

Kesan infrastruktur terhadap kualiti pengawetan bawang merah kecil BAW-1

(The impact of infrastructure on the preservation quality of small shallots BAW-1)

Ishak Hashim, Nur Syafini Ghazali, Rosalizan Md. Salleh, Wan Mohd Reza Ikwan Wan Hussin dan Norsyafiqah Rosali

Kata kunci: bawang merah, pengawetan, kualiti, infrastruktur, lepas tuai

Pengenalan

Bawang merah kecil (*Allium cepa* L. var. *aggregatum*) dikenali juga bawang kecil boleh ditanam sepanjang tahun untuk menghasilkan umbi atau bebawang. Penduduk Asia sering menggunakannya sebagai rempah atau penyedap makanan dan juga untuk tujuan perubatan. Data statistik daripada Akaun Pembekalan dan Penggunaan Komoditi Pertanian Malaysia (2018 – 2022) menunjukkan Malaysia mengimport bawang segar termasuk varieti besar, kecil dan putih dari India sebagai sumber utama (62%), diikuti oleh Belanda (15%), China (9%), Pakistan (8%), Thailand (2%), Mesir (2%) dan negara lain (2%). Pada tahun 2022, jumlah import pelbagai jenis bawang mencecah 685.4 tan metrik bernilai RM1,578.4 juta. Kadar import ini meningkat sebanyak 9% daripada tahun sebelumnya iaitu 622.2 tan metrik dengan nilai RM1,477.6 juta. Purata pengambilan bawang tahunan setiap penduduk Malaysia ialah 17.0 kg, manakala purata penggunaan bulanan ialah 1.4 kg. Ini menunjukkan bahawa Malaysia merupakan salah satu negara pengguna bawang merah kecil yang tinggi. Oleh itu, Malaysia perlu memulakan pengeluaran bawang merah kecil tempatan supaya dapat memenuhi permintaan dalam negara di samping mengurangkan jumlah import.

MARDI telah memperkenalkan tiga varieti bawang merah kecil baharu iaitu BAW-1, BAW-2 dan BAW-3. Bagi memastikan varieti baharu ini dapat dikomersialkan secara mampan, pengendalian lepas tuai yang betul perlu diberi perhatian. Bawang merah kecil merupakan komoditi yang mudah rosak jika dibiarkan tanpa pengendalian segera selepas dituai. Selepas proses pembersihan dan penyisihan, ia mesti diawet untuk menurunkan kandungan air pada lapisan kulit luarnya. Proses pengawetan memerlukan masa yang agak lama terutamanya bagi pengeluaran berskala besar. Proses ini amat penting untuk penyimpanan bawang merah jangka masa panjang atau sebelum dipasarkan. Tanda aras proses pengawetan yang sempurna adalah apabila leher bawang mengecil dan lapisan luarnya kering. Ketidaktersempurnaan pengawetan boleh menyebabkan jangka hayat bawang merah kecil lebih pendek akibat proses pereputan atau percambahan. Kerugian akibat kerosakan ini boleh mencapai 20 – 40%.

Persekitaran yang sedikit panas dan aliran pengudaraan yang baik dengan kelembapan udaranya yang rendah diperlukan semasa proses pengawetan. Proses ini boleh dilaksanakan di persekitaran terbuka

dengan peredaran udara semula jadi atau di dalam struktur atau rumah yang direka bentuk untuk pengawetan. Dua kaedah ini telah diamalkan oleh kebanyakan petani di Indonesia. Tempoh pengawetan yang direkodkan ialah 7 – 10 hari untuk pengawetan kawasan terbuka dan tiga hari untuk pengawetan dalam struktur.

Bagi menjamin kualiti hasil pengeluaran bawang merah kecil BAW-1, maka kajian awal proses pengawetan telah dilakukan menggunakan kemudahan infra sedia ada di Ibu Pejabat MARDI Serdang. Tiga kaedah pengawetan telah dikenal pasti bagi mencapai objektif kajian iaitu pengawetan semula jadi untuk persekitaran terbuka dan dua kaedah di dalam struktur yang bertutup iaitu pengawetan di dalam makmal dan pengawetan di dalam rumah prapengeringan. Tempoh pengawetan ketiga-tiga kaedah ialah 10 hari.

Metodologi kajian

Penyediaan bahan uji kaji

Bawang merah kecil varieti BAW-1 yang bersaiz 25 – 35 mm dan berwarna merah terang adalah sesuai untuk tanah mineral dan bris. Ia ditanam di plot penyelidikan, Pusat Penyelidikan Hortikultur, Ibu Pejabat MARDI, Serdang. Varieti ini boleh dituai apabila mencapai tempoh 65 – 70 hari selepas penanaman atau 70 – 80% warna daun berubah kuning. Bebawang yang dituai dibersihkan dengan membuang bahagian akar, kulit luar dan kotoran. Kajian dilaksanakan mengikut reka bentuk rawak sepenuhnya (*Completely Randomised Design*) dengan tiga replikasi bagi setiap uji kaji. Setiap replikasi mempunyai berat bawang merah BAW-1 sekitar 20 kg.

1. Kaedah pengawetan

Aggaran kepadatan serakkan bawang semasa pengawetan ialah 10 – 15 pokok per kaki persegi. Pada kebiasaannya serakan hamparan politena atas lantai adalah lebih padat berbanding dengan penggunaan rak iaitu pada kadar 6 – 8 pokok per kaki persegi.

a) Pengawetan semula jadi

Proses pengawetan dilakukan dengan mendedahkan bebawang kepada sinaran cahaya matahari secara langsung di kawasan tempat meletak kenderaan, Kompleks Lepastuai, Pusat Penyelidikan Hortikultur, Ibu Pejabat MARDI. Bawang merah kecil BAW-1 diserakkan di atas jaring rak pada setiap tingkat dan diletakkan di kawasan terbuka bermula dari jam 9:50 pagi hingga ke jam 6:50 petang (*Gambar 1*). Rak ini akan disimpan sementara di bawah struktur berbumbung pada waktu malam atau ketika hujan.

b) Pengawetan dalam makmal

Kaedah pengawetan bawang merah kecil BAW-1 dilakukan dalam ruang tertutup iaitu bilik makmal di Kompleks Lepastuai, Pusat Penyelidikan Hortikultur, Ibu Pejabat MARDI dengan suhu dikawal menggunakan penyaman udara dan dilaras suhu pada 25 °C selama 24 jam. Rak yang menempatkan bawang merah di atas jaring diletakkan di dalam bilik selama tempoh pengawetan dijalankan (*Gambar 2*).



Gambar 1. Pengawetan bawang merah kecil BAW-1 secara semula jadi



Gambar 2. Pengawetan bawang merah kecil BAW-1 di dalam makmal

c) Pengawetan di dalam rumah prapengeringan

Ia merupakan struktur yang dibina bertujuan melaksanakan pengeringan separa herba untuk penyulingan minyak pati. Spesifikasi bangunan adalah dianggarkan 12 kaki tinggi, 24 kaki lebar dan 36 kaki panjang. Atapnya diperbuat daripada zink dan dipasangkan dengan empat unit turbin pengalihan udara (*roof turbine ventilator*), dinding dibina daripada bahan polikarbonat manakala lantainya lepaan simen [Gambar 3 dan Gambar 4]. Bawang merah kecil BAW-1 yang diserakkan di atas hamparan politena di atas lantai di dalam rumah prapengeringan sepanjang tempoh proses pengawetan (Gambar 5). Masa pengawetan adalah selama 24 jam pada suhu persekitaran 25 – 370 °C.



Gambar 3. Rumah prapengeringan



Gambar 4. Bahagian dalam rumah prapengeringan



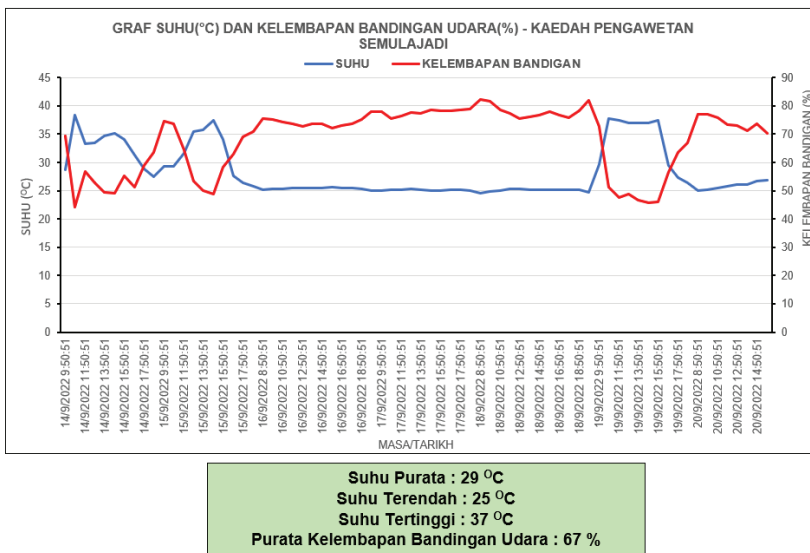
Gambar 5. Pengawetan bawang merah kecil BAW-1 dalam rumah prapengeringan

2. Pengukuran parameter

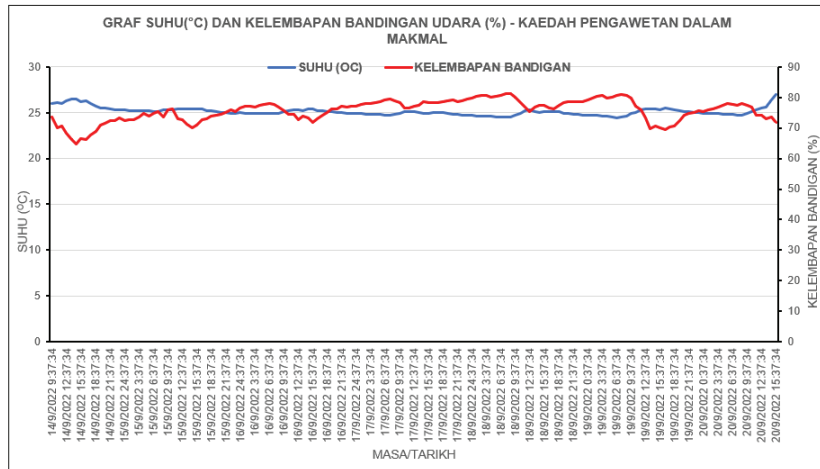
Pengukuran parameter penting berkaitan kajian pengawetan dilakukan sepanjang tempoh proses pengawetan dijalankan. Kelembapan bandingan (%) dan suhu ($^{\circ}\text{C}$) udara persekitaran lokasi proses pengawetan diukur dan direkodkan untuk sela masa 1 jam menggunakan alat pengukuran suhu/kelembapan bandingan (*Temperature/Relative Humidity Data Logger*) secara berterusan sepanjang tempoh pengawetan untuk kaedah pengawetan dalam makmal dan kaedah pengawetan di dalam rumah prapengeringan. Bagi kaedah pengawetan semula jadi pula, pengukuran suhu/kelembapan bandingan dilakukan bermula pukul 9:50 pagi hingga 6:50 petang setiap hari untuk sepanjang tempoh pengawetan. Kandungan lembapan (%) di lapisan kulit luar bawang diukur menggunakan alat mengukur kandungan lembapan (*moisture analyser*), berat bawang (g) diukur menggunakan penimbang digital, kandungan jumlah pepejal terlarut diukur menggunakan alat pengukur *Brix* dan daya tekstur diukur menggunakan alat pengukur tekstur. Semua analisis dibuat pada hari pertama, ketiga, ketujuh dan kesepuluh proses pengawetan.

Keputusan dan perbincangan

Suhu dan kelembapan bandingan yang direkodkan di tiga lokasi kaedah pengawetan bawang merah kecil BAW-1 telah diplotkan seperti dalam *Rajah 1*, 2 dan 3. *Rajah 1* dan 2 menunjukkan berlakunya penurunan dan peningkatan suhu serta kelembapan bandingan udara di lokasi kaedah pengawetan secara semula jadi dan kaedah pengawetan dalam rumah prapengeringan disebabkan oleh pertukaran siang dan malam dan perubahan cuaca. Kesannya dilihat lebih ketara terhadap persekitaran pengawetan secara semula jadi kerana keadaan cuaca mendung pada hari ketiga hingga kelima proses pengawetan mempengaruhi bacaan suhu dan kelembapan bandingan purata masing-masing iaitu 25 °C dan 76% berbanding pada hari pertama/dua iaitu 32 °C dan 59 %. Bacaan purata suhu dan kelembapan bandingan udara secara keseluruhan untuk kaedah pengawetan semula jadi dan kaedah pengawetan di dalam rumah prapengeringan masing-masing ialah 29 °C 67% dan 35 °C 60%. Bacaan suhu maksimum di dalam rumah prapengeringan iaitu 45 °C menunjukkan bahawa kebolehan struktur untuk menyerap kepanasan matahari terutama melalui dinding yang dibuat daripada bahan lut sinar. *Rajah 3* menunjukkan suhu dan kelembapan bandingan udara untuk kaedah pengawetan di dalam makmal yang hampir sekata sepanjang proses pengawetan kerana dikawal oleh penyaman udara. Data yang direkodkan menunjukkan kaedah pengawetan dalam rumah prapengeringan adalah yang terbaik untuk proses pengawetan bawang merah kecil BAW-1 berbanding dengan kaedah lain.

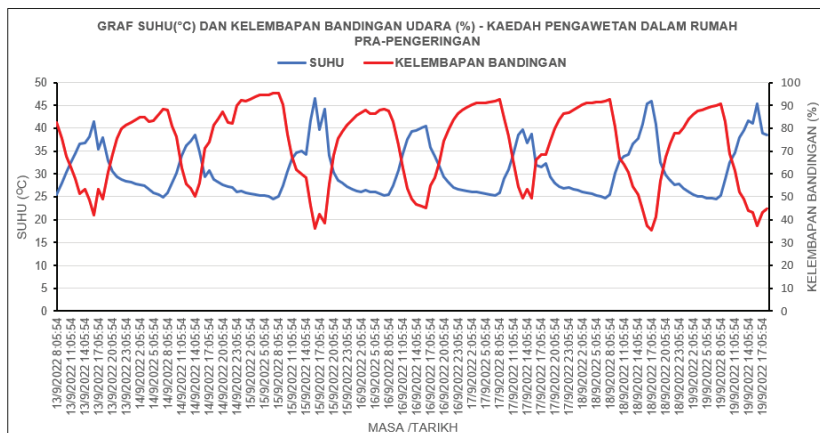


Rajah 1. Bacaan suhu dan kelembapan udara di persekitaran kaedah pengawetan semula jadi



Suhu Purata : 25 °C
Suhu Terendah : 24 °C
Suhu Tertinggi : 26 °C
Purata Kelembapan Bandingan Udara : 75 %

Rajah 2. Bacaan suhu dan kelembapan udara di persekitaran kaedah pengawetan di dalam makmal



Suhu Purata : 35 °C
Suhu Terendah : 25 °C
Suhu Tertinggi : 45 °C
Purata Kelembapan Bandingan Udara : 60 %

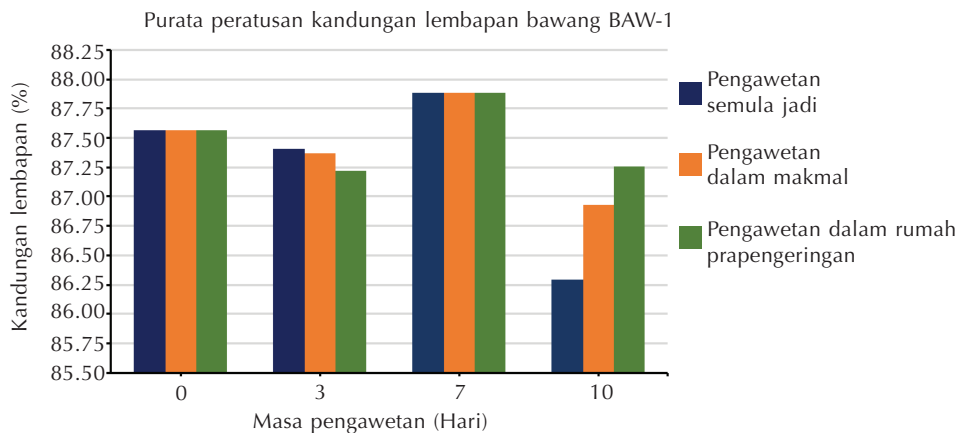
Rajah 3. Bacaan suhu dan kelembapan udara di persekitaran kaedah pengawetan di dalam rumah prapengeringan

Pemerhatian semasa proses pengawetan semula jadi terhadap perubahan fizikal bawang mendapati kulit luar bawang mengering sehingga membentuk lapisan nipis seperti kertas serta warna kulit luar bertukar daripada merah keunguan kepada coklat kemerahan (Gambar 6). Perubahan bagi fizikal kulit bawang merah kecil BAW-1 ketika pengawetan di lokasi infra yang lain hampir sama.

Rajah 4 menunjukkan purata peratusan penurunan kandungan lembapan disebabkan oleh penyejatan air pada lapisan-lapisan bawang merah kecil BAW-1 terutamanya daripada lapisan kulit luar



Gambar 6. Perubahan keadaan bawang merah kecil BAW-1 sepanjang tempoh pengawetan kaedah semula jadi



Rajah 4. Purata peratusan kandungan lembapan bawang merah kecil BAW-1

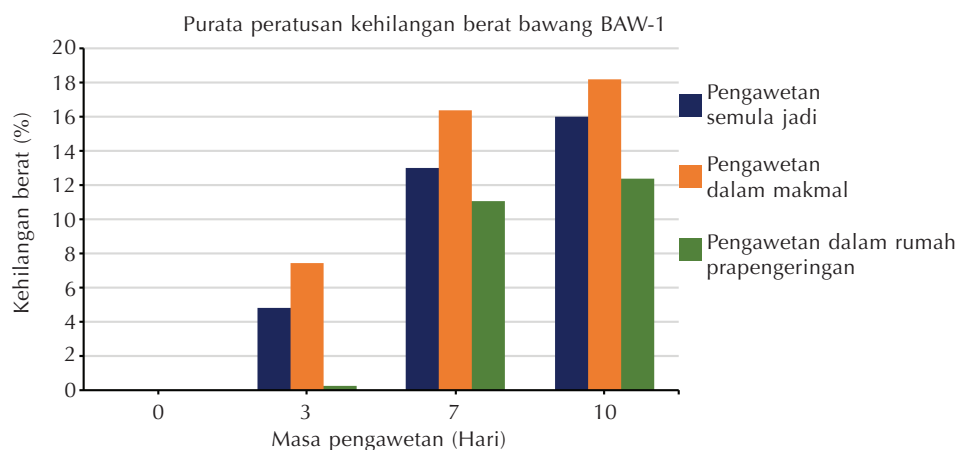
sepanjang 10 hari tempoh pengawetan. Bacaan awalnya pada 87.57% telah menurun masing-masing kepada 86.30%, 86.93% dan 87.25% pada hari ke-10 untuk kaedah pengawetan semula jadi, pengawetan di dalam makmal dan pengawetan di dalam rumah prapengeringan. Secara teorinya purata peratusan kandungan lembapan menunjukkan aliran yang menurun setiap tempoh bacaan diambil, tetapi terdapat peningkatan nilai bacaan purata kandungan lembapan pada hari ketujuh yang melebihi bacaan awal untuk semua kaedah pengawetan yang berkemungkinan disebabkan keadaan sampel yang dianalisis.

Purata peratus kehilangan berat bawang BAW-1 yang diplotkan pada *Rajah 5* menunjukkan ia berkadaran terus dengan masa pengawetan. Pada hari kesepuluh proses pengawetan, kaedah pengawetan dalam makmal memberikan purata peratusan kehilangan berat paling tinggi iaitu 18.16% diikuti oleh kaedah pengawetan semula jadi 15.96% dan kaedah pengawetan di dalam rumah prapengeringan 12.38%. Kehilangan berat bawang adalah berkait dengan penyejatan lembapan daripada lapisan-lapisan dalam bawang, maka apabila dirujuk kepada purata peratusan penurunan kandungan lembapan, kaedah pengawetan semula jadi sepatutnya memberikan purata kehilangan yang tertinggi diikuti oleh kaedah pengawetan di dalam bilik dan kaedah pengawetan di dalam rumah prapengeringan. Ini menunjukkan kaedah pengawetan semula jadi

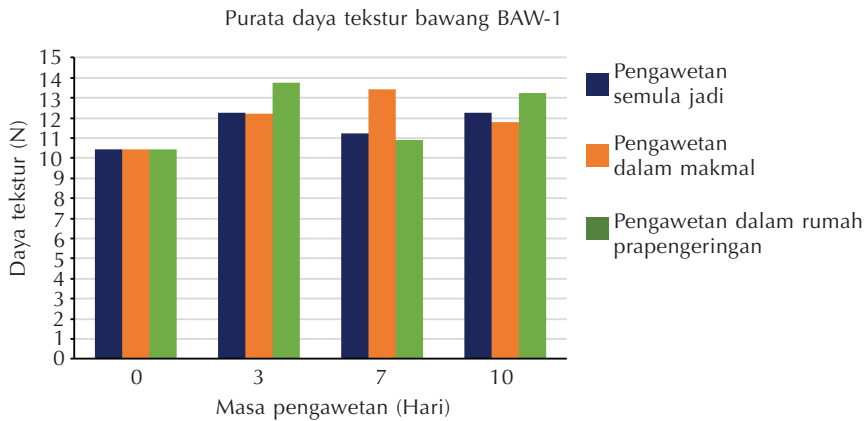
mampu mengurangkan kehilangan berat dengan terbentuknya lapisan kulit luar yang bertindak menghalang kehilangan lembapan. Masa yang diambil untuk pengawetan di Indonesia adalah selama tiga hari di bawah struktur disebabkan oleh penggunaan sistem udara panas.

Perubahan purata daya tekstur bawang merah kecil BAW-1 sepanjang 10 hari proses pengawetan diplotkan pada *Rajah 6*. Jika diteliti pada setiap data sepanjang proses pengawetan didapati kaedah pengawetan semula jadi dan kaedah di dalam rumah prapengeringan menunjukkan pola sama iaitu peningkatan bacaan pada hari ketiga, penurunan pada hari ketujuh dan meningkat semula pada hari kesepuluh, manakala kaedah pengawetan di dalam makmal menunjukkan peningkatan bacaan sehingga hari ketujuh, tetapi menurun pada hari ke-10. Secara amnya proses pengawetan sepanjang 10 hari menunjukkan peningkatan purata daya tekstur bawang merah kecil BAW-1 berdasarkan kepada nilai awal dan akhir iaitu 10.46 N kepada 12.26 N (kaedah pengawetan semula jadi), 11.78 N (kaedah pengawetan di dalam makmal) dan 13.26 N (kaedah pengawetan di dalam rumah prapengeringan).

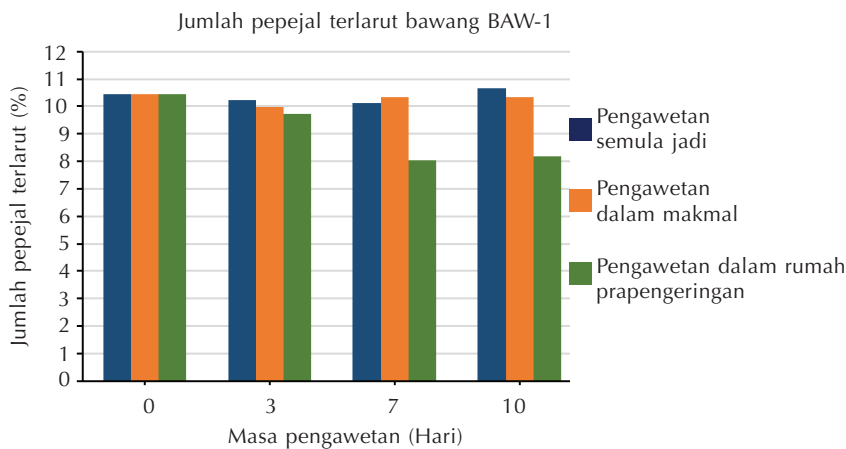
Keputusan daripada data uji kaji penentuan purata jumlah pepejal terlarut untuk sampel bawang merah kecil BAW-1 sepanjang 10 hari pengawetan diplotkan seperti dalam *Rajah 7*. Daripada *Rajah 7* dapat diperhatikan terdapat sedikit peningkatan kandungan pepejal terlarut pada kaedah pengawetan semula jadi iaitu daripada 10.43% pada awalnya kepada 10.67% pada hari ke-10. Kaedah pengawetan di dalam makmal menunjukkan sedikit penurunan iaitu daripada 10.43% kepada 10.33% manakala kaedah pengawetan di dalam rumah prapengeringan memberikan kadar penurunan yang agak ketara daripada 10.43% kepada 8.17%. Kenaikan aras kandungan pepejal terlarut semasa proses pengawetan adalah kerana meningkatnya kepekatan larutan karbohidrat, termasuk glukosa, fruktosa, sukrosa dan fructooligosakarida (FOS) dalam bawang.



Rajah 5. Purata peratusan kehilangan berat bawang BAW-1



Rajah 6. Purata daya tekstur bawang merah kecil BAW-1



Rajah 7. Purata jumlah peratusan pepejal terlarut bawang merah kecil BAW-1

Analisis statistik ke atas empat parameter yang diukur menunjukkan bahawa model purata peratus kehilangan berat dan purata jumlah peratusan pepejal terlarut adalah signifikan, tetapi model untuk purata peratusan penurunan kandungan lembapan dan purata daya tekstur tidak signifikan. Kaedah pengawetan, tempoh pengawetan dan interaksi antara keduanya menyumbang secara signifikan kepada keputusan purata peratus kehilangan berat dan purata jumlah peratusan pepejal terlarut. Tempoh pengawetan dan kaedah pengawetan masing-masing memberikan kesan yang lebih kepada bacaan purata peratus kehilangan berat dan purata jumlah peratusan pepejal terlarut bawang BAW-1.

Untuk penilaian setiap kaedah pengawetan, maka analisis menggunakan perisian statistik dilakukan dengan menetapkan sasaran bagi setiap parameter seperti *Jadual 1*. Keputusan daripada analisis disenaraikan seperti dalam *Jadual 2* yang menunjukkan bahawa kaedah pengawetan semula jadi memperoleh kadar keupayaan tertinggi yang bermaksud kebolehan untuk mencapai sasaran parameter yang ditetapkan berbanding dengan dua lagi kaedah pengawetan bawang merah kecil BAW-1.

Jadual 2. Keputusan analisis penilaian teknik pengawetan

Kaedah pengawetan	Tempoh pengawetan (hari)	Purata kandungan lembapan (%)	Purata kandungan berat (%)	Purata kehilangan berat (%)	Purata daya tekstur (N)	Purata jumlah pepejal terlarut (%)	Kadar keupayaan	Nota
Semula jadi	10	86.71	15.96	12.11	10.67	0.48		Dipilih
Dalam rumah prapengeringan	10	86.91	12.38	12.65	8.17	0.44		
Dalam makmal	10	86.86	18.16	12.25	10.33	0.29		

Jadual 1. Penetapan sasaran parameter

Parameter	Sasaran
Tempoh pengawetan (hari)	10
Purata kandungan lembap (%)	Maksimum
Purata kehilangan berat (%)	Minimum
Purata daya tekstur (N)	Maksimum
Purata jumlah pepejal terlarut (%)	Maksimum

Kesimpulan

Kajian awalan ini adalah untuk menilai prestasi tiga kaedah pengawetan bawang merah kecil varieti BAW-1 menggunakan infrastruktur sedia ada di Ibu Pejabat MARDI Serdang untuk tempoh 10 hari. Suhu dan kelembapan bandingan udara yang direkodkan di lokasi kaedah pengawetan menunjukkan bacaan di dalam rumah prapengeringan adalah terbaik untuk proses pengawetan berlaku, namun disebabkan cara pengendalian bawang yang diserakkan di atas hamparan politena telah menurunkan prestasi kerana peredaran udara antara bawang terhalang berbanding dengan menggunakan rak. Daripada empat bacaan parameter yang dianalisis, kaedah pengawetan semula jadi didapati dapat menurunkan kandungan lembapan tertinggi di samping terdapat peningkatan jumlah kandungan pepejal terlarut. Untuk dua parameter berikutnya, kaedah pengawetan semula jadi menunjukkan nilai pertengahan antara kaedah pengawetan di dalam makmal dan kaedah pengawetan di dalam rumah prapengeringan. Secara keseluruhannya kaedah pengawetan semula jadi memberikan prestasi yang terbaik berdasarkan kepada penilaian analisis perisian statistik. Kebaikan kaedah pengawetan semula jadi adalah kos penyediaan peralatan yang rendah kerana tidak melibatkan sebarang struktur dan begitu juga dengan sumber tenaga, namun kelemahannya ialah ia sangat bergantung kepada cuaca. Kaedah semula jadi sesuai dipraktikkan pada waktu musim kering. Kajian ini diharap dapat membantu petani memilih kaedah pengawetan bawang merah kecil yang bersesuaian berdasarkan infrastruktur yang sedia ada di ladang mereka.

Penghargaan

Penulis ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada pihak MARDI kerana telah menyediakan pembiayaan dan kemudahan makmal untuk kajian ini. Kajian ini dibiayai oleh Projek Penyelidikan dan Pembangunan Teknologi Pengeluaran Sayur-Sayuran Import Utama dan Temperat (KOD PROJEK: P21400010170526)

Bibliografi

- Akaun Pembekalan dan Penggunaan Komoditi Pertanian Malaysia (2018–2022).
- Amiarsi, D., Sasmitaloka, K. S., Arif, A. B., & Widayanti, S. M. (2019). Curing Process Modification of Shallot Through Cutting Leaves. Dalam: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 309, No. 1, p. 012022). IOP Publishing.
- Djali, M., & Putri, S. H. (2013). The characteristic change of shallot (*Allium ascalonicum* L.) during curing process. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 3(2), 61–65.
- Histifarina, D., Rachman, D., & Purnamasari, N. R. (2019). In-store drying application on shallot postharvest handling. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science (Vol. 230, No. 1, p. 012034). IOP Publishing
- Rohimah, H. S. L., Endang, S., & Aziz, P. (2018). The effect of drying and storage on the quality of shallot (*Allium cepa* L. Aggregatum Group) Bulbs. *Ilmu Pertanian (Agricultural Science)*, Vol. 3 No. 3, 117–126.
- Nurul Husna, M. (2024). Hasil Bawang Tempatan. *Akhbar Harian Metro Malaysia*.

Ringkasan

Kajian awalan ini adalah untuk menilai prestasi tiga kaedah pengawetan bawang merah kecil varieti BAW-1 menggunakan infrastruktur sedia ada di Ibu Pejabat MARDI Serdang untuk tempoh 10 hari. Bacaan purata suhu dan kelembapan bandingan udara di sepanjang tempoh pengawetan untuk kaedah pengawetan semula jadi, pengawetan di dalam makmal dan pengawetan di dalam rumah prapengering masing-masing ialah 29 °C 67%, 25 °C 75% dan 35 °C 60%. Keputusan analisis menunjukkan pengawetan semula jadi memberikan nilai purata peratusan kandungan lembapan yang terendah iaitu 86.30% dan purata peratusan jumlah pepejal terlarut tertinggi iaitu 10.67%. Pengawetan di dalam rumah prapengering pula memberikan nilai bacaan purata daya tekstur 13.26 N yang tertinggi dan purata peratusan kehilangan berat terendah iaitu 12.38%. Pengawetan di dalam makmal pula memberikan kehilangan berat yang tertinggi iaitu 18.16% dan purata daya tekstur yang terendah iaitu 11.78 N. Keputusan penilaian pemilihan kaedah pengawetan terbaik berdasarkan kepada kriteria untuk memperoleh purata peratus kelembapan bandingan dan kehilangan berat terendah, purata daya tekstur dan peratus jumlah pepejal terlarut yang tertinggi telah memberikan kelebihan kepada kaedah pengawetan secara semula jadi. Hasil kajian ini diharapkan dapat membantu petani yang baru menceburkan diri dalam penanaman bawang merah kecil untuk memilih kaedah pengawetan bersesuaian berdasarkan kepada infrastruktur yang sedia ada.

Summary

This preliminary study is to evaluate the performance three methods of curing BAW-1 shallots variety using existing infrastructure at the MARDI Serdang Headquarters for 10 days. The average of air temperature and relative humidity readings throughout the curing period for the natural curing, room curing and pre-drying house curing were 29 °C 67%, 25 °C 75% and 35 °C 60% respectively. The analysis shows that the natural curing gives the lowest average percentage of moisture content which is 86.30% and the highest average percentage of total soluble solids which is 10.67%. Pre-drying house curing gave the highest average textural force of 13.26 N and the lowest average weight loss percentage of 12.38%. The lab curing gives the highest average weight loss which is 18.16% and the lowest average textural force which is 11.78 N. The evaluation results of the selection for the best curing method based on the target to obtain the lowest average percentage of relative humidity and weight loss, the maximum average textural force and the percentage of total soluble solids have given advantages to natural curing methods. The results of this study are expected to help farmers who are newly involve in planting shallots to choose the appropriate curing method based on the existing infrastructure.

Pengarang

Ishak Hashim

Pusat Penyelidikan Kejuruteraan, Ibu Pejabat MARDI,

Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

E-mel: ishak@mardi.gov.my

Nur Syafini Ghazali, Wan Mohd Reza Ikwana Wan Hussin dan Norsyafiqah Rosali

Pusat Penyelidikan Holtikultur, Ibu Pejabat MARDI,

Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang Selangor

Rosalizan Md. Salleh (Dr.)

Pusat Penyelidikan Tanaman Industri, Ibu Pejabat MARDI,

Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor