buah sebagian besar merupakan masyarakat yang menggunakan kendaraan umum, hal ini disebabkan karena lokasi sekitar PKL merupakan tempat transit bagi penumpang kendaraan umum. Kendaraan umum yang banyak melintas antara lain bus antar kota, metromini dan angkutan kota, dimana kondisinya banyak yang kurang layak. Hal tersebut terlihat dari penampakan kendaraan yang berkarat dan asap kendaraan yang hitam karena pembakaran yang tidak sempurna. Peluang kontaminasi Pb dari hasil pembakaran yang tidak sempurna ini sangat besar karena kendaraan umum banyak yang berhenti untuk menaikkan atau menurunkan penumpang.

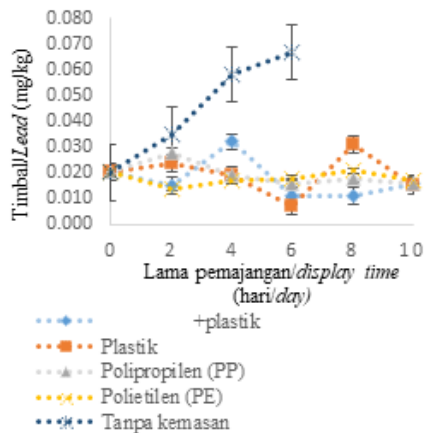
Resiko cemaran Pb pada sistem penjualan buah pada PKL

Pb yang terkandung dalam bensin sangatlah berbahaya, sebab pembakaran bensin akan mengemisikan 0.09 gram Pb tiap 1 km¹². Pb merupakan bahan yang dapat meracuni lingkungan dan mempunyai dampak pada seluruh sistem di dalam tubuh. Efek toksik yang banyak menarik perhatian adalah efek toksik Pb pada bayi dan anak-anak. Kadar Pb yang rendah menyebabkan kerusakan otak yang bersifat tidak balik yang berpengaruh pada gangguan belajar/daya ingat dan penurunan kapasitas intelektual. Efek toksik Pb atau yang disebut dengan istilah plumbisme ditandai dengan anemia, kerusakan ginjal, kerusakan syaraf, paralysis parsial otot tertentu, dan kerusakan otak dengan gejala akut kolik pain pada abdomen, mual, penurunan berat badan, hipotensi, insomnia, dan gangguan saluran cerna¹³. Pb dapat masuk ke tubuh melalui makanan jajanan yang dijual di pinggir jalan dalam keadaan terbuka. Hal ini akan lebih berbahaya lagi apabila makanan tersebut dipajangkan dalam waktu yang lama.

Belimbing yang dijual pada PKL di pinggir jalan raya mempunyai resiko yang tinggi tercemar Pb dari asap kendaraan bermotor yang melintasi jalan. Selama pengamatan, residu Pb pada belimbing kontrol meningkat dengan lamanya waktu pematangan. Residu Pb mulai terdeteksi pada hari ke-4 yaitu 0.058 mg/kg dan semakin meningkat pada hari ke-6 yaitu 0.067 mg/kg. Namun residu Pb pada belimbing kontrol masih di bawah batas minimum residu Timbal (BMR = 0.5 mg/kg) sesuai SNI 4491 : 2009 tentang Belimbing¹⁴. Hal ini sejalan dengan Winarna et al.¹⁵, yang menyatakan bahwa lama waktu pemaparan berpengaruh terhadap kandungan Pb pada buah apel yang dipajang di pinggir jalan kota Palu. Semakin lama buah apel dipajang, kandungan Pb juga semakin meningkat, namun juga masih dibawah BMR.

Pengaruh Jenis Kemasan dan Lama Pematangan Belimbing terhadap Resiko Cemar Timbal (Pb)

Perubahan nilai residu Pb pada buah belimbing yang dipajang pada display PKL selama pengamatan disajikan pada Gambar 3.



Ket/Remarks : Batas penetapan alat AAS/ Limit quantization of AAS = 0.05 mg/kg (BP < 0.05, tidak terdeteksi timbal/not detected of lead)

Gambar 3 Nilai residu Pb pada belimbing selama pematangan di PKL

Figure 3 The residual value of Pb in the starfruit during the display in the street vendor

Gambar 3 menunjukkan bahwa kandungan Pb pada belimbing yang dikemas berfluktuasi seiring dengan lamanya waktu pematangan, namun semuanya di bawah batas penetapan alat AAS (<0.05 mg/kg). Hasil pengukuran residu Pb mempunyai presisi dan akurasi yang dapat diterima apabila nilainya diatas batas penetapan alat AAS. Fluktuasi nilai residu Pb pada belimbing yang dikemas dimungkinkan karena sampel yang di uji berbeda setiap waktu pengukuran sehingga

proses penempelan Pb pada belimbing tidak sama. Selain itu dari hasil analisis diketahui bahwa pada hari ke-0 buah belimbing telah memiliki kandungan Pb yaitu 0.02 mg/kg. Hal ini menunjukkan bahwa Pb mengkontaminasi belimbing sejak di lahan, melalui proses penyerapan nutrisi dan air dari dalam tanah yang diperkirakan tercemar oleh Pb.

Hasil analisis sidik ragam perlakuan dengan kontrol menunjukkan bahwa jenis kemasan dan lama pematangan berpengaruh nyata pada kandungan Pb. Residu Pb pada belimbing kontrol (tanpa kemasan) semakin meningkat selama pematangan pada PKL seperti terlihat pada Gambar 3. Peluang residu Pb yang mulai terdeteksi pada hari ke-4 ini yang harus diwaspadai, karena apabila konsumen membeli belimbing tersebut residu Pb juga akan ikut dikonsumsi. Pb dalam tubuh bersifat akumulasi, apabila mengkonsumsi produk pangan yang terkontaminasi Pb secara terus menerus, residu Pb dalam tubuh juga akan semakin tinggi.

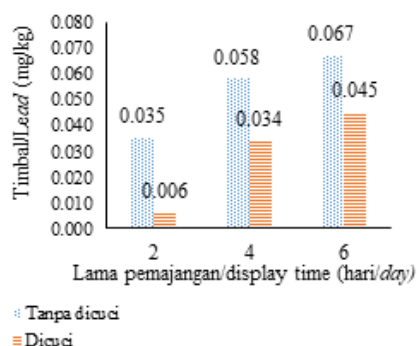
Pada hari ke 10 kandungan Pb pada belimbing cenderung mengalami penurunan dibanding hari pematangan sebelumnya, hal ini kemungkinan disebabkan karena proses fisiologi pada belimbing. Setelah buah dipanen proses respirasi dan transpirasi masih berlangsung, sehingga menyebabkan penurunan mutu dan menyebabkan rendahnya masa simpan belimbing¹⁶. Belimbing masih mengalami proses respirasi yang menghasilkan CO₂, H₂O dan energi¹⁷. Uap air hasil respirasi terhambat keluar dari kemasan dan banyak menempel pada kulit belimbing yang menyebabkan luruhnya Pb yang masih menempel pada permukaan kulit belimbing, sehingga jumlah Pb semakin menurun. Hal ini diperkuat penelitian oleh Winarna et al.¹⁵, yang menyatakan bahwa kandungan Pb pada apel pada hari ke-3 adalah 0.168 ppm dan mengalami penurunan pada hari ke-6 menjadi 0.145 ppm, hal ini disebabkan karena pada pemaparan di hari ke-6 terjadi hujan sehingga apel terkena imbasan air hujan yang mempengaruhi Pb masuk dalam buah. Selain juga jumlah kendaraan berkurang disebabkan faktor cuaca.

Perlakuan kemasan mempengaruhi kadar Pb selama pematangan. Hasil uji lanjut belimbing yang tidak dikemas mempunyai kadar Pb tertinggi yaitu 0.045 mg/kg dan berbeda nyata dengan belimbing yang dikemas dengan 4 jenis kemasan yang digunakan. Sedangkan belimbing yang dikemas mempunyai residu Pb yang tidak berbeda nyata dan semuanya dibawah batas penetapan alat AAS. Pb pada belimbing yang dikemas dengan PP dan styrofoam+plastik stretch sebesar 0.020 mg/kg, sedangkan untuk plastik stretch 0.018 mg/kg dan untuk PE 0.017 mg/kg. Pengemasan dilakukan dengan mempertimbangkan faktor yang paling penting yaitu sifat

permeabilitas bahan pengemas¹⁸. Jenis kemasan yang digunakan dapat menghambat keluar masuknya O₂ yang diperlukan dan CO₂ yang dihasilkan dari proses respirasi. Jari-jari atom yang menyatakan jarak dari inti atom ke lintasan stabil terluar dari elektron unsur oksigen adalah 53 pikometer, carbon 67 pikometer, dan hidrogen 53 pikometer, sedangkan unsur Pb memiliki jari-jari atom yang lebih besar yaitu 154 pikometer¹⁹. Pengemasan dapat menghambat keluar masuknya O₂ dan CO₂ yang memiliki ukuran lebih kecil dari Pb, jadi dapat dikatakan bahwa timbal yang memiliki ukuran lebih besar juga akan terhambat masuk ke dalam produk yang dikemas.

Pengaruh Pencucian dalam Mengurangi Residu Pb

Pencucian hanya dilakukan pada belimbing kontrol (tanpa kemasan), karena peluang terkontaminasi Pb lebih besar dibanding dengan belimbing yang dikemas. Hal ini ditunjukkan oleh hasil pengukuran Pb pada penelitian ini, buah yang tidak dikemas nilainya 0.045 mg/kg, sementara belimbing yang dikemas Pb dibawah penetapan alat AAS. Gambar 4 menunjukkan perbandingan antara nilai residu Pb dengan perlakuan pencucian dan tanpa pencucian.



Gambar 4 Nilai residu Pb dengan perlakuan pencucian
Figure 4 The residual value of Pb by the washing treatment

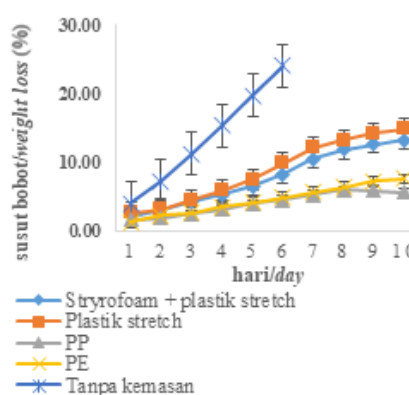
Pencucian dapat mengurangi residu Pb pada belimbing. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pencucian berpengaruh nyata terhadap residu Pb. Kadar Pb belimbing yang dicuci dan tidak dicuci berbeda nyata setiap hari pengamatan. Pencucian dapat mengurangi residu Pb pada belimbing yang tidak dikemas sampai 52.36 %. Hal yang sama juga dinyatakan oleh Priandoko *et al.*²⁰, yang menyatakan bahwa pencucian dapat menurunkan kadar Pb pada wortel yang diambil dari Pasar Kreneng, Kota Denpasar. Hasil rata – rata kandungan Pb pada wortel dengan perlakuan dicuci sebesar 62.56±6.99µg/g dan tidak dicuci sebesar 64.96±7.20µg/g berat kering.

Pencucian pada hari ke-2 memberikan pengaruh yang paling besar yaitu 82.86%. Hal ini kemungkinan

disebabkan karena waktu pemaparan yang masih relatif awal. Pb masih menempel di kulit buah dan belum masuk ke daging buah, sehingga pencucian sangat efektif dalam mengurangi Pb.

Pengaruh Lama Pemajangan dan Jenis Kemasan Terhadap Perubahan Mutu Belimbing Susut Bobot

Kehilangan air pada buah dan sayuran selama penyimpanan menyebabkan penurunan mutu dan kerusakan. Kehilangan air yang banyak mempengaruhi perubahan fisik seperti pelayuan, pengkeriputan, dan penurunan bobot. Susut bobot pada belimbing selama pemajangan pada display PKL disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5 Susut bobot buah belimbing selama pemajangan di PKL

Figure 5 The weight loss of star fruit during the display in street vendor

Gambar 5 menunjukkan bahwa susut bobot pada semua perlakuan mengalami peningkatan seiring dengan lama pemajangan. Susut bobot terjadi disebabkan adanya proses respirasi dan transpirasi yang mengakibatkan komoditas hortikultura berkurang cadangan makanannya dan kehilangan air melalui penguapan. Selama respirasi, karbohidrat, protein, lemak, dan zat gizi lainnya pada produk dirombak menjadi zat-zat yang lebih sederhana melalui pelepasan energi panas, dimana energi yang dihasilkan tidak sepenuhnya dimanfaatkan oleh produk, akan tetapi sebagian besar hilang dalam bentuk panas yang menyebar ke lingkungan¹⁷, sehingga seiring dengan lama penyimpanan, cadangan makanan yang terkandung dalam buah akan semakin menipis yang mengakibatkan susut bobot semakin meningkat.

Berdasarkan hasil pengukuran suhu dan RH di lokasi penelitian, rata-rata suhu dan RH pada pagi hari adalah 26.1°C dan 79.32%, pada siang hari 33.1°C dan 63.68%, sedangkan pada sore hari 30.9°C dan 70.55%. Suhu pada siang hari di kios buah PKL sangat tinggi,

hal ini tentu saja mempercepat proses transpirasi yang mengakibatkan susut bobot juga tinggi. Dengan semakin tinggi suhu dan semakin rendah RH ruang penyimpanan maka akan terjadi penguapan air pada buah lebih besar sehingga susut bobot meningkat.

Dari hasil analisis sidik ragam perlakuan dengan kontrol menunjukkan bahwa jenis kemasan dan lama pemajangan berpengaruh nyata pada laju penurunan bobot belimbing. Laju penurunan bobot pada belimbing tertinggi pada hari ke-1 pemajangan yaitu sebesar 10.20 g/hari dan berbeda nyata dengan hari pemajangan lainnya, hal ini disebabkan karena suhu rata-rata pada hari tersebut di tempat pemajangan relatif tinggi 31.2 °C dan kadar air belimbing masih tinggi, hal ini tentu saja mempercepat proses transpirasi belimbing.

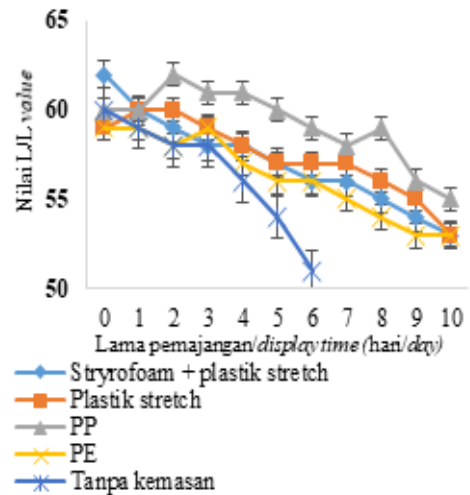
Perlakuan jenis kemasan juga mempengaruhi laju penurunan bobot selama pemajangan. Belimbing kontrol mempunyai laju penurunan bobot tertinggi 17.04 g/hari dan berbeda nyata dengan belimbing yang dikemas dengan 4 jenis kemasan yang digunakan. Hal ini diakibatkan tidak adanya pelindung antara produk dengan lingkungan sehingga proses respirasi dan transpirasi berlangsung lebih cepat yang mengakibatkan laju kehilangan air semakin cepat.

Laju penurunan bobot pada belimbing yang dikemas dengan PP dan PE tidak berbeda nyata, dengan nilai masing-masing adalah 4.20 g/hari dan 4.22 g/hari, namun keduanya berbeda nyata dengan kemasan styrofoam+plastik stretch dan kemasan plastik stretch yang nilai masing-masing adalah 7.00 g/hari dan 8.11 g/hari.

Menurut Zeman dan Kubik²¹, pengukuran pada suhu 30 °C, plastik PP mempunyai permeabilitas terhadap O₂ yang rendah (23 ml. mmcm-2s-1cmHg-1) dibanding jenis kemasan yang lain sehingga dapat memperlambat proses respirasi belimbing dan susut bobot juga dapat dihambat. Sedangkan plastik PE mempunyai permeabilitas terhadap O₂ lebih tinggi (55 ml.mmcm-2s-1cmHg-1) sehingga proses respirasi akan semakin cepat berlangsung dan susut bobot juga semakin tinggi.

Warna

Nilai L (kecerahan) merupakan parameter warna yang paling penting bagi konsumen sebelum membeli belimbing. Perubahan nilai L buah belimbing selama pemajangan pada display PKL disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6 Nilai L buah belimbing selama pemajangan di PKL

Figure 6 L value of starfruit during display in street vendor

Setelah penyimpanan, nilai L buah belimbing cenderung menurun. Artinya, kecerahan dari belimbing mengalami penurunan. Penurunan nilai L ini diikuti dengan kenaikan nilai a*. Artinya kecerahan semakin menurun dengan bertambahnya intensitas warna merah pada belimbing.

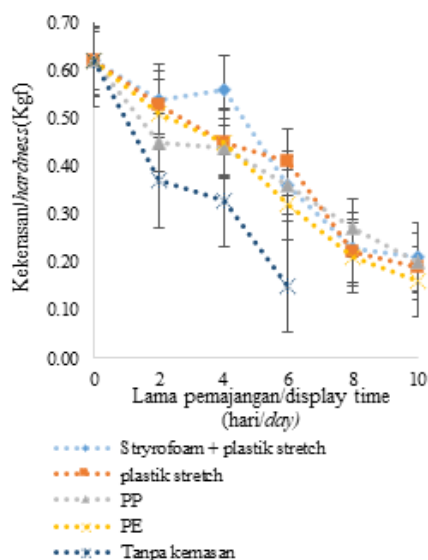
Analisis sidik ragam untuk nilai L perlakuan dengan kontrol menunjukkan bahwa lama pemajangan dan jenis kemasan berpengaruh nyata terhadap derajat nilai L. Uji DMRT perlakuan jenis kemasan menunjukkan belimbing dengan kemasan PP mempunyai nilai L paling tinggi (60.29) dan tidak berbeda nyata dengan kemasan styrofoam+plastik stretch (58.62) dan kemasan plastik stretch (58.52), namun berbeda nyata dengan kontrol (56.52) dan PE (57.57).. Hasil penelitian lain menyatakan bahwa PP efektif dalam menekan perubahan warna produk hortikultura antara lain pada tomat²², cabai merah keriting²³ dan jambu air¹⁰. PP merupakan pilihan yang baik karena plastik jenis ini memiliki ketahanan yang baik terhadap lemak serta daya tembus uap yang rendah, dan cocok digunakan untuk pengemasan sayuran dan buah. Karena daya tembus uap air rendah, kehilangan air dari belimbing akan terhambat sehingga belimbing masih kelihatan cerah.

Perubahan derajat warna L buah belimbing selama pemajangan pada display PKL di sajikan pada Gambar

Kekerasan

Kekerasan buah belimbing selama pemajangan pada display PKL disajikan pada Gambar 7. Ttingkat kekerasan buah belimbing cenderung menurun seiring

dengan lama pemajangan. Penurunan kekerasan selama penyimpanan disebabkan karena perombakan komponen penyusun dinding sel yaitu pektin yang tidak larut air (protopektin) menjadi pektin yang larut air, sehingga buah semakin lunak²⁴.



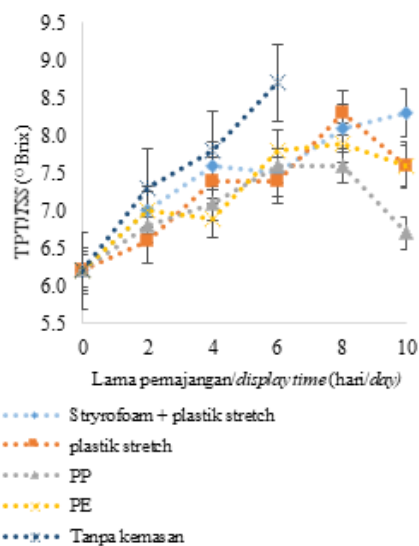
Gambar 7 Nilai kekerasan buah belimbing selama pemajangan di PKL

Figure 7 Hardness value of starfruit during the display in street vendor

Dari hasil analisis sidik ragam perlakuan dengan kontrol menunjukkan bahwa jenis kemasan dan lama pemajangan berpengaruh nyata pada kekerasan belimbing selama pemajangan pada display PKL. Hasil uji lanjut, menunjukkan bahwa kekerasan pada hari ke-0 (0.48 kgf) dan hari ke-4 (0.45 kgf) tidak berbeda nyata, tetapi berbeda nyata dengan hari pemajangan ke-0 (0.62 kgf) dan ke-6 (0.32 kgf). Belimbing yang dikemas dengan styrofoam+plastik stretch mempunyai kekerasan 0.52 kgf berbeda nyata dengan kontrol 0.37 kgf dan PE 0.47 kgf, tetapi tidak berbeda nyata dengan belimbing yang dikemas dengan PP 0.48 kgf dan plastik stretch 0.50 kgf.

Total Padatan Terlarut

Nilai TPT buah belimbing selama pemajangan pada display PKL ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8 Nilai TPT buah belimbing selama pemajangan di PKL

Figure 8 TSS value of starfruit during the display in street vendor

Peningkatan total padatan terlarut pada buah belimbing disebabkan karena hidrolisis polisakarida seperti senyawa pati, selulosa, dan pektin menjadi senyawa yang lebih sederhana akibat proses respirasi. Peningkatan total gula tidak berlangsung lama setelah mencapai maksimum, total gula secara bertahap akan menurun²⁵. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa pada akhir penyimpanan TPT umumnya mengalami penurunan. Penurunan TPT selama penyimpanan disebabkan kadar gula-gula sederhana pada buah mengalami perubahan menjadi alkohol, aldehid dan asam amino.

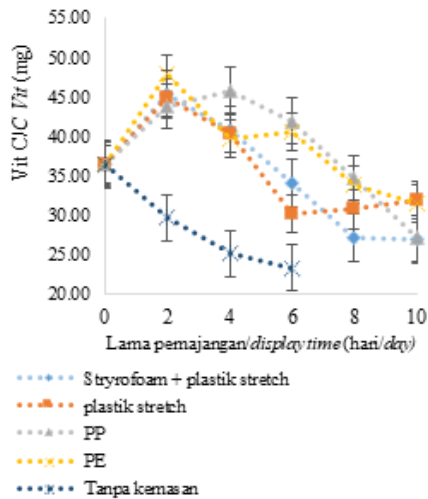
Analisis sidik ragam perlakuan dengan kontrol menunjukkan bahwa lama pemajangan berpengaruh nyata pada TPT, sedangkan jenis kemasan tidak berpengaruh nyata pada TPT belimbing selama pemajangan pada display PKL. Hasil uji lanjut perlakuan hari untuk semua sampel belimbing menunjukkan bahwa TPT pada hari ke-0 (6.20 °Brix) terendah dan berbeda nyata dengan hari ke-2 (6.94 °Brix), hari ke-4 (7.35 °Brix) dan hari ke-6 (7.79 °Brix).

Belimbing pada saat panen belum mencapai indeks kematangan paling tinggi, sehingga selama penyimpanan TPT cenderung meningkat. Standar TPT belimbing menurut SNI 4491:2009 adalah minimum 7.5 %. Dalam penelitian ini satuan yang dipakai untuk menunjukkan TPT adalah °Brix. Derajat Brix artinya zat padat semu yang larut (dalam gram) setiap 100 g larutan. Gambar 8 menunjukkan bahwa TPT belimbing yang dikemas dengan styrofoam+plastik stretch sudah

mencapai standar SNI pada hari ke 4, sedangkan untuk belimbing yang dikemas dengan PP dan PE pada hari ke 6. Hal ini bisa dikatakan bahwa plastik PP dan PE dapat mempertahankan umur simpan belimbing. Hal ini sejalan dengan Anggraeni dan Nelsy²⁶, yang menyatakan bahwa sawi hijau yang dikemas menggunakan stretch film menghasilkan TPT yang lebih tinggi dibandingkan yang dikemas menggunakan plastik LDPE dan PP. Jenis plastik stretch memiliki lapisan yang tipis sehingga tetap memungkinkan terjadinya proses respirasi dan transpirasi yang sangat besar.

Vitamin C

Kandungan Vitamin C buah belimbing selama pemajangan pada display PKL disajikan pada Gambar 9. 27



Gambar 9 Nilai Vitamin C buah belimbing selama pemajangan di PKL

Figure 9 Value of C Vitamine value of starfruit during the display in street vendor

Kandungan vitamin C buah belimbing berfluktuasi namun cenderung menurun selama pemajangan pada display PKL. Hasil regresi menunjukkan slope yang negatif (-), artinya semakin lama waktu pemajangan kandungan vitamin C semakin menurun. Helmiyeni (2008) juga menyatakan bahwa kadar vitamin C buah jeruk siam pada penyimpanan 10 dan 15 hari menurun dibanding penyimpanan 5 hari dan kontrol, hal ini dikarenakan vitamin C mudah sekali terdegradasi, baik oleh temperatur, cahaya maupun udara sekitar sehingga kadar vitamin C berHasil analisis sidik ragam perlakuan dengan kontrol menunjukkan lama pemajangan dan jenis kemasan berpengaruh nyata pada kandungan Vitamin C buah belimbing. Uji lanjut perlakuan jenis kemasan menyatakan bahwa buah yang dikemas dengan PP mempunyai kandungan Vitamin C yang tinggi yaitu

41.93 mg dan berbeda nyata dengan kontrol, namun tidak berbeda nyata dengan belimbing yang dikemas dengan kemasan yang lainnya. Terdapatnya perbedaan kadar vitamin C pada jenis kemasan yang berbeda disebabkan daya tembus masing-masing plastik berlainan sehingga laju respirasi yang mempengaruhi kadar vitamin C tomat itu menjadi berbeda²⁸. Pada belimbing tanpa kemasan (kontrol), Vitamin C dari awal pemajangan mengalami penurunan dan mempunyai kandungan Vitamin C terkecil yaitu 28.57 mg. Hal ini selain disebabkan karena proses respirasi yang berlangsung lebih cepat dengan tidak adanya pelindung antara belimbing dan lingkungan, kemungkinan juga disebabkan karena adanya residu Pb yang semakin meningkat pada belimbing kontrol. Arifudin et al.²⁹, menyatakan bahwa Pb menurunkan aktivitas enzim yang bekerja sebagai antioksidan esensial bagi tubuh, sedangkan Vitamin C merupakan salah satu antioksidan yang bermanfaat bagi tubuh.

Pemilihan Jenis Kemasan Terbaik

Pemilihan jenis kemasan didasarkan pada resiko keamanan pangan (dalam hal ini Pb) dan penurunan parameter mutu. Berdasarkan hasil pengukuran residu Pb, semua jenis kemasan yang dipakai dapat mencegah masuknya Pb ke buah sehingga dalam memilih kemasan yang terbaik, penulis melihat dari segi penurunan mutu belimbing.

Hasil kuesioner dari 30 responden diperoleh persen tingkat kepentingan untuk susut bobot 23.92%, TPT 23.42 %, warna (nilai L) 22.09%, kekerasan 17.44% dan Vitamin C 13.12%. Dari data dapat dikatakan bahwa konsumen menyukai belimbing yang masih segar/belum kisut dan rasanya manis.

Dari hasil perhitungan skor evaluasi tingkat kepentingan atribut dan pengukuran parameter mutu perlakuan jenis kemasan selama 10 (sepuluh) hari pemajangan menunjukkan bahwa kemasan PP mempunyai nilai tertinggi yaitu 377.91, kemudian diikuti kemasan PE sebesar 338.37, plastik stretch sebesar 336.54 dan yang paling rendah adalah kemasan styrofoam+plastik stretch sebesar 334.72. Berdasarkan skor yang diperoleh dapat diketahui bahwa kemasan PP merupakan kemasan terbaik (skor tertinggi). Hal ini sejalan dengan Mareta dan Shofia³⁰, yang meyakini bahwa plastik PP lebih baik dari PE pada penyimpanan kangkung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemasan yang tepat untuk penjualan belimbing di PKL adalah kemasan PP, namun karena terlihat adanya uap air yang terhambat keluar dari kemasan, maka perlu dilakukan penelitian lanjutan terkait penggunaan lubang perforasi pada kemasan. Selain itu, kelemahan plastik PP adalah tidak dapat ditata seperti styrofoam sehingga

Pengemasan untuk Mengurangi Resiko Cemaran Timbal (Pb) dan Penurunan Mutu pada Sistem Penjualan Buah Pedagang Kaki Lima (Nofa Andriastuti Dewi Hartono *et al*)

terlihat kurang bagus. Hal ini dapat menjadi saran untuk melakukan modifikasi bentuk kantong PP menjadi pouch atau model lain yang mudah dalam penataan pada display PKL.

KESIMPULAN

- a. Pengemasan dapat mengurangi resiko cemaran Pb dan penurunan mutu belimbing yang dijual pada kios pedagang buah kaki lima (studi kasus pada PKL buah di sekitar perempatan lampu merah Pasar Rebo, Jakarta Timur).
- b. Residu Pb pada belimbing kontrol (tanpa kemasan) mulai terdeteksi pada hari ke-4 yaitu 0.058 mg/kg dan semakin meningkat pada hari ke-6 yaitu 0.067 mg/kg, sedangkan residu Pb masih dibawah batas penetapan alat AAS (dibawah 0.05 mg/kg) selama pemajangan 10 hari.
- c. Residu Pb pada belimbing yang tidak dikemas pada penelitian ini dapat dikurangi dengan pencucian sampai 52.36 %.
- d. Pengemasan dapat mempertahankan mutu belimbing selama 10 hari, sedangkan belimbing kontrol hanya bertahan 6 hari.
- e. Jenis kemasan PP merupakan kemasan terbaik .

DAFTAR PUSTAKA

1. USDA. Nutrient Database of Star Fruit [Internet]. 2016 [Diunduh tanggal 19 Januari 2017]. Tersedia di: <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search/>.
2. Buliyaminu A. Risk Factor in Street Food Practices in Developing Countries. *J.Food Sci and Hum Wellness*. 2016; 5(1):1-25
3. Abou A, Abou D, Sherif R, Enab A. Risk Assessment of Lead in Egyptian Vegetables and Fruits From Different Environment. *J.Biol, Biomol, Agricul, Food and Biotech Eng*. 2015; 9(3): 335-341.
4. Mukhtar R, Hari W, Esrom H, Susy L, Muhayatun S, Diah DL, Syukria K. Kandungan Logam Berat Dalam Udara Ambien Pada Beberapa Kota di Indonesia. *J.Ecolab*. 2013; 7(2):49-108.
5. Guntarti, Zainal K. 2008. Pengaruh Ketebalan Kulit, Waktu Serta Lokasi Penjualan Terhadap Kadar Pb Dalam Buah Jambu Air, Belimbing, Jeruk Dan Pisang. Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir, 25-26 Agustus 2008; Yogyakarta. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir-BATAN; 2008.p.377-384.
6. Herudiyanto M. Pengemasan Pangan. Bandung: Widya Padjadjaran; 2008.
7. [PKHT] Pusat Kajian Hortikultura Tropika. 2007. Acuan Standar Operasional Produksi Belimbing. Bogor (ID) : LPPM IPB.
8. Mukhtarom K, Sutrisno, Hasbullah R. Perlakuan Air Panas Diiikuti Pencelupan Dalam Larutan CaCl₂ Untuk Mempertahankan Kualitas Belimbing Manis (*Averrhoa carambola* L.). *J.Keteknikan Pert*. 2016; 4(1):37-44.
9. Osman HE, Abu-Goukh ABA. Effect of Polyethylene Film Lining and Gibberellic Acid on Quality and Shelf-Life of Banana Fruits. *J.Agric Sci*. 2008; 16(2):242-261.
10. Iswahyudi, Darmawati E, Sutrisno. Perancangan Kemasan Transportasi Buah Jambu Air (*Syzygium aqueum*) cv CAMPLONG. *J.Keteknikan Pert*. 2015; 3(1):65-72.
11. Sudarmadji S, Haryono B, Suhardi. Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Yogyakarta: Liberty; 2007.
12. Dessy G. Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) di Udara dan Upaya Penghapusan Bensin Bertimbal. *Berita Dirgantara*. 2012; 13(3):95-101.
13. Sunoko HR, Agus H, Budi S. Dampak Aktivitas Transportasi Terhadap Kandungan Timbal (Pb) Dalam Udara Ambient di Kota Semarang. *J.Bioma*. 2011; 1(2): 105-112.
14. [BSN] Badan Standarisasi Nasional. Standar Nasional Indonesia Belimbing. SNI 4491:2009. Jakarta : Indonesia; 2009.
15. Winarna, Rismawaty S, Musafira. Analisis Timbal Pada Buah Apel (*Pyrus Malus*.L) Yang Dipajangkan Dipinggir Jalan kota Palu. *J. Nat Sci*. 2015; 4(1): 32-45.
16. Sumiasih I, Linda O, Dessy IL, Endah RY. Studi Perubahan Kualitas Pascapanen Buah Belimbing Dengan Beberapa Pengemasan dan Suhu Simpan. *J.Agrin*. 2016; 20(2):115-124.
17. Ahmad U. Teknologi Penanganan Pascapanen Buah dan Sayuran. Yogyakarta: Graha Ilmu; 2013.
18. Nasution RP, Sri T, Eka T. The Effect of Duration Time of Ultraviolet-C Irradiation and Packaging Method on Quality of Strawberries (*Fragaria X Ananassa Duchesne*) During Storage Period. *J. Vegetalika*. 2013; 2(2):87-99.
19. Clementi E, Raimon DL, Reingardt WP. Atomic Screening Constants from SCF Functions. *J. Chem Physics*. 1967; 47(4):1300-1307.
20. Priandoko DA, Parwanayoni NMS, Sundra IK. 2013. Kandungan Logam Berat (Pb dan Cd) Pada Sawi Hijau (*Brassica rapa* l. Subsp. *Perviridis* Bailey) Dan Wortel (*Daucus Carrota* L. Var. *Sativa Hoffm*) Yang Beredar Di Pasar Kota Denpasar. *J. Simbiosis*. 2013; 1(1):9-20.
21. Zeman S, Kubik L. 2007. Permeability of Polymeric Packaging Materials. *J.Tech Sci*. 2007; 10:26-34.
22. Johansyah A, Erma P, Endang K. Pengaruh Plastik Pengemas Low Density Polyethylene (LDPE), High Density Polyethylene (HDPE) dan Polipropilen (PP) terhadap Penundaan Kematangan Buah Tomat (*Lycopersicon esculentum*.Mill). *Bul Anatomi dan Fisiol*. 2014; XXII(1):46-57.
23. Lamona A, Purwanto A, Sutrisno. Pengaruh Jenis Kemasan dan Penyimpanan Suhu Rendah Terhadap Perubahan

- Kualitas Cabai Merah Keriting Segar. J.Keternakan Pert. 2015; 3(2):145-152.
24. Winarno FG. Kimia Pangan dan Gizi. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama; 2002.
25. Pantastico EB. Fisiologi Pasca Panen, Penanganan, dan Pemanfaatan Buah-Bauhan dan Sayur-Sayuran Tropika dan Sub Tropika. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada Pres; 1986.
26. Anggraini R, Nelsy DP. Pengaruh Lubang Perforasi Dan Jenis Plastik Kemasan Terhadap Kualitas Sawi Hijau (*Brassica Juncea* L.). J.Penelit Pascapanen Pertan. 2017; 14(3):154-162.
27. Helmiyesi, Rini B, Erma P. 2008. Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Kadar Gula dan Vitamin C pada Buah Jeruk Siam (*Citrus nobilis* v ar.microcarpa). Bul Anatomi dan Fisiol XVI(2) : 33-37.
28. Hasanah U. 2009. Pemanfaatan Gel Lidah Buaya sebagai Edible Coating untuk Memperpanjang Umur Simpan Paprika (*Capsicum annum* varietas Sunny). Tesis. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
29. Arifuddin, Aswiyanti A, Elmatris. Efek Pemberian Vitamin C terhadap Gambaran Histopatologi Hati Tikus Wistar yang Terpapar Timbal Asetat. J.Kesehatan Andalas. 2016; 5(1):215-220.
30. Mareta D, Shofia N. Pengemasan Produk Sayuran Dengan Bahan Kemas Plastik Pada Penyimpanan Suhu Ruang dan Suhu Dingin. Mediagro. 2011; 7(1):26-40.