

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan selama 20 hari yang dilakukan pada bulan April-Mei 2018. Buah belimbing yang digunakan pada penelitian ini adalah buah belimbing varietas Bangkok yang didapatkan dari perkebunan di Blitar, Jawa Timur, buah belimbing yang digunakan memiliki kualitas *grade* A atau berumur 90 hari setelah berbunga, buah dipilih dengan kriteria ukurannya seragam dengan berat \pm 250 gram/buah atau dalam 1 kg berisi 4-5 buah. Buah belimbing dikirim dari kota asal menggunakan transportasi darat yaitu kereta api. Pengemasan buah belimbing dilakukan dengan cara melapisi buah dengan koran kemudian dimasukkan ke dalam kotak kayu. Pengamatan fisik dan kimia buah belimbing dilakukan untuk mengetahui kualitas buah belimbing selama masa penyimpanan setelah diberikan berbagai perlakuan. Pengamatan yang dilakukan pada buah belimbing berupa susut berat, kekerasan, total padatan terlarut, kadar gula reduksi, mikrobiologi, dan organoleptik. Pengamatan dilakukan pada hari ke-0, 4, 8, 12, 16, dan 20.

A. Susut Berat

Buah belimbing merupakan buah yang memiliki kandungan air yang tergolong tinggi, dimana kandungan air di dalamnya berpengaruh pada tingkat kesegaran buah belimbing. Susut berat merupakan salah satu indikator untuk menentukan mutu buah belimbing. Menurut Pantastico (1986), buah-buahan dan sayuran mengandung 85-90 persen air, setelah pemanenan akan mengalami kehilangan air yang dapat menyebabkan layu serta kehilangan rasa dan aroma. Pengujian susut berat dilakukan setiap 3 hari sekali selama 20 hari dengan

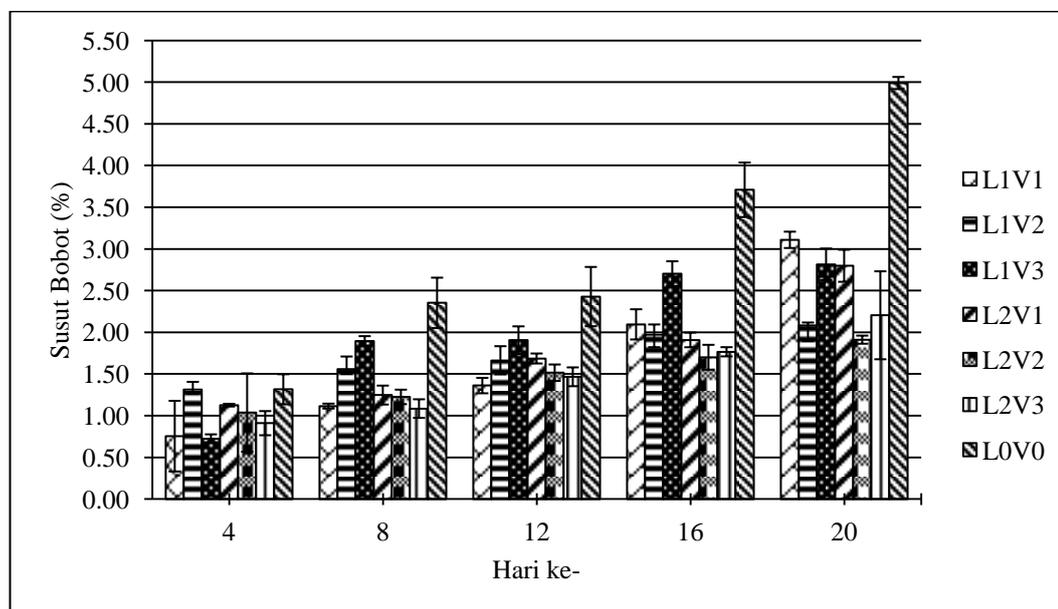
menimbang buah menggunakan timbangan analitik. Hasil rerata setiap hari pengamatan pada setiap perlakuan disajikan pada tabel 2.

Tabel 1. Rerata harian susut berat (%) selama 20 hari penyimpanan

Pengamatan	Perlakuan	V1	V2	V3	Rerata
H-4	L1	0,75	1,31	0,73	0,93b
	L2	1,13	1,04	0,91	1,02ab
	Rerata	0,94b	1,18ab	0,82b	(-)
	Perlakuan	V0			
	L0	1,32a			
H-8	Lp x L0	(-)			
	L1	1,12d	1,56c	1,90b	1,52
	L2	1,25d	1,23d	1,09d	1,19
	Rerata	1,182	1,39	1,49	(+)
	Perlakuan	V0			
H-12	L0	2,35a			
	Lp x L0	(+)			
	L1	1,36c	1,66bc	1,91b	1,64
	L2	1,69bc	1,52c	1,47c	1,56
	Rerata	1,52	1,59	1,69	(+)
H-16	Perlakuan	V0			
	L0	2,43a			
	Lp x L0	(+)			
	L1	2,10c	1,97cd	2,70b	2,26
	L2	1,91cd	1,70d	1,73d	1,39
H-20	Rerata	2,00	1,83	2,22	(+)
	Perlakuan	V0			
	L0	3,71a			
	Lp x L0	(+)			
	L1	3,11b	2,08c	2,82b	2,67
H-20	L2	2,80b	1,91c	2,20c	2,30
	Rerata	2,95	1,99	2,51	(+)
	Perlakuan	V0			
	L0	4,99a			
	Lp x L0	(+)			

Keterangan : angka rerata yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan hasil DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$. L1 : Lidah buaya 10%, L2 : Lidah buaya 20%, L0 : Tanpa lidah buaya, V1 : Vanilli 0,3%, V2 : Vanili 0,6%, V3 : Vanili 0,9%, V0 : Tanpa vanili.

Berdasarkan hasil sidik ragam susut berat (lampiran 2.A.1-5) terdapat interaksi antara *edible* lidah buaya dengan *essesial oil* vanili berbagai konsentrasi pada hari ke-8, 12, 16 dan 20 pengamatan. Berdasarkan uji kontras perlakuan terhadap kontrol menunjukkan hasil yang signifikan terhadap susut berat buah belimbing pada hari 8, 12, 16 dan 20. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan *edible* lidah buaya yang dikombinasikan dengan *essential oil* vanili lebih baik dalam menghambat kehilangan air pada buah. Berdasarkan tabel 2, nilai susut berat tertinggi terjadi pada buah belimbing tanpa pelapisan, sedangkan nilai susut berat terendah terjadi pada perlakuan *edible* lidah buaya 20% + *essential oil* vanili 0,6%. Histogram susut berat buah belimbing var. Bangkok selama 20 hari disajikan pada gambar 1.



Gambar 1. Histogram susut berat buah belimbing var. Bangkok selama 20 hari

Berdasarkan histogram pada gambar 1 menunjukkan bahwa susut berat buah belimbing var Bangkok semakin meningkat seiring dengan lama waktu

penyimpanannya. Buah belimbing yang tidak diberi pelapisan apapun memiliki susut berat yang tinggi dibandingkan dengan buah yang dilapisi dengan *edible* lidah buaya + *essential oil* vanili. Hal ini terjadi karena buah mengalami kehilangan air (transpirasi). Transpirasi adalah proses pengeluaran air dari dalam jaringan buah ke lingkungan. Menurut Eveline (2009), transpirasi merupakan kehilangan air yang disebabkan oleh evaporasi. Evaporasi terjadi karena adanya perbedaan tekanan air luar dan dalam belimbing sehingga uap air secara langsung ke tekanan yang lebih rendah melalui pori-pori pada permukaan buah (Krochta *et al.*, 1994). Menurut Hardenberg *et al.*, (1986), kehilangan air pada buah merupakan penyebab utama kehilangan berat, menurunkan kenampakan (layu dan pengkerutan), serta kualitas teksturnya.

Pelapisan buah belimbing menggunakan *edible* lidah buaya + *essential oil* vanili mampu memperkecil nilai susut berat dengan mekanisme menahan laju kehilangan air. Hal ini disebabkan karena *edible* lidah buaya + *essential oil* vanili bersifat higroskopis yang memungkinkan membentuk penghalang untuk keluarnya air dari buah. Sifat higroskopis pada *edible coating* lidah buaya dan *essential oil* vanili memungkinkan untuk menjaga kelembaban pada dinding sel buah sehingga proses terjadinya transfer gas dan air terjadi lambat. Hal ini sesuai dengan pendapat Valverde *et al.* (2006) yang menyatakan bahwa *edible coating* lidah buaya memiliki kemampuan dalam mempertahankan kelembaban dinding sel pada buah. Kelembaban yang tidak optimum pada dinding sel menyebabkan proses transpirasi pada buah semakin meningkat dan menyebabkan terjadi peningkatan susut berat. Hal ini sesuai dengan pendapat Athmaselvi, K. A. *et al.*,

(2013) yang menyatakan bahwa buah tomat tanpa pelapisan *edible coating* berbasis lidah buaya memiliki nilai susut berat yang lebih tinggi dibandingkan dengan buah tomat yang dilapisi dengan *edible coating* lidah buaya. Selain itu, penyebab lain yang dapat meminimalisir kehilangan air pada buah yaitu adanya minyak atsiri di dalam lapisan *edible*. Hal ini diduga air di dalam jaringan buah tidak mampu keluar karena terhalang oleh minyak, dimana air dan minyak tidak dapat bersatu karena keduanya memiliki massa jenis yang berbeda. Menurut House, J. E. (2008), air merupakan senyawa polar yang tidak bisa larut dengan minyak yang merupakan senyawa nonpolar.

Berdasarkan hasil susut berat buah belimbing var. Bangkok, nilai susut berat perlakuan *edible* lidah buaya 20% + *essential oil* vanili 0,6% lebih kecil dibandingkan perlakuan *edible* lidah buaya + *essential oil* vanili lainnya tetapi tidak terdapat beda nyata dengan perlakuan *edible* lidah buaya 10% + *essential oil* vanili 0,6% dan perlakuan *edible* lidah buaya + *essential oil* vanili 0,9%. Hal ini disebabkan karena pada perlakuan *edible* lidah buaya 20% + *essential oil* vanili 0,6% memiliki lapisan yang lebih tebal dibandingkan dengan perlakuan *edible* lidah buaya 10% sehingga mampu memperkecil terjadinya kehilangan air melalui pori-pori buah karena proses transpirasi. Penggunaan *edible* lidah buaya pada konsentrasi 20% terbukti dapat mempertahankan kelembaban pada permukaan buah. Hal ini sesuai dengan pendapat Ali, J., S. *et al.*, (2016), yang menyebutkan bahwa penggunaan *coating* berbasis lidah buaya dengan konsentrasi 20% memiliki hasil yang paling efektif dalam menjaga kelembaban buah anggur dalam memperpanjang umur simpan.

Selain itu, penggunaan *essential oil* vanili dengan konsentrasi 0,6% menjadi salah satu pengaruh dalam meminimalisir terjadinya susut berat pada buah. Berdasarkan hasil uji susut berat pada buah belimbing var. Bangkok menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi *essential oil* vanili yang digunakan semakin rendah juga nilai susut beratnya, namun hal ini tidak berlaku pada penambahan *essential oil* vanili 0,6% dan 0,9% karena pada *edible* lidah buaya yang ditambahkan *essential oil* vanili 0,9% memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan *edible* lidah buaya + *essential oil* vanili 0,6%. Hal ini diduga terjadi karena tingginya konsentrasi *essential oil* vanili yang digunakan sehingga molekul minyak atsiri tidak dapat berikatan sempurna dengan molekul *edible* lidah buaya. Menurut Tongnuanchan *et al.*, (2012) *essential oil* dengan konsentrasi yang terlalu tinggi berpotensi meningkatkan fleksibilitas dan permeabilitas uap air.

B. Tingkat Kekerasan

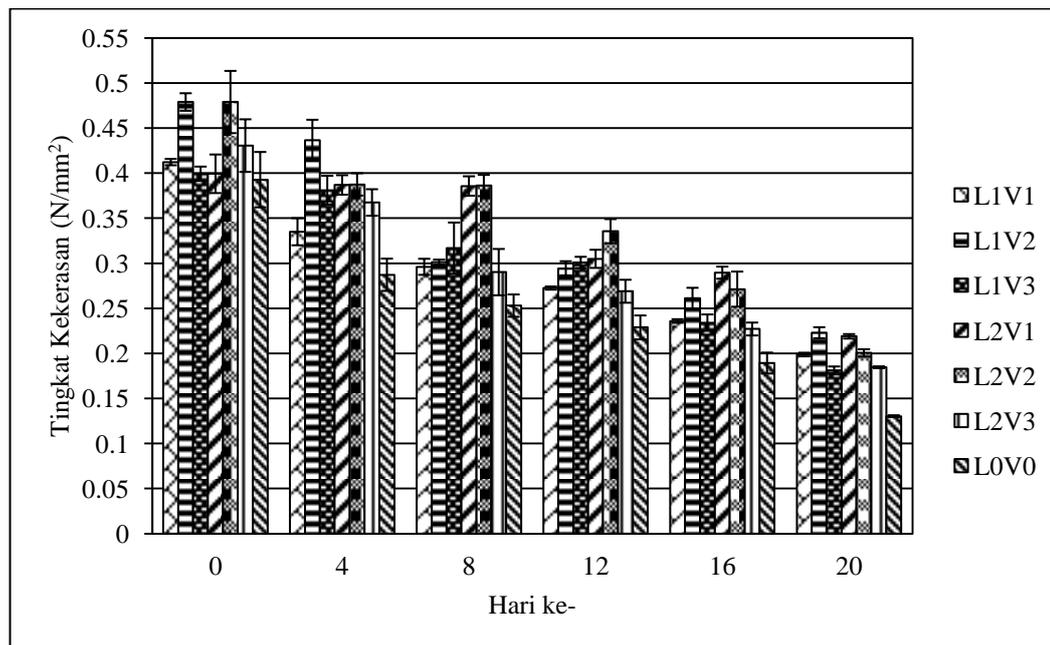
Tingkat kekerasan merupakan salah satu indikator untuk mengukur tingkat kesegaran pada buah belimbing var. Bangkok. Semakin lama masa penyimpanan buah, maka nilai kekerasannya akan semakin menurun yang berarti tingkat kesegaran buah semakin menurun sehingga mutu buah menjadi rendah. Uji kekerasan pada buah belimbing var. Bangkok dilakukan pada hari ke-0, 4, 8, 12, 16 dan 20 selama masa penyimpanan menggunakan alat *Hand Penetrometer*. Hasil rata-rata nilai kekerasan dihitung menggunakan rumus dan dinyatakan dalam satuan N/mm^2 . Hasil rerata setiap hari pengamatan pada setiap perlakuan dapat disajikan pada tabel 3.

Tabel 2. Rerata harian tingkat kekerasan (N/mm^2) selama 20 hari penyimpanan

Pengamatan	Perlakuan	V1	V2	V3	Rerata
H-0	L1	0,41	0,48	0,40	0,43a
	L2	0,40	0,48	0,43	0,44a
	Rerata	0,40b	0,48a	0,41b	(-)
	Perlakuan	V0			
	L0	0,39b			
	Lp x L0	(-)			
H-4	L1	0,33c	0,44a	0,38b	0,38
	L2	0,37b	0,39b	0,37b	0,38
	Rerata	0,36	0,41	0,37	(+)
	Perlakuan	V0			
	L0	0,29d			
	Lp x L0	(-)			
H-8	L1	0,30b	0,30b	0,32b	0,30
	L2	0,38a	0,38a	0,29b	0,35
	Rerata	0,34	0,34	0,30	(+)
	Perlakuan	V0			
	L0	0,25c			
	Lp x L0	(+)			
H-12	L1	0,27c	0,29b	0,30b	0,29
	L2	0,30b	0,33a	0,27c	0,30
	Rerata	0,29	0,31	0,28	(+)
	Perlakuan	V0			
	L0	0,23d			
	Lp x L0	(+)			
H-16	L1	0,23c	0,26b	0,23c	0,24
	L2	0,29a	0,27ab	0,23c	0,26
	Rerata	0,26	0,27	0,23	(+)
	Perlakuan	V0			
	L0	0,19d			
	Lp x L0	(+)			
H-20	L1	0,20b	0,22a	0,18c	0,21
	L2	0,22a	0,20b	0,18c	0,21
	Rerata	0,21	0,21	0,18	(+)
	Perlakuan	V0			
	L0	0,13d			
	Lp x L0	(+)			

Keterangan : angka rerata yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan hasil DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$. L1 : Lidah buaya 10%, L2 : Lidah buaya 20%, L0 : Tanpa lidah buaya, V1 : Vanilli 0,3%, V2 : Vanili 0,6%, V3 : Vanili 0,9%, V0 : Tanpa vanili|

Berdasarkan hasil sidik ragam tingkat kekerasan buah belimbing var. Bangkok (Lampiran 2.B.1-6), menunjukkan bahwa terdapat interaksi antar perlakuan *edible coating* lidah buaya dengan konsentrasi *essential oil* vanili pada hari ke-4, 12, 16, dan 20 pengamatan, tidak adanya interaksi pada hari ke-0 pengamatan dikarenakan pada hari ke-0 buah relatif memiliki sifat fisik yang sama sehingga nilai kekerasan tidak menunjukkan nilai yang signifikan. Selain itu, berdasarkan uji kontras perlakuan terhadap kontrol menunjukkan adanya pengaruh signifikan pada hari ke-8, 12, 16 dan 20 terhadap nilai kekerasan buah. Nilai kekerasan terendah terjadi pada buah belimbing tanpa pelapisan apapun, sedangkan nilai kekerasan tertinggi terjadi pada buah perlakuan *edible coating* lidah buaya 10% + *essential oil* vanili 0,6% dan lidah buaya 20% + *essential oil* vanili 0,3%. Namun, berdasarkan penurunan nilai kekerasannya, belimbing yang dilapisi lidah buaya 20% + *essential oil* vanili 0,3% memiliki penurunan tingkat kekerasan paling kecil dibandingkan perlakuan lainnya. Hal tersebut menunjukkan bahwa perlakuan *edible coating* lidah buaya yang dikombinasikan dengan *essential oil* dapat mempertahankan nilai kekerasan buah belimbing var. Bangkok. Histogram tingkat kekerasan disajikan pada gambar 2.



Gambar 2. Histogram tingkat kekerasan buah belimbing var. Bangkok selama 20 hari

Berdasarkan histogram pada gambar 2 menunjukkan bahwa nilai kekerasan pada buah belimbing var. Bangkok semakin hari menurun sejalan dengan lama waktu penyimpanan. Menurunnya tingkat kekerasan pada buah disebabkan karena degradasi pektin dan hemiselulose pada dinding jaringan buah (Fisher and Bennet, 1991). Pektin merupakan komponen utama pada dinding sel yang berada pada lamela tengah, pektin berkontribusi pada tekstur dan kualitas pada buah. Perombakan protopektin yang tidak terlarut menjadi pektin yang terlarut menyebabkan menurunnya daya kohesi sel sehingga buah akan menjadi lunak (Payasi, *et al.*, 2009).

Pelapisan menggunakan lidah buaya + *essential oil* vanili memiliki tingkat kekerasan yang lebih baik dibandingkan dengan tanpa perlakuan. Hal ini disebabkan oleh adanya lapisan yang menghambat masuknya O_2 melalui lentisel pada buah sehingga proses perombakan pektin terjadi secara lambat. Proses

perombakan pektin dibantu oleh beberapa enzim seperti poligalakturonase (PG), pektin liase (PL), pektinesterase (PE), dan rhamnogalakturonase (RG). Sedikitnya O₂ yang masuk ke dalam jaringan buah menyebabkan aktivitas enzim-enzim perombak pektin tersebut berjalan lambat. Menurut Rudito (2005), terhambatnya oksigen yang masuk ke dalam jaringan buah menyebabkan enzim-enzim yang terlibat dalam proses respirasi dan pelunakan jaringan buah menjadi kurang aktif.

Penyebab lain dari menurunnya tingkat kekerasan pada buah diduga juga karena adanya aktivitas mikroorganisme pada dinding sel. Hal ini dikarenakan mikroorganisme pada buah dapat menimbulkan kerusakan pada dinding sel sehingga O₂ dapat dengan mudah masuk ke dalam jaringan serta berakibat pada aktifnya kerja enzim-enzim perombak pektin. Hal ini sesuai dengan pendapat Samad, M. Y. (2006), yang menyatakan bahwa salah satu penyebab kerusakan buah setelah dipanen adalah adanya mikroba pada permukaan buah. Menurut Fajri, I. (2017), pada dasarnya aktivitas mikroorganisme juga dapat berpengaruh terhadap tingkat kekerasan pada buah, aktivitas mikroorganisme pada buah dapat menimbulkan kerusakan pada jaringan buah yang dapat meningkatkan terjadinya perombakan pektin. Merujuk pada data uji mikrobiologi menunjukkan bahwa semakin meningkatnya populasi mikroorganisme pada buah berakibat pada menurunnya tingkat kekerasan buah. Pelapisan buah belimbing var. Bangkok menggunakan *edible* lidah buaya + *essential oil* vanili dapat menghambat aktivitas mikroorganisme pada permukaan buah sehingga proses perombakan pektin akan berjalan lambat. Hal ini dikarenakan kandungan vanillin pada lapisan *edible*.

Menurut Bilcu, M. *et al.* (2014), kandungan vanillin pada *essential oil* vanili memiliki kemampuan dalam menghambat aktivitas bakteri.

Perlakuan *edible* lidah buaya 20% + *essential oil* vanili 0,3% memiliki penurunan tingkat kekerasan paling sedikit dibandingkan dengan perlakuan lainnya, namun di akhir hari penyimpanan nilai kekerasan buah tidak terdapat beda nyata dengan perlakuan lidah buaya 10% + *essential oil* vanili 0,6%. Lapisan *edible* tersebut mampu memperkecil masuknya O₂ yang dikarenakan buah memiliki lapisan yang lebih tebal. Penambahan *essential oil* vanili 0,3% juga berpengaruh pada lapisan karena mampu menghambat aktivitas mikroorganisme pada permukaan buah. Menurut Rojas-Graü *et al.* (2007) penambahan senyawa vanillin dengan konsentrasi 0,3 - 0,6% pada lapisan alginat untuk melapisi buah apel memberikan hasil yang signifikan terhadap bakteri aerobik, jamur, dan cendawan. Semakin tinggi konsentrasi *essential oil* vanili yang diberikan pada *edible* lidah buaya 20% tidak berarti nilai kekerasan buah semakin tinggi, hal ini terbukti pada perlakuan *edible* lidah buaya 20% + *essential oil* vanili 0,9% justru memiliki nilai yang paling rendah dibandingkan dengan perlakuan lidah buaya 20% + *essential oil* vanili 0,3% dan 0,6%. Hal ini diduga karena pada perlakuan tersebut terjadi kehilangan air pada buah yang diakibatkan oleh struktur *coating* yang kurang bisa menahan keluarnya air melalui pori-pori buah. Tingginya konsentrasi *essential oil* vanili yang diberikan menurut Shodhiq (2017) menjadikan molekul *essential oil* dan molekul *coating* tidak dapat berikatan secara sempurna.

Pada perlakuan *edible* lidah buaya 20% + *essential oil* vanili 0,6% memiliki nilai kekerasan yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan *edible* lidah buaya 20% + *essential oil* vanili 0,3%. Hal ini diduga karena pada perlakuan lidah buaya 20% + *essential oil* vanili 0,6% dapat menutup seluruh pori-pori pada buah sehingga tidak dapat terjadi pertukaran O₂ dan CO₂ yang menyebabkan terjadinya respirasi anaerob pada buah. Respirasi anaerob terjadi karena CO₂ yang terjebak di dalam buah karena terhalang oleh lapisan *edible*. Hal ini menjadikan buah mengalami proses pematangan yang berdampak pada nilai kekerasan buah. Menurut Olivas *et al.*, (2009), respirasi anaerob terjadi karena CO₂ yang dihasilkan terhambat keluar sehingga sel melakukan perombakan di dalam buah yang mengakibatkan terjadinya proses pematangan.

C. Total Padatan Terlarut

Total padatan terlarut merupakan salah satu indikator untuk mengetahui mutu buah segar. Nilai total padatan terlarut dipengaruhi oleh kandungan gula pada buah yang semakin meningkat selama penyimpanan. Menurut Wills *et al.* (2007), secara umum selama masa penyimpanan buah akan mengalami kenaikan kandungan gula yang kemudian disusul dengan penurunan. Komponen yang terkandung dalam buah terdiri dari gula (glukosa, fruktosa, sukrosa dan pektin. Menurut Yusuf (2002), perubahan total padatan yang terjadi pada buah adalah gula.

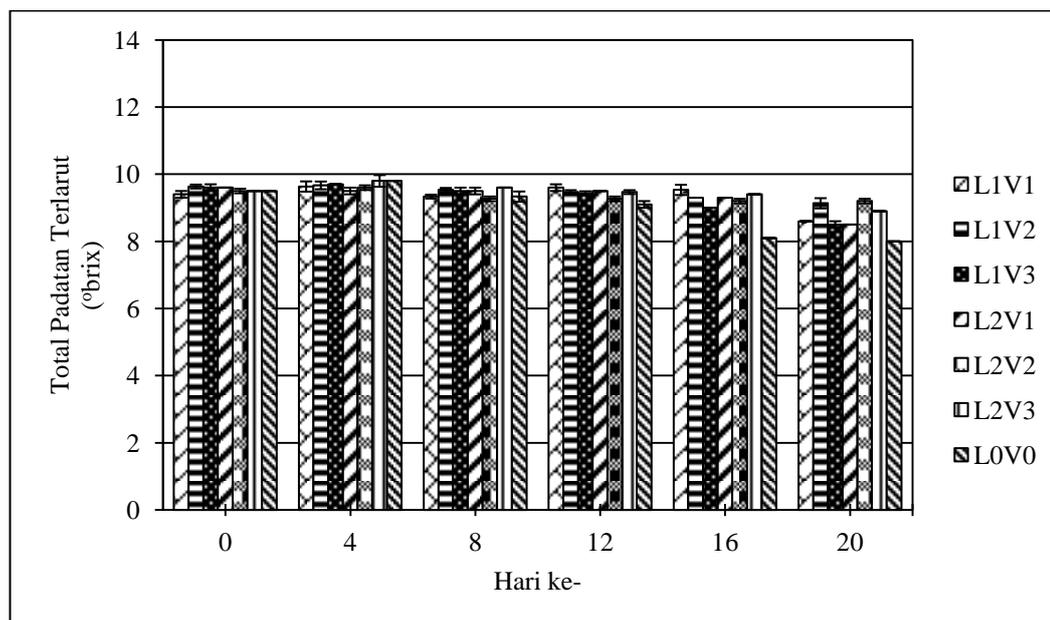
Uji total padatan terlarut dilakukan pada hari ke-0, 4, 8, 12, 16 dan 20 menggunakan *Hand Refraktometer* dan dinyatakan dalam satuan brix %. Hasil rerata setiap hari pengamatan pada setiap perlakuan disajikan pada tabel 4.

Tabel 3. Rerata harian total padatan terlarut (brix %) selama 20 hari penyimpanan

Pengamatan	Perlakuan	V1	V2	V3	Rerata
H-0	L1	9,63a	9,40b	9,63a	9,54
	L2	9,63a	9,50ab	9,50ab	9,53
	Rerata	9,63	9,57	9,55	(+)
	Perlakuan	V0			
	L0	9,50ab			
	Lp x L0	(-)			
H-4	L1	9,63	9,67	9,70	9,67ab
	L2	9,50	9,60	9,80	9,63b
	Rerata	9,57c	9,63bc	9,75ab	(-)
	Perlakuan	V0			
	L0	9,80a			
	Lp x L0	(+)			
H-8	L1	9,33b	9,53a	9,50a	9,46
	L2	9,50a	9,27b	9,60a	9,46
	Rerata	9,42	9,40	9,55	(+)
	Perlakuan	V0			
	L0	9,33b			
	Lp x L0	(+)			
H-12	L1	9,60a	9,47b	9,43b	9,50
	L2	9,50ab	9,27c	9,47b	9,41
	Rerata	9,55	9,37	9,45	(+)
	Perlakuan	V0			
	L0	9,10d			
	Lp x L0	(-)			
H-16	L1	9,53a	9,30bc	9,00d	9,30
	L2	9,30bc	9,20c	9,40b	9,28
	Rerata	9,42	9,25	9,20	(+)
	Perlakuan	V0			
	L0	8,10e			
	Lp x L0	(+)			
H-20	L1	8,60c	9,13a	8,50c	8,74
	L2	8,50c	9,20a	8,90b	8,87
	Rerata	8,55	9,17	8,70	(+)
	Perlakuan	V0			
	L0	8,00d			
	Lp x L0	(+)			

Keterangan : angka rerata yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan hasil DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$. L1 : Lidah buaya 10%, L2 : Lidah buaya 20%, L0 : Tanpa lidah buaya, V1 : Vanilli 0,3%, V2 : Vanili 0,6%, V3 : Vanili 0,9%, V0 : Tanpa vanili.

Berdasarkan hasil sidik ragam (Lampiran 2.C.1-6) menunjukkan bahwa terdapat interaksi antar perlakuan *edible coating* lidah buaya dengan *essential oil* vanili pada hari ke-0, 8, 12, 16, 20. Hasil uji lanjut kontras perlakuan terhadap kontrol menunjukkan pengaruh nyata terhadap total padatan terlarut pada hari ke-4, 8, 16 dan 20. Pada hari ke-0 secara umum buah memiliki kondisi yang relatif sama sehingga antara perlakuan dengan kontrol tidak terdapat pengaruh nyata. Nilai total padatan terlarut tertinggi menunjukkan bahwa masih dalam kondisi baik dan memiliki umur simpan yang lebih panjang. Berdasarkan tabel 4, perlakuan *edible coating* lidah buaya 20% + *essential oil* vanili 0,6% serta perlakuan lidah buaya 10% + *essential oil* vanili 0,6% memiliki kadar total padatan terlarut terbaik dibandingkan dengan perlakuan lainnya, sedangkan nilai total padatan terlarut terendah terjadi pada buah belimbing tanpa pelapisan apapun. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan *edible coating* lidah buaya yang dikombinasikan dengan *essential oil* vanili mempunyai kemampuan yang lebih baik dalam menghambat potensi terurainya gula menjadi asam-asam organik. Histogram total padatan terlarut pada buah belimbing var. Bangkok disajikan pada gambar 3.



Gambar 3. Histogram total padatan terlarut (brix %) pada buah belimbing var. Bangkok selama 20 hari

Berdasarkan histogram pada gambar 3 menunjukkan bahwa nilai total padatan terlarut buah cenderung stagnan dengan adanya kenaikan pada hari ke- 4, namun kemudian terjadi penurunan seiring dengan lamanya waktu penyimpanan. Hal ini dikarenakan belimbing merupakan buah *non-klimakterik* sehingga laju respirasi cenderung konstan atau tidak mengalami perubahan yang signifikan. Menurut Qanytah dkk (2013), pada awal penyimpanan buah mengalami kenaikan gula dan seiring lamanya waktu penyimpanan akan terjadi penurunan gula. Kenaikan kadar gula disebabkan adanya penimbunan gula karena proses degradasi pati, sedangkan penurunan gula terjadi karena gula telah digunakan untuk proses respirasi (Wirakartakusumah, 1981).

Pada hari ke- 12, 16 dan 20, total padatan terlarut pada buah yang tanpa perlakuan lebih rendah dibandingkan dengan buah yang diberi perlakuan lidah buaya yang dikombinasikan dengan *essential oil* vanili. Hal ini dikarenakan *edible*

coating lidah buaya + *essesial oil* vanili dapat menghambat terjadinya pertukaran antara O₂ dan CO₂, hal tersebut berakibat pada terhambatnya laju respirasi pada buah sehingga proses perombakan karbohidrat kompleks menjadi bentuk karbohidrat sederhana dapat dihambat. Menurut Trisnawati, W. dan Rubiyo (2004), buah dengan laju respirasi yang tinggi maka perombakan karbohidrat akan semakin cepat sehingga buah cepat mengalami kemunduran mutu dan akhirnya menjadi rusak. Hal ini didukung oleh pendapat Miranti (2009), yang menyatakan bahwa respirasi merupakan proses pemecahan bahan-bahan kompleks dalam sel seperti pati, glukosa, dan asam amino menjadi molekul yang sederhana seperti CO₂, air, energi dan molekul lainnya yang dapat digunakan oleh sel untuk reaksi sintesis. Kemampuan *edible* lidah buaya + *essential oil* vanili dalam mempertahankan kadar total padatan terlarut terjadi karena adanya lidah buaya yang dapat memperkecil laju respirasi pada buah sehingga mampu mempertahankan kadar gula. Hal ini telah terbukti pada hasil penelitian Zafika, Y. dkk (2015), dimana pemberian gel lidah buaya pada pisang dapat mempertahankan kadar glukosa.

Selain itu, senyawa antimikroba pada lapisan *edible* lidah buaya + *essential oil* vanili tersebut dapat menghambat laju respirasi pada buah melalui penghambatan terhadap aktivitas mikroorganisme. Pada dasarnya aktivitas mikroorganisme merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi laju respirasi pada buah yang berpengaruh pada perombakan pati. Berdasarkan hasil uji mikrobiologi menunjukkan bahwa peningkatan jumlah populasi mikroorganisme berakibat pada penurunan kadar gulanya. Mikroorganisme yang

terdapat pada permukaan buah dapat mengakibatkan *stress* sehingga buah yang mengakibatkan terjadinya peningkatan laju respirasi (Murdijati dan Yuliana, 2014). Adanya bahan antimikroba pada *edible* lidah buaya + *essential oil* vanili menyebabkan terhambatnya aktivitas dan pertumbuhan mikroorganisme sehingga laju penurunan kadar total padatan terlarut dapat diminimalisir. Sangsuwan *et al.* (2008), yang menyatakan bahwa pemberian *edible film* yang mengandung vanillin pada *fresh cut* melon dan nanas memiliki populasi bakteri terendah jika dibandingkan dengan *edible film* yang tidak mengandung vanillin. Pendapat lain oleh Ngarmsak *et al.* (2006), menyatakan bahwa pencelupan *fresh cut* mangga dalam vanillin (80mM) secara signifikan mengurangi jumlah bakteri dan jamur selama 14 hari.

Buah belimbing var. Bangkok dengan nilai total padatan terlarut terbaik dimiliki pada buah dengan perlakuan *edible* lidah buaya 20% + *essential oil* vanili 0,6% serta perlakuan lidah buaya 10% + *essential oil* vanili 0,6%. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan *essential oil* vanili 0,6% mampu menghambat terjadinya penurunan nilai total padatan terlarut. *Edible* lidah buaya (10% dan 20%) yang ditambahkan *essential oil* vanili 0,6% mampu menghambat aktivitas mikroba pada jaringan buah yang dapat meningkatkan laju pertukaran O₂ dan CO₂. Pada *essential oil* vanili dengan konsentrasi 0,9% yang justru memiliki nilai total padatan terlarut yang rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Pada perlakuan *edible* lidah buaya 20% + *essential oil* vanili 0,9%, diduga karena tingginya konsentrasi *essential oil* vanili yang digunakan menyebabkan ikatan antar polimer pada *edible* lidah buaya menjadi renggang. Menurut Mulia dkk (2016), molekul minyak atsiri dapat memberikan ruang celah-celah rongga

sehingga molekul-molekul *coating* terpisah. Hal tersebut menyebabkan laju respirasi pada buah akan meningkat dan berkurangnya nilai total padatan terlarut. Selain itu, McHugh *et al.*, (1996) menyatakan bahwa permeabilitas oksigen pada *edible film* meningkat karena penambahan jumlah *essential oil* dengan konsentrasi yang lebih tinggi, *edible film* yang mengandung lipid menunjukkan sifat yang buruk sebagai penghalang masuknya oksigen.

D. Gula Reduksi

Gula reduksi merupakan salah satu parameter yang dapat menentukan mutu buah segar selama masa penyimpanan. Gula reduksi merupakan substrat yang digunakan dalam proses respirasi pada buah. Pada saat berlangsungnya proses respirasi terjadi pemecahan polisakarida berupa amilum (zat pati) menjadi disakarida (sukrosa) dan monosakarida berupa gula tereduksi (glukosa dan fruktosa) yang dibantu oleh enzim amilase (Pujimulyani, 2009). Pengujian gula reduksi dilakukan pada hari ke-0, 4, 8, 12, 16, dan 20. Hasil rerata gula reduksi harian pada setiap perlakuan tersaji pada tabel 5.

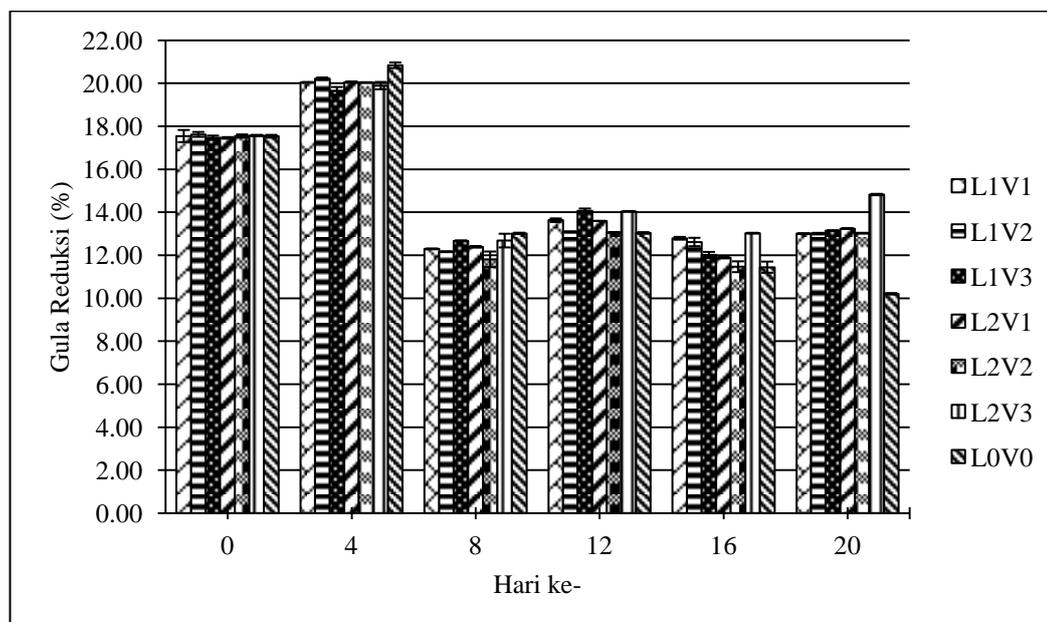
Berdasarkan hasil sidik ragam (Lampiran 2.D.1-6) menunjukkan bahwa ada interaksi antar berbagai perlakuan *edible coating* lidah buaya dengan *essential oil* vanili terhadap kadar gula reduksi buah belimbing var. Bangkok pada hari ke-4, 16 dan 20. Selain itu, berdasarkan uji lanjut kontras perlakuan terhadap kontrol menunjukkan nilai yang signifikan pada hari ke 4, 8, 12, 16, dan 20.

Tabel 4. Rerata harian gula reduksi (%) selama 20 hari penyimpanan

Pengamatan	Perlakuan	V1	V2	V3	Rerata
H-0	L1	17,54	17,61	17,47	17,54a
	L2	17,46	17,54	17,56	17,52a
	Rerata	17,50a	17,58a	17,52a	(-)
	Perlakuan	V0			
	L0	17,53a			
	Lp x L0	(-)			
H-4	L1	20,04bc	20,21b	19,64d	19,96
	L2	20,05bc	20,03bc	19,89c	19,99
	Rerata	20,04	20,12	19,76	(+)
	Perlakuan	V0			
	L0	20,84a			
	Lp x L0	(+)			
H-8	L1	12,29	12,16	12,67	12,37b
	L2	12,39	11,80	12,68	12,29b
	Rerata	12,34c	11,98d	12,67b	(-)
	Perlakuan	V0			
	L0	13,01a			
	Lp x L0	(+)			
H-12	L1	13,62	13,07	14,06	13,59a
	L2	13,59	13,05	14,03	13,56a
	Rerata	13,61b	13,06c	14,05a	(-)
	Perlakuan	V0			
	L0	13,03c			
	Lp x L0	(+)			
H-16	L1	12,79ab	12,61b	12,01	12,47
	L2	11,88c	11,46d	13,02a	12,12
	Rerata	12,33	12,52	12,04	(+)
	Perlakuan	V0			
	L0	11,44d			
	Lp x L0	(+)			
H-20	L1	13,00d	13,00d	13,14c	13,04
	L2	13,24b	13,02d	14,82a	13,69
	Rerata	13,12	13,01	13,98	(+)
	Perlakuan	V0			
	L0	10,20e			
	Lp x L0	(+)			

Keterangan : angka rerata yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan hasil DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$. L1 : Lidah buaya 10%, L2 : Lidah buaya 20%, L0 : Tanpa lidah buaya, V1 : Vanilli 0,3%, V2 : Vanili 0,6%, V3 : Vanili 0,9%, V0 : Tanpa vanili.

Berdasarkan tabel 5, tidak terdapat interaksi antara *edible* lidah buaya dengan *essential oil* vanili pada hari ke-0 disebabkan karena buah masih memiliki kondisi yang sama, baik fisik maupun kimianya. Adanya pengaruh yang signifikan berdasarkan uji kontras perlakuan terhadap kontrol menunjukkan bahwa perlakuan *edible coating* lidah buaya + *essential oil* vanili mampu menghambat laju respirasi yang dapat berpengaruh pada penurunan kadar gula reduksi pada buah belimbing var. Bangkok. Histogram hasil uji gula reduksi disajikan pada gambar 4.



Gambar 4. Histogram uji gula reduksi (%) pada buah belimbing var. Bangkok selama 20 hari

Berdasarkan histogram pada gambar 4 menunjukkan bahwa pada nilai gula reduksi terjadi kenaikan di awal penyimpanan dan kemudian kadar gula reduksi cenderung fluktuatif dengan terjadi peningkatan di akhir hari penyimpanan. Kadar gula reduksi dipengaruhi oleh proses respirasi, pada awal penyimpanan kadar gula reduksi meningkat pada hampir semua perlakuan, hal ini dikarenakan pada buah

masih terjadi proses pematangan sehingga pati lebih cepat terhidrolisis. Menurut Wolfe, T. K. dan M. S. Kipps (1953), pada umumnya kadar gula reduksi akan mengalami peningkatan pada tahap pematangan buah yang dikarenakan adanya hidrolisis pati menjadi glukosa, sukrosa dan fruktosa, selanjutnya kadar gula reduksi akan menurun karena telah melewati batas kematangan. Menurut Wills *et al.*, (2007), pada saat proses pematangan selama masa penyimpanan buah, zat pati akan dihidrolisis menjadi sukrosa yang kemudian berubah menjadi gula-gula reduksi sebagai substrat dalam proses respirasi. Penyusunan sukrosa dibantu oleh zat pembawa pospat yaitu uridin tripospat, selanjutnya terjadi reaksi uridin tripospat dengan glukosa-1-pospat yang menghasilkan uridin dipospoglukosa dan piropospat. Uridin dipospoglukosa selanjutnya bereaksi dengan fruktosa-6-pospat dan menghasilkan sukrosa-pospat. Melalui bantuan enzim pospatase, sukrosa-pospat diubah menjadi sukrosa, sukrosa tersebut akan menjadi substrat dalam proses respirasi (Helmiyesi dkk, 2008).

Peningkatan terendah terjadi pada perlakuan *edible* lidah buaya 10% + *essential oil* vanili 0,9%, sedangkan kenaikan tertinggi terjadi pada buah tanpa perlakuan apapun. Hal ini menunjukkan bahwa pada buah belimbing tanpa perlakuan laju respirasi terjadi sangat tinggi terutama pada hari ke-4 pengamatan sehingga kadar gula reduksi semakin sedikit karena digunakan sebagai substrat dalam proses respirasi. Digunakannya gula reduksi sebagai substrat dalam proses respirasi menjadikan kadar gula reduksi menurun, yang berarti bahwa setelah memasuki hari ke-8 gula reduksi pada buah tanpa perlakuan telah berkurang karena digunakan dalam respirasi di hari ke-4.

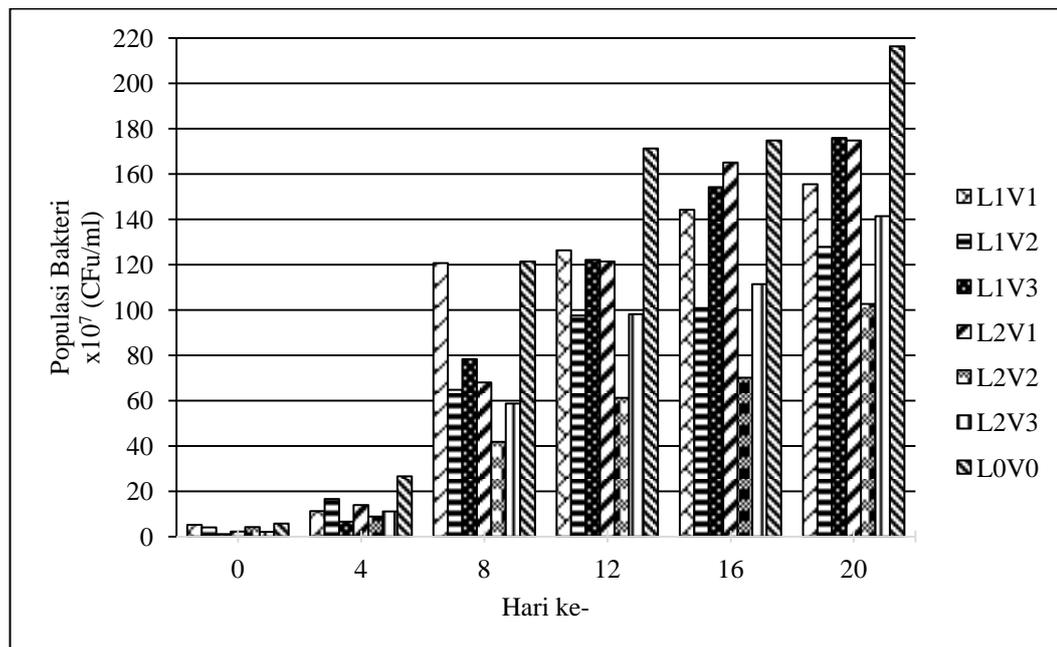
Pada buah belimbing tanpa pelapisan apapun terjadi peningkatan yang lebih tinggi serta mengalami penurunan dibandingkan dengan kelompok perlakuan *edible coating* lidah buaya yang dikombinasikan dengan *essential oil* vanili. Hal ini terjadi karena pemberian lapisan *edible* lidah buaya yang dikombinasikan dengan *essential oil* pada buah belimbing var. Bangkok mampu menghambat proses respirasi sehingga proses perombakan karbohidrat menjadi gula terhambat juga. Menurut Budi dan Gatut (2010), pada dasarnya selama buah masih melakukan respirasi akan mengalami dua fase yaitu fase pemecahan polisakarida menjadi gula sederhana yang akan berakibat pada kenaikan kadar gula reduksi pada buah, serta fase yang berujung pada menurunnya kadar gula reduksi pada buah dengan terjadinya oksidasi gula sederhana menjadi asam piruvat dan asam organik lainnya.

Pemberian lapisan *edible* lidah buaya 20% + *essential oil* vanili 0,6% dan lidah buaya 20% + *essential oil* vanili 0,3% pada buah belimbing var. Bangkok memiliki nilai gula reduksi terbaik dibandingkan perlakuan lidah buaya + *essential oil* vanili lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa peran mikroorganisme dalam kadar gula reduksi sangat berpengaruh. Penambahan *essential oil* vanili 0,6% diduga memiliki pengaruh terbaik dalam menekan aktivitas mikroorganisme yang dapat meningkatkan laju respirasi buah. Hal ini dikarenakan pemberian *essential oil* vanili 0,6% diduga merupakan konsentrasi terbaik dibandingkan dengan konsentrasi 0,3% dan 0,9%. Merujuk pada data mikrobiologi, dimana semakin hari terjadi peningkatan jumlah koloni bakteri. Hal ini mengindikasikan bahwa apabila aktivitas perkembangbiakan sel pada mikroorganisme tinggi maka

terjadi peningkatan kadar gula reduksi pada buah. Hal ini sesuai dengan pendapat Hikmatyar, E. P. (2017), yang menyatakan bahwa bakteri yang menyerang jaringan pada buah menyebabkan terjadinya stress sehingga laju respirasi meningkat. Peningkatan laju respirasi tersebut memacu peningkatan kerja enzim pemecah pati.

E. Uji Mikrobiologi

Buah belimbing memiliki kandungan air dalam jumlah yang banyak dan juga nutrisi yang sangat baik bagi pertumbuhan mikroorganisme. Keberadaan mikroorganisme pada buah terjadi sejak masih berada di lapangan, setelah produk di panen dan dilakukan penyimpanan menjadikan kondisi yang memungkinkan untuk pertumbuhan dan perkembangan serta menyebabkan pembusukan yang serius pada buah. Uji mikrobiologi merupakan salah satu indikator dalam penentuan mutu buah belimbing var. Bangkok selama penyimpanan. Pengamatan dilakukan pada hari ke-0, 4, 8, 12, 16 dan 20 penyimpanan menggunakan media PCA (*Plate Count Agar*), berdasarkan uji pendahuluan, seri pengenceran yang digunakan adalah 10^6 , 10^7 dan 10^8 dan selanjutnya jumlah koloni mikroorganisme dihitung menggunakan *colony counter*. Hasil dari perhitungan jumlah mikroorganisme dinyatakan dalam satuan CFu/ml. Pada uji mikrobiologi yang dilakukan tidak mendapati jamur pada cawan petri dan hanya terdapat bakteri. Berikut histogram populasi bakteri dalam 10^7 selama 20 hari pada buah belimbing var. Bangkok.



Gambar 5. Histogram populasi bakteri (CFu/ml) pada buah belimbing var. Bangkok selama 20 hari

Berdasarkan histogram pada gambar 5, menunjukkan bahwa populasi bakteri berbanding lurus dengan lama waktu penyimpanan buah, semakin lama waktu penyimpanan maka semakin tinggi populasi bakterinya sehingga menyebabkan penurunan mutu pada buah. Populasi bakteri pada hari ke-0 dan 4 terjadi sangat lambat yang disebabkan oleh bakteri yang sedang dalam proses adaptasi terhadap lingkungan seperti: pH, suhu, nutrisi dan lainnya. Menurut Khoiriyah dan Ardiningsih (2014), pada saat fase lag, peningkatan jumlah bakteri terjadi sangat lambat karena bakteri masih dalam proses adaptasi terhadap lingkungannya. Pada hari ke-8 populasi bakteri meningkat secara drastis sampai dengan akhir hari penyimpanan. Peningkatan tersebut terjadi karena bakteri telah masuk pada fase eksponensial, pada fase ini pertumbuhan bakteri meningkat dengan cara membelah diri sehingga jumlah bakteri dua kali lipat dari jumlah

sebelumnya (Fardiaz, 1992). Peningkatan populasi bakteri tersebut terjadi sampai pada fase selanjutnya yaitu fase stasioner, pada fase ini populasi bakteri tidak akan meningkat lagi karena jumlah sel yang tumbuh sama dengan jumlah sel yang mati. Namun, sampai pada saat hari ke-20 bakteri masih berada pada fase eksponensial karena masih terjadi peningkatan jumlah populasi bakteri.

Peningkatan populasi mikroorganisme tertinggi terjadi pada buah belimbing var. Bangkok tanpa perlakuan *edible coating* lidah buaya dan *essential oil* vanili, sedangkan jumlah populasi mikroorganisme terendah terjadi pada perlakuan *edible* lidah buaya 20% + *essential oil* vanili 0,6%. Pada buah tanpa perlakuan, pertumbuhan bakteri tidak dapat dihambat. Hal ini terjadi karena bakteri mendapatkan kondisi lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhannya. Menurut Utama (2001), buah-buahan mengandung air yang sangat banyak serta terdapat nutrisi yang baik bagi pertumbuhan mikroorganisme. Pemberian lapisan *edible* lidah buaya dengan penambahan *essential oil* vanili mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme pada buah belimbing var. Bangkok. Pelapisan menggunakan *edible* lidah buaya juga memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan bakteri pada buah, pendapat Lin and Zhao (2007), pelapisan berbahan dasar gel lidah buaya terbukti mencegah hilangnya air dan kekerasan, mengontrol laju respirasi dan pematangan, menunda *browning*, dan mengurangi proliferasi mikroorganisme pada buah cerry. Selain itu, penambahan bahan antimikroba *essential oil* vanili pada *edible* lidah buaya terbukti dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Hal ini disebabkan karena vanili mengandung vanillin yang dapat menghambat aktivitas metabolisme bakteri. Menurut

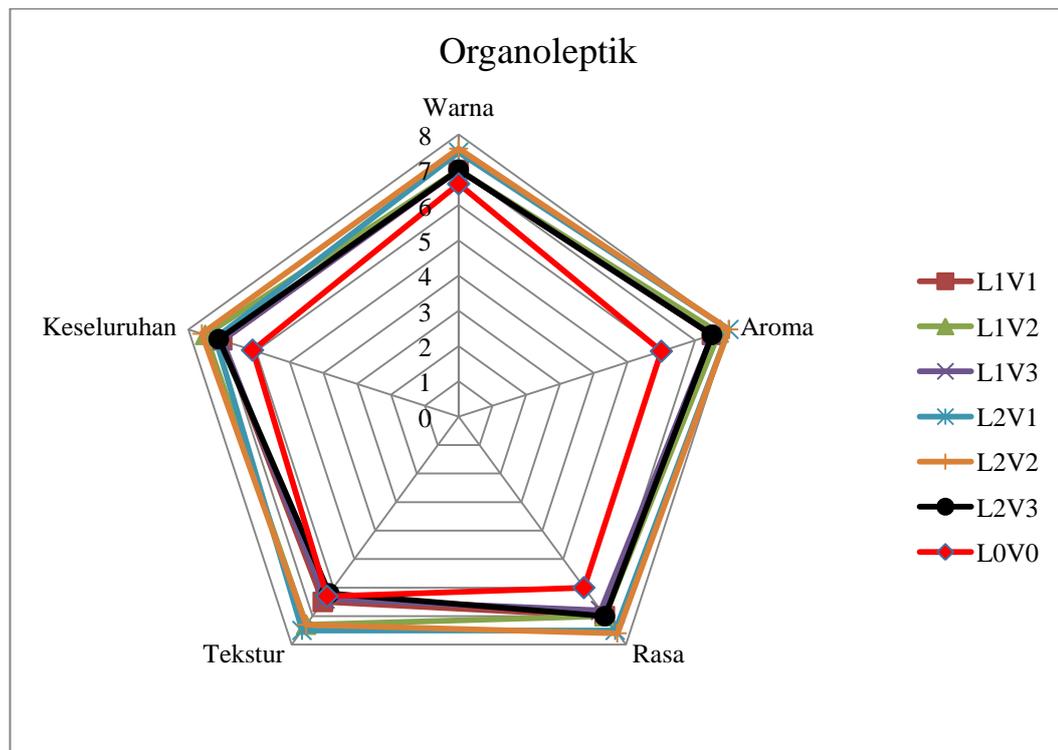
Matamoros *et al.* (1999), vanillin dapat menghambat pertumbuhan *Penicillium disitatum*, *Penicillium glabrum*, and *penicillium italicum* secara *in vitro*. Selain itu, menurut Gupta *et al.* (2008), vanillin mempunyai struktur seperti eugenol sehingga cara kerjanya sama. Eugenol adalah senyawa fenol yang dapat mengganggu membran sitoplasma, kekuatan proton, aliran elektron, transport aktif, dan koagulasi isi sel dalam sitoplasma (Burt, S., 2004). Eugenol mengandung beberapa gugus fungsional seperti alil ($\text{CH}_2\text{-CH=CH}_2$), fenol (OH) dan metoksi ($-\text{OCH}_3$). Mekanisme toksisitas fenol dalam *essential oil* menyebabkan denaturasi protein pada dinding sel dengan membentuk struktur tersier protein dengan ikatan nonspesifik atau ikatan *disulfide* (Andries, J. R., 2014).

Pemberian lapisan *edible* lidah buaya 20% + *essential oil* vanili 0,6% merupakan perlakuan terbaik dibandingkan dengan perlakuan lainnya dalam menghambat aktivitas mikroorganisme pada buah. Hal ini dikarenakan konsentrasi *essential oil* vanili 0,6% merupakan konsentrasi terbaik. Fajri, I. (2017) menjelaskan bahwa pemberian *essential oil* vanili dengan konsentrasi 0,6% memberikan hasil terbaik atau memiliki jumlah mikroba terendah di akhir hari pengamatan pada buah naga potong. Pada perlakuan lidah buaya (10% dan 20%) + *essential oil* vanili 0,9% memiliki total bakteri yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lidah buaya (10% dan 20%) + *essential oil* vanili 0,6%. Hal ini diduga terjadi karena lapisan *edible* lidah buaya yang diberi *essential oil* vanili dengan konsentrasi yang terlalu tinggi menyebabkan kerusakan molekul *edible coating* sehingga seiring dengan waktu penyimpanan bakteri akan

bersentuhan langsung dengan permukaan buah. Menurut Pramadita (2011), pemberian *essential oil* akan memberikan struktur yang rapuh pada matriks *film* sehingga tidak mampu menghambat kerusakan mekanis pada buah. Disamping Friedman (2009) menyatakan bahwa penambahan minyak atsiri dengan konsentrasi terlalu tinggi menyebabkan meningkatnya jumlah padatan yang berakibat pada rendahnya daya tarik menarik antar molekul *edible coating* dan *essential oil*. Penelitian Sun *et al.* (2014) menunjukkan bahwa penambahan *essential oil* dengan konsentrasi paling tinggi memiliki jumlah total mikroba yang lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi yang lebih rendah.

F. Uji Organoleptik

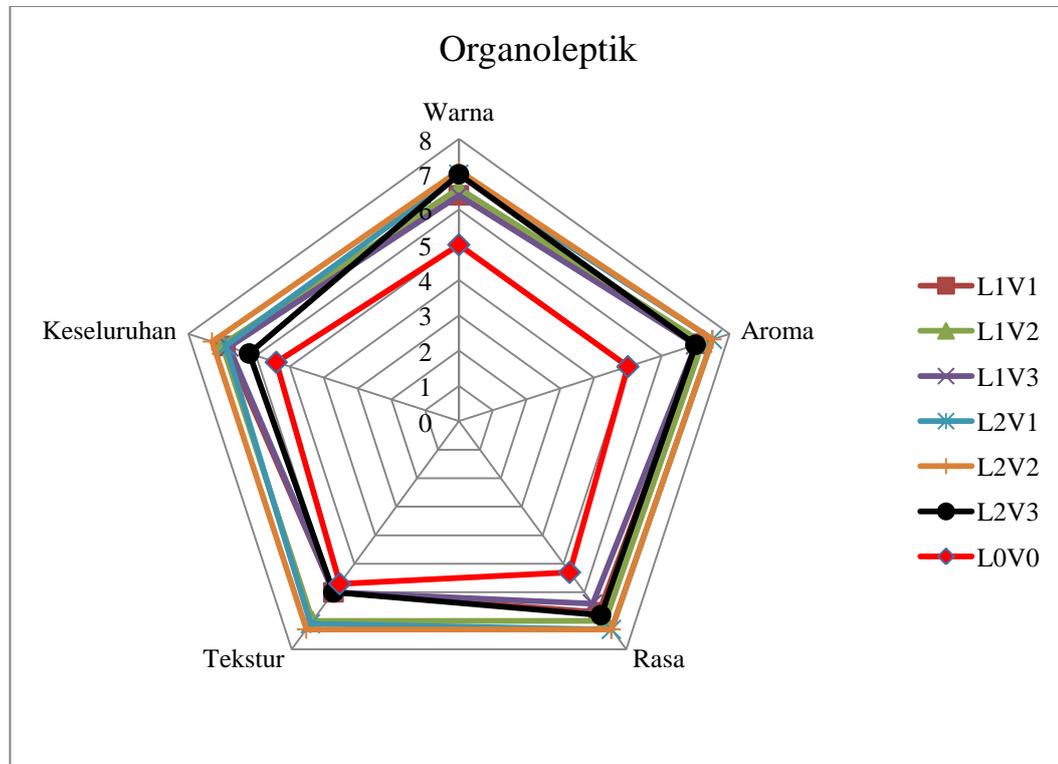
Uji organoleptik merupakan pengujian untuk mengetahui tingkat kesukaan konsumen terhadap suatu produk (buah) yang dilakukan pada 10 panelis. Pengujian dilakukan dengan metode *skor sheet*, pada *skor sheet* digunakan angka 9 untuk menunjukkan nilai tertinggi yang diartikan sebagai “amat sangat suka” serta angka 1 untuk nilai terendah yang berarti “amat sangat tidak suka”. Uji organoleptik dilakukan pada hari ke-0, 4, 8, 12, 16, dan 20 yang meliputi warna, aroma, rasa, tekstur, rasa, dan nilai keseluruhan. Hasil uji organoleptik pada hari ke-12 ditunjukkan pada radar.



Gambar 6. Hasil uji organoleptik buah belimbing var. Bangkok pada hari ke-12

Berdasarkan hasil uji organoleptik pada gambar 6 menunjukkan bahwa buah belimbing semua perlakuan masih dalam keadaan yang layak dikonsumsi. Menurut panelis pada hari ke-12 buah masih memiliki kualitas yang baik sehingga skor penilaian untuk semua uji organoleptik masih di atas angka kelayakan konsumsi. Pada buah belimbing tanpa pelapisan apapun memiliki nilai organoleptik terendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan karena pada buah tanpa pelapisan laju penurunan kualitas tidak dapat dihambat.

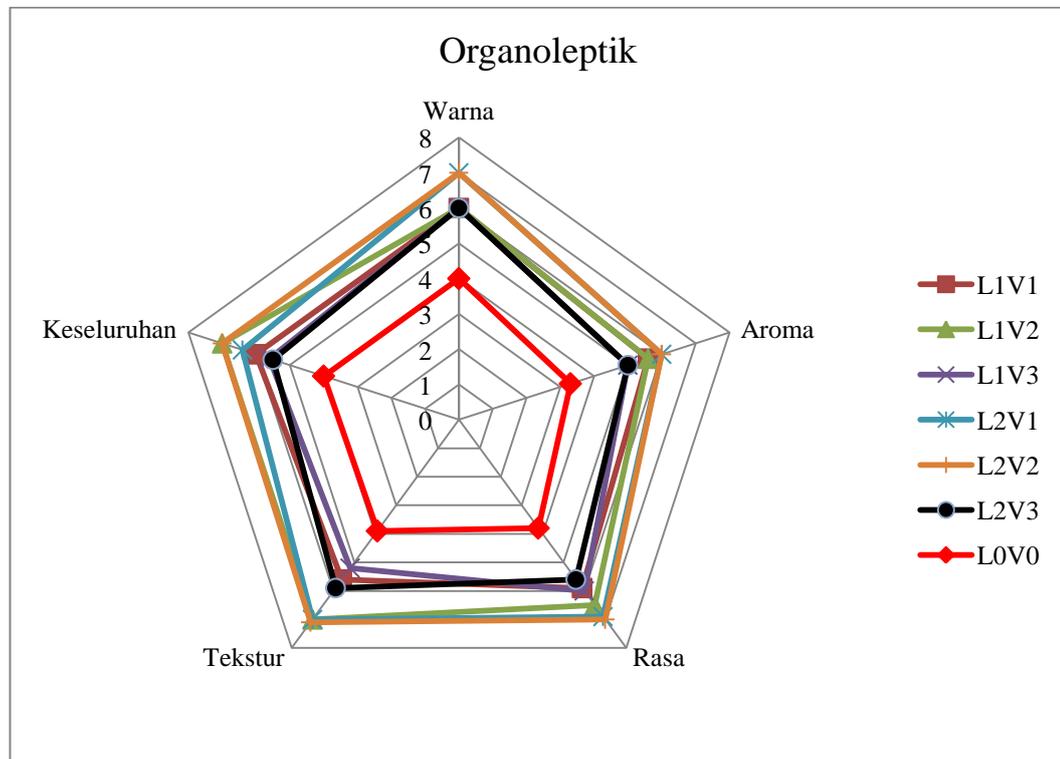
Hasil uji organoleptik pada hari ke-16 ditunjukkan pada radar.



Gambar 7. Hasil uji organoleptik buah belimbing var. Bangkok pada hari ke-16

Berdasarkan hasil uji organoleptik pada gambar 7 menunjukkan bahwa buah belimbing selama masa penyimpanan mengalami penurunan kualitas mutu setiap harinya. Pada buah belimbing tanpa pelapisan sudah dalam akhir dari masa kelayakan konsumen karena berada pada skor 5. Buah belimbing dengan kualitas terbaik pada hari ke-16 didapatkan pada buah yang dilapisi *edible* lidah buaya 20% + *essential oil* vanili 0,6%.

Hasil uji organoleptik pada hari ke-20 pengamatan ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. Hasil uji organoleptik buah belimbing var. Bangkok pada hari ke-20

Berdasarkan hasil uji organoleptik pada gambar 8 menunjukkan bahwa pada hari ke-20 buah belimbing tanpa pelapisan apapun memiliki nilai yang paling rendah pada semua uji organoleptik dibandingkan dengan kelompok perlakuan *edible coating* lidah buaya yang dikombinasikan dengan *essential oil* vanili. Pada semua uji organoleptik buah tanpa perlakuan apapun sudah dinyatakan tidak layak pada oleh panelis, hal ini menunjukkan bahwa umur simpan buah belimbing var. Bangkok tanpa pemberian perlakuan apapun kurang dari 20 hari.

Warna buah merupakan salah satu indikator dalam penentuan mutu buah, warna merupakan indikator kenampakan pertama yang diujikan karena dalam

pemilihan suatu produk pasti diawali dengan melihat visual dari produk tersebut.

Hasil uji organoleptik warna disajikan pada tabel berikut.

Tabel 5. Rerata *skorsing* warna buah belimbing var. Bangkok selama 20 hari

Perlakuan	Hari ke-					
	0	4	8	12	16	20
L1V1	9	8,5	8,2	7	6,4	6
L1V2	9	9	8,3	7	6,6	6
L1V3	9	9	8,2	7	6,4	6
L2V1	9	9	8,4	7,5	7	7
L2V2	9	9	8,6	7,6	7,1	7
L2V3	9	9	8,2	7	7	6
L0V0	9	8,3	7,7	6,6	5	4

Tabel 6 menunjukkan bahwa *trend* nilai kesukaan buah cenderung menurun pada setiap harinya. Perubahan warna pada buah terjadi karena degradasi klorofil sehingga warna dari pigmen-pigmen lain akan muncul (Winarno dan Aman, 1981). Nilai kesukaan pada buah yang tidak diberi perlakuan *edible coating* lidah buaya dan *essential oil* vanili menunjukkan nilai paling rendah dibandingkan dengan buah yang diberi pelapisan *edible* lidah buaya yang dikombinasikan *essential oil* vanili. Hal ini disebabkan karena buah tanpa perlakuan apapun memiliki laju respirasi yang tinggi sehingga proses pematangan buah akan berlangsung cepat. Proses pematangan buah akan berakibat pada degradasi klorofil, proses tersebut akan mengakibatkan warna hijau akan berubah menjadi warna lain yaitu kuning, orange, dan merah (Sumoprastowo, 2000).

Pada perlakuan *edible coating* lidah buaya dengan kombinasi *essential oil* vanili memiliki tingkat kesukaan yang masih tergolong dapat diterima oleh

konsumen, sampai pada hari ke-20 nilai kesukaan warna terendah yaitu 6. Nilai kesukaan tersebut masih tergolong dapat diterima, menurut panelis warna dari buah belimbing var. Bangkok yang dilapisi lidah buaya dan *essential oil* vanili masih memiliki warna kuning cerah. Warna buah belimbing var. Bangkok terbaik terjadi pada buah dengan pelapisan *edible* lidah buaya 20% + *essential oil* vanili 0,3% serta lidah buaya 20% + *essential oil* vanili 0,6%, sedangkan nilai terendah terjadi pada buah tanpa pelapisan apapun. Pemberian lapisan *edible* lidah buaya dapat menghambat laju respirasi pada buah sehingga perubahan biokimia dalam buah terjadi lambat. Hal ini sesuai dengan pendapat Pantastico (1993) yang menyebutkan bahwa terhambatnya kegiatan biokimia menyebabkan pemasakan buah akan berlangsung lambat. Penambahan *essential oil* vanili juga dapat menghambat aktivitas pertumbuhan bakteri yang dapat mempercepat laju respirasi. Perubahan warna terjadi secara enzimatik yang menyebabkan zat alami lainnya akan terbentuk. Menurut Lin and Zhao (2007), aktivitas enzimatik akan bekerja cepat apabila terjadi kontak langsung dengan oksigen.

Selama masa penyimpanan, selain mengalami perubahan warna belimbing juga mengalami perubahan aroma. Aroma pada buah belimbing var. Bangkok dipengaruhi oleh kandungan volatil di dalamnya, komponen volatil penyusun aroma adalah ester. Menurut Macleod dan Ames (1989), 9,03% senyawa ester yang terkandung dalam buah belimbing berpengaruh terhadap aroma pada buah tersebut. Ester merupakan komponen pembentuk aroma penting karena mempunyai *threshold* aroma yang rendah dan nilai aroma tinggi (Gardjito *et al.*, 2017). Pada awal penyimpanan buah belimbing var. Bangkok memiliki aroma

harum, namun seiring lamanya waktu penyimpanan aroma menjadi menyengat. Hal ini disebabkan oleh terjadinya perubahan volatil termasuk ester di dalamnya karena proses pematangan buah. Menurut Paramitha (2010), pada proses pemasakan buah mangga terjadi perubahan biokimia meliputi pelunakan buah, perkembangan pigmen, aktivitas metabolisme, asam organik, lemak, kandungan volatil, struktur polisakarida, dan lainnya. Perubahan kandungan volatil disebabkan oleh perubahan bahan-bahan organik kompleks yang terjadi pada saat proses respirasi menjadi gula-gula sederhana dan asam-asam organik yang akan mempengaruhi aroma dari buah (Wills *et al.*, 1981). Berikut tabel tingkat kesukaan aroma pada buah belimbing var. Bangkok.

Tabel 6. Rerata *skorsing* aroma buah belimbing var. Bangkok selama 20 hari

Perlakuan	Hari ke-					
	0	4	8	12	16	20
L1V1	9	9	8	7,5	7,1	5,6
L1V2	9	9	8,2	7,7	7,2	5,6
L1V3	9	9	8	7,5	7	5
L2V1	9	9	8,7	8	7,5	6
L2V2	9	9	8,9	8	7,5	6
L2V3	9	9	8,2	7,5	7	5
L0V0	9	9	7,2	6	5	3,3

Berdasarkan tabel rerata *skorsig* aroma buah belimbing, menunjukkan bahwa tingkat kesukaan aroma memiliki *trend* menurun sejalan dengan lama waktu penyimpanan. Nilai kesukaan aroma terendah didapatkan oleh buah belimbing var. Bangkok tanpa pelapisan lidah buaya dengan kombinasi minyak atisir vanili. Hal ini terjadi karena buah yang tidak dilapisi apapun memiliki laju respirasi yang tinggi sehingga proses pematangan buah akan semakin meningkat

dan perubahan kandungan volatil pada buah terus terjadi. Pemberian *edible coating* lidah buaya menjadikan buah memiliki lapisan yang dapat menghambat masuknya O₂ sehingga laju respirasi terhambat yang menjadikan penilaian panelis terendah di hari ke-20 masih tergolong pada taraf yang masih dapat diterima. Perlakuan dengan nilai organoleptik tertinggi terjadi pada buah dengan pelapisan lidah buaya 20% + *essential oil* vanili 0,3% dan lidah buaya 20% + *essential oil* vanili 0,6%. Menurut Castillo dan Serrano (2005), *edible coating* memiliki kemampuan untuk menghambat kehilangan air, keluar masuknya O₂ dan CO₂, aroma, dan senyawa rasa dalam buah. Selain itu, penambahan *essential oil* vanili memiliki kemampuan dalam hal menghambat laju respirasi melalui mekanisme penghambatan terhadap aktivitas metabolisme pada bakteri. Merujuk pada data mikrobiologi, pada buah tanpa pelapisan apapun memiliki jumlah populasi bakteri tertinggi dibandingkan dengan buah dengan pelapisan *edible* lidah buaya dikombinasikan dengan *essential oil* vanili. Hal ini menunjukkan bahwa tingginya populasi bakteri berpengaruh pada laju respirasi dan perubahan biokimia pada buah belimbing var. Bangkok.

Pengujian organoleptik selanjutnya adalah tingkat kesukaan rasa terhadap buah belimbing var. Bangkok, rasa merupakan elemen penting untuk mengetahui tingkat penerimaan konsumen terhadap produk buah segar. Rasa buah belimbing adalah manis dan sedikit asam. Rasa manis pada buah dihasilkan dari peningkatan konsentrasi gula sederhana dan penurunan konsentrasi asam organik (Ong *et al.*, 2006). Sukrosa menjadi komponen utama dalam pembentuk rasa manis pada buah. Peningkatan gula sederhana merupakan akibat dari proses respirasi yang

terjadi pada buah. Kandungan gula akan mencapai puncaknya apabila buah sudah pada tingkat kemasakan maksimal sebelum akhirnya menurun karena terurai dan menjadi asam-asam organik. Kandungan asam-asam organik yang meningkat menjadikan buah memiliki rasa yang asam. Hal ini sesuai dengan pendapat Kays (1991) yang menyatakan kandungan asam pada buah akan menurun seiring dengan perkembangan tingkat kemasakan karena asam dijadikan substrat dalam proses respirasi dan sebagai dasar sintesis komponen baru selama proses pemasakan. Hasil penilaian panelis terhadap tingkat kesukaan rasa disajikan pada tabel 8.

Tabel 7. Rerata *skorsing* rasa buah belimbing var. Bangkok selama 20 hari

Perlakuan	Hari ke-					
	0	4	8	12	16	20
L1V1	9	8,2	7,3	7	6,7	5,9
L1V2	9	8,5	7,5	7	7	6,5
L1V3	9	8	7,3	6,8	6,4	6
L2V1	9	8,4	7,7	7,5	7,3	6,9
L2V2	9	8,6	7,9	7,6	7,3	7
L2V3	9	8,3	7,4	7	6,8	5,6
L0V0	9	8	7	6	5,3	3,8

Berdasarkan tabel 8, tingkat kesukaan rasa pada buah terendah terdapat pada buah yang tidak diberi perlakuan *edible* lidah buaya dengan kombinasi *essential oil* vanili. Hal tersebut disebabkan oleh buah belimbing var. Bangkok tanpa pelapisan apapun mengalami laju respirasi yang cepat sehingga proses penguraian gula menjadi asam-asam organik terjadi cepat. Proses tersebut mengakibatkan terjadinya penguraian molekul asam-asam organik menjadi air dan CO₂ (Tranggono dan Sutardi, 1990), sehingga rasa buah menjadi tidak

diterima oleh panelis. Buah dengan nilai organoleptik rasa tertinggi terjadi pada pelapisan lidah buaya 20% + *essenstial oil* vanil 0,6% sedangkan nilai terendah terjadi pada buah dengan tanpa pelapisan apapun. Pemberian lapisan *edible* lidah buaya pada buah belimbing var. Bangkok mampu menghambat proses respirasi pada buah yang mengakibatkan proses penguraian gula akan terhambat sehingga rasa manis pada buah akan bertahan. Menurut panelis, *edible* lidah buaya tidak memiliki rasa sehingga tidak mengubah rasa asli dari buah belimbing var. Bangkok. Selain itu, perubahan rasa juga dipengaruhi oleh mikroorganisme pada buah, aktivitas metabolisme mikroorganisme dapat merusak dinding sel dengan mendegradasi polisakarida (Holban, A. M. dan Grumezescu, A. M. 2018). Kemampuan *essential oil* vanili dalam menghambat aktivitas mikroorganisme menjadikan nilai kesukaan rasa pada buah belimbing var. Bangkok pada akhir penyimpanan masih tergolong pada tingkat kesukaan yang bisa diterima oleh panelis. Holban dan Grumezescu (2008) juga menyatakan bahwa penggunaan bahan antimikroba seperti asam organik, ekstrak daun tumbuhan, *essential oil*, dan bakterionsin dapat menghambat proses degradasi pada buah oleh aktivitas mikroorganisme.

Selama masa penyimpanan buah belimbing mengalami perubahan fisik diantaranya perubahan tekstur buah. Perubahan tekstur berkaitan dengan tingkat kekerasan buah, dimana lamanya masa penyimpanan menyebabkan tingkat kekerasan buah menurun yang mengakibatkan buah belimbing memiliki tekstur yang lunak. Menurut Billy *et al.* (2008), proses pematangan buah terjadi akibat adanya proses degradasi pektin menjadi protopektin sehingga menyebabkan

tekanan turgor dinding sel menurun dan menjadikan buah menjadi lunak selama proses pematangan. Penurunan jumlah propektin seiring bertambahnya umur buah menjadi asam pektat yang mudah larut dalam air menyebabkan dinding sel primer dan lamela tengah akan menurun struktur padatnya Pantastico *et al.* (1989). Hasil penilaian panelis terhadap tekstur buah belimbing var. Bangkok tersaji pada tabel 9.

Tabel 8. Rerata *skorsing* tekstur buah belimbing var. Bangkok selama 20 hari

Perlakuan	Hari ke-					
	0	4	8	12	16	20
L1V1	9	8,3	7,1	6,5	6	5,6
L1V2	9	8,5	7,2	7,3	7	7
L1V3	9	8,4	7	6,4	6	5,2
L2V1	9	8,5	7,5	7,5	7,1	7
L2V2	9	8,8	8	7,3	7,3	7,1
L2V3	9	8	7,2	6,2	6	5,9
L0V0	9	8,1	7	6,3	5,7	3,9

Berdasarkan hasil uji organoleptik terhadap tekstur buah belimbing var. Bangkok, nilai tektur tertinggi terjadi pada buah yang dilakukan pelapisan *edible* lidah buaya 20% yang dikombinasikan dengan *essential oil* vanili 0,6%, sedangkan nilai terendah terjadi pada buah tanpa pelapisan apapun. Kemampuan *edible coating* lidah buaya dalam menghambat pertukaran O₂ dan CO₂ pada permukaan buah menjadikan proses respirasi terhambat sehingga proses degradasi pektin terhambat. Penambahan *essential oil* vanili pada larutan *edible* juga mempengaruhi kerusakan fisik pada permukaan buah yang dapat menyebabkan meningkatnya laju degradasi pektin pada buah. Sedangkan pada buah belimbing var. Bangkok tanpa pelapisan apapun memiliki nilai tekstur terendah, dimana

menurut panelis pada hari ke-20 buah memiliki tekstur yang lembek atau sangat lunak sehingga dan cenderung tidak layak dikonsumsi sehingga nilai tekstur pada buah tanpa pelapisan rendah.

Selain itu, merujuk pada nilai kekerasan buah, hasil penilaian panelis terhadap tekstur buah belimbing var. Bangkok menunjukkan hasil yang sejalan. Pada buah dengan nilai kekerasan tertinggi pada hari ke-20 terjadi pada perlakuan pelapisan *edible* lidah buaya yang dikombinasikan dengan *essential oil* vanili sehingga pada penilaian organoleptik tekstur buah memiliki nilai yang tinggi pula. Sedangkan pada buah dengan nilai kekerasan terendah terjadi pada buah belimbing tanpa pelapisan yang sehingga memiliki nilai tekstur yang rendah pada hari ke-20 dan sudah dinyatakan tidak layak untuk dikonsumsi oleh panelis. Seperti halnya kekerasan buah, perubahan tekstur pada buah dipengaruhi juga oleh kehilangan air selama masa penyimpanan. Menurut Kader (1999), kehilangan air akan mengakibatkan kehilangan berat serta menurunkan kenampakan buah (layu dan pengkerutan), kualitas tekstur (pelunakan dan kerenyahan), dan kualitas gizinya.

Selain itu, dilakukan juga uji organoleptik terhadap nilai keseluruhan dari buah belimbing var. Bangkok selama masa penyimpanan. Nilai keseluruhan didapatkan dari panelis setelah mengetahui kenampakan fisik buah berupa warna, aroma, rasa, dan tekstur. Nilai keseluruhan ini dapat dijadikan sebagai penentu kelayakan buah belimbing tersebut. Berdasarkan uji yang dilakukan nilai keseluruhan buah didapatkan hasil seperti pada tabel 10.

Tabel 9. Rerata nilai keseluruhan buah belimbing var. Bangkok selama 20 hari

Perlakuan	Hari ke-					
	0	4	8	12	16	20
L1V1	9	8,6	8	7	6,9	6
L1V2	9	8,5	8	7,5	7	6,2
L1V3	9	8,4	7,9	7	6,8	5,6
L2V1	9	8,5	8	7,2	6,9	6,4
L2V2	9	8,8	8,4	7,6	7,3	7
L2V3	9	8,5	8	7,1	6,2	5,5
L0V0	9	8	7	6,1	5,4	4

Berdasarkan hasil penilaian panelis pada tabel 10, tingkat kesukaan terhadap buah terendah dimiliki pada buah belimbing yang diberi pelapisan *edible* lidah buaya dengan penambahan *essential oil* vanili. Sedangkan nilai terendah dimiliki oleh buah dengan tanpa pelapisan apapun serta berada pada kondisi yang sudah tidak layak untuk dikonsumsi. Hal ini disebabkan pada hari ke-16 sampai 20 buah sudah mengalami kebusukan sehingga panelis enggan untuk mengkonsumsinya. Secara umum, buah belimbing var. Bangkok yang diberi lapisan *edible* lidah buaya dan *essential oil* vanili sampai pada hari ke-20 memiliki kondisi yang masih layak untuk dikonsumsi berdasarkan penilaian panelis. Buah belimbing var. Bangkok dengan kualitas terbaik pada hari terakhir penyimpanan dimiliki oleh buah dengan pelapisan lidah buaya 20% + *essential oil* 0,6%. Hal ini menunjukkan bahwa pelapisan lidah buaya yang dikombinasikan dengan *essential oil* vanili terbukti dapat memperpanjang umur simpan buah belimbing var. Bangkok.

Terkait dengan penelitian yang telah dilakukan perlu uji lanjut mengenai umur simpan maksimal buah belimbing var. Bangkok dengan memperpanjang hari penyimpanannya. Hal ini dikarenakan sampai hari ke-20 pengamatan buah masih dalam keadaan yang layak untuk dikonsumsi serta memiliki kualitas yang bagus berdasarkan uji organoleptik. Berdasarkan keadaan fisik buah tersebut diyakini bahwa buah belimbing var. Bangkok yang dilapisi dengan *edible* lidah buaya + *essential oil* vanili memiliki umur simpan yang lebih dari 20 hari. Selain itu, perlu dilakukan uji lanjut mengenai struktur pada *edible coating* lidah buaya + *essential oil* vanili yaitu uji SEM (*Scanning Electron Microscopy*) yang bertujuan untuk mengetahui ikatan molekul yang terjadi antar kedua bahan tersebut.