**REKAYASA TEKNOLOGI PENYIMPANAN DENGAN ATMOSFER TERMODIFIKASI UNTUK MEMPERPANJANG UMUR SIMPAN DALAM PENANGANAN PASCAPANEN TOMAT**

**MODIFIED ATMOSPHERIC STORAGE TECHNOLOGY ENGINEERING TO EXTEND SHELF LIFE IN TOMATO POSTHARVEST HANDLING**

Eusabius Paul Pega1**,** Nursigit Bintoro1**,** Arifin Dwi Saputro1

1Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada,

Jl. Flora No. 1, Bulaksumur, Yogyakarta 55281, Indonesia

\*Eusabius Paul Pega, Email: pegapaul1993@gmail.com

**ABSTRAK**

Tomat adalah salah satu komoditas hortikultura yang bernilai ekonomis tinggi dan berpotensi untuk diekspor. Buah tomat memerlukan penanganan serius, terutama dalam hal peningkatan hasil, mutu, dan penanganan pascapanennya. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat peralatan untuk mengatur suhu dan memodifikasi komposisi gas didalam suatu ruangan tertutup (*Modified Atmosphere Storage*), melakukan kajian matematis maupun statistika mengenai pengaruh komposisi gas serta variasi suhu udara ruang simpan terhadap berbagai sifat fisik buah tomat dan menentukan kombinasi perlakuan terbaik antara konsentrasi oksigen dan suhu ruang simpan untuk penyimpanan buah tomat. Dalam penelitian ini, dilakukan analisis laju respirasi buah selama penyimpanan serta analisis mutu yang meliputi susut bobot, kekerasan buah, total padatan terlarut, dan pH. Secara umum hasil dari penelitian ini diantaranya adalah alat Modified Atmosphere Storage dapat dibuat dengan merubah komposisi gas dari ruang penyimpanan dengan mengalirkan gas nitrogen untuk menurunkan konsentrasi oksigen dalam ruang simpan, berdasarkan hasil analisis statistika kombinasi perlakuan variasi konsentrasi oksigen dan variasi suhu alat berpengaruh nyata terhadap parameter laju respirasi, susut bobot, total padatan terlarut, potential hydrogen (pH), kekerasan buah, dan berdasarkan hasil analisis statistik secara keseluruhan untuk semua parameter dalam penelitian ini kombinasi perlakuan terbaik terdapat pada kombinasi perlakuan konsentrasi oksigen 10% dan suhu 150C.

**Kata kunci**: Arrhenius, kinetika, matematika, pascapanen, penyimpanan

**ABSTRACT**

Tomato is one horticultural commodity with high economic value and has the potential to be exported. Domestic and international market demands for tomatoes are increasing along with the increased consumption of tomatoes in various countries. Tomatoes need serious handling, especially in improving yield, quality, and postharvest. This study aims to design and make tools to control the temperature and modified the gas composition inside the closed room (Modified Atmosphere Storage), to do mathematical and statistical studies regarding the effect of gas composition and temperature on quality change of tomato, and to determine the best treatment combination between the oxygen concentration and temperature for tomato storage. This research is done with the analysis of respiration rate, and quality such as weight loss, firmness, total soluble solids, and pH. The Modified Atmosphere Storage tool could be made to change the gas composition inside the storage room with drain the nitrogen gas to reduce the oxygen concentration. Based on statistical analysis, the interaction of oxygen concentration and the temperature has a significant impact on respiration rate, weight loss, total soluble solids, pH, and firmness. Based on statistical analysis, the best treatment combination is 10% of oxygen and temperature at 150C.

**Keywords**:Arrhenius, kinetics, mathematical, postharvest, storage

# PENDAHULUAN

Tomat adalah salah satu komoditas hortikultura yang bernilai ekonomis tinggi dan berpotensi untuk diekspor. Permintaan pasar domestik maupun internasional akan buah tomat terus meningkat dari waktu ke waktu seiring dengan meningkatnya rata-rata konsumsi buah tomat di berbagai belahan dunia (Fauziati, 2004). Buah tomat saat ini merupakan salah satu komoditas hortikultura yang bernilai ekonomi tinggi dan masih memerlukan penanganan serius, terutama dalam hal peningkatan hasil, mutu, dan penanganan pascapanennya (Husas, 2009). Salah satu tahapan pascapanen produk segar hasil pertanian yang sangat penting adalah penyimpanan. Di Indonesia penyimpanan produk segar (komoditas) pascapanen yang baik dan benar masih relatif jarang ditemukan ditingkat petani maupun pedagang pengumpul. Keterbatasan pengetahuan serta peralatan mengakibatkan petani pada umumya tidak dapat menyimpan produk segar yang telah dipanen dalam waktu yang lebih lama, sehingga hasil panen harus segera dijual meskipun harga di pasar tidak sesuai dengan keinginan para petani. Kondisi ini mengakibatkan para petani selalu menderita kerugian, karena terpaksa harus menjual produk segar tersebut pada saat panen raya yang harganya relatif murah (Bintoro, 2019).

Tidak berkembangnya teknologi penyimpanan produk segar pascapanen telah nyata dampaknya terhadap pasar komoditas pertanian di Indonesia khususnya komoditas buah-buahan. Banjir buah-buahan inport dapat kita jumpai hampir di setiap outlet penjualan di seluruh wilayah Indonesia baik di pasar-pasar tradisional maupun di pasar-pasar modern. Menurut data BPS dan Dirjen BP Hortikututra (2011), pada tahun 2010 Indonesia masih mampu mengekspor salah satu komoditas unggulannya dalam hal ini ialah tomat sebesar 1.656 ton, sedangkan nilai impor masih jauh lebih besar yaitu 10.429 ton dalam bentuk buah segar maupun olahan dari berbagai negara di belahan dunia. Salah satu penyebab dari bengkaknya nilai inport tersebut dikarenakan masih minimnya perkembangan teknologi pascapanen di negara ini. Upaya pemerintah untuk mengatasi masalah pascapanen hingga saat ini hampir tidak ada, selain bertumbuh suburnya praktek mafia impor dan tidak adanya kebijakan pemerintah yang serius untuk menyelesaikan permasalahan dalam bidang pertanian khususnya permasalahan pascapanen hal ini menyebabkan Indonesia menjadi salah satu negara yang sangat tertinggal dari negara-negara berkembang lainnya dalam hal pengembangan teknologi pascapanen. Demikian juga dengan bantuan-bantuan teknis maupun peralatan terkait dengan proses penyimpanan produk segar bagi petani hingga saat ini hampir tidak pernah ada.

Sebagian besar bantuan pemerintah untuk bidang pertanian hanya difokuskan pada kegiatan onfarm seperti bantuan pupuk, benih, insektisida, traktor, mesin pemanen, dan lain-lain. Adapun tujuan dari penelitian ini ialah merancang dan membuat peralatan untuk mengatur suhu dan memodifikasi komposisi gas dari udara yang ada didalam suatu ruangan tertutup (*Modified Atmosphere Storage*), melakukan kajian matematis maupun statistika mengenai pengaruh komposisi gas serta variasi suhu udara ruang simpan terhadap berbagai sifat fisik buah tomat dan menentukan kombinasi perlakuan terbaik antara konsentrasi oksigen dan suhu ruang simpan untuk penyimpanan buah tomat (Bintoro, 2019).

**METODE PENELITIAN**

**Waktu dan lokasi penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Januari-Oktober 2019 di Laboratorium Teknik Lingkungan Bangunan Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada.

**Bahan**

Tabung gas nitrogen, tabung gas oksigen, tabung gas karbondioksida, yang dibeli dari PT. Samator Gas Industri Yogyakarta, pipa penyalur merk dagang PVC, sepasang kipas komputer dengan merk dagang *star tech.com*, motor listrik, kabel, saklar listrik, 10 pasang baterai ABC berukuran (AA), paku, mur, baut, pelat aluminium, insulator, *steyroform*, papan kayu, triplek, vernis, unit mesin pendingin, beberapa jenis lem perekat, *plasticin*, *container* plastik bervolume 6 liter, karet pengedap kulkas satu pintu, karet ban dalam sepeda motor, vaslin kesehatan, buah tomat segar dan lain-lain.

**Alat**

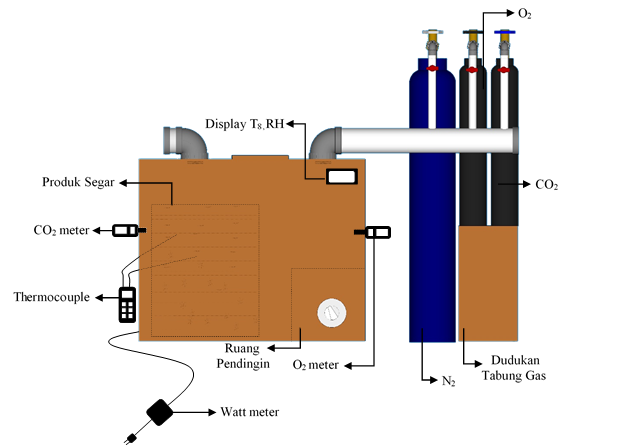
Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah peralatan perbengkelan yang pada umumnya digunakan untuk membuat konstruksi peralatan penyimpan seperti gergaji kayu, gergaji besi, kwas, kunci 10, kunci 14, kunci 12, seperangkat *power supply* komputer, obeng, palu besi, solder, gunting, nampan plastik, pisau, tang, *O2 dan CO2 analyzer* dengan spesifikasi *merk The Quanatek* 902D berdimensi 249x102x254 mm dengan 4,4 kg *made in USA*, *thermocouple 12 chanel* dengan *merk* dagang *Extech TM500*, refraktometer dengan *merk Star* berdimensi 55x31x105 mm dengan bobot 100 gram, *texture analyzer* yang dihubungkan langsung dengan aplikasi *LV-1000*, *mist maker ultrasonic automizer humidifier* berkapasitas 0,5 l/jam dan berdimensi 36 x36x25 mm dengan panjang kabel 90 cm, watt meter yang diproduksi oleh P*ower Merchant* dengan bobot 400 gram dan berdimensi 15,5x7x3,5 cm, *color meter* dengan spesifikasi *merk* TES 135 dan berdimensi 172x118x46 mm dengan bobot 220 gram, timbangan analitik dengan *merk* dagang *Balance XPR105* berkapasitas maksimum 120 gram, oven dengan spesifikasi *merk Fotile KES6003A*, sensor suhu dan kelembaban dengan resolusi 0,10C (0,10F)/1% RH dan berdimensi 115x64x18 mm, *thermostat* dengan *merk* dagang *W1209 NTC*, dan lain-lain.

**Prosedur penelitian**

1. Perancangan dan pembuatan alat

Adapun tahapan dalam perancangan dan pembuatan alat *Modified Atmosphere Storage* (MAS) adalah sebagai berikut:

1. Langkah awal ialah membuat alat penyimpan berbentuk kotak dengan ukuran 90x52x75cm3 yang dilengkapi dengan mesin pendingin, *mist maker ultrasonic automizer humidifier*, 2 buah kipas, *thermostat*, sensor suhu, serta pintu untuk memasukkan dan mengeluarkan sampel bahan yang disimpan. Kotak dilengkapi dengan lubang masuk dan lubang keluar gas demi mengatur komposisi gas yang ada didalamnya, terutama untuk menurunkan komposisi gas oksigen.
   1. Langkah yang kedua ialah melakukan *running test* untuk mengetahui kinerja perlatan dalam menciptakan kondisi udara ruang yang berbeda-beda baik dalam hal temperatur maupun komposisi gas didalamnya.
   2. Langkah yang terakhir ialah melakukan penelitian penyimpanan buah tomat dan pengukuran secara periodik terhadap berbagai parameter yang dibutuhkan seperti laju respirasi, kadar air, susut bobot, perubahan warna, tekstur, pH, total padatan terlarut, diameter buah, dan kadar gula.



Bagan skematis alat *Modified Atmosphere Storage*

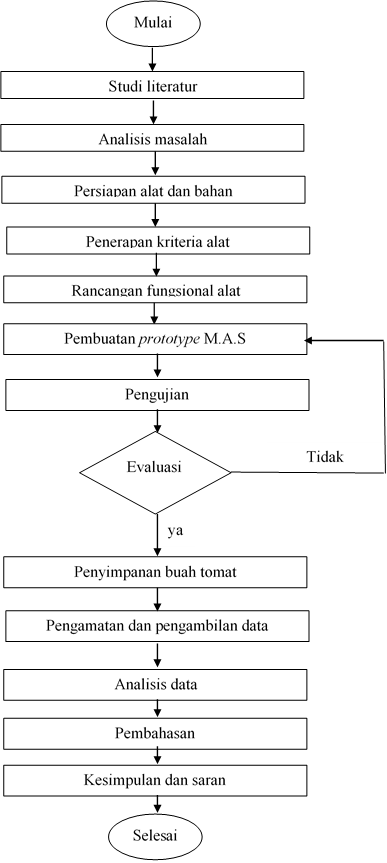
1. Proses pembuatan campuran gas

Adapun cara dalam pembuatan campuran gas yaitu dengan mengalirkan gas O2 kedalam ruang simpan. Sedangkan untuk gas CO2 dalam hal ini tidak dialirkan dengan asumsi selama proses penyimpanan berlangsung buah tomat akan menghasilkan gas CO2. Gas O2 yang dialirkan kedalam ruang simpan disesuaikan dengan variasi perlakuan konsentrasi gas O2 yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah 3%, 10%, 15%, dan 21% dengan suhu ruang simpan 100C, 150C, dan 280C. Adapun perhitungan untuk membuat komoposisi gas dalam alat penyimpan dapat juga dihitung dengan perbandingan volume sebagai berikut:

% CO2 = x 100%

%O2= x 100%

**Diagram alir penelitian**



**Rancangan percobaan**

Adapun rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini ialah rancangan acak lengkap (*Completely Rondomized Design*), hal ini dikarenakan lingkungan tempat percobaan diasumsikan homogen (Abdul, 2008). Biasanya merupakan percobaan dalam skala laboratorium atau lingkungan tempat penelitian yang dapat dikendalikan. Ulangan dalam percobaan boleh sama atau tidak sehingga dalam Rancangan Acak Lengkap terdapat beberapa cara analisis varian yaitu Rancangan Acak Lengkap ulangan sama, Rancangan Acak Lengkap ulangan tidak sama dan Rancangan Acak Lengkap sub sampling. Percobaan dilakukan menggunakan Metode *Completely Randomized Design* (CRD) atau Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor.

Faktor pertama adalah variasi konsentrasi oksigen ruang simpan yang terdiri dari (3%, 10%, 15%, 21%) dan faktor yang kedua adalah variasi suhu ruang penyimpanan yang terdiri dari (100C, 150C dan 280C), dengan demikian terdapat 12 kombinasi perlakuan. Masing-masing kombinasi perlakuan diulang sebanyak 3 kali dan setiap kombinasi perlakuan terdiri atas 9 nampan dengan bobot buah tomat yang disimpan sebanyak 56 kg. Untuk satuan percobaan dapat digambarkan sebagaimana *layout* penelitian yang disajikan pada tabel berikut.

Tabel *Layout* kombinasi perlakuan

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| suhu | oksigen | | | |
| 3% (O1) | 10% (O2) | 15% (O3) | 21% (O4) |
| 100C (T1) | O1T1 | O2T1 | O3T1 | O4T1 |
| 150C (T2) | O1T2 | O2T2 | O3T2 | O4T2 |
| 280C (T3) | O1T3 | O2T3 | O3T3 | O4T3 |

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Laju respirasi**

Pengukuran laju respirasi buah tomat selama proses penyimpanan dilakukan setiap 24 jam sekali pada jam yang sama setiap interval waktu yakni dari jam ke-0 hingga jam ke-336 (hari ke-0 sampai hari ke-14). Data yang diambil pada saat pengamatan ialah laju penurunan oksigen dan laju peningkatan karbondioksida. Terjadinya penurunan oksigen karena oksigen dalam ruang simpan dikonsumsi oleh buah tomat sedangkan konsentrasi karbondioksida mengalami peningkatan dikarenakan pada saat berespirasi buah tomat memproduksi karbondioksida selama proses penyimpanan (Ryal et al., 1972).

Rata-rata laju respirasi (konsumsi O2) selama penyimpanan

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Suhu Ruang Penyimpanan (ºC) | RO2 (mm3/kg.jam) | | |  |
| 3 % | 5% | 15% | 21% |
| 10 | 0,48 | 0,33 | 0,70 | 2,56 |
| 15 | 0,34 | 1,05 | 1,07 | 3,31 |
| 28 | 0,38 | 2,56 | 2,16 | 3,78 |

Rata-rata laju respirasi (produksi CO2) selama penyimpanan

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Suhu Ruang Penyimpanan (ºC) | RCO2 (mm3/kg.jam) | | |  |
| 3 % | 5% | 15% | 21% |
| 10 | 3,16 | 0,80 | 0,71 | 2,43 |
| 15 | 2,56 | 4,31 | 1,00 | 3,13 |
| 28 | 5,41 | 3,98 | 2,79 | 4,72 |

Pada suhu 100C laju respirasi tertinggi terdapat pada buah tomat yang disimpan pada kondisi oksigen ruang simpan 21% yaitu sebesar 2,56x10-6m3/kg.jam dan 2,43x10-6 m3/kg.jam. Pada suhu 150C laju respirasi tertinggi terdapat pada buah tomat yang disimpan pada kondisi oksigen ruang simpan 21% yaitu sebesar 3,31x10-6 m3/kg.jam dan 3,13x10-6 m3/kg.jam. Pada suhu 280C laju respirasi tertinggi juga terdapat pada buah tomat yang disimpan pada kondisi oksigen ruang simpan 21% yaitu sebesar 3,8x10-6m3/kg.jam dan 4x10-6 m3/kg.jam. Menurut Singh (2013) laju respirasi tomat pada suhu 280C adalah sebesar 70 mg/kg.jam dan pada suhu 150C laju respirasi tomat sebesar 15 mg/kg.jam.

Grafik laju respirasi (konsumsi oksigen) pada suhu 100C

Grafik laju respirasi (konsumsi oksigen) pada suhu 150C

Grafik laju respirasi (konsumsi oksigen) pada suhu 280C

**Susut bobot**

Dalam penelitian ini dapat diketahui bahwa seiring dengan berjalannya waktu bobot buah tomat mengalami penyusutan dari waktu ke waktu. Hal ini sangat berpengaruh terhadap persentase penyusutan buah tomat. Penyusutan bobot buah tomat dari waktu ke waktu diketahui dari hasil pengamatan yang dilakukan dari jam ke-0 hingga jam ke-336 selama proses penyimpanan berlangsung.

(a)

(b)

(c)

(d)

Grafik Perubahan susut bobot selama penyimpanan dengan variasi konsentrasi oksigen; (a) 3%, (b) 10%, (c) 15%, dan (d) 21%

Hasil analisis statistik dapat diketahui bahwa interaksi antara variasi konsentrasi oksigen dan variasi suhu ruang simpan menunjukkan ada pengaruh nyata terhadap penurunan susut bobot buah tomat selama peroses penyimpanan.

Hasil analisis statistik susut bobot buah tomat

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Suhu | Konsentrasi O2 | | | |
| 3% | 10% | 15% | 21% |
| 100C | 4,2±0,4b | 4,8±0,2b | 8,7±3,2e | 3,6±0,2b |
| 150C | 3,9±0,1a | 4,8±0,7b | 3,7±0,1b | 4,5±0,4b |
| 280C | 17,3±9,0a | 18,2±8,4d | 16,7±8,4c | 15,1±5,0f |

*Superscript* yang berbeda menunjukkan bahwa konsentrasi oksigen berbeda nyata pada p<0,05

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa kombinasi perlakuan konsentrasi oksigen 3% dan suhu 150C tidak berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan konsentrasi oksigen 3% dan suhu 280C tetapi kedua perlakuan tersebut berbeda nyata dengan sepuluh kombinasi perlakuan lainnya. Kombinasi perlakuan konsentrasi oksigen 3% dan suhu 100C menunjukkan tidak ada beda nyata dengan kombinasi perlakuan konsentrasi oksigen 10% dan suhu 150C, kombinasi perlakuan konsentrasi oksigen 21% dan suhu 100C, kombinasi perlakuan konsentrasi oksigen 10% dan suhu 100C, kombinasi perlakuan konsentrasi oksigen 21% dan suhu 150C, serta kombinasi perlakuan konsentrasi oksigen 15% dan suhu 150C tetapi berbeda nyata dengan keenam kombinasi perlakuan lainnya.

Selain itu kombinasi perlakuan konsentrasi oksigen 15% dan suhu 280C, kombinasi perlakuan konsentrasi oksigen 10% dan suhu 280C, kombinasi perlakuan konsentrasi oksigen 15% dan suhu 100C, serta kombinasi perlakuan konsentrasi oksigen 21% dan suhu 280C masing-masing menunjukkan saling berbeda nyata dengan sebelas kombinasi perlakuan lainnya. Berdasarkan hasil analisa diketahui bahwa persentase nilai susut bobot terbesar terdapat pada kombinasi perlakuan konsentrasi oksigen 21% dan suhu 280C. Ketersediaan oksigen yang melimpah dan kondisi suhu ruang penyimpanan sama dengan kondisi lingkungan hal inilah yang menyebabkan laju respirasi buah tomat berjalan dengan cepat sehingga persentase susut bobot buah tomat sangat tinggi selama proses penyimpanan berlangsung (Fonseca et al., 2002). Semakin cepat laju respirasi buah tomat menyebabkan semakin besar pula persentase susut bobot buah tomat (Sari et al., 2013). Sedangkan untuk persentase nilai susut bobot terkecil terdapat pada kombinasi perlakuan konsentrasi oksigen 3% dan suhu 150C. Kondisi ketersediaan oksigen yang rendah dalam ruang simpan disertai dengan suhu ruang yang optimum hal inilah menyebabkan laju respirasi buah tomat dapat ditekan dan dihambat selama proses penyimpanan berlangsung (Chitravati, 2015).

**Uji kekerasan buah**

Dalam penelitian ini pengukuran kekerasan kulit buah dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan yang terdapat di laboratorium Teknik Lingkungan dan Bangunan Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Sebelum digunakan alat tersebut dikalibrasikan terlebih dahulu dengan cara disambungkan pada perangkat lunak komputer. Adapun tujuan dari pengkalibrasian tersebut ialah agar data yang diperoleh memiliki tingkat akurasi yang tinggi. Pengukuran dilakukan 24 jam sekali pada waktu yang sama di setiap interval waktu. Untuk masing-masing sampel data diambil 3 kali kemudian dirata-rata untuk dijadikan data akhir dan dinyatakan dalam satuan (Kgf).

(a)

(b)

(c)

(d)

Grafik perubahan kekerasan buah selama penyimpanan dengan variasi konsentrasi oksigen; (a) 3%, (b) 10%, (c) 15%, dan (d) 21%

Pada kondisi suhu ruang simpan yang dingin kulit buah tomat cenderung keras hal ini dikarenakan terjadi penghambatan berbagai macam aktivitas enzim yang berlangsung dalam buah tomat sehingga proses degradasi dinding sel tidak dapat berlangsung normal (Trihabsari, 1991). Data yang digunakan untuk dianalisis statistik ialah data hasil pengamatan pada hari ke-10. Sebelum dianalisis data hasil pengamatan tersebut dilakukan uji homogennitas terlebih dahulu menggunakan *Levene’s test*. Hal ini dilakukan agar data hasil analisis diakui validitasnya. Hasil analisis statistik kekerasan kulit buah tomat selama proses penyimpanan disajikan pada tabel berikut.

Hasil analisis statistik perubahan kekerasan kulit buah tomat

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Suhu | Konsentrasi O2 | | | |
| 3% | 10% | 15% | 21% |
| 100C | 6,7±1,1b | 7,7±0,1c | 7,3±0,1b | 7,0±0,2b |
| 150C | 7,4±0,0b | 7,1±0,2b | 7,1±0,1b | 6,0±1,2b |
| 280C | 5,9±0,1a | 7,4±0,1b | 7,3±0,1b | 7,0±0,1b |

*Superscript* yang berbeda menunjukkan bahwa konsentrasi oksigen berbeda nyata pada p<0,05

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa interaksi perlakuan variasi oksigen dan suhu ruang simpan berpengaruh secara signifikan terhadap perubahan kekerasan kulit buah tomat selama proses penyimpanan. Pada kondisi suhu rendah (100C dan 150C) laju perubahan kekerasan kulit buah tomat dapat dihambat hal ini dikarenakan kondisi suhu rendah pada ruang simpan dapat menghambat semua proses metabolisme yang terjadi pada buah tomat. Ketika proses metabolisme berhasil dihambat maka degradasi pectin dan hemiselulosa pun dapat dihambat sehingga daging buah tomat tetap mengeras (Rohmana, 2000). Selain pada kondisi suhu rendah, pada kondisi konsentrasi oksigen yang rendah laju perubahan kekerasan kulit buah tomat juga dapat dihambat. Pada konsentrasi oksigen 3%, 10%, 15% laju perubahan kekerasan kulit buah tomat dapat dihambat hal ini dikarenakan semua aktivitas fisiologis buah tomat tidak dapat berjalan normal akibat dari kurangnya asupan oksigen.

Dari hasil analisis statistik perubahan kekerasan kulit buah tomat dapat diketahui bahwa kombinasi perlakuan konsentrasi oksigen 3% pada suhu ruang 280C berbeda nyata dengan ke-11 kombinasi perlakuan lainnya. Sedangkan untuk kombinasi perlakuan konsentrasi oksigen 3% dan suhu ruang 100C, konsentrasi oksigen 21% dan suhu ruang 150C, konsentrasi oksigen 21% dan suhu ruang 280C, konsentrasi oksigen 21% dan suhu ruang 100C, konsentrasi oksigen 10% dan suhu ruang 150C, konsentrasi oksigen 15% dan suhu ruang 150C, konsentrasi oksigen 15% dan suhu ruang 100C, konsentrasi oksigen 15% dan suhu ruang 280C, konsentrasi oksigen 3% dan suhu ruang 150C, serta konsentrasi oksigen 10% dan suhu ruang 280C masing-masing saling menunjukkan tidak ada beda nyata namun berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan konsentrasi oksigen 3% dan suhu ruang 280C serta konsentrasi oksigen 10% dan suhu ruang 100C. Kombinasi perlakuan konsentrasi oksigen 10% dan suhu ruang 100C menunjukkan ada beda nyata dengan ke-11 kombinasi perlakuan lainnya. Dari hasil uji Duncan juga dapat diketahui bahwa laju perubahan kekerasan kulit buah tomat tertinggi terdapat pada kombinasi perlakuan oksigen 10% dan suhu 100C (O2T1) sedangkan nilai laju perubahan kekerasan kulit buah tomat terendah terdapat pada kombinasi perlakuan oksigen 3% pada kondisi suhu ruang 280C (O1T3).

**Total padatan terlarut**

Total padatan terlarut pada produk hortikultura cenderung meningkat dari waktu ke waktu hal ini dikarenakan asam organik dalam buah dan sayuran terus mengalami degradasi dan kemudian diubah menjadi gula (Hakim et al., 2012). Akan tetapi nilai total padatan terlarut dalam penelitian ini malah cenderung fluktuatif namun terus menurun ketika memasuki interval waktu beberapa hari terakhir. Hal ini sesuai dengan apa yang dikemukakan oleh Biale dan Young (1971) bahwa kecenderungan yang umum ialah mula-mula terdapat kenaikan kandungan gula yang tinggi kemudian disusul dengan penurunan, pada buah klimaterik keadaan seperti ini menjadi penandanya.

Hasil analisis statistik perubahan total padatan terlarut buah tomat selama proses penyimpanan disajikan pada tabel berikut.

Hasil analisis statistik total padatan terlarut buah tomat

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Suhu | Konsentrasi O2 | | | |
| 3% | 10% | 15% | 21% |
| 100C | 3,79±0,0 a | 4,02±0,0b | 3,98±0,1a | 4,06 ±0,1b |
| 150C | 3,92±0,0a | 3,52±0,5a | 4,02±0,1b | 4,03±0,1b |
| 280C | 3,99±0,0 b | 4,10±0,1c | 3,96±0,2a | 4,02±0,1b |

*Superscript* yang berbeda menunjukkan bahwa konsentrasi oksigen berbeda nyata pada p<0,05

Interaksi antara kombinasi perlakuan variasi konsentrasi oksigen dan variasi suhu ruang simpan berpengaruh nyata terhadap parameter total padatan terlarut. Apabila terjadi perubahan pada variasi konsentarsi oksigen dan variasi suhu dalam ruang simpan maka nilai total padatan terlarut buah tomat akan ikut berubah (Arsy, 2018). Hal ini dikarenakan kombinasi perlakuan anatra variasi konsentrasi oksigen dan variasi suhu dalam ruang penyimpanan secara signifikan berpengaruh nyata terhadap parameter total padatan terlarut buah tomat selama proses penyimpanan.

Dari tabel hasil analisis statistik total padatan terlarut buah tomat dapat diketahui bahwa kombinasi perlakuan konsentrasi oksigen 10% dan suhu ruang simpan 150C tidak berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan konsentrasi oksigen 10% dan suhu ruang simpan 100C, konsentrasi oksigen 10% dan suhu ruang simpan 150C, konsentrasi oksigen 15% dan suhu ruang simpan 280C, serta kombinasi perlakuan konsentrasi oksigen 15% dan suhu ruang simpan 100C akan tetapi kelima kombinasi perlakuan tersebut masing-masing berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan konsentrasi oksigen 21% dan suhu ruang simpan 150C, konsentrasi oksigen 21% dan suhu ruang simpan 280C, konsentrasi oksigen 3% dan suhu ruang simpan 280C, konsentrasi oksigen 10% dan suhu ruang simpan 100C, konsentrasi oksigen 15% dan suhu ruang simpan 150C, konsentrasi oksigen 21% dan suhu ruang simpan 100C, serta kombinasi perlakuan konsentrasi oksigen 10% dan suhu ruang simpan 280C.

***Potential hydrogen* (pH)**

Hasil analisis statistik perubahan *potential hydrogen* (pH) buah tomat selama proses penyimpanan disajikan pada tabel berikut.

Hasil analisis statistik pH buah tomat

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Suhu | Konsentrasi O2 | | | |
| 3% | 10% | 15% | 21% |
| 100C | 3,83±0,06 a | 4,04±0,07b | 3,94±0,17a | 4,03 ±0,12b |
| 150C | 3,83±0,06a | 3,80±0,09a | 4,01±0,12b | 4,00±0,10b |
| 280C | 4,12±0,13 b | 4,10±0,10c | 3,93±0,15a | 4,00±0,10b |

*Superscript* yang berbeda menunjukkan bahwa konsentrasi oksigen berbeda nyata pada p<0,05

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa kombinasi perlakuan konsentrasi oksigen 10% dan suhu ruang simpan 150C tidak berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan konsentrasi oksigen 3% dan suhu ruang simpan 100C, konsentrasi oksigen 3% dan suhu ruang simpan 150C, konsentrasi oksigen 15% dan suhu ruang simpan 280C, serta kombinasi perlakuan konsentrasi oksigen 15% dan suhu ruang simpan 100C akan tetapi kelima kombinasi perlakuan tersebut masing-masing berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan konsentrasi oksigen 21% dan suhu ruang simpan 150C, konsentrasi oksigen 21% dan suhu ruang simpan 280C, konsentrasi oksigen 3% dan suhu ruang simpan 280C, konsentrasi oksigen 10% dan suhu ruang simpan 100C, konsentrasi oksigen 15% dan suhu ruang simpan 150C, konsentrasi oksigen 21% dan suhu ruang simpan 100C, serta kombinasi perlakuan konsentrasi oksigen 10% dan suhu ruang simpan 280C.

**KESIMPULAN**

1. Alat *Modified Atmosphere Storage* dapat dibuat dengan merubah komposisi gas dari ruang penyimpanan dengan mengalirkan gas nitrogen untuk menurunkan konsentrasi oksigen dalam ruang simpan.
2. Berdasarkan hasil analisis statistika kombinasi perlakuan variasi konsentrasi oksigen dan variasi suhu alat berpengaruh nyata terhadap parameter laju respirasi, susut bobot, total padatan terlarut, *potential hydrogen* (pH), dan *firmnes*.
3. Berdasarkan hasil analisis statistik secara keseluruhan untuk semua parameter dalam penelitian ini kombinasi perlakuan terbaik terdapat pada kombinasi perlakuan konsentrasi oksigen 10% dan suhu 150C.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Universitas Gadjah Mada yang memberikan hibah melalui program anggaran Rancangan Tugan Akhir (RTA).

**DAFTAR PUSTAKA**

Abdul, Rizal, 2008, *Perancangan Percoban Untuk Penelitian Agroteknologi*: Wimaya press, UPN “Veteran” Yogyakarta.

Apriyanti, M. 2013. *Analisis Matematis Laju Respirasi dan Perubahan Sifat fisik Buah Tomat (Lycipersicum esculentum Mill) Dibawah Pengaruh Vibrasi dan Suhu Penyimpanan*, *Tesis*, Fakultas Teknologi Pertanian,Universitas Gadjah Mada.

Arsy, D. S. 2018. *Analisis Matematis Pengaruh Suhu dan Konsentrasi Oksigen Oksigen Ruang Simpan Terhadap Laju Respirasi dan Perubahan Kualitas Buah Salak Pondoh (Salacca edulis)*. *Skripsi*. Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Biale, J, B, dan R, E, Young. 1971. *The Avocado Pear*, dalam *Hulme, A, C,* The Biochemistry of Fruit and Their Produce, Volume 2, Academis press, London.

Bintoro, N. 2019. *Laporan Pertanggungjawaban Penelitian*. Program studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada

BPS dan Dirjen BP Hortikultura, 2011, *Produksi Tomat*, Jakarta.

Chitravati, 2015. *Influence of Modified Atmosphere Pacakaging on Self-Life of Green Chllies* (*Capsicum annum L*.). Food Pacakging and Self-Life 4,19.

Fauziati. 2004. *Prospek Agribisnis Hortikultura*. Diakses dari <http://www.fauziati.go.id> diakses pada hari Sabtu, 15 Februari 2020 pukul 20.00 WIB.

Fonseca, S. C., Oliveira, F. A. R., Frias, J.M., Brecht, J.K., Chau, K. V., 2002. *Modelling Respiration Rate Of Shredded Galega Kale For Development Of Modified Atmosphere Packaging*. Journal of food engineering 54 (4), 299-307.

Hakim, A. Md. K Islam, Md. Ibrahim, Md J. Hossain, N.A. Ara and K. Md. F. Haque. 2012. *Status Of The Bahvioural Patern Of Biochemical Properties Of Banan In The Storage Condition*. *International Journal of Bioscince (IJB)*. Vol. 2(8): 83-94.

Husas, S. H. 2009. *Likopen Dalam Tomat*. Sinartani, Bogor.

Rohmana, 2000. *Aplikasi Zat Pengatur Tumbuh Dalam Penanganan Pasca Panen Pisang Canvendish* (*Musa canvendihhii L*.) Bogor: Institut Pertanian Bogor

Ryal, A. L dan Lipton, W.J. 1972. *Handling, Transportation and Storage Of Fruit and Vegetables*. Vol. I: Vegetables and Melons. AVI pub., Westport, Conneccitut.

Sari, D. A., dan Hadiyanto, H. 2013. *Teknologi dan Metode Penyimpanan Makanan sebagai Upaya Memperpanjang Shelf Life.* Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan, 2:52-59

Singh, R. 2013, *Respiratory Behavior Of Turning Stage Mature Tomato Under Closed System at Different Temperature*. Journal Food Science Technology/(2013) 5 (2) 78.84.