

Dinamika Suhu dan Kelembaban Udara pada Penyimpanan Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Bibit Tipe Para-Para

*Dynamics of Air Temperature and Humidity on Storage of Potato (*Solanum Tuberosum* L.) Seeds Type Para-Para*

M. Ikram, Yohanes Setiyo*, I Gusti Ketut Arya Arthawan

Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Badung, Bali, Indonesia

*email: yohanes@unud.ac.id

Abstrak

Petani di Bali belum mampu menghasilkan bibit yang baik akibat kegagalan di tahap penyimpanan dan masih tergantung pada bibit kentang kelompok G2-G4 yang didatangkan dari luar. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dinamika suhu udara dan kelembaban udara (RH) selama penyimpanan kentang bibit dan perubahan fisik umbi bibit kentang hasil penyimpanan. Parameter yang diukur antara lain suhu dan kelembaban selama penyimpanan kentang, analisis neraca massa dan energi, perhitungan panas respirasi, panas untuk menaikkan suhu kentang, panas untuk menguapkan air serta panas yang hilang ke lingkungan dengan pendekatan model matematik sederhana. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu cenderung membentuk pola polinomial orde dua atau kuadratik, sedangkan RH cenderung membentuk pola linier. Suhu ruang penyimpanan kentang berada pada kisaran 29,50 °C - 29,09 °C dan RH berada pada kisaran 73,00% - 81,80%. Nilai panas respirasi bervariasi antara 470,26 - 491,30 Watt. Panas yang dihasilkan dari proses respirasi adalah sebesar 72 -143 watt, panas untuk menaikkan suhu umbi kentang sekitar kentang adalah 2,02 Watt; 1,81 Watt; 3,80 Watt; 2,60 Watt; 10,70 Watt; dan 15,20 Watt. Panas yang hilang ke lingkungan membentuk pola linier. Para-Para mampu menciptakan kondisi penyimpanan dan penyediaan oksigen yang, untuk perubahan fisik hampir tidak ada.

Kata kunci: *dinamika suhu dan kelembaban, kentang, para-para, pindah panas*

Abstract

Farmers in Bali have not been able to produce good seeds due to failures at the storage stage and are still dependent on potato seeds from the G2-G4 group imported from outside. The aim of this study was to determine the dynamics of air temperature and humidity (RH) during the storage of potato seeds and the physical changes of potato seed tubers after storage. Parameters measured included temperature and humidity during storage of potatoes, analysis of mass and energy balances, calculation of respiration heat, heat for increasing the temperature of potatoes, heat for water evaporation, and heat lost to the environment with a simple mathematical model approach. The results showed that temperature tends to form a quadratic polynomial pattern, while RH tends to form a linear pattern. The temperature of the potato storage room was in the range of 29.50 °C - 29.09 °C and the RH was in the range of 73.00% - 81.80%. Respiration heat value varies between 470.26 - 491.30 Watts. The heat generated from the respiration process is 72 -143 watts, the heat to raise the temperature of the potato tubers around the potatoes is 2.02 Watts; 1.81 Watts; 3.80 Watts; 2.60 Watts; 10.70 Watts; and 15.20 Watts. The heat lost to the environment forms a linear pattern. Para-Para is capable of creating conditions for the storage and supply of oxygen that, for physical change, are almost non-existent.

Keywords: *dynamics of temperature and humidity, heat transfer, para-para, potatoes*

PENDAHULUAN

Kentang (*Solanum tuberosum* L.) adalah salah satu komoditas hortikultura dari kelompok umbi-umbian yang memiliki kapasitas luar biasa sebagai pemasok karbohidrat (Purnomo et al., 2014). Menurut (Amarullah et al., 2019), kentang (*Solanum tuberosum* L.) merupakan produk penting yang pengembangannya menjadi prioritas karena memiliki nilai ekonomi yang tinggi dan berpotensi

untuk mendukung diversifikasi pangan. (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2018), memberitahukan bahwa kentang termasuk dari 17 tipe sayuran semusim yang diekspor oleh Indonesia. Berdasarkan data (Badan Pusat Statistik Provinsi Bali, 2020), produksi kentang di Bali sebesar 114 ton per tahun. Produk pangan ini adalah salah satu sayuran semusim dengan produksi terbanyak urutan keempat (Aghdam et al., 2018). Kentang dibudidayakan petani dari bulan April - Oktober

setiap tahunnya. Oleh sebab itu, kebutuhan bibit kentang di Bali setiap tahunnya mencapai 1 sampai 2 ton (Badan Pusat Statistik Provinsi Bali, 2020). Petani di Bali dalam budidaya kentang masih tergantung pada bibit kentang kelompok Generasi 2-Generasi 4 yang didatangkan dari Malang ataupun Lembang (Setiyo et al., 2017), sebab hasil pembibitan oleh petani Bali kerusakan masih lebih dari 50% (Setiyo et al., 2018). Oleh karena itu, petani menggunakan bibit kentang dari kelompok G5-G7 untuk menghemat biaya produksi.

Dalam menjaga kualitas untuk bibit kentang harus disimpan sampai bertunas pada kondisi: suhu ruangan 25°C-30°C dan kelembaban udara dibawah 80% (Setiyo et al., 2017). Untuk menjaga kualitas bibit kentang hal utama selain proses budidaya adalah proses penyimpanan. Bibit golongan G2, G3 dan G4 ditanam di lahan terbuka dan disimpan dalam kapasitas 30-75 kg, suhu ruangan (24-31°C), kelembaban relatif (75-85%), dan tidak ada cahaya. Saat penanganan, bibit kentang harus dijauhkan dari memar, goresan, ulat dan busuk, sehingga harus dipanen dengan hati-hati untuk menghindari luka pada umbi dan menghindari panas matahari. Penumpukan juga merupakan faktor yang perlu dipertimbangkan untuk mencegah memar (Setiyo et al., 2017). Penyimpanan kentang dengan *traditional storage method* (TSR) dilakukan di ruangan dengan suhu, kelembaban, cahaya serta kualitas udara yang tidak dikontrol. Suhu optimal untuk penyimpanan bibit kentang adalah 8-20°C dan kelembaban udara yang optimal untuk penyimpanan kentang adalah 85% (Eltawil et al., 2006).

Masalah penyimpanan kentang bagi petani di Bali antara lain kualitas benih kentang hasil budidaya metode tradisional dan generasi bibit yang tidak terkendali, metode penyimpanan benih kentang dengan TSR suhu; dan cahaya tidak terkontrol (Setiyo et al., 2020). Menurut Purnomo et al. (2017), aliran udara secara paksa alami di tumpukan umbi kentang, berdampak pada pengendalian suhu serta kelembaban udara. Dampak lain yang ditimbulkan adalah pengendalian perpindahan panas yang terjadi di sistem penyimpanan dan pengendalian kelembaban udara pada sistem tersebut. Kedua hal ini menjadi hal pokok dalam pengontrolan suhu dan kelembaban udara selama penyimpanan umbi kentang bibit. Penyimpanan bahan pangan dengan sistem para-para antara lain umbi kentang ditumpuk pada para-para, ada pori-pori (rongga udara) antar umbi kentang, dan rongga udara terisi uap air hasil penguapan dari umbi dan udara. Adanya ketiga hal ini berdampak pada perubahan suhu dan kelembaban udara, karena umbi kentang masih melakukan proses fisiologis (respirasi).

Proses respirasi menghasilkan uap air yang meningkatkan kelembaban udara di sekitar umbi kentang yang disimpan. Selain itu proses ini juga menghasilkan panas yang dapat meningkatkan suhu lingkungan dan suhu umbi kentang. Oleh sebab itu mengkaji secara matematik proses perpindahan panas dan perpindahan massa selama penyimpanan umbi kentang di para-para adalah penting. Komponen pindah panas antara lain panas respirasi, panas untuk menaikkan suhu kentang, panas untuk menaikkan suhu udara, dan panas yang hilang kelingkungan. Komponen perpindahan massa adalah jumlah air yang diuapkan dari umbi kentang dan peningkatan kelembaban udara (Setiyo et al., 2017). Untuk menjaga kualitas bibit kentang hal utama selain proses budidaya adalah proses penyimpanan. Bibit golongan G2, G3, dan G4 ditanam di lahan terbuka dan disimpan dalam kapasitas 50 kg, suhu ruangan (24-31°C), kelembaban relatif 75-85%, dan tidak ada cahaya. Saat penanganan, bibit kentang harus dijauhkan dari memar, goresan, ulat dan busuk, sehingga harus dipanen dengan hati-hati untuk menghindari luka pada umbi dan menghindari panas matahari. Penumpukan juga merupakan faktor yang perlu dipertimbangkan untuk mencegah memar (Setiyo et al., 2017).

Penyimpanan kentang dengan *traditional storage method* (TSR) dilakukan di ruangan dengan suhu, kelembaban, cahaya serta kualitas udara yang tidak dikontrol. Suhu optimal untuk penyimpanan bibit kentang adalah 8-20°C dan kelembaban udara yang optimal untuk penyimpanan kentang adalah 85% (Eltawil et al., 2006). Akibat dari metode penyimpanan TSR dengan model umbi kentang tetap di dalam karung, dihamparkan di lantai atau ada di keranjang maka kerusakan umbi selama penyimpanan akibat serangga serta fungi mencapai 25-50% (Setiyo et al., 2017). Oleh karena itu metode ini tidak dipergunakan di industri pembibitan kentang dan mereka mempergunakan metode penyimpanan kentang *Difus light stronge* (DLS) lebih baik dari pada TSR. Adanya sistem ventilasi yang mengalirkan udara pada tumpukan umbi kentang bibit efektif harus digunakan untuk mengurangi kerugian. Respirasi konvektif mengontrol panas, suhu, kelembaban relatif dan difusi cahaya yang dihasilkan selama respirasi untuk mengontrol dormansi benih (Babarinsa & Williams, 2015).

METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di Laoratorium Rekayasa dan Perbengkelan Program Studi Teknik

Pertanian dan Biosistem Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana pada bulan Februari-April 2022.

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan: kentang varietas Granola kelompok G3 hasil budidaya petani Kintamani yang dipanen pada umur 90 hari. Adapun alat penyimpanan kentang bibit tipe para-para memiliki spesifikasi seperti yang ditunjukkan oleh **Tabel 1**.

Tabel 1. Spesifikasi alat Para-Para

Parameter	Nilai
Panjang	300 cm
Lebar	80 cm
Tinggi	275 cm
Jumlah rak	6 buah
Jarak antar rak	30 cm
Kapasitas rak	50 Kg umbi kentang (tebal umbi kentang di masing-masing rak 15 Cm

Ukuran umbi yang dipergunakan adalah panjang kentang 41 mm, lebar 42 mm, dan tinggi 35 mm. Untuk alat yang dipergunakan pada penelitian

adalah: menyimpan kentang tipe para-para dengan sistem aliran udara alami, thermometer digital, hygrometer, timbangan analitik.

Rancangan Percobaan

Umbi kentang bibit yang disimpan adalah varietas Granola kelompok G3 hasil budidaya petani di Desa Belacan Kecamatan Kintamani Kabupaten Bangli. Umbi kentang hasil panen dari petani disortasi berdasarkan berat dan kualitas umbi (luka di bagian kulit dan kemulusan kulit serta *sphericity*), dicuci dan direndam pada larutan desinfektan, ditiriskan, dikeringkan, diletakkan di rak para-para.

Parameter Penelitian Dalam penyimpanan kentang terjadi proses respirasi yang menghasilkan uap air yang mengakibatkan kelembaban udara di sekitar penyimpanan umbi kentang, selain itu proses ini juga menghasilkan panas yang dapat meningkatkan suhu lingkungan dan umbi kentang. Oleh sebab itu mengkaji secara matematik proses perpindahan panas dan perpindahan masa selama penyimpanan di Para-Para. Adapun rumus yang digunakan mengacu pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Parameter dan rumus

Parameter	Rumus
Konduktivitas panas bahan, Watt/cm ² -°C	$K_p = 0,148 + 0,00493M$
Panas Spesifik, J/kg-°C	$C_p = 33,47.M + 837$
Koefisien Perpindahan Panas Konveksi (hp), Watt/m- C	$h_p = \frac{N_u \cdot K_u}{D}$
Nuselt Number	$Nu = 0,8(Re)^{0,7}(Pr)^{0,33}$
Prank Number	$Pr = 0,7-1,0$
Reynold Number	$Re = \frac{V_{air} \cdot \rho_{air} \cdot D}{\eta}$
Panas Respirasi (Qp), kJ/kg-hari	$Q_p = 19,4(e)^{0,108} \cdot \Theta$
Diameter Kentang (D), m	Diukur dari 120 sampel
Konduktivitas Udara (ka) J/cm2- Oc	Dari tabel
Kerapatan Udara (ρ), kg/m ³	Dari grafik psikometrik
Viskositas Dinamis Udara	Dari grafik psikometrik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai Parameter Pindah Panas

Nilai Parameter pindah panas pada penyimpanan kentang di Para-Para akibat aliran udara alami. Adapun hasil yang didapatkan seperti pada **Tabel 3**. Para-para di ruang penyimpanan terdiri dari: umbi kentang, udara dan uap air. Akibat proses fisiologis umbi kentang (respirasi) dengan luaran utama uap air dan energi maka terjadi perubahan-perubahan parameter-parameter tersebut, serta terjadi aliran udara secara alami akibat perubahan tekanan udara di setiap titik penyimpanan (tinggi rak).

Dinamika Suhu

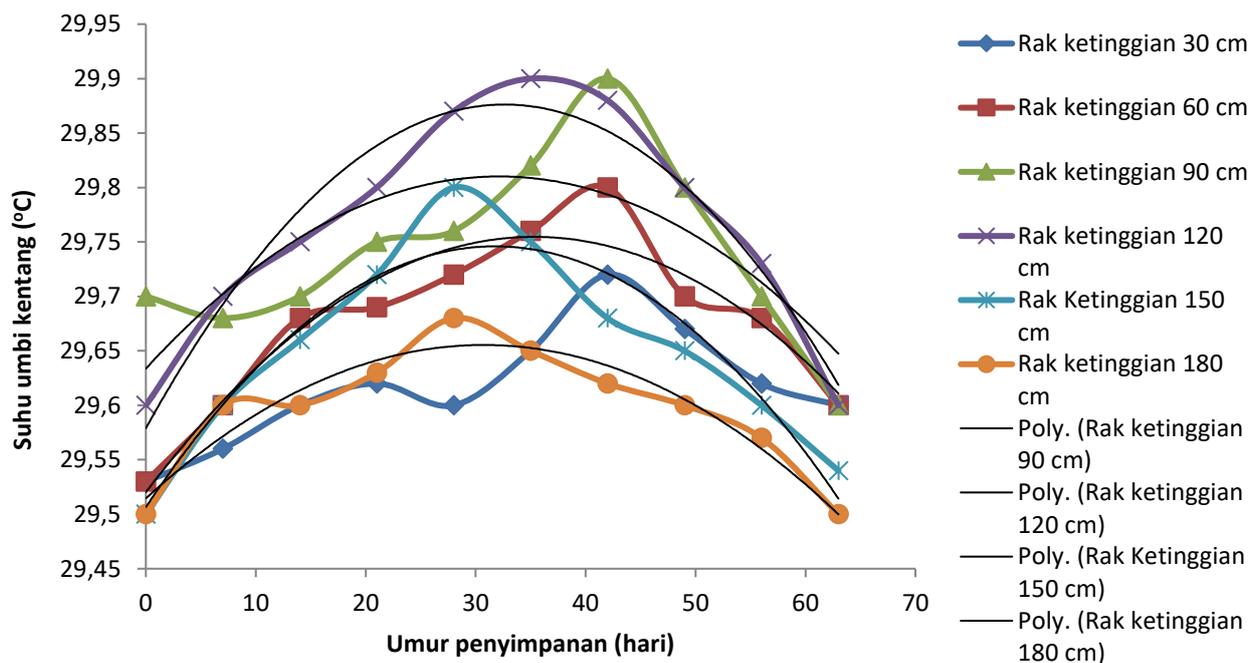
Gambar 1 memperlihatkan bahwa selama penyimpanan kentang suhu umbi kentang cenderung membentuk pola polynomial orde dua atau kwadratik. Suhu umbi naik pelan-pelan hingga mencapai puncak di hari ke 35 atau 42 dari 29.5 – 29,7°C menjadi 29,65 – 29,9°C. Selanjutnya mulai hari ke 42 sampai hari ke 63 suhu umbi kentang mengalami penurunan sampai suhu setara dengan suhu lingkungan (29.5 – 29,7°C). Persamaan matematik hubungan antara umur penyimpanan dengan suhu umbi di masing-masing rak-1, rak-2, rak-3, rak-4, rak-5, dan rak-6 masing-masing adalah: $y = -0.0001x^2 + 0.0092x + 29.515$, $y = -0.0002x^2 +$

$0.0151x + 29.507$, $y = -0.00029x^2 + 0.0144x + 29.502$, $y = -0.0003x^2 + 0.0182x + 29.579$, $y = -0.0002x^2 + 0.0144x + 29.502$, dan $y = -0.0002x^2 + 0.0144x + 29.502$. dengan nilai r^2 adalah 0,91-0,94. Selain itu, penyimpanan nilai dari a di rak 3 atau rak 4 ($a = -0.0003$) lebih besar dari rak 5, rak 2, rak 1

dan rak 6 (-0.0001). Nilai koefisien a di rak 3 dan rak 4 sebesar -0,029 dan -0,0003 adalah lebih besar dibandingkan rak-1, rak-2, rak-5 dan rak-6, hal ini menunjukkan proses respirasi di rak ini lebih baik karena ketersediaan oksigen dan aerasi alami di bagian rak ini.

Tabel 3 Nilai parameter dan rumus

Parameter	Nilai
Konduktivitas panas bahan, Watt/cm ² -°C	0.152
Panas Spesifik, J/kg-°C	867,12
Koefisien Perpindahan Panas Konveksi (hp), Watt/m- C	40.34
Nuselt Number	152.54
Prank Number	0.82
Reynold Number	187.00
Panas Respirasi (Qp), kJ/kg-hari	0,399
Diameter Kentang (D), m	0.05
Konduktivitas Udara (ka) J/cm2- Oc	0.046
Kerapatan Udara (ρ), kg/m ³	1.2
Viskositas Dinamis Udara	1.93E-05



Gambar 1. Hubungan antara hari penyimpanan dan suhu umbi kentang disetiap rak

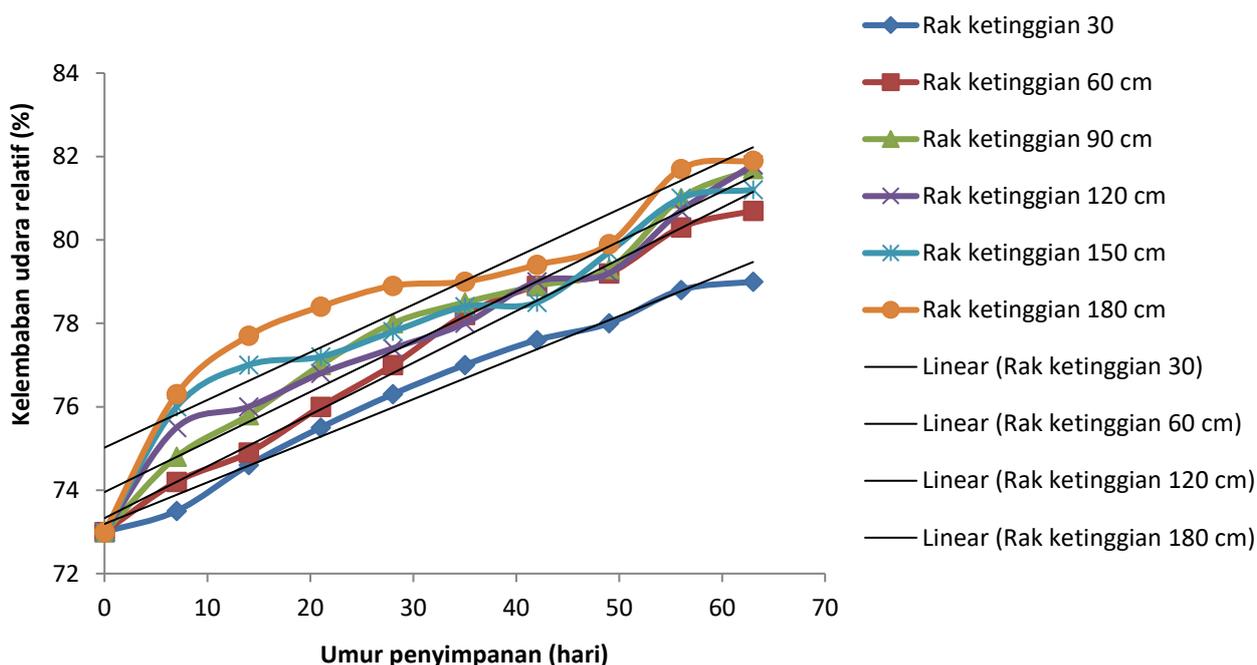
Pola ini menunjukkan hasil yang mirip dengan penelitian dari (Ndukwu & Manuwa, 2015), yang menunjukkan suhu proses cenderung stabil selama penyimpanan, sementara itu pada minggu ke-5 dan ke-10 terjadi penurunan suhu. **Gambar 1** menunjukkan suhu dalam ruang penyimpanan dipengaruhi oleh proses respirasi kentang yang disimpan. Menurut (Kosasih & Ronald, 2014) menjelaskan bahwa suhu dalam ruangan

penyimpanan sangat tergantung pada perpindahan panas dan masa akibat respirasi pada tumpukan kentang. Suhu umbi kentang yang disimpan di para-para tanpa aerasi paksa atau dengan aerasi secara alami pada kisaran 29,50 °C – 29,90 °C masih pada kondisi normal, hal ini sesuai dengan penelitian (Setiyo et al., 2017), sehingga konstruksi para-para dengan jarak antar rak 30 cm dan ketebalan umbi di rak penyimpanan maksimum 15 cm adalah baik.

Dinamika Kelembaban

Hasil temuan pada kelembaban pada ruangan penyimpanan dengan sistem para – para berkisaran 73,00 - 81,80 %, menurut (Setiyo et al., 2017), kelembaban ideal pada alat penyimpanan bibit kentang berkisaran dibawah 80%. Oleh sebab itu penyimpanan dengan sistem para-para ini masih pada kisaran ideal. Fenomena perbedaan kelembaban udara terjadi antara rak penyimpan, semakin tinggi rak maka kelembaban udara semakin meningkat, peningkatan kelembaban udara di rak yang lebih tinggi sebagai akibat akumulasi uap air dari rak sebelumnya. Rata-rata kelembaban udara

rak-1, rak-2, rak-3, rak-4, rak-5 dan rak-6 adalah: $76,3 \pm 2,1\%$, $77,2 \pm 2,6\%$, $77,8 \pm 2,7\%$, $77,8 \pm 2,4\%$, $78,0 \pm 2,4\%$, dan $78,1 \pm 2,1\%$. Fenomena lain selama penyimpanan kentang adalah terjadinya peningkatan kelembaban udara di masing-masing rak seperti ditampilkan di **Gambar 2**. Hubungan antara umur penyimpanan dengan RH ruangan adalah berbentuk linier dengan persamaan masing-masing adalah: $y = 0.0997x + 73.191$, $y = 0.104x + 72.02$, $y = 0.109x + 73.02$, $y = 0.1143x + 75.02$, $y = 0.1202x + 73.955$, dan $y = 0.1242x + 73.329$.



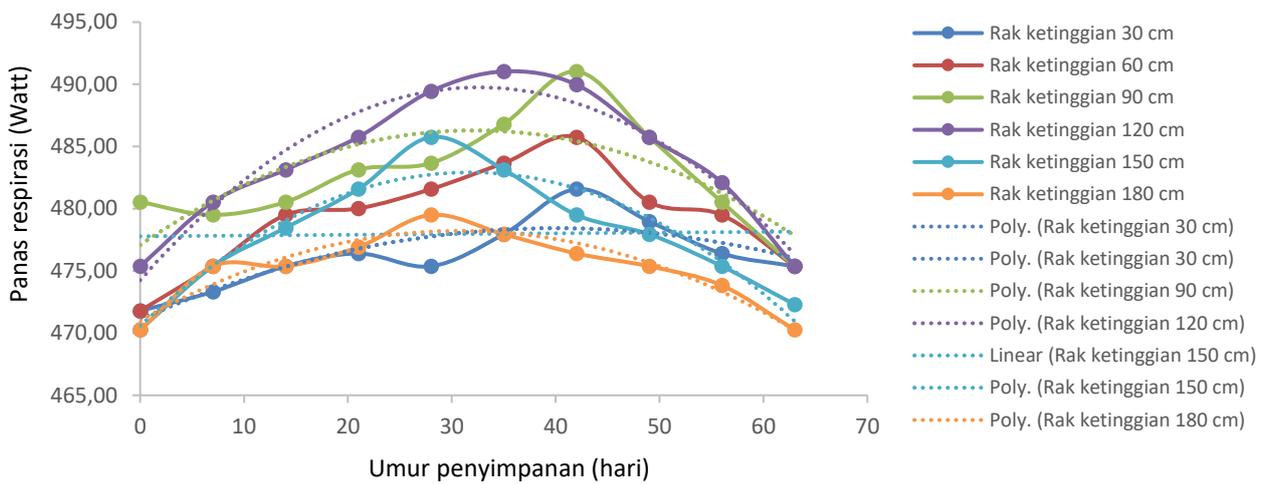
Gambar 2. Hubungan antara hari penyimpanan dan kelembaban ruangan ruang proses dalam penyimpanan

Perbedaan RH ini akibat terakumulasinya uap air pada tumpukan kentang karena proses respirasi yang menghasilkan uap air, karbon dioksida dan energy. Ketidakstabilan kelembaban baik pada ruangan penyimpanan sangat dipengaruhi sepenuhnya oleh kelembaban lingkungan. Pola ini menunjukkan hasil yang mirip dengan penelitian dari Ndukwu & Manuwa (2015) yang menunjukkan bahwa RH di ruang penyimpanan cenderung terjadi peningkatan, perbedaan fluktuasi ini terjadi karena menggunakan rata-rata hasil dari beberapa jenis produk sayur dan buah yang mempunyai tipe respirasi yang sama, sementara itu penelitian ini menggunakan produk khusus yaitu kentang.

Neraca Energi Pada Penyimpanan Umbi Kentang di Para-Para

Panas Respirasi

Suhu umbi kentang bervariasi dari 29,50 °C sampai 29,90 °C maka panas respirasi yang dihasilkan adalah 470,26 sampai 491,30 Watt. Panas respirasi selama penyimpanan mencapai puncak di hari ke 35 atau 42, hal ini sama dengan pola perubahan suhu umbi kentang. Pada umur lebih dari 30 hari umbi kentang memasuki masa dormansi sehingga aktivitas fisiologis terutama respirasi menurun. Persamaan respirasi $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{Energi (Qr)}$. Umbi kentang selama penyimpanan selalu mengalami proses fisiologis respirasi dan menghasilkan energi atau panas, panas respirasi didekati dengan persamaan empiric $Q_p = 19,4(e)^{0,108 \cdot \theta}$. Dari kedua persamaan tersebut proses respirasi sangat dipengaruhi ketersediaan oksigen, kondisi fisikokimia umbi dan kondisi lingkungan.



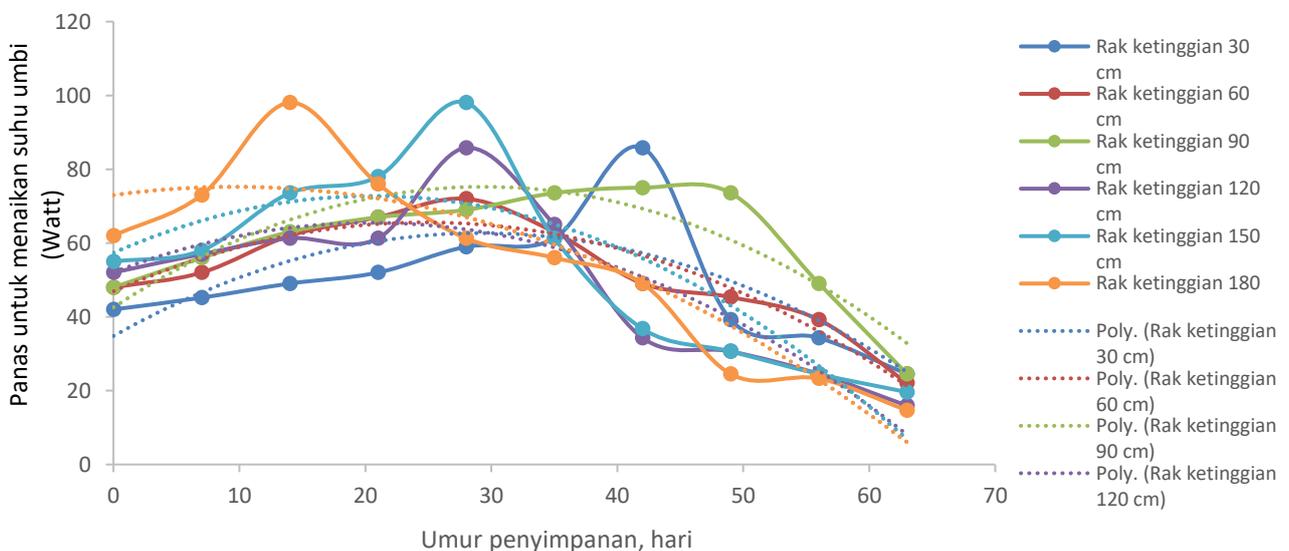
Gambar 3. Panas respirasi umbi kentang selama penyimpanan di Para-Para

Kecepatan peningkatan dan penurunan panas respirasi umbi kentang atau merupakan persamaan $y' = \pm 2ax \pm b$. Kecepatan peningkatan panas respirasi rak-1 sampai rak-6 rata-rata adalah 1,85 Watt; 2,08 Watt; 2,31 Watt; 3,13 Watt; 3,87 Watt; dan 2,31 Watt. Kecepatan penurunan panas respirasi umbi kentang dari masing-masing rak adalah: 1,72 Watt; 3,46 Watt; 5,22 Watt; 3,92 Watt; 2,69 Watt; dan 1,85 Watt. Berdasarkan pola respirasi maka sistem penyimpanan dengan model para-para ini mampu menyediakan oksigen secara cukup untuk mendukung proses respirasi.

Panas Untuk Menaikan Suhu Umbi Kentang

Panas untuk menaikkan suhu umbi kentang didekati dengan persamaan $Q\theta = mp.Cp.\Delta\theta$, panas respirasi yang dihasilkan dipergunakan untuk (1) meningkatkan suhu bahan dan udara, untuk penguapan air dari bahan ke udara dan hilang kelingkungan. Oleh sebab itu, perubahan suhu bahan di ruang penyimpanan akibat terjadinya proses respirasi umbi kentang.

Berdasarkan **Gambar 4**, kecepatan peningkatan dan penurunan panas untuk perubahan suhu umbi kentang atau merupakan persamaan $y' = \pm 2ax \pm b$. Kecepatan peningkatan panas untuk perubahan suhu umbi kentang saat naik di rak-1 sampai rak-6 rata-rata adalah 2,02 Watt; 1,81 Watt; 3,80 Watt; 2,60 Watt; 10,70 Watt; dan 15,20 Watt. Kecepatan penurunan panas untuk penurunan suhu umbi kentang dari masing-masing rak adalah 1,72 Watt; 3,46 Watt; 5,22 Watt; 3,92 Watt; 2,69 Watt; dan 1,85 Watt. Akibat dari adanya proses pasca panen produk hortikultura mengalami stres yang tinggi akibatnya suhu pada bahan mengalami kenaikan suhu yang sangat tinggi karena kentang harus memperbaiki banyak organ – organ tubuhnya yang rusak karena interaksi dengan benda benda lainnya akibatnya mempengaruhi perubahan fisiologis dan biologis pada umbi kentang menyebabkan umbi kentang mengalami perubahan fisik (Murtado, 2014) (Aghdam et al., 2018).

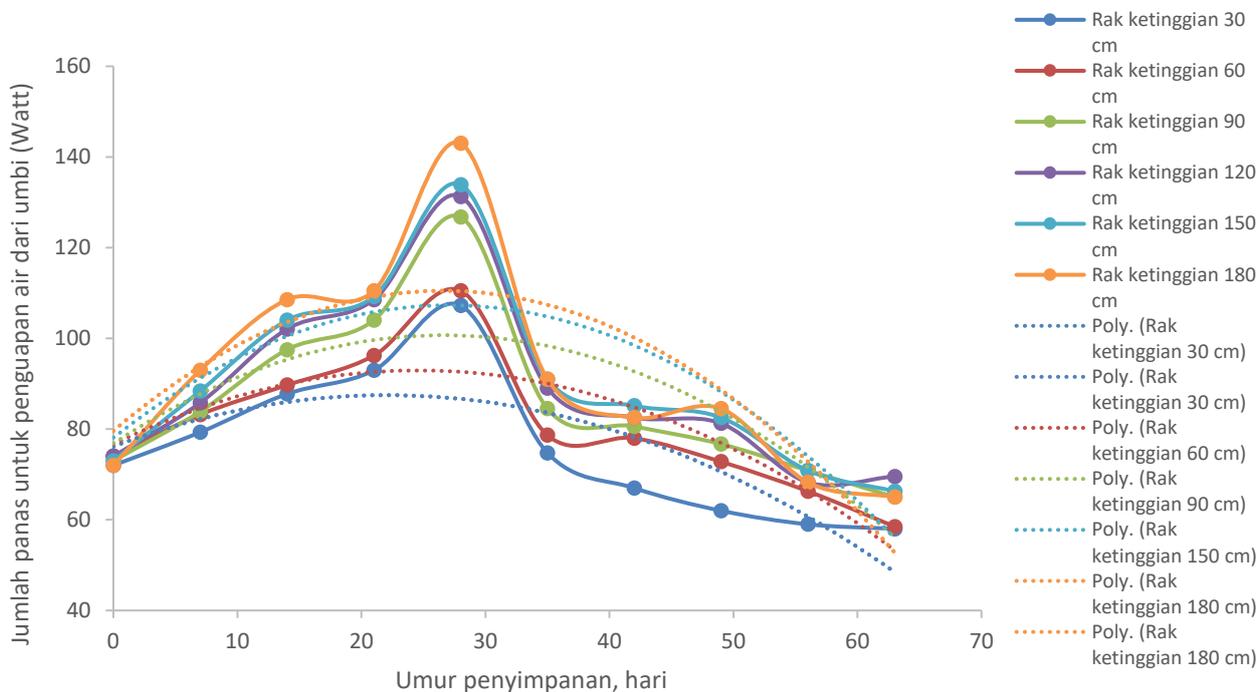


Gambar 4. Panas untuk menaikkan suhu umbi selama penyimpanan di Para-Para

Panas Untuk Menguapkan Air dari Umbi Kentang

Panas untuk menguapkan air dari umbi kentang merupakan salah satu bagian dari panas respirasi. Panas untuk menguapkan air dari umbi kentang didekati dengan persamaan empiris $Q_u = m_w \cdot h_{fg}$.

Jumlah uap air yang diuapkan (m_w) merupakan nilai hasil pendekatan dari grafik psikometrik dari pendekatan suhu udara (T) dan kelembaban udara (RH), demikian pula nilai panas laten h_{fg} juga dicari dari grafik tersebut.

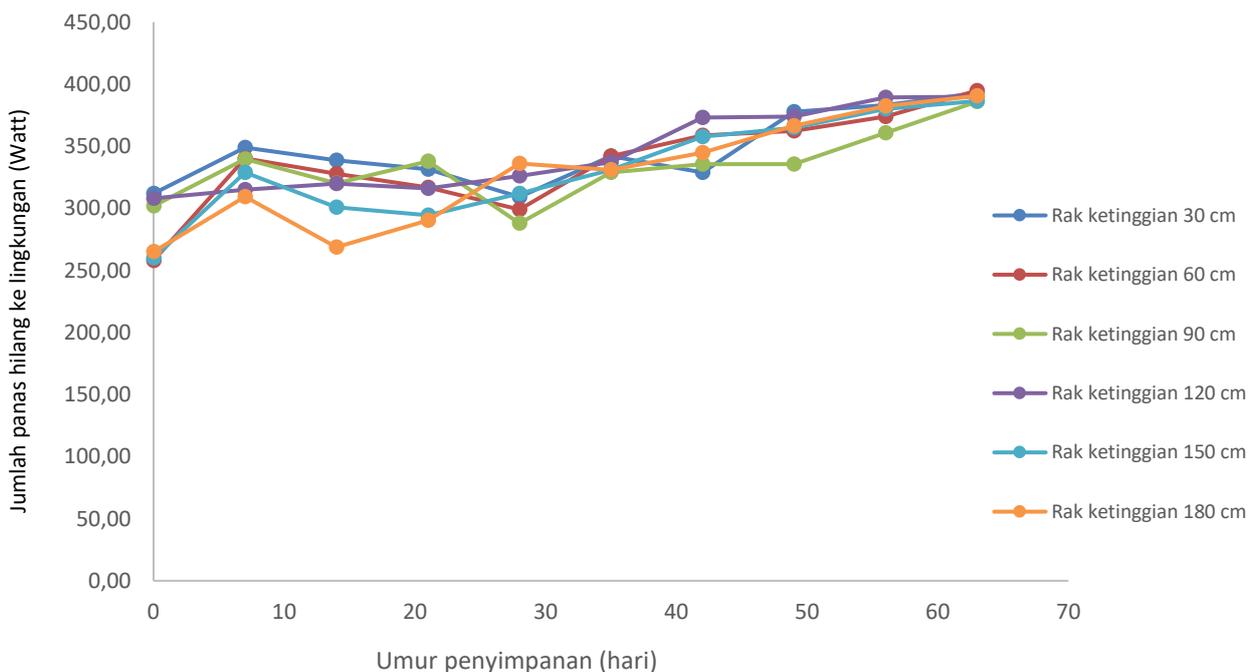


Gambar 5. Panas untuk menguapkan air dari umbi selama penyimpanan di Para-Para

Panas Hilang ke Lingkungan

Panas yang hilang ke lingkungan diilustrasikan di **Gambar 6**. Panas yang hilang ke lingkungan merupakan panas respirasi dikurangi panas untuk

menaikkan suhu bahan dan panas untuk menguapkan air. Pola hubungan antara umur penyimpanan kentang dengan panas yang hilang ke lingkungan adalah linier.



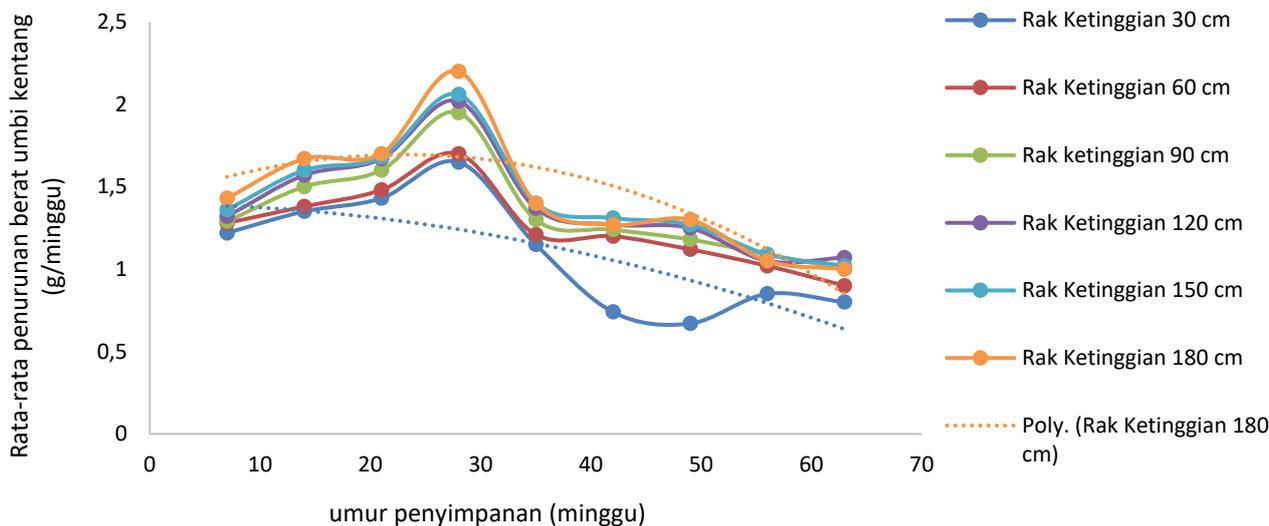
Gambar 6. Panas hilang ke lingkungan selama penyimpanan di Para-Para

Neraca Massa Selama Penyimpanan Umbi Kentang di Para-Para

Jumlah Air yang Diuapkan dari Umbi Kentang

Jumlah air yang diuapkan dari umbi kentang untuk penyimpanan umbi kentang dengan sistem para-para disajikan di **Gambar 7**. Hubungan antara umur penyimpanan dengan jumlah air diuapkan dari umbi

ke lingkungan adalah kuadratik, hal ini berkaitan dengan fisiologis umbi kentang non klimaterik sebab setelah disimpan 30 hari umbi kentang memasuki masa dormansi dengan aktivitas fisiologis menurun. Oleh sebab itu air yang diuapkan dari umbi kentang dari 0 - 35 hari meningkat dan setelah itu mengalami penurunan.

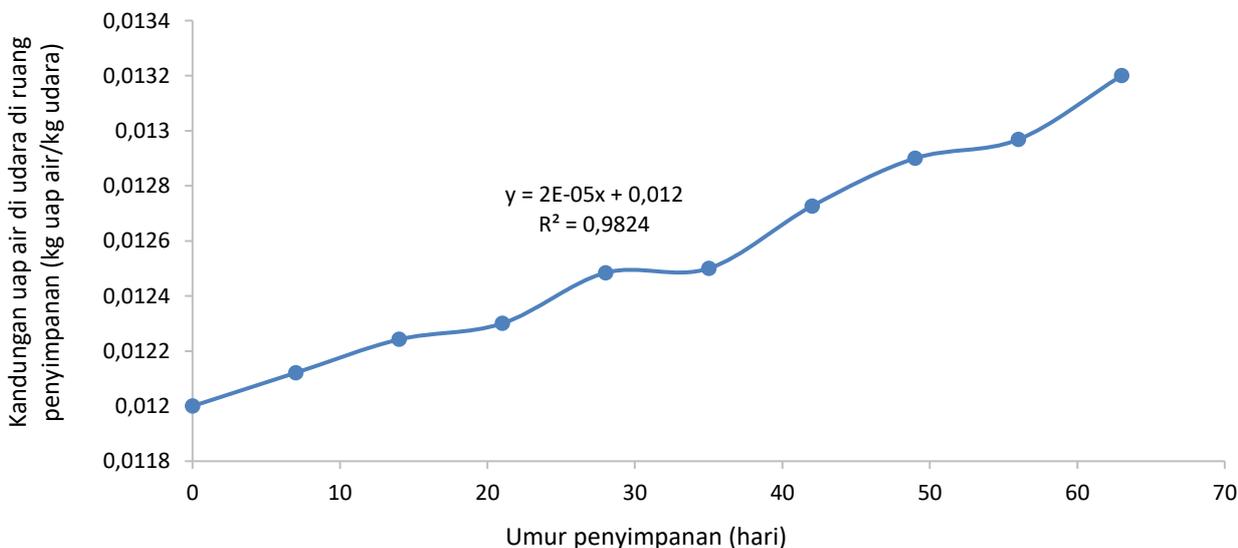


Gambar 7. Rata-rata penurunan berat umbi kentang selama penyimpanan umbi kentang di Para-Para

Rata-rata penurunan berat umbi kentang disimpan di rak-1, rak-2, rak-3, rak-4, rak-5 dan rak-6 masing-masing adalah 1,1 g/umbi/minggu; 1,25 g/umbi/minggu; 1,35 g/umbi/minggu; 1,39 g/umbi/minggu; 1,42 g/umbi/minggu; dan 1,44 g/umbi/minggu. Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian Setiyo et al. (2017).

Perubahan Kelembaban Udara di Sekitar Umbi

Perubahan kelembaban udara di sekitar umbi merupakan dampak dari terjadinya proses fisiologis umbi kentang selama penyimpanan terutama transpirasi (penguapan air dari umbi ke lingkungan). Hubungan antara umur penyimpanan umbi kentang di para-para dengan rata-rata perubahan kelembaban udara diilustrasikan di **Gambar 8**. Hubungan ini berpola linier dengan kenaikan kandungan air di udara per hari rata-rata 0,012 g/hari.

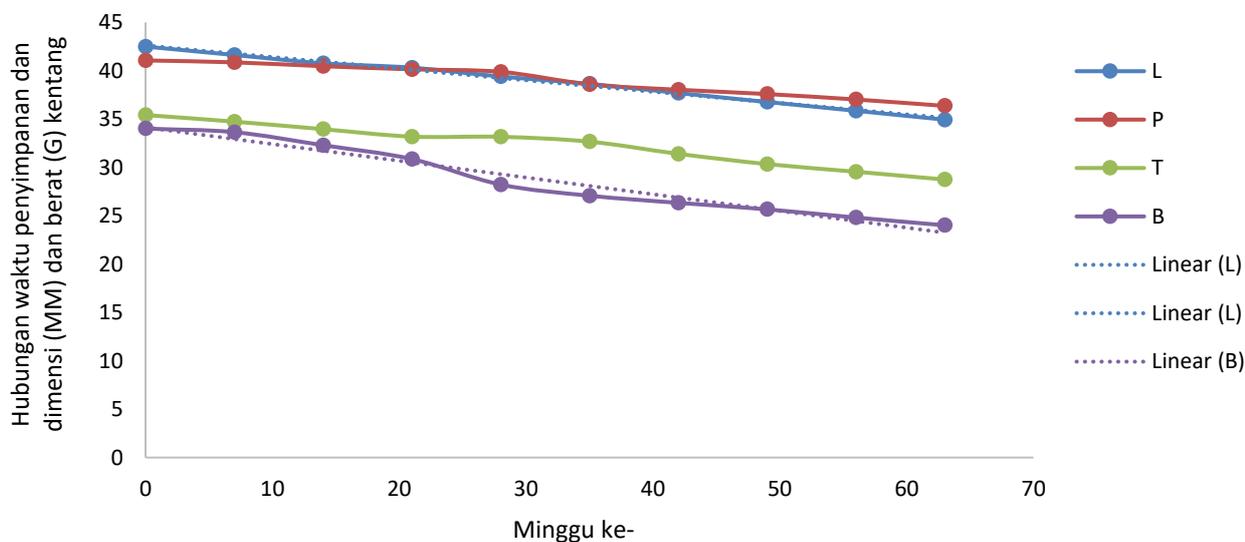


Gambar 8. Perubahan kelembaban udara di sekitar umbi selama penyimpanan umbi kentang di Para-Para

Hubungan Hari dan Penyimpanan dengan Dimensi dan Berat Pada Umbi Kentang Selama Penyimpanan

Hubungan antara hari penyimpanan dan dimensi (panjang, lebar dan tinggi) dan berat kentang selama penyimpanan. Gambar 9 menunjukkan bahwa selama penyimpanan kentang cenderung terjadi penurunan panjang, lebar, tinggi dan berat kentang meskipun relatif kecil dengan pola linier. Panjang awal kentang adalah 41,07 mm menurun menjadi 36,37 mm. Lebar awal kentang adalah 42,50 mm menurun menjadi 35 mm. Tinggi awal kentang yaitu 35,42 mm menurun menjadi 28,75 mm. Berat awal kentang ialah 34 g menurun menjadi 24 g. Penurunan ini terjadi karena kentang mengalami

proses respirasi yang menyebabkan pemecahan senyawa bermolekul besar seperti pati menjadi glukosa dan glukosa dipecah menjadi CO₂ dan air yang dilepas saat proses transpirasi selama penyimpanan (David & Kilmanun, 2016). Hal ini didukung oleh pendapat Aghdam et al. (2018) yang menjelaskan bahwa susut bobot ini pada dasarnya diakibatkan oleh respirasi dan transpirasi produk hortikultura yang merupakan penyebab terpenting hilangnya bahan organik dan kelembaban. Menurut Murtado (2014), respirasi dan transpirasi menyebabkan perubahan kenampakan produk, kehilangan kesegaran, nampak layu dan berkerut, susut bobot dan perlunakan.



Gambar 9. Hubungan antara waktu penyimpanan dan dimensi dan berat kentang selama penyimpanan

KESIMPULAN

Sistem para-para mampu menciptakan kondisi penyimpanan yang baik berdasarkan analisa neraca massa terutama perubahan kelembaban udara Suhu ruang penyimpanan kentang berada pada kisaran 29,50- 29,09 °C dan RH berada pada kisaran 73,00 - 81,80 %. Nilai panas respirasi bervariasi antara 470,26 sampai 491,30 Watt. Panas yang dihasilkan proses respirasi dipergunakan untuk menguapkan air dari umbi kentang ke lingkungan adalah sebesar 72 -143 watt, panas untuk menaikkan suhu umbi kentang sekitar kentang adalah 2,02 Watt; 1,81 Watt; 3,80 Watt; 2,60 Watt; 10,70 Watt; dan 15,20 Watt. Panas yang hilang ke lingkungan membentuk pola linier. Berdasarkan neraca energi, maka sistem penyimpanan umbi kentang model para-para dengan 6 rak dan jarak antar rak 30 cm dan tinggi tumpukan umbi kentang di masing-masing rak maksimal 15 cm mampu membuang panas dan oksigen secara baik untuk penyimpanan kentang yang akan dijadikan bibit. Hasil ini berdampak pada stabilnya suhu umbi kentang pada 29,50 – 29,80 °C.

Perubahan fisik umbi kentang selama penyimpanan 60 hari pada penyimpanan model para-para dilihat dari dimensi hampir tidak ada.

DAFTAR PUSTAKA

- Aghdam, M. S., Jannatizadeh, A., Luo, Z., & Paliyath, G. (2018). Ensuring sufficient intracellular ATP supplying and friendly extracellular ATP signaling attenuates stresses, delays senescence and maintains quality in horticultural crops during postharvest life. *Trends in Food Science & Technology*, 76, 67–81. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2018.04.003>
- Amarullah, M. R., Sudarsono, ., & Amarillis, S. (2019). Produksi dan Budidaya Umbi Bibit Kentang (*Solanum tuberosum* L.) di Pangalengan, Bandung, Jawa Barat. *Buletin Agrohorti*, 7(1), 93–99. <https://doi.org/10.29244/agrob.v7i1.24753>
- Babarinsa, F. A., & Williams, J. O. (2015).

- Development of a diffuse light store for “ seed ” potato storage. *International Journal of Agriculture and Earth Science*, 1(8), 25–33.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2018). *Statistik Tanaman Sayuran dan Buah- Buahhan Semusim Indonesia 2018*. BPS-Statistics Indonesia.
<https://www.bps.go.id/publication/2019/10/07/1846605363955649c9f6dd6d/statistik-tanaman-buah-buahan-dan-sayuran-tahunan-indonesia-2018.html>
- Badan Pusat Statistik Provinsi Bali. (2020). *Produksi Kentang Provinsi Bali Menurut Kabupaten/Kota (Ton), 2019-2021*. BPS-Statistics Indonesia.
<https://bali.bps.go.id/indicator/55/338/1/produksi-kentang-provinsi-bali-menurut-kabupaten-kota.html>
- David, J. H. dan J., & Kilmanun, J. C. (2016). Penanganan Pasca Panen Penyimpanan untuk Komoditas Hortikultura. *Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian*, 4(5), 1015–1026.
- Eltawil, M. A., Samuel, D. V. K., & Singhal, O. P. (2006). *Potato Storage Technology and Store Design Aspects*. VIII(11), 1–18.
- Kosasih, E. A., & Ronald, J. (2014). *Pengaruh Laju Aliran , Kelembaban dan Temperatur Udara Pengering terhadap Kinerja Pengering Semprot pada Tekanan Udara Nozel Pneumatik 2 bar Absolut*. Snttm Xiii, 15–16.
- Murtado, A. D. (2014). Karakteristik Kimia Dan Fisik Kentang Selama Penyimpanan Dalam Kondisi Gelap. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 3(1), 28–30.
- Ndukwu, M. C., & Manuwa, S. I. (2015). Impact of evaporative cooling preservation on the shelf life of fruits and vegetable in South Western Nigeria. *Research in Agricultural Engineering*, 61(3), 122–128.
<https://doi.org/10.17221/54/2013-RAE>
- Purnomo, E., Suedy, S. W. A., & Haryanti, S. (2017). Pengaruh Cara dan Waktu Penyimpanan terhadap Susut Bobot, Kadar Glukosa dan Kadar Karotenoid Umbi Kentang Konsumsi (Solanum tuberosum L. Var Granola). *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, 2(2), 107.
<https://doi.org/10.14710/baf.2.2.2017.107-113>
- Purnomo, E., Widodo, S., Suedy, A., Haryanti, S., & Biologi, J. (2014). Perubahan Morfologi Umbi Kentang Konsumsi (Solanum Tuberosum L. Var Granola) Setelah Perlakuan Cara Dan Waktu Penyimpanan Yang Berbeda. *Jurnal Biologi*, 3(1), 40–48.
- Setiyo, Y., Gunadnya, I. B. P., Gunam, I. B. W., & Susrusa, I. K. B. (2017). The implementation of low external input sustainable agriculture system to increase productivity of potato (Solanum tuberosum L.). *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 15(2), 62–67.
- Setiyo, Y., Harsojuwono, B. A., Gunam, I. B. W., & Wirawan, P. S. (2020). Storage characteristics of granola potato bulbs for seedlings after storage. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 9(3), 5500–5504.
- Setiyo, Y., Yuliadhi, K. A., Triani, I. G. A. L., Permana, I. D. G. M., Gunam, I. B. W., & Antara, N. S. (2018). Application of chicken manure compost as organic fertilizer to improve the quality and productivity of potato (Solanum tuberosum l.). *Ecology, Environment and Conservation*, 24(2), 621–627.