

**PENGARUH BERBAGAI KONSENTRASI DAN WAKTU PERENDAMAN
L-ARGININE UNTUK MENGHAMBAT *BROWNING* PADA BUAH
SALAK PONDOH (*Salacca edulis* Reinw) KUPAS**

Endah Panca Wijayanti, Indira Prabasari dan Nafi Ananda Utama
Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

ABSTRACT

Peeling treatment on peel salak pondoh could risk of enzymatic Browning. There are several methods to inhibit browning by adding L-Arginine. This study aims to obtain the concentration and the precise immersion time of L-Aginine to inhibit browning and perceive the effect of physical and chemical changes towards peeled Salak Pondoh. This research has been done on March until April 2018. This research used the experiment method that compiled in Completely Randomized Design (RAL) with a single factor experiment design consisting of 10 ways of treatments without the immersion of L-Arginine, L-Arginine 50 mM 5 minutest, L-Arginine 50 mM 10 minutes, L-Arginine 50 mM 15minutes, L-Arginine 100 mM 5 minutes, L-Arginine 100 mM 10 minutes, L-Arginine 100 mM 15 minutes, L-Arginine 150 mM 5 minutes, L-Arginine 150 mM 10 minutes dan L-Arginine 150 mM 15 minutes. The observed parameter consisting of the shrinkage of weight, hardness, the total of dissolved solids, reduction of sugar, phenol, color, and organoleptic. The result of this research showed that the effect of L-Arginine 150 mM concentration can inhibit browning and maintain the quality of the peeled Salak Pondoh. Other than that, it can maintain the physical quality (shrinkage of weight, hardness, color and organoleptic) and the chemical quality (phenol).

Keywords: Enzymatic Browning, L-Arginine, Peeled Salak Pondoh.

INTISARI

Perlakuan pengupasan yang dilakukan pada buah salak pondoh dapat beresiko terjadinya pencokelatan enzimatis. Terdapat beberapa metode yang dapat menghambat *browning* pada buah salah satunya yaitu *L-Arginine*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan konsentrasi dan waktu perendaman *L-Aginine* yang tepat untuk menghambat *browning* dan mengetahui pengaruh perubahan fisik dan kimia pada buah salak pondoh (*Salacca edulis* Reinw) kupas. Penelitian ini telah dilakukan pada bulan Maret sampai April 2018. Penelitian menggunakan metode percobaan yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan rancangan percobaan faktor tunggal yang terdiri dari 10 perlakuan yaitu tanpa perendaman *L-Arginine*, *L-Arginine* 50 mM 5 menit, *L-Arginine* 50 mM 10 menit, *L-Arginine* 50 mM 15 menit, *L-Arginine* 100 mM 5 menit, *L-Arginine* 100 mM 10 menit, *L-Arginine* 100 mM 15 menit, *L-Arginine* 150 mM 5 menit, *L-Arginine* 150 mM 10 menit dan *L-Arginine* 150 mM 15 menit. Parameter yang diamati meliputi susut bobot, kekerasan, total padatan terlarut, gula reduksi, fenol,

warna dan organoleptik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian *L-Arginine* konsentrasi 150 mM dapat menghambat *browning* pada buah salak pondoh kupas dan mempertahankan mutu buah salak pondoh kupas. Selain itu, dapat mempertahankan kualitas fisik (susut bobot, kekerasan, warna dan organoleptik) dan kimia (fenol).

Kata Kunci : Buah Salak Pondoh Kupas, *L-Arginine*, Pencokelatan Enzimatis.

PENDAHULUAN

Buah-buahan merupakan komoditi pertanian yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan, baik untuk memenuhi kebutuhan di dalam negeri maupun di luar negeri sebagai komoditas ekspor. Sleman, Yogyakarta merupakan salah satu daerah yang terkenal sebagai penghasil salak pondoh. Salak pondoh di Sleman tersebar pada tiga kecamatan yaitu Turi, Tempel dan Pakem. Salah satu keunggulan dari salak pondoh dibandingkan dengan salak lainnya yaitu rasa manis tanpa rasa sepat walaupun buah masih muda.

Hampir semua buah-buahan tidak dapat disimpan dalam waktu lama dan juga mudah mengalami pembusukan, begitu halnya dengan salak pondoh. Sedangkan di sisi lain, konsumen pada umumnya lebih menyukai makan buah-buahan segar siap makan atau buah-buahan segar terolah minimal (*minimally processed*). Pada umumnya buah salak segar hanya dapat bertahan disimpan selama 5-7 hari pada suhu kamar, lebih dari itu salak akan busuk. Produk terolah minimal (*minimally processed*) terdiri dari proses pencucian, sortasi, pengupasan dan pemotongan atau pengirisan menjadi bagian-bagian yang lebih kecil dengan bentuk spesifik sesuai dengan komoditas sehingga mudah dikonsumsi tanpa menghilangkan kesegaran dan nilai gizi yang dikandungnya (Shewfelt, 1987).

Sebagai buah hortikultura, salak segar mudah mengalami kerusakan selama penyimpanan, kerusakan tersebut terjadi karena adanya reaksi enzimatik, kimia dan aktivitas mikrobiologis. Penyebab utama buah salak pondoh memiliki umur simpan yang pendek adalah proses respirasi yang terus berjalan selama penyimpanan. Dampak lebih lanjut adalah terjadinya perubahan enzimatik dan penurunan umur simpan serta mutu (Shewfelt, 1987).

Kerusakan dapat dihambat atau ditunda dengan adanya penanganan pascapanen pada buah salak secara tepat. Penanganan pascapanen pada buah salak dilakukan mulai awal pemanenan hingga ke tangan konsumen. Penanganan pascapanen dilakukan pada proses seperti sortasi, pemutuan, pengemasan, pendistribusian, serta proses penyimpanan. Proses penanganan pascapanen produk hortikultura memerlukan teknologi penanganan pascapanen yang baik agar persentase susut mutu dapat diperkecil. Upaya untuk mengurangi penurunan mutu pada buah salak adalah dengan menurunkan laju respirasi dari buah salak itu sendiri. Salah satu cara penurunan laju respirasi produk hortikultura adalah pemberian *L-Arginine*.

L-Arginine merupakan asam amino semi esensial yang dapat memacu produksi NO (*Nitric Oxide*) yang dapat digunakan untuk memperpanjang umur simpan buah dengan cara menghambat pemasakan buah klimakterik dan penuaan produk non klimakterik serta dapat menunda pengembangan *chilling injury* atau kerusakan akibat suhu yang terlalu rendah. Tujuan penelitian yaitu mendapatkan konsentrasi dan waktu perendaman *L-Arginine* yang tepat untuk menghambat *browning* dan mengetahui pengaruh perubahan sifat fisik dan kimia pada buah salak pondoh (*Salacca edulis* Reinw) kupas.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini telah dilakukan pada bulan Maret hingga April 2018 di Laboratorium Pascapanen Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan Laboratorium Rekayasa Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu wadah, batang pengaduk, pisau, timbangan analitik, plastik *wrap*, *polystyrene box*, *hand penetrometer*, *refrigerator*, *chromameter*, *refraktometer*, *vortex spectrophotometer*, erlenmeyer, labu takar, tabung reaksi, gelas piala, corong, pipet ukur, statif, mortar, alu, *blander*, *waterbath* dan saringan. Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu buah salak pondoh yang seragam dengan indeks tingkat kemasakan 70% yang dipanen dari perkebunan salak di daerah Turi,

Sleman, Yogyakarta, *L-Arginine*, aquades, klorox, nelson A, nelson B, Folin, Arseno molibdat, dan Na_2CO_3 .

Penelitian ini dilaksanakan menggunakan perlakuan faktor tunggal yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL). Adapun perlakuan yang diberikan adalah sebagai berikut P0 : Tanpa perendaman, P1 : *L-Arginine* 50 mM dan waktu perendaman 5 menit, P2 : *L-Arginine* 50 mM dan waktu perendaman 10 menit, P3 : *L-Arginine* 50 mM dan waktu perendaman 15 menit, P4 : *L-Arginine* 100 mM dan waktu perendaman 5 menit, P5 : *L-Arginine* 100 mM dan waktu perendaman 10 menit, P6 : *L-Arginine* 100 mM dan waktu perendaman 15 menit, P7 : *L-Arginine* 150 mM dan waktu perendaman 5 menit, P8 : *L-Arginine* 150 mM dan waktu perendaman 10 menit, P9 : *L-Arginine* 150 mM dan waktu perendaman 15 menit

Jumlah perlakuan sebanyak 10 dan diulang sebanyak 3 kali sehingga menghasilkan 30 unit percobaan. Setiap unit percobaan terdiri atas 12 sampel dan 6 korban, sehingga diperoleh total jumlah buah salak yang digunakan sebanyak 540 buah salak kupas. Pengamatan dilakukan 3 hari sekali masing-masing pada hari ke-0, 3, 6, 9, 12 dan 15. Parameter yang diamati yaitu susut bobot, kekerasan, fenol dan warna. Data yang diperoleh dari hasil pengamatan dianalisis dengan menggunakan Sidik Ragam atau *Analysis of Variance* (ANOVA) pada taraf signifikansi $\alpha = 5\%$. Apabila terdapat perbedaan nyata antar perlakuan yang dicobakan, maka akan dilakukan uji lanjut dengan menggunakan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf signifikansi $\alpha = 5\%$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

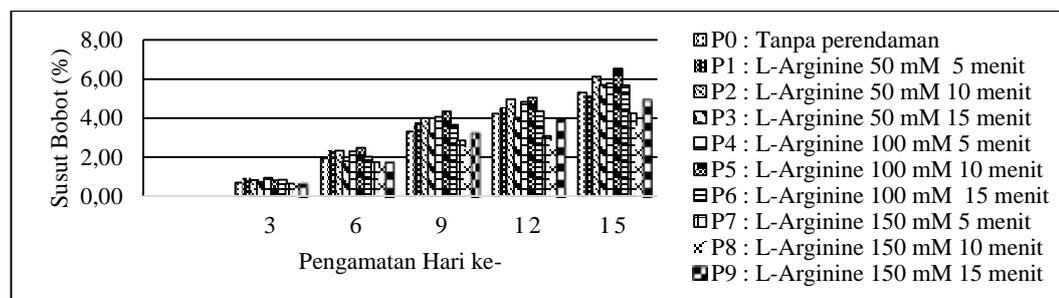
A. Susut Bobot

Tabel 1. Hasil Rerata Susut Bobot Buah Salak Kupas

Perlakuan	Rerata Susut Bobot (%)				
	Hari ke-				
	3	6	9	12	15
P0	0,69bcd	1,94cd	3,31cd	4,22a	5,30abc
P1	0,94a	2,35ab	3,78abc	4,55a	5,15abc
P2	0,82abc	2,32ab	4,00ab	4,95a	6,12ab
P3	0,72bcd	1,78de	3,20cd	4,01ab	5,70ab
P4	0,92a	2,28abc	4,06ab	4,83a	5,78ab
P5	0,81abc	2,47a	4,34a	5,03a	6,53a
P6	0,84ab	2,01bcd	3,65bc	4,36a	5,69ab
P7	0,63d	1,74de	2,84de	3,08bc	4,23cd
P8	0,64d	1,51e	2,48e	2,83c	3,60d
P9	0,68cd	1,74de	3,25cd	3,92ab	4,92bcd

Keterangan : angka rerata yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan hasil DMRT pada taraf 5%.

Berdasarkan hasil sidik ragam susut bobot menunjukkan bahwa adanya pengaruh yang beda nyata ($p < 0,05$) pemberian *L-Arginine* berbagai konsentrasi dan waktu perendaman terhadap susut bobot. Perlakuan pemberian *L-Arginine* 150 mM yang direndam selama 10 menit merupakan perlakuan yang memiliki nilai persentas susut bobot yang paling rendah dan memiliki nilai yang beda nyata dengan perlakuan lainnya.. Hal tersebut menunjukkan bahwa *L-Arginine* memiliki potensi untuk menghambat transpirasi dan memperlambat laju respirasi sehingga laju respirasi yang lambat tersebut akan menyebabkan kehilangan air pada buah akan berjalan lambat dan laju penurunan susut bobot juga rendah (Nurrachman, 2004). Persentase susut bobot buah salak kupas selama penyimpanan terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Susut Bobot Buah Salak Kupas

Berdasarkan histogram susut bobot pada Gambar 1 menunjukkan bahwa semakin lama waktu penyimpanan, persentase kehilangan berat buah salak semakin tinggi. Selain itu, susut bobot cenderung meningkat seiring dengan lama penyimpanan dan tingkat kematangan pada buah. Pada pengamatan hari ke 0 sampai dengan hari ke-15 pemberian *L-Arginine* 150 mM memiliki nilai persentase susut bobot terendah dibandingkan dengan perlakuan pemberian konsentrasi *L-Arginine* lainnya dan tanpa pemberian *L-Arginine*. Pemberian *L-Arginine* dengan konsentrasi yang lebih tinggi diduga dapat menghambat peningkatan penguapan air atau transpirasi sehingga persentase susut bobot rendah. *L-Arginine* merupakan senyawa yang masuk kedalam senyawa poliamin, senyawa tersebut dapat menghambat aktivitas etilen pada buah salak karena adanya aktivitas SAM (*S-adenosyl methionine*) yang digunakan oleh *L-Arginine* untuk menghambat etilen dalam penuaan buah non klimakterik (Valero *et al.*, 2002). Terjadinya penyusutan bobot dikarenakan adanya proses respirasi dan transpirasi selama penyimpanan.

B. Kekerasan

Tabel 2. Hasil Rerata Kekerasan Buah Salak Kupas

Perlakuan	Rerata Kekerasan (N/mm ²)					
	Hari ke-					
	0	3	6	9	12	15
P0	1,22d	1,33a	1,07b	0,98b	0,59c	0,18c
P1	1,56bc	1,57a	1,39a	0,92b	0,92bc	0,85b
P2	1,45bc	1,20a	1,12b	1,19ab	0,80c	1,71a
P3	1,40cd	1,17a	1,17b	1,20ab	1,39ab	1,28ab
P4	1,54bc	1,61a	1,47a	1,15ab	1,34ab	1,60a
P5	1,49bc	1,40a	1,53a	1,02ab	1,70a	1,54a
P6	1,39cd	1,37a	1,47a	0,98b	1,62a	1,57a
P7	1,53bc	1,40a	1,41a	0,92b	1,50a	1,75a
P8	1,68b	1,50a	1,58a	1,53a	1,44a	1,54a
P9	1,89a	1,85a	1,63a	1,55a	1,49a	1,73a

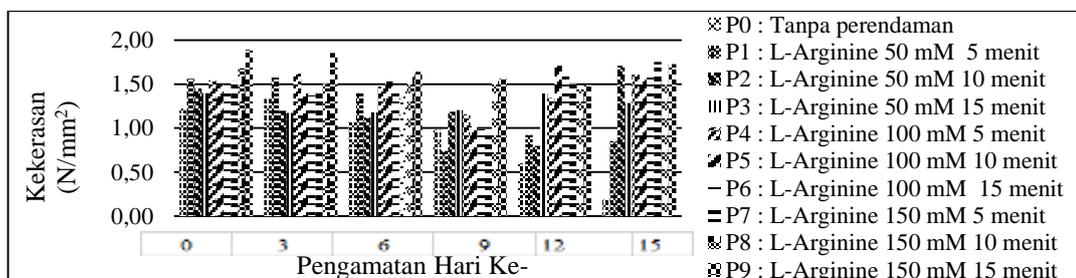
Keterangan : angka rerata yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan hasil DMRT pada taraf 5%.

Berdasarkan hasil sidik ragam pemberian *L-Arginine* pada buah salak menunjukkan tidak beda nyata ($p > 0,05$) terhadap parameter kekerasan pada pengamatan hari ke-3. Sedangkan, pada pengamatan hari ke-0, 6, 9, 12 dan 15 perlakuan pemberian *L-Arginine* pada buah salak menunjukkan beda nyata

($p < 0,05$) terhadap parameter kekerasan. Sama halnya dengan uji kontras antara perlakuan yang tidak diberikan *L-Arginine* atau kontrol dengan perlakuan yang diberikan *L-Arginine* menunjukkan bahwa pada pengamatan hari ke-3 tidak beda nyata, sedangkan pada pengamatan hari ke-0, 6, 9, 12 dan 15 menunjukkan beda nyata. Hal ini diduga bahwa *L-Arginine* mampu menghambat transpirasi pada buah salak sehingga kekerasan akan tetap bertahan, beda dengan kontrol bahwa tidak ada yang dapat menghambat transpirasi sehingga buah akan menjadi lunak.

Pada pengamatan hari ke-0 sampai hari ke-15 nilai kekerasan tertinggi yaitu pada perlakuan P9 yaitu pemberian *L-Arginine* 150 mM yang direndam selama 15 menit, sedangkan untuk nilai kekerasan terendah yaitu pada buah salak P0 yang tidak diberikan perlakuan atau tanpa perendaman *L-Arginine*. Tingkat kekerasan salak menurun selama penyimpanan karena terjadinya proses transpirasi yang meningkat yang menyebabkan kehilangan air yang tinggi sehingga kadar air dalam buah salak menurun dan jaringan sel terus melemah dan terjadinya pelunakan pada buah salak.

Histogram nilai kekerasan buah salak dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini :



Gambar 2. Histogram Nilai Kekerasan Buah Salak Kupas

Berdasarkan histogram pada Gambar 2 menunjukkan bahwa tingkat kekerasan pada buah salak kupas mengalami fluktuasi pada semua perlakuan kecuali tanpa pemberian *L-Arginine*. Pada perlakuan tersebut terlihat bahwa dari pengamatan hari-3 hingga hari ke-15 mengalami penurunan tingkat kekerasan yang cukup drastis. Perlakuan yang menunjukkan nilai kekerasan tertinggi yaitu pada perlakuan pemberian *L-Arginine* konsentrasi 150 mM dan waktu perendaman 15 menit karena pada perlakuan tersebut menunjukkan fluktuasi nilai kekerasan yang kecil dibandingkan dengan fluktuasi perlakuan lainnya. Sedangkan pada perlakuan

buah salak yang tidak diberikan *L-Arginine* memiliki nilai kekerasan yang paling rendah dan mengalami penurunan nilai tingkat kekerasan dari hari ke-3 hingga hari ke-15.

Menurut Pantastico (1986), pengukuran kekerasan dengan *hand penetrometer* bergantung pada tebalnya kulit luar, kandungan total zat padat, dan perbedaan banyaknya pati. Nilai kelunakan buah yang tinggi menunjukkan bahwa tingkat kekerasan buah rendah. Kenaikan kelunakan tekstur buah juga dipengaruhi oleh laju transpirasi. Tingginya laju transpirasi menyebabkan kadar air dalam buah menurun dan jaringan sel terus melemah. Konsentrasi *L-Arginine* dan lama perendaman dapat mencegah rusaknya tekstur dan menghambat kehilangan air pada buah salak.

Penurunan nilai tingkat kekerasan pada buah salak kupas disebabkan karena buah kehilangan air yang cukup banyak sehingga menyebabkan ukuran sel dan tekanan isi sel pada buah terhadap dinding sel berkurang kemudian mengakibatkan tekstur menjadi lunak. Pektin pada buah merupakan salah satu komponen dari dinding sel maupun lamela tengah yang mempengaruhi kekerasan buah. Adanya proses perombakan senyawa pektin yang banyak terdapat pada lamela tengah yang tidak mudah larut hal ini merupakan proses terjadinya pelunakan. Senyawa pektin yang tidak mudah larut tersebut merupakan devirat asam poligalakturonat dan terdapat dalam bentuk protopektin, pektin, asam pektinat atau asam pektat (Pantastico, 1986). Perombakan tersebut merupakan hasil kerja dari enzim-enzim seperti pektin metil esterase, pektin trasetiminase dan poligalakturonase, dengan terurainya propektin tersebut sehingga buah menjadi lunak seiring dengan pemasakan maka kadar propektin akan menurun sedangkan kadar pektin yang larut akan meningkat (Pantastico, 1986).

Buah salak yang diberikan perlakuan *L-Arginine* dapat menghambat pelunakan pada buah, hal ini diduga karena *L-Arginine* termasuk kedalam senyawa poliamin, senyawa tersebut berikatan kuat dengan senyawa pektin pada lamela tengah yaitu antara gugus karboksil dari pektin yang membentuk senyawa kompleks antara pektin dan poliamin sehingga mengakibatkan dinding sel pada buah menjadi lebih kokoh (Shan dkk., 2007). Selain itu, senyawa poliamin juga

dapat menstimulir aktivitas enzim PME atau Pektin Metil Esterase yang mengakibatkan terjadinya demetilasi atau pemecahan gugus metil pada senyawa pektin sehingga terdapat lebih banyak gugus karbosisil yang berikatan dengan gugus amin dari senyawa poliamin. Senyawa poliamin memiliki kemampuan untuk menunda pelunakan tekstur dan senesen pada buah (Valero dkk., 2002). Selain itu, asam amino sebagai prekursor poliamin dapat mengikat pektin dari jaringan buah (Ponappa *et al.*, 1993). Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa adanya kenaikan nilai kekerasan selama penyimpanan pada buah salak dikarenakan terhambatnya proses respirasi yang dapat mengakibatkan perombakan karohidrat menjadi senyawa yang terlarut air berkurang, maka kekerasan pada buah akan bertahan.

C. Fenol

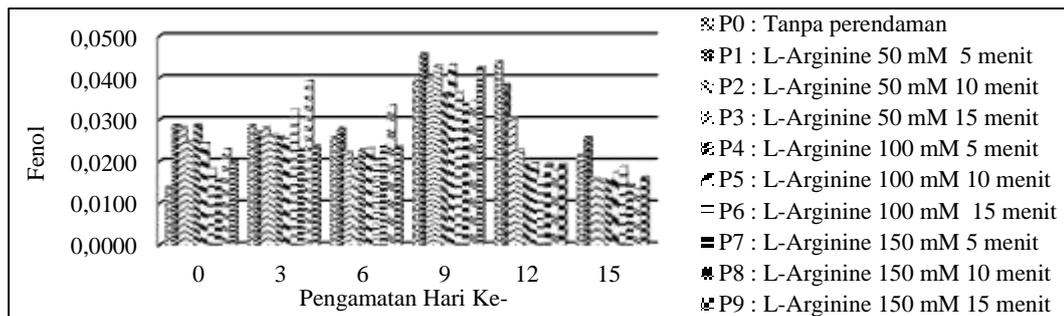
Tabel 3. Hasil Rerata Kandungan Fenol Buah Salak Kupas

Perlakuan	Fenol (%)					
	0	3	6	9	12	15
P0	0,0143c	0,0290b	0,0256a	0,0393a	0,0440a	0,0216ab
P1	0,0286a	0,0270b	0,0280a	0,0460a	0,0385ab	0,0256a
P2	0,0283a	0,0283b	0,0226a	0,0396a	0,0305bc	0,0160bc
P3	0,0246ab	0,0266b	0,0193a	0,0433a	0,0228cd	0,0160bc
P4	0,0286a	0,0256b	0,0230a	0,0360a	0,0192d	0,0153bc
P5	0,0243ab	0,0256b	0,0233a	0,0433a	0,0196d	0,0176bc
P6	0,0186bc	0,0326ba	0,0200a	0,0366a	0,0162d	0,0190abc
P7	0,0156c	0,0230b	0,0236a	0,0340a	0,0193d	0,0143bc
P8	0,0230ab	0,0393a	0,0333a	0,0346a	0,0179d	0,0133c
P9	0,0200bc	0,0236b	0,0236a	0,0426a	0,0199d	0,0163bc

Keterangan : angka rerata yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan hasil DMRT pada taraf 5%.

Berdasarkan hasil sidik ragam yang disajikan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa pada pengamatan hari ke-0, 3, 12 dan 15 terdapat beda nyata ($p < 0,05$). perlakuan perendaman *L-Arginine*. Hal ini menunjukkan bahwa *L-Arginine* dapat menghambat aktivitas enzim pembentukan fenol atau menghambat laju fenol pada buah salak kupas. Sedangkan pada pengamatan hari ke-6 dan 9 menunjukkan bahwa tidak ada beda nyata ($p > 0,05$) terhadap perlakuan pemberian *L-Arginine* pada buah salak kupas. Nilai fenol tertinggi pada hari ke-0 yaitu pada perlakuan P7 pemberian *L-Arginine* 100 mM yang direndam selama 5 menit. Pengamatan pada hari ke-3 dan 6 nilai fenol tertinggi pada perlakuan P8 pemberian *L-Arginine* 150

mM yang direndam selama 10 menit. pada pengamatan hari ke-9 dan 15 nilai fenol tertinggi yaitu pada perlakuan P1 pemberian *L-Arginine* 50 mM yang direndam selama 5 menit dan pada pengamatan hari ke-12 nilai fenol tertinggi pada salak yang tidak diberikan perlakuan atau tanpa perendaman *L-Arginine*. Rerata nilai fenol salak kupas terdapat pada Gambar 3.



Gambar 3. Histogram Nilai Fenol Buah Salak Kupas

Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan bahwa terjadinya fluktuasi nilai fenol pada semua perlakuan. pada hari ke-0, 3, dan 6 nilai total fenol mengalami peningkatan dan penurunan pada beberapa perlakuan. Pada hari ke-9 menunjukkan peningkatan nilai fenol, sedangkan pada hari ke-12 dan 15 menunjukkan bahwa rerata nilai fenol mengalami penurunan. Perlakuan pemberian *L-Arginine* dapat menekan nilai total fenol pada hari ke-0, 3 dan 6 pada salak pondoh kupas. Hal ini disebabkan karena *L-Arginine* dalam perlakuan pascapanen menginduksi aktivitas dari kitinase, glukonase, PAL dan PPO dalam buah. Proses sintesis senyawa fenolik dimulai setelah adanya pelukaan terhadap buah sehingga terjadi peningkatan total senyawa fenolik dapat menjadi pertanda respon pertahanan, sehingga *L-Arginine* dapat menekan aktivitas pembentukan fenol (Zhaeng *et al.*, 2011).

Pada pengamatan hari ke-9 nilai total fenol mengalami peningkatan yang cukup tinggi pada semua perlakuan. Hal ini diduga karena *L-Arginine* sebagai prekursor dalam laju metabolisme. Meningkatnya nilai total fenol karena semakin menipisnya kadar NO di dalam buah salak sehingga tidak dapat menghambat aktivitas PPO, diduga pada perlakuan buah salak kupas mengalami pelukaan yang mengakibatkan respirasi meningkat sehingga memicu produksi fenol. Sampai pada pengamatan hari ke-12 menunjukkan bahwa terjadinya penurunan nilai total fenol yang signifikan pada buah salak kupas yang diberikan perlakuan *L-Arginine*,

kecuali pada perlakuan pemberian *L-Arginine* konsentrasi 50 mM yang direndam selama 5 menit dan tanpa perlakuan pemberian *L-Arginine*. Semakin tinggi pemberian konsentrasi *L-Arginine* yang diberikan maka akan menghasilkan peningkatan NO (*nitric oxide*) yang tinggi juga.

Hal ini diduga bahwa pemberian *L-Arginine* mampu menghasilkan peningkatan NO di dalam jaringan buah dan dapat meningkatkan aktivitas NOS (*nitric oxide system*) selama penyimpanan (Wills, 2015). Meskipun belum diketahui mekanisme NO dalam menghambat pencokelatan pada permukaan buah (Wills *et al.*, 2008), namun menurut Leshem (2000) bahwa sifat oksidatif dalam NO merupakan faktor penting yang bertindak sebagai faktor medasi dan NO atau produk reaksinya dapat secara oksidatif menonaktifkan faktor-faktor yang tidak aktif, seperti asam askorbat dan ion *ferrous*. NO mampu untuk mengikat radikal bebas yang terlibat dalam proses pencokelatan sehingga mampu menghambat reaksi pencokelatan pada permukaan potongan selada.

D. Warna

Tabel 4. Hasil Rerata Warna Buah Salak Kupas

Perlakuan	Rerata Warna		
	5	8	11
P0	87,09a	86,46a	86,01ab
P1	86,87ab	85,44abcd	85,27ab
P2	87,28a	86,19ab	85,48ab
P3	85,67bc	84,22d	83,50b
P4	87,27a	85,95abc	84,82ab
P5	87,01a	85,87abc	79,85c
P6	87,41a	85,69abc	79,50c
P7	85,44c	84,82cd	86,09ab
P8	86,43abc	86,32ab	86,92a
P9	86,52abc	85,02bcd	83,49b

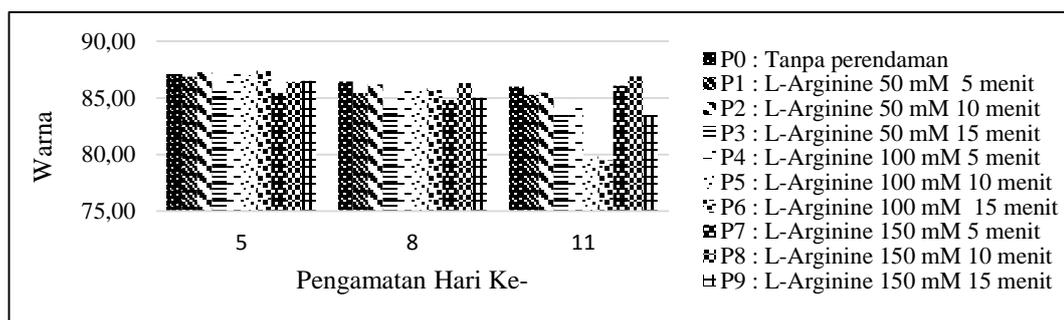
Keterangan : angka rerata yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan hasil DMRT pada taraf 5%.

Dari hasil tabel sidik ragam pada menunjukkan bahwa pada pengujian warna pada buah salak yang diberikan perlakuan konsentrasi dan lama perendaman *L-Arginine* terdapat nilai beda nyata ($p < 0,05$) terhadap warna buah salak kupas. Pengamatan hari ke-5 memiliki nilai beda nyata pada seluruh perlakuan pemberian *L-Arginine*. Perlakuan P6 pemberian *L-Arginine* konsentrasi 100 mM dan waktu perendaman 15 menit memiliki nilai rerata indeks warna yang paling tinggi yaitu

87,41 dibandingkan dengan perlakuan lainnya tetapi memiliki nilai tidak beda nyata dengan perlakuan pemberian *L-Arginine* 50 mM perendaman 10 menit, *L-Arginine* 100 mM perendaman 5 menit dan tanpa pemberian *L-Arginine*, sedangkan nilai indeks warna terendah yaitu pada perlakuan pemberian *L-Arginine* 150 mM perendaman 5 menit dengan nilai indeks warna 85,44.

Nilai rerata indeks warna yang paling tinggi pada pengamatan hari ke-8 yaitu pada perlakuan tanpa pemberian *L-Arginine* sebesar 86,46 sedangkan yang memiliki nilai indeks warna terendah yaitu pada perlakuan P3 pemberian *L-Arginine* 50 mM 15 menit yang memiliki nilai indeks warna 84,22. Pengamatan ke-11 memiliki nilai beda nyata dengan nilai rerata indeks warna tertinggi yaitu pada perlakuan P8 pemberian *L-Arginine* 150 mM dan lama perendaman 10 menit sebesar 86,92 dan nilai terendah yaitu pada perlakuan P6 pemberian *L-Arginine* 100 mM 15 menit sebesar 79,50.

Pada setiap pengamatan memiliki nilai beda nyata hal ini berarti pemberian *L-Arginine* yang memicu pembentukan NO (*Nitric oxide*) secara enzimatik dari *L-Arginine* yang dikatalis oleh *nitric oxide synthase* (NOS) (Schrijvers *et al.*, 2004) sehingga dapat menghambat pencokelatan pada buah salak kupas selama penyimpanan. Nilai indeks warna semakin tinggi menunjukkan bahwa warna salak kupas semakin cerah. Nilai indeks warna rendah menunjukkan bahwa warna salak kupas semakin gelap. Gambar rerata nilai warna pada Gambar 4.



Gambar 4. Histogram Indeks Warna Buah Salak Pondoh Kupas

Berdasarkan hasil histogram pada Gambar 4 uji warna menunjukkan rerata nilai indeks warna pada buah salak kupas dari hari ke-5 sampai dengan hari ke-11 pada setiap perlakuan mengalami penurunan nilai indeks warna namun pada perlakuan P8 nilai indeks warna meningkat pada hari ke 11. Selain itu, terjadi

penurunan indeks warna yang cukup signifikan pada perlakuan P6 dan P7 yaitu pemberian *L-Arginine* 100 mM yang direndam selama 10 dan 15 menit. Hal ini diduga bahwa pada perlakuan tersebut memiliki nilai L yang lebih besar dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Nilai L menunjukkan tingkat perbedaan kecerahan antara gelap dan terang pada buah selama penyimpanan yang dihasilkan dari reaksi pencokelatan oksidatif. Semakin besar nilai L maka buah memiliki nilai cerah sedangkan nilai L rendah maka buah juga memiliki warna yang gelap.

Terjadinya perubahan warna dikarenakan adanya proses pencokelatan atau *browning* sebagai akibat dari interaksi oksigen, senyawa fenol dan enzim polifenol oksidase (PPO). Reaksi tersebut terjadi karena jaringan pada buah salak pondoh terkupas sehingga menyebabkan kerusakan integritas jaringan. Hal ini menyebabkan enzim dapat kontak langsung dengan substrat asam amino tirosin dan komponen fenolik sehingga substrat fenolik akan dihidroksilasi menjadi 3,4-dihidroksifenilalanin dan dioksidasi menjadi kuinon oleh enzim phenolase (Wiley-Blackwell, 2012). Pencokelatan enzimatik tidak terjadi dalam sel tanaman yang utuh karena senyawa fenol yang tersimpan di dalam vakuola sel terpisah dengan enzim PPO yang terdapat dalam sitoplasma. Buah salak yang dikupas mengakibatkan jaringan menjadi rusak sehingga akan mengalami pencampuran enzim PPO dan senyawa fenol yang mengakibatkan pencokelatan pada buah atau disebut melanin (Marshall *et al.*, 2000).

Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan bahwasanya Nitric oxide yang terkandung dalam *L-Arginine* telah terbukti menghambat perkembangan kecoklatan di permukaan apel segar (Pristijono *et al.*, 2006) dan selada (Wills *et al.*, 2008). *L-Arginine* juga dimetabolisme oleh arginine dekarboksilase (ADC, EC 4.1.1.19) terhadap putresin dan poliamina seperti spermine dan spermidine (Galston dan Sawhney, 1990) yang dikenal sebagai pengendalian pra-panen (Legocka dan Kluk, 2005) dan Pascapanen (Valero *et al.*, 2002). Pemberian *L-Arginine* yang merupakan senyawa yang dapat memacu NO pada buah, sehingga saat buah salak dikupas kemudian direndam dalam larutan *L-Arginine* dapat memecah proses enzimatik pada buah salak, sehingga sebelum *phenol* mencapai *o-quinon* dalam proses pembentukan *phenol* dihambat dengan

adanya *L-Arginine* tersebut sehingga terjadinya pencokelatan dapat terhambat. Selain itu, NO juga berpotensi dalam mengatur biosintesis etilen. Biosintesis tersebut dapat dihambat oleh Asam *Amino oxy aetic* atau AOA dan *Aminoethoxy vinly glycine* (AVG) yang dapat memperpanjang pematangan pada buah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Perlakuan pemberian konsentrasi *L-Arginine* dapat berpengaruh terhadap perubahan fisik (susut bobot, kekerasan dan warna) dan kimia (fenol). Perlakuan pemberian konsentrasi *L-Arginine* 150 mM dengan lama perendaman 5 menit merupakan perlakuan yang tepat dalam menghambat *browning* pada buah salak pondoh (*Salacca edulis* Reinw) kupas selama 15 hari.

Perlu dilakukan pengujian lebih lanjut terhadap *L-Arginine* pada buah yang memiliki kandungan fenol tinggi. Perlu dilakukan pengujian lebih lanjut terhadap pengaruh *L-Arginine* dalam penghambatan *browning* pada buah salak kupas.

DAFTAR PUSTAKA

- Galston, A.W., Sawhney, R.K. 1990. Polyamines in plant physiology. *Plant Physiol.* 94. 406-410.
- Legocka, J., Kluk, A., 2005. Effect of salt and osmotic stress on changes in polyamine content and arginine decarboxylase activity in *Lupinus luteus* seedlings. *J. Plant Physiol.* 162, 662–668.
- Leshem, Y.Y. 2000. *Nitric Oxide in Plants, Occurrence, Function dan Use.* Dordrecht. Kluwer.
- Marshall, M.R., Kim, J., dan Wei, C-I. 2000. *Enzymatic Browning in Fruits.*
- Pantastico, E. B., A.K. Mattoo, dan C.T. Phan. 1986. *Respirasi dan Puncak Respirasi.* Di dalam *Fisiologi Pascapanen.* Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Ponappa, T., J.C Schreens and AR Miller. 1993. Vacuum infiltration of polyamines increases firmness of strawberry slices under various storage conditions. *J. Food Sci* 58 (2): 361-364.
- Pristijono., Wills, R.B.H., Golding, J.B. 2006. Inhibition of Browning on the Surface of Apple Slices by Short Term Exposure to Nitric Oxide (NO) gas. *Postharvest Biol. Technol.* 42, 256-259.

- Shan, B., Cai, Z., Brooks, J., Corke, B. 2007. Antibacterial Properties and Major Bioactive Components of Cinnamon Stick (*Cinnamom burmanii*): Activity against Foodborne Pathogenic Bacteria. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 55 (14) pp. 5484-5490.
- Shewfelt, R.L. 1986. Postharvest Treatment for Extending to Shelf-life of Fruits and Vegetables. *J.Food Technol.* 90 (5) : 70-80.
- Valero, D., Martinez-Romero, D., Serrano, M., 2002. The role of polyamines in the improvement of the shelf life of fruit. *Trends Food Sci. Technol.* 13, 228–234.
- Wills, R.B.H, P. Pristijono, and J.B. Golding. 2008. Browning on the Surface of Cut Lettuce Slices Inhibited by Short Term Exposure to Nitric Oxide (NO). *Food Chemistry* 107. 1387-1393.
- Wills, R.B.H., 2015. Potential of nitric oxide as a postharvest technology. In: Wills, R. B.H., Golding, J. (Eds.), *Advances in Postharvest Fruit and Vegetable Technology*. CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 191–210.
- Zhang, X., Shen, L., Li, F., Zhang, Y., Meng, D., Sheng, J., 2010. Up-regulating arginase contributes to amelioration of chilling stress and the antioxidant system in cherry tomato fruits. *J. Sci. Food Agric.* 90, 2195–2202.