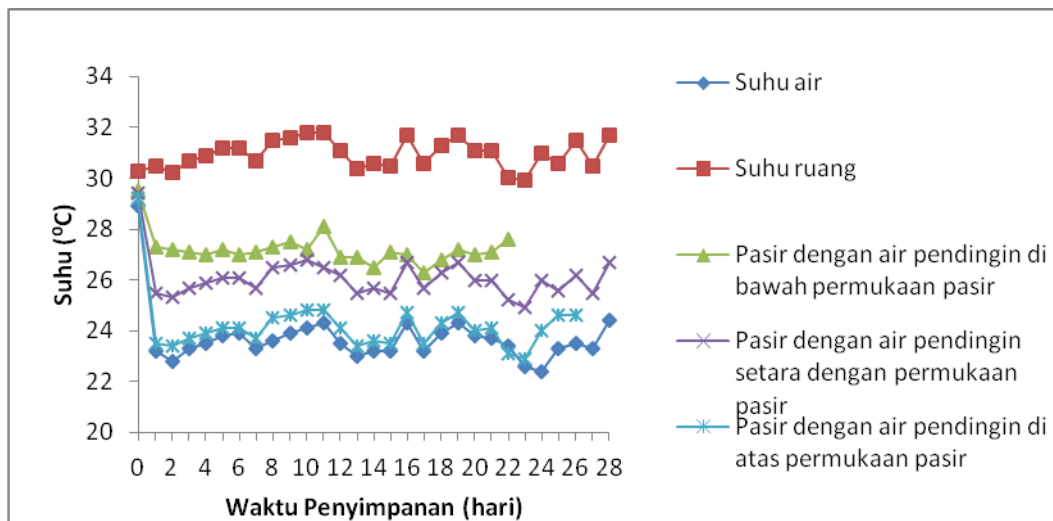


IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Suhu

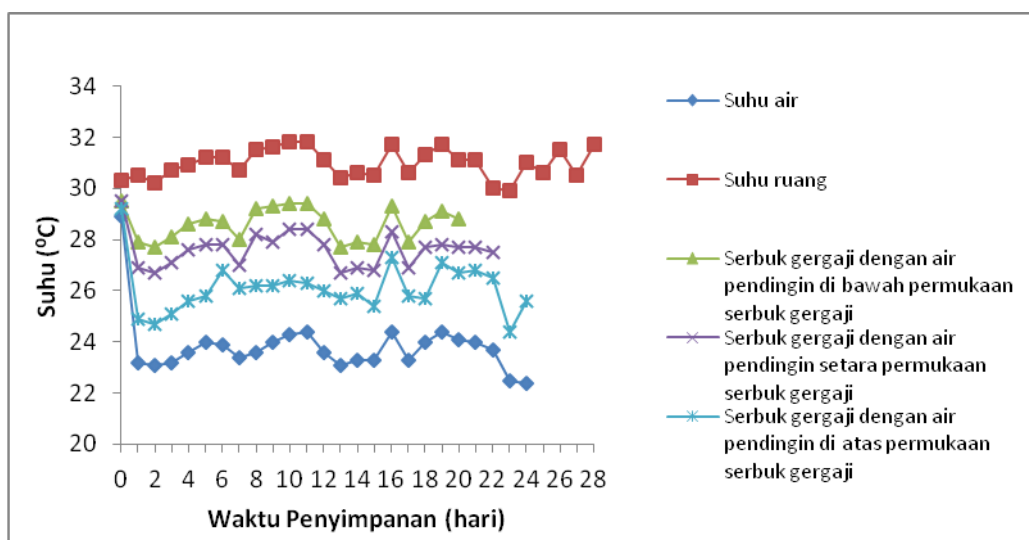
Suhu merupakan faktor yang sangat penting untuk memperpanjang umur simpan dan mempertahankan kesegaran buah. Pada suhu dingin aktivitas metabolisme menjadi lambat sehingga laju respirasinya menjadi turun (Suojala 2000).

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh pemberian air pendingin terhadap suhu pada media penyimpanan. Berikut ini grafik suhu pada penyimpanan wortel segar ditampilkan pada gambar 9 dan 10.



Gambar 9. Grafik suhu ruang, suhu air dan suhu pasir ($^{\circ}\text{C}$) pada penyimpanan wortel segar.

Berdasarkan grafik sebaran suhu diatas, menunjukkan bahwa suhu ruang berfruktuasi, pemberian air pendingin pada penyimpanan dapat menurunkan suhu pada media penyimpanan. Pada suhu ruang terendah yaitu $29,9^{\circ}\text{C}$, suhu airnya $22,4^{\circ}\text{C}$, dan pada suhu ruang tertinggi yaitu $31,8^{\circ}\text{C}$, suhu airnya $24,3^{\circ}\text{C}$. Suhu udara penyimpanan dengan ketinggian air pendingin di bawah permukaan pasir yaitu $26,3^{\circ}\text{C}$ sampai $28,1^{\circ}\text{C}$, dan pada penyimpanan dengan ketinggian air pendingin setara permukaan pasir suhunya yaitu $24,9^{\circ}\text{C}$ sampai $26,8^{\circ}\text{C}$, dan suhu dengan ketinggian air pendingin di atas permukaan pasir adalah $22,9^{\circ}\text{C}$ sampai $24,5^{\circ}\text{C}$.



Gambar 10. Grafik suhu air, ruang, dan serbuk gergaji ($^{\circ}\text{C}$) pada penyimpanan wortel segar.

Suhu udara penyimpanan wortel segar dengan menggunakan serbuk gergaji memiliki sebaran suhu yang lebih tinggi dibandingkan dengan suhu penyimpanan pada media pasir. Sebaran suhu penyimpanan wortel dengan taraf ketinggian air pendingin di bawah, setara, dan di atas permukaan serbuk gergaji yaitu $27,3^{\circ}\text{C}$; $26,7^{\circ}\text{C}$; $24,4^{\circ}\text{C}$ dan pada setiap perlakuan suhunya akan meningkat sampai $29,4^{\circ}\text{C}$; $28,4^{\circ}\text{C}$; $27,3^{\circ}\text{C}$.

Sebaran suhu penyimpanan pada media pasir lebih rendah dari serbuk gergaji, hal ini karena pasir memiliki nilai konduktivitas panas yang baik sehingga panas yang dihasilkan akibat respirasi dapat dihantarkan lebih cepat sehingga suhu pada media penyimpanan tetap dingin. Sedangkan suhu pada media serbuk gergaji lebih tinggi karena serbuk gergaji bersifat isolator, sehingga panas yang diakibatkan oleh respirasi sulit dihantarkan dan menyebabkan panasnya lebih lama berada pada media penyimpanan.

Jumlah pemberian air pendingin mempengaruhi suhu pada media penyimpanan tersebut. Semakin banyak air pendingin yang digunakan maka suhu pada media penyimpanan akan semakin menurun. Hal ini karena semakin banyak air pendingin yang digunakan maka laju penyerapan panasnya akan semakin tinggi/cepat. Sebaliknya, semakin sedikit air pendingin yang digunakan maka suhu pada media penyimpanan akan semakin tinggi, karena transfer permukaan panasnya semakin kecil sehingga pindah panasnya semakin lambat. Semakin rendah suhu yang digunakan maka laju respirasi dan transpirasi akan berjalan semakin lambat sehingga umur simpan dapat diperpanjang dengan meminimalkan susut bobot dan mutu. Penyimpanan pada suhu rendah juga dapat menghambat aktivitas mikroorganisme dan memperpanjang masa hidup jaringan-jaringan dalam bahan pangan karena aktivitas respirasi menurun.

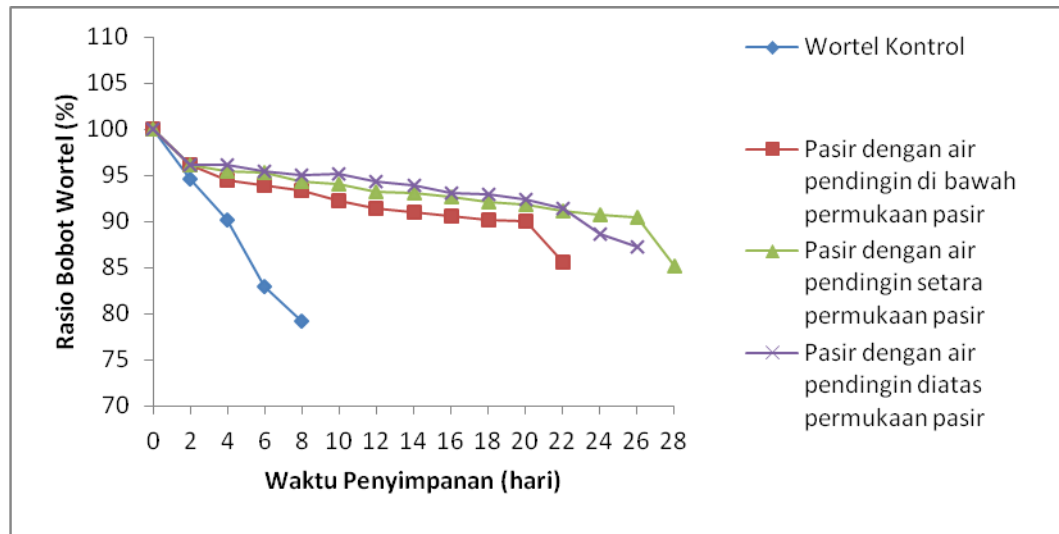
Laju respirasi merupakan petunjuk yang baik untuk daya simpan buah atau sayuran sesudah panen. Laju respirasi yang tinggi biasanya disertai dengan umur simpan yang pendek (Pantastico, 1997), itu merupakan laju kemunduran mutu

pada sayuran yang disimpan. Laju respirasi dapat ditekan dengan penyimpanan pada suhu rendah. Selain dapat memperpanjang umur simpan, penyimpanan wortel pada suhu yang rendah juga dapat memicu pertunasan dan tumbuhnya akar pada wortel, ini karena wortel tidak memiliki masa dormansi, sehingga pada lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhannya, wortel dapat tumbuh. Meskipun demikian penampakan wortel masih bagus.

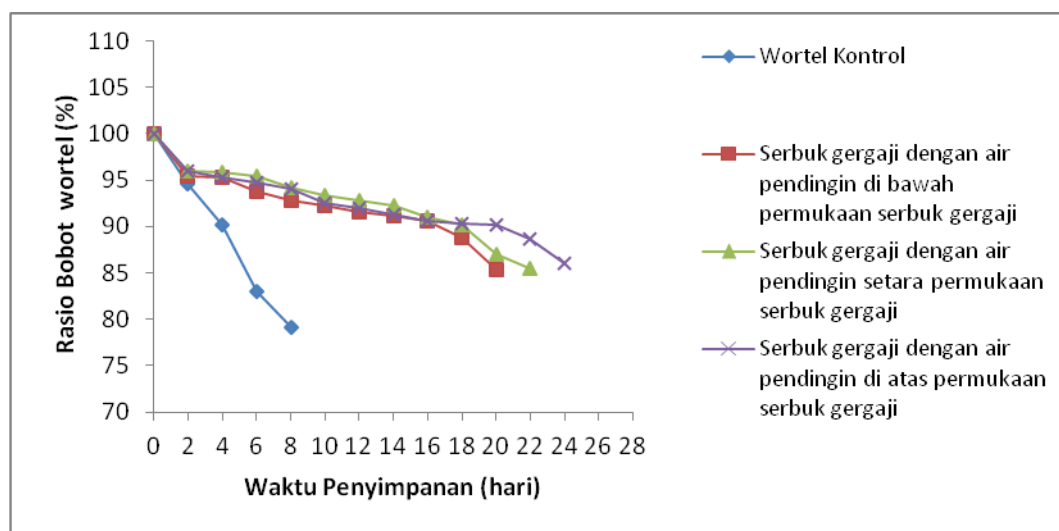
B. Susut Bobot

Pengamatan penurunan susut bobot pada penyimpanan wortel segar dilakukan setiap 2 hari sekali, yaitu dengan mengambil sampel kemudian ditimbang, yang bertujuan untuk mengetahui penurunan bobot pada wortel setelah penyimpanan. Hasil pengukuran selama penyimpanan, bobot wortel mengalami penurunan susut bobot untuk setiap perlakuan. Menurut Roys (1995), susut bobot dapat disebabkan oleh tingginya suhu penyimpanan sehingga meningkatkan laju transpirasi dan respirasi. Hasil pengukuran perubahan bobot wortel segar selama penyimpanan ditampilkan pada Gambar 11 dan 12.

Menurut Winarno (2002), kehilangan air akibat penguapan yang terjadi terus menerus, mengakibatkan produk mengalami susut bobot. Penurunan bobot terjadi karena wortel segar masih berespirasi saat disimpan, sehingga wortel masih melakukan metabolisme. Muchtadi (1992), berpendapat bahwa kehilangan bobot komoditi hortikultura bukan saja diakibatkan oleh terjadinya penguapan air tetapi juga oleh hilangnya gas CO₂ hasil respirasi. Kehilangan air selama penyimpanan tidak hanya menurunkan berat, tetapi juga menurunkan mutu dan menimbulkan kerusakan.



Gambar 11. Grafik penurunan bobot (%) penyimpanan wortel segar pada suhu ruang dan pasir.



Gambar 12. Grafik penurunan bobot (%) penyimpanan wortel segar pada suhu ruang dan serbuk gergaji.

Berdasarkan hasil pengamatan, laju penurunan bobot pada suhu ruang dan perlakuan lainnya terus mengalami peningkatan. Pada suhu ruang wortel segar pada hari ke 2 mengalami laju penurunan bobot yaitu 5,44% menjadi 9,79% pada hari ke-4. Pada suhu ruang wortel mengalami penurunan yang sangat drastis, hal ini karena wortel terkena serangan jamur, selain itu juga penguapan air pada

wortel sangat cepat sehingga mengakibatkan wortel menjadi layu. Pada penyimpanan dengan ketinggian air pendingin di bawah permukaan pasir laju penurunan bobotnya yaitu 3,88% menjadi 9,9%. Perubahan laju penurunan bobot dengan ketinggian air pendingin setara permukaan pasir adalah 3,83% dan pada hari ke 26 meningkat menjadi 9,49%, laju penurunan bobot dengan ketinggian air pendingin di atas permukaan pasir pada hari ke 2 adalah 3,79%, pada hari ke 20 meningkat menjadi 8,53%.

Penyimpanan wortel dengan ketinggian air pendingin di bawah, setara dan di atas permukaan serbuk gergaji mengalami laju penurunan bobot masing masing yaitu dari 4,13%; 4,08%; 3,99% menjadi 9,31%; 9,82%; 8,81%.

Hasil pengamatan selama penyimpanan menunjukkan bahwa, bobot wortel segar mengalami penurunan untuk semua perlakuan. Penurunan bobot pada penyimpanan wortel dapat disebabkan oleh ketersediaan oksigen, suhu yang tinggi pada media penyimpanan, luka akibat gesekan media penyimpanan, dan lain lain.

Menurut Pantastico (1975), produk hortikultura dianggap tidak layak dipasarkan jika mengalami susut bobot antara 5% - 10%, meskipun demikian, kenaikan susut bobot wortel yang sudah melebihi 10% pada penyimpanan memperlihatkan kondisi fisik wortel masih dalam keadaan baik.

Penyimpanan wortel pada suhu ruang mengalami susut bobot yang paling cepat dibandingkan dengan penyimpanan menggunakan media penyimpanan yang diberi air pendingin, hal ini karena suhu pada ruang penyimpanan yang tinggi.

Selain itu, penurunan bobot disebabkan oleh serangan jamur pada wortel yang menyebabkan wortel menjadi keriput dan busuk, dan gesekan dari media penyimpanan juga dapat menyebabkan luka pada komoditas sehingga dapat mempercepat laju respirasinya.

Media penyimpanan dan pemberian air pendingin mempengaruhi kenaikan laju susut bobot wortel. Wortel segar yang disimpan dengan menggunakan media pasir memiliki penurunan bobot yang lebih lambat dibandingkan dengan menggunakan media serbuk gergaji. Hal ini karena ketersediaan oksigen pada media pasir lebih sedikit selain itu juga suhu pada media pasir lebih rendah sehingga respirasi dan transpirasi berjalan lambat. Laju transpirasi pada wortel dipengaruhi juga oleh tekanan uap air antar buah dan lingkungan luar yang ditentukan oleh suhu. Susut bobot wortel juga diakibatkan oleh hilangnya gas CO₂ hasil respirasi. Banyaknya air pendingin yang digunakan dapat menekan laju susut bobot pada wortel, hal ini dikarenakan semakin banyak air pendingin yang digunakan maka dapat menyerap panas lebih banyak dan memberikan suhu yang lebih rendah pada media penyimpanan sehingga dapat menekan laju respirasi dan transpirasi yang menyebabkan berkurangnya bobot pada buah.

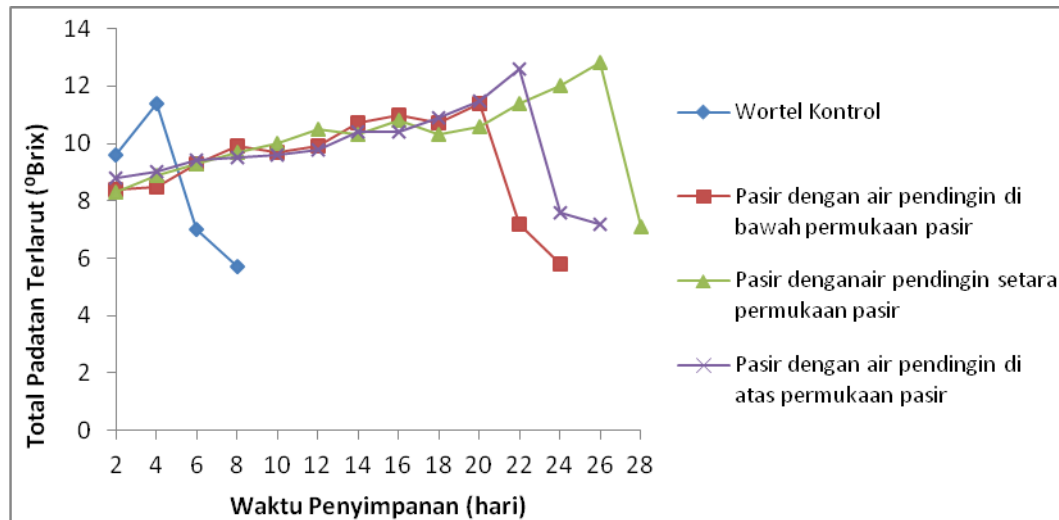
Susut bobot selama penyimpanan merupakan salah satu parameter mutu yang mencerminkan tingkat kesegaran wortel. Mutu penyimpanan bahan pangan dapat dikelompokkan ke dalam penyusutan kualitatif dan penyusutan kuantitatif.

Penyusutan kualitatif adalah kerusakan akibat perubahan-perubahan biologi (mikroba, serangga, tungau, respirasi), perubahan-perubahan fisik (tekanan, getaran, suhu, kelembaban) serta perubahan-perubahan kimia dan biokimia (reaksi

pencoklatan, ketengikan, penurunan nilai gizi dan aspek keamanan terhadap manusia). Penyusutan kualitatif adalah kehilangan jumlah atau bobot hasil pertanian, akibat penanganan pasca panen yang tidak memadai, dan juga karena adanya gangguan biologis (proses respirasi, serangan serangga dan tikus). Bahan pangan yang telah mengalami penyusutan kualitatif artinya bahan tersebut mengalami penurunan mutu sehingga menjadi tidak layak lagi untuk dikonsumsi oleh manusia (Syarief dan Halid 1992). Tingkat kesegaran buah dipengaruhi oleh susut bobot. Semakin tinggi susut bobot, maka tingkat kesegarannya semakin berkurang dan mutunya menjadi menurun.

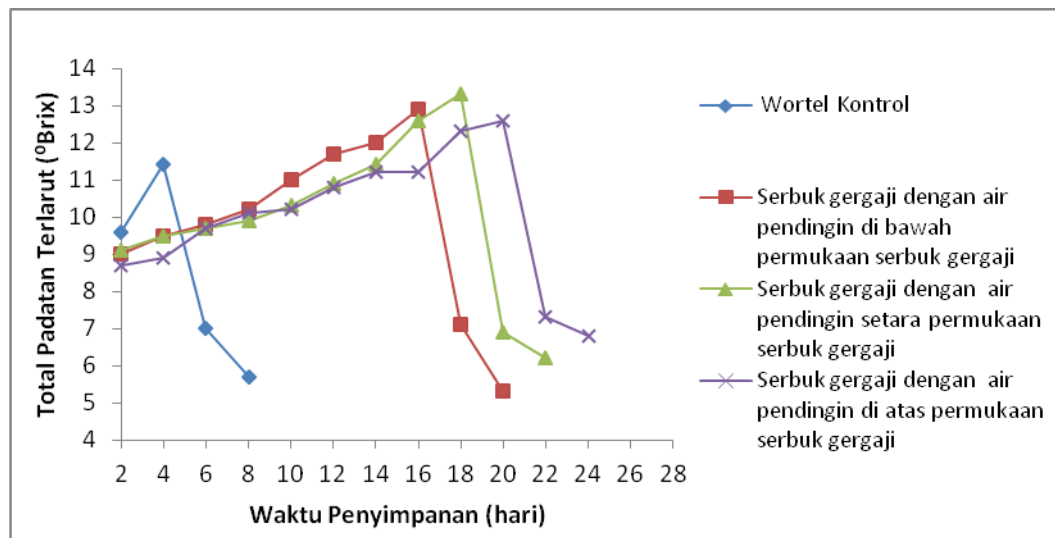
C. Total Padatan Terlarut (TPT)

Gula merupakan komponen utama dalam zat padat terlarut sehingga jauh lebih mudah mengukur total padatan terlarut yakni hanya dengan mengukur kadar gula buah (Pantastico, 1986). Menurut Alabran dan Mabrouk (1973), sayuran wortel menyimpan sukrosa dan gula lain dalam jumlah yang cukup banyak sehingga menyebabkan rasa manis pada sayuran ini. Total padatan terlarut pada wortel mengalami peningkatan pada awal penyimpanan namun cenderung menurun pada akhir masa simpannya. Penurunan total padatan terlarut selama penyimpanan disebabkan oleh kadar gula-gula sederhana yang mengalami perubahan menjadi alkohol, aldehida dan asam amino (Winarno dan Aman, 1981). Berikut ini grafik total padatan terlarut ditampilkan pada gambar 13 dan 14.



Gambar 13. Grafik total padatan terlarut ($^{\circ}$ Brix) pada penyimpanan wortel segar kontrol dan media pasir.

Penyimpanan wortel pada suhu ruang (kontrol) terjadi peningkatan total padatan terlarut yang lebih cepat, pada hari ke-2 yaitu $9,6^{\circ}$ Brix dan pada hari ke-4 total padatan terlarutnya menjadi $11,4^{\circ}$ Brix namun pada hari ke-9 mengalami penurunan hingga $5,7^{\circ}$ Brix. Pada penyimpanan dengan ketinggian air pendingin di bawah, setara, dan di atas permukaan pasir nilai total padatan terlarutnya adalah $8,4^{\circ}$ Brix, $8,3^{\circ}$ Brix, $8,8^{\circ}$ Brix sampai $11,4^{\circ}$ Brix, $12,8^{\circ}$ Brix, $12,6^{\circ}$ Brix dan pada akhir umur simpan nilai total padatan terlarutnya menurun hingga $7,2^{\circ}$ Brix, $7,1^{\circ}$ Brix, $7,2^{\circ}$ Brix .



Gambar 14. Grafik total padatan terlarut ($^{\circ}$ Brix) penyimpanan wortel segar pada wortel kontrol dan media serbuk gergaji.

Hasil pengamatan pada penyimpanan wortel dengan ketinggian air pendingin di bawah, setara, dan di atas media serbuk gergaji, nilai total padatan terlarutnya adalah 9,0 $^{\circ}$ Brix; 9,1 $^{\circ}$ Brix; 8,7 $^{\circ}$ Brix sampai 12,9 $^{\circ}$ Brix; 13,3 $^{\circ}$ Brix; 12,6 $^{\circ}$ Brix.

Pada gambar 13 dan 14, dapat dilihat bahwa total padatan terlarut wortel segar pada suhu ruang (kontrol), media pasir, dan serbuk gergaji mengalami peningkatan selama penyimpanan namun pada titik klimaks nilai total padatan terlarutnya akan menurun. Hal ini karena kadar gula-gula sederhana yang mengalami perubahan menjadi alkohol, aldehida dan asam amino. Kenaikan total padatan terlarut disebabkan karena buah semakin masak, dan penurunan total padatan terlarut disebabkan oleh peningkatan kerusakan wortel selama penyimpanan karena perkembangbiakan mikroba yang menyebabkan tumbuhnya jamur dan kebusukan pada buah. Peningkatan total padatan terlarut yang lebih cepat pada wortel kontrol disebabkan oleh suhu ruang yang tinggi sehingga menyebabkan respirasi pada buah semakin cepat dan buah cepat membusuk.

Penyimpanan pada media pasir dengan air pendingin dibawah tinggi pasir dan pada media serbuk gergaji dengan air pendingin dibawah serbuk gergaji mengalami penurunan total padatan terlarut yang lebih besar, ini karena wortel mengalami kebusukan namun pada perlakuan yang lain total padatan terlarutnya tidak mengalami penurunan yang begitu banyak karena tumbuhnya tunas dan akar pada wortel.

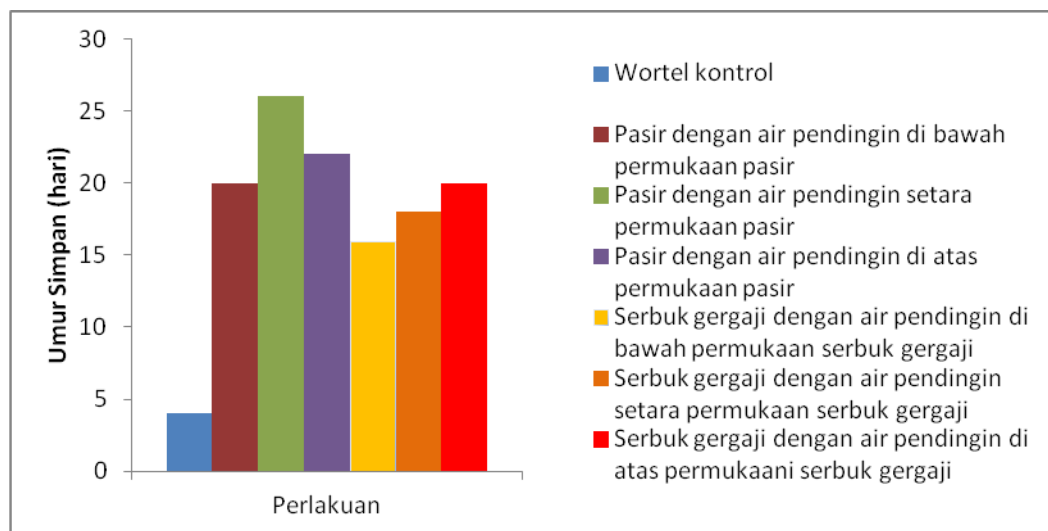
Menurut Syarief (1994), kenaikan gula disebabkan oleh hidrolisa pati menjadi senyawa-senyawa sukrosa, glukosa dan fruktosa dan kecepatan ini lebih besar daripada kecepatan pengubahan glukosa menjadi energi dan air sehingga dalam jaringan terjadi penimbunan gula selama penyimpanan. Selama penyimpanan kandungan gula akan menurun sehingga kandungan terpenoids penyebab rasa pahit pada wortel akan mendominasi, hal ini membuat wortel menjadi lebih pahit.

Suhu merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kenaikan total padatan terlarut pada wortel. Suhu pada media penyimpanan dipengaruhi oleh pemberian air pendingin. Semakin banyak air pendingin yang digunakan maka suhu pada media penyimpanan akan semakin rendah dan laju respirasinya akan semakin lambat sehingga buah tidak akan cepat membusuk dan nilai total padatan terlarutnya tidak cepat menurun.

D. Umur Simpan

Umur simpan adalah kurun waktu tertentu ketika suatu produk makanan akan tetap aman ketika disimpan pada kondisi tertentu. Menurut Pantastico (1989), bahwa masa simpan buah-buahan dan sayur-sayuran segar dapat diperkirakan

berdasarkan tingkat laju respirasinya, semakin tinggi laju respirasinya maka masa simpan bahan menjadi semakin pendek. Demikian sebaliknya, semakin rendah laju respirasi maka masa simpan komoditas menjadi lebih panjang.



Gambar 15. Histogram umur simpan wortel segar selama penyimpanan

Penyimpanan pada suhu ruang memiliki umur simpan yaitu 4 hari, penyimpanan dengan ketinggian air pendingin di bawah, setara, dan di atas permukaan pasir yaitu 20, 26, 22 hari, sedangkan penyimpanan dengan ketinggian air pendingin di bawah, setara, dan di atas permukaan serbuk gergaji umur simpannya adalah 16, 18, 20 hari. Wortel memiliki rata-rata umur simpan yaitu 20 hari.

Penyimpanan dengan ketinggian air pendingin setara permukaan memberikan hasil yang terbaik dengan umur simpan wortel hingga 26 hari, umur simpan ini lebih panjang dari penyimpanan dengan ketinggian air pendingin di atas permukaan pasir, hal ini dikarenakan jumlah air pendingin di atas tinggi permukaan pasir lingkungannya sesuai untuk pertumbuhan tunas dan akar akar halus sehingga tunas dan akar akarnya tumbuh lebih cepat dan umur simpannya lebih pendek. Penyimpanan dengan ketinggian air pendingin di atas permukaan

serbuk gergaji hasil terbaiknya memberikan umur simpan hingga 20 hari.

Penyimpanan pada media pasir memberikan hasil yang terbaik dikarenakan ketersediaan oksigen dalam media pasir lebih sedikit, sehingga laju respirasinya menjadi lambat. Wortel yang disimpan baik pada media pasir maupun serbuk gergaji mengalami pertumbuhan tunas dan akar akar halus, hal ini dikarenakan wortel pada lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhannya dapat tumbuh.

Meskipun demikian, penampakan wortel secara fisik masih baik.

Semakin rendah suhu penyimpanan maka laju respirasi dan transpirasi akan semakin lambat, begitu juga sebaliknya semakin tinggi suhu maka laju respirasi dan transpirasi akan semakin cepat. Pada penyimpanan wortel kontrol umur simpannya lebih pendek, hal ini karena suhu ruang yang tinggi, sehingga laju respirasi dan transpirasi pada wortel tersebut menjadi cepat dan mengakibatkan buah banyak kehilangan bobot dan menyebabkan buah menjadi layu. Selain itu juga umur simpan yang pendek pada wortel kontrol disebabkan oleh serangan jamur yang menyebabkan wortel menjadi busuk.

Penyimpanan wortel pada media pasir umur simpannya lebih lama, hal ini karena pasir bersifat konduktor. Pasir memiliki konduktivitas panas yang baik dalam menghantarkan panas, sehingga panas yang dihasilkan dari respirasi dapat lebih cepat dihantarkan ke air, sedangkan serbuk gergaji bersifat isolator, menyebabkan panas yang dihasilkan oleh respirasi sulit dihantarkan ke air sehingga suhu pada media penyimpanan menjadi tinggi dan menyebabkan umur simpan wortel lebih cepat.