

Technical Paper

Pengaruh *Pre-Treatment* dalam Proses *Curing* dan Suhu Penyimpanan Terhadap Mutu dan Masa Dormansi Benih Bawang Putih

The Influence of Pre-Treatment in the Curing Process and Storage Temperature on the Quality and Dormancy Period of Garlic Seeds

Sandro Pangidoan Siahaan, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen
Kementerian Pertanian. Email: sandro.markus09@gmail.com

Tatang Hidayat, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Kementerian Pertanian.
Email: hidayat_pasca@yahoo.com

Sari Intan Kailaku, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Kementerian Pertanian.
Email: sari.kaylaku@gmail.com

Abdullah bin Arif, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Kementerian Pertanian.
Email: ab.arif.pascapanen@gmail.com

Abstract

*The production of garlic (*Allium sativum* L.) seed is a challenge in Indonesia. The acceleration of dormancy breaking, is one solution for increasing the seed production significantly. The purpose of this research was to study the effect of pre-treatment on the curing process and storage temperature on the quality and dormancy period of garlic seeds. This research was carried out in three stages, namely curing, storage, and dormancy testing of garlic seeds. Harvested garlic was given/not given pre-treatment (leaves-cutting) before the curing process. Afterwards, garlic was stored at room temperature (28-30°C), low temperature (12-14°C), and high temperature (38-42°C). Observation was conducted for 12 weeks, on temperature and relative humidity, moisture content, yield, weight loss, total soluble solid, sprouts and bulb damage (rotten and hollow). Garlic seeds from the aforementioned pre-treatment process of curing and storage temperature, then went through dormancy testing by observing the growth power. Observation of growing power was carried out on garlic seeds that have been stored for 4, 8, and 12 weeks. The experiment was designed using Factorial Randomized Design with two replications. The results showed that the curing process that was given pre-treatment (leaves-cutting) required shorter curing time (6 days) compared to those without leaves-cutting (8 days). Storage of garlic with leaves-cutting resulted in a lower percentage of bulbs damage (rotten and hollow) compared to those without leaves-cutting. Storage of garlic at low temperatures resulted in a lower percentage of bulbs damage (rotten and hollow) than high temperatures and room temperature after storage for 12 weeks. Storage of garlic at low and high temperatures can shorten the dormancy period of garlic seeds compared to room temperature as evidenced by the higher growing power of the seeds. Garlic seeds stored at low temperature (leaves-cutting) and high temperature (without leaves-cutting) had growth power of 78.57% after 28 days of planting both at 12 weeks of storage.*

Keywords: *garlic, curing, storage, temperature, dormancy, growth power*

Abstrak

Produksi benih bawang putih (*Allium sativum* L.) merupakan tantangan di Indonesia. Percepatan pematangan dormansi merupakan salah satu solusi untuk meningkatkan produksi benih secara signifikan. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh *pre-treatment* pada proses *curing* dan suhu penyimpanan terhadap mutu dan masa dormansi benih bawang putih. Penelitian ini dilaksanakan dalam tiga tahap, yaitu proses *curing*, penyimpanan, dan pengujian dormansi benih bawang putih. Bawang putih yang telah dipanen diberi/tidak diberi perlakuan *pre-treatment* (pemotongan daun) sebelum proses *curing*. Selanjutnya, bawang putih disimpan pada suhu ruang (28-30°C), suhu rendah (12-14°C), dan suhu tinggi (38-42°C). Pengamatan dilakukan selama 12 minggu terhadap suhu dan kelembaban relatif (RH), kadar air, rendemen, susut bobot, total padatan terlarut, umbi bertunas dan kerusakan umbi (busuk dan hampa). Benih bawang putih hasil *pre-treatment* proses *curing* dan penyimpanan pada beberapa tingkatan suhu tersebut di atas, selanjutnya dilakukan pengujian dormansi dengan cara mengamati daya tumbuhnya. Pengamatan daya tumbuh dilakukan pada benih bawang putih yang

telah disimpan selama 4, 8, dan 12 minggu. Rancangan percobaan yaitu Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua kali ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses *curing* yang diberi *pre-treatment* (pemotongan daun) memerlukan waktu *curing* yang lebih singkat (6 hari) dibandingkan dengan bawang putih brangkasan (8 hari). Penyimpanan bawang putih yang dipotong daun menghasilkan persentase kerusakan umbi (busuk dan hampa) yang lebih rendah dibandingkan brangkasan. Penyimpanan bawang putih pada suhu rendah menghasilkan persentase kerusakan umbi (busuk dan hampa) yang lebih rendah daripada suhu tinggi dan suhu ruang setelah penyimpanan selama 12 minggu. Penyimpanan bawang putih pada suhu rendah dan suhu tinggi dapat mempersingkat masa dormansi benih bawang putih dibandingkan dengan suhu ruang yang dibuktikan dengan daya tumbuh benih yang lebih tinggi. Benih bawang putih yang disimpan pada suhu rendah (potong daun) dan suhu tinggi (brangkasan) memiliki daya tumbuh 78.57% setelah 28 hari penanaman pada penyimpanan selama 12 minggu.

Kata kunci: bawang putih, *curing*, penyimpanan, suhu, dormansi, daya tumbuh

Diterima: 21 Januari 2020; Disetujui: 2 April 2020

Pendahuluan

Bawang putih (*Allium sativum* L.) merupakan komoditas sayuran yang penting bagi masyarakat Indonesia. Produksi bawang putih Indonesia pada periode 2012-2017 sebesar 17 628-21 150 ton, sedangkan konsumsinya pada periode tahun yang sama berkisar 0.160-0.184 kg per kapita per tahun, sehingga produksi belum bisa memenuhi kebutuhan nasional. Impor bawang putih pada periode 2012-2017 mencapai 418 408-489 105 ton dengan volume tertinggi berasal dari Cina, Mesir, Taiwan, dan India (Kementan, 2017).

Kementerian Pertanian mendorong percepatan swasembada bawang putih untuk memenuhi kebutuhan bawang putih nasional dengan proyeksi awal swasembada bawang putih diharapkan dicapai pada tahun 2033, namun target swasembada tersebut dipercepat menjadi tahun 2021 (Kementan, 2017). Percepatan swasembada bawang putih yang terus diupayakan pemerintah, perlu didukung oleh ketersediaan teknologi baik teknologi pra-panen maupun pascapanen. Penyediaan teknologi pra-panen dan pascapanen, terutama diarahkan untuk peningkatan produktivitas tanaman dan mutu bawang putih baik untuk kebutuhan konsumsi maupun benih. Tujuan tersebut dapat dicapai dengan kombinasi input, yaitu varietas, benih, teknologi budidaya, panen, dan penanganan pascapanen termasuk proses *curing* dan penyimpanan (Hassan et al., 2016).

Benih merupakan salah satu komponen penting dalam budidaya bawang putih, namun proses produksinya sampai saat ini masih dilakukan secara tradisional yang menghasilkan masa dormansi benih yang sangat lama, yaitu 5-6 bulan (Siswadi et al., 2018). Penanganan pascapanen benih bawang putih *existing* umumnya dalam bentuk brangkasan (dengan daun) dengan tahapan meliputi pemanenan, *curing* dengan penjemuran, pembersihan, penyimpanan pada suhu ruang dan sortasi. *Curing* bertujuan untuk mengeringkan bagian leher dan lapisan kulit luar umbi yang dapat membantu menutupi luka kulit umbi akibat pemanenan, mengurangi kehilangan air, dan mencegah masuknya mikroba selama

penyimpanan (Kader, 1992). Menurut Hassan et al. (2016), proses *curing* yang tepat dapat memperbaiki *flavor*, mempertahankan mutu bawang putih, dan memperpanjang umur simpan. Bayat et al. (2012) menyatakan bahwa, dengan mengontrol waktu *curing*, hal tersebut dapat menurunkan kerusakan fisik pada bawang putih. Faktor yang mempengaruhi laju proses *curing* bawang putih, seperti suhu, kelembaban, sirkulasi udara, ukuran umbi, dan jumlah daun hijau saat panen (Jauron dan Wallace, 2014), sehingga umbi harus mendapatkan ruang yang cukup dan ventilasi yang baik. Menurut Maw et al. (1997), kondisi proses *curing* secara artifisial yang baik adalah dengan menghembuskan udara kering di sekitar umbi bawang putih pada suhu sekitar 38°C, sedangkan *curing* pada suhu lebih dari 45°C umbi bawang putih akan berubah menjadi kuning dan lunak (Bayat et al., 2010).

Ledesma et al. (1980), melaporkan bahwa bawang putih tidak dapat tumbuh segera setelah panen akibat dormansi yang umumnya dapat diminimalisasi secara bertahap dengan penyimpanan. Salah satu cara untuk mempercepat pematangan dormansi benih bawang putih adalah dengan memberikan paparan pada suhu rendah selama penyimpanan. Menurut Cantwell et al. (2003), dormansi benih bawang putih dapat dikendalikan oleh suhu dan lama penyimpanan, dimana dormansi benih berakhir dengan cepat pada suhu penyimpanan 5-18°C. Pertumbuhan tunas bawang putih yang disimpan pada suhu 10°C selama 30 hari lebih baik dibandingkan pada suhu 15°C dan suhu ruang (27°C) (Youssef, 2013). Efek induktif penyimpanan pada suhu rendah tersebut tidak hanya tergantung pada tingkatan suhu tetapi juga pada lamanya kondisi suhu rendah yang diperlukan untuk mematahkan dormansi. Menurut Bizuayehu et al. (2017), kombinasi antara suhu (7°C) dan pemotongan umbi (menjadi $\frac{3}{4}$ bagian) menunjukkan pertunasan dan pertumbuhan yang lebih cepat dan lebih baik dibandingkan kombinasi suhu ruang dan umbi utuh. Namun demikian, hasil penelitian Rahman et al. (2003), menunjukkan bahwa penyimpanan benih bawang putih pada suhu yang tinggi (40°C) dapat mempercepat pertumbuhan tunas.

Curing benih bawang putih dalam bentuk utuh (brangkasan) akan memerlukan energi pemanasan yang lebih tinggi sehingga kurang efisien dan gudang penyimpanan yang lebih luas karena sifatnya *bulky* dibandingkan dengan *curing* dan penyimpanan benih dalam bentuk potong daun. Namun demikian, *curing* dan penyimpanan benih bawang putih dalam bentuk potong daun masih membutuhkan evaluasi mutu selama proses *curing* dan penyimpanan serta masa dormansi benih yang dihasilkan. Penelitian bertujuan untuk mempelajari pengaruh *pre-treatment* pada proses *curing* dan suhu penyimpanan terhadap mutu dan masa dormansi benih bawang putih.

Bahan dan Metode

Lokasi dan Bahan Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, Bogor. Bawang putih yang digunakan adalah varietas Sangga Sembalun dengan umur panen ± 115 Hari Setelah Tanam (HST) dari Desa Tuwel, Kabupaten Tegal, Jawa Tengah. Bangunan *instore dryer* yang digunakan untuk proses *curing* menggunakan bahan konstruksi polikarbonat (bagian dinding dan atap) dengan rangka baja ringan, dilengkapi *roof ventilator* Φ 28 inch pada bagian atap (3 buah), dan jendela ventilasi pada samping kiri dan kanan masing-masing 3 buah. Luas lantai keseluruhan *instore dryer* adalah 4×6 m². *Cold room* yang digunakan untuk proses penyimpanan memiliki kapasitas 100 kg (Merk Sanyo Cooler Box). Alat ukur yang digunakan adalah *data logger* suhu dan kelembaban dan timbangan digital kapasitas 30 kg dan timbangan digital presisi 1 kg. Bahan pendukung pada pengujian dormansi benih adalah *top soil*, kompos, dan pasir.

Metode Penelitian

Terdapat tiga tahapan percobaan dalam penelitian ini. Tiga tahapan tersebut antara lain: proses *curing*, proses penyimpanan dan pengujian dormansi.

Proses curing

Bawang putih segar disortasi dan dibersihkan dari kotoran tanah dan daun-daun kering sebelum dilakukan perlakuan *pre-treatment*. Terdapat dua perlakuan *pre-treatment* yang diterapkan untuk proses *curing* yaitu pemotongan daun (kurang lebih 10 cm dari leher umbi) dan umbi bawang putih dalam bentuk utuh atau brangkasan (diikat dengan berat kurang lebih 2 kg per ikatan). Umbi bawang putih brangkasan merupakan metode yang dilakukan oleh petani. Selanjutnya umbi bawang putih tersebut ditempatkan pada *instore dryer* untuk proses *curing*. Proses *curing* bawang putih brangkasan dilakukan dengan cara digantung, sedangkan yang dipotong daunnya dihamparkan pada rak kawat dengan ukuran lubang 2.5×2.5 cm dengan ketebalan sekitar 2-3 lapis umbi. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak dua kali,

dengan jumlah bahan baku yang digunakan untuk masing-masing perlakuan sebanyak 100 kg.

Pengamatan selama proses *curing* dilakukan setiap hari sampai proses *curing* dianggap selesai, yaitu pada kadar air umbi bawang putih 62-64% (Bayat *et al.*, 2010). Pengamatan kondisi proses *curing* meliputi suhu dan kelembaban di dalam *instore dryer*, sedangkan pengamatan produk bawang putih meliputi kadar air, susut bobot, dan rendemen (pengamatan setiap hari), kekerasan umbi, total padatan terlarut (TPT), umbi bertunas, dan kerusakan (umbi busuk dan hampa) pengamatan pada akhir proses *curing*. Pengukuran rendemen dilakukan dengan cara menimbang berat awal dan berat akhir produk (dalam kg) yang diamati, kemudian menghitung rendemen bawang putih dengan rumus:

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{berat akhir} - \text{berat awal}}{\text{berat awal}} \times 100\%$$

Proses penyimpanan

Setelah proses *curing* selesai, bawang putih disortasi untuk memisahkan umbi yang rusak (busuk, terserang penyakit dan hampa). Umbi bawang putih yang dihasilkan dari masing-masing perlakuan *pre-treatment* pada proses *curing* (potong daun dan brangkasan) ditempatkan pada ruang penyimpanan dengan tiga suhu yang berbeda. Tiga suhu ruang penyimpanan tersebut yaitu suhu ruang (ruangan dengan *exhaust fan*, 28-30°C), suhu rendah (*cold room*, 12-14°C), dan suhu tinggi (*instore dryer*, 38-42°C). Masing-masing perlakuan diulang sebanyak dua kali, dengan jumlah bahan baku yang digunakan untuk masing-masing satuan percobaan sebanyak 7kg. Penyimpanan bawang putih brangkasan dilakukan dengan cara diikat kemudian digantung, sedangkan bawang putih potong daun dihampar dalam keranjang plastik berongga dengan ukuran $36 \times 30 \times 11$ cm³ (ketebalan 2 lapis umbi). Pengamatan kondisi lingkungan ruang penyimpanan meliputi suhu dan kelembaban, sedangkan pengamatan produk bawang putih meliputi kadar air, susut bobot, rendemen, kekerasan, total padatan terlarut (TPT) dan umbi bertunas (pengamatan setiap minggu) serta umbi rusak (busuk dan hampa) pengamatan setiap 4 minggu selama 12 minggu. Kondisi lingkungan ruang penyimpanan diamati dan dicatat (suhu dan kelembaban).

Pengujian dormansi

Pengujian dormansi benih bawang putih dilakukan dengan cara mengukur daya tumbuh benih. Bawang putih hasil *pre-treatment* pada proses *curing* dan penyimpanan pada beberapa tingkatan suhu di atas, selanjutnya dipisahkan menjadi bentuk siung dan dikupas kulit keringnya sebelum ditanam dalam plastik polibag. Bawang putih ditanam di dalam polibag (kedalaman sekitar 2 cm) dengan media tanam meliputi *top soil*, kompos, dan pasir dengan perbandingan 3:2:1. Polibag ditempatkan pada tempat terbuka

yang bagian atasnya ditutup paranet. Pengukuran daya tumbuh benih dilakukan terhadap bawang putih yang telah disimpan selama 4, 8, dan 12 minggu pada masing-masing suhu penyimpanan. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua kali ulangan. Pengamatan daya tumbuh benih bawang putih dilakukan setiap 7 hari sampai maksimal 28 hari setelah tanam (HST). Hasil data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisa ragam dan dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan pada taraf 5% jika perlakuan berpengaruh nyata.

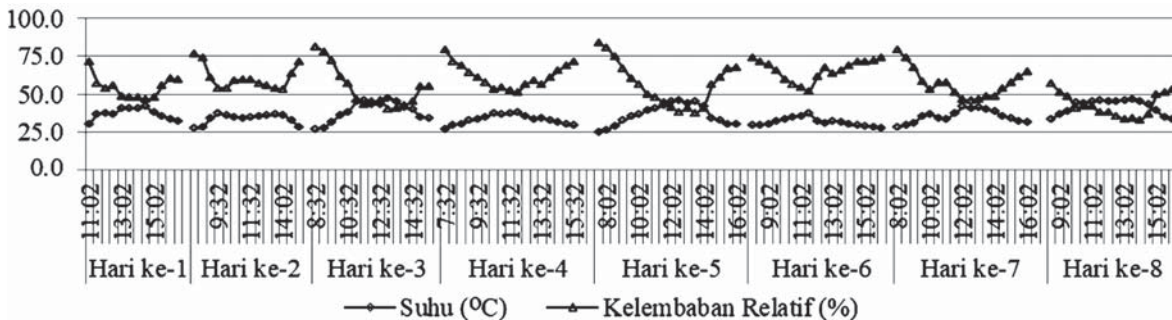
Hasil dan Pembahasan

Proses curing

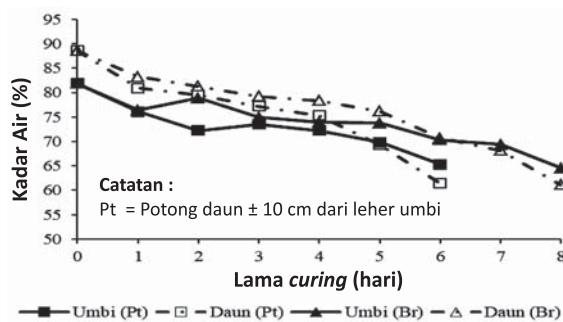
Kondisi suhu dan kelembaban relatif di dalam ruangan *instore dryer* selama proses *curing* disajikan pada Gambar 1. Rata-rata suhu dan kelembaban harian yang dicapai selama 8 hari proses *curing* masing-masing berkisar 31.2–42.6°C dan 42.6–70.9°C. Kondisi ini sesuai dengan hasil penelitian Bayat et al. (2010), bahwa suhu maksimal proses *curing* adalah 45°C untuk menghindari terjadinya kerusakan umbi bawang putih menjadi berwarna kuning dan melunak. Tanda-tanda umum dimana proses *curing* dianggap selesai adalah setelah batang semu keriput (*shriveled*), kulit luar kering dan terlihat mengkilap, serta bila digesek-gesekan satu dengan lainnya terdengar suara gemerisik. Menurut Bayat et al. (2010), kondisi tersebut dicapai pada kadar air bawang putih berkisar 62-64%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju proses *curing* umbi bawang putih yang dipotong daunnya lebih cepat dibandingkan dengan *curing* umbi dalam bentuk brangkasan (Gambar 2). Penurunan kadar air bawang putih yang dipotong daunnya dari kadar air awal 81.91% menjadi 65.25% memerlukan waktu selama 6 hari dengan laju proses *curing* rata-rata 2,78% per hari. Sementara itu, dalam bentuk brangkasan, penurunan kadar air umbi dari 81.91% menjadi 64.58% memerlukan waktu selama 8 hari dengan laju proses *curing* rata-rata 2.17% per hari. Gambar 2 juga menunjukkan bahwa pada proses *curing* bawang putih, daun lebih cepat kering dibandingkan dengan umbinya. Sisa potongan daun (batang semu) dari umbi dengan perlakuan pemotongan daun lebih cepat kering dibandingkan daun brangkasan. Rata-rata laju penurunan kadar air sisa potongan daun sebesar 4.53% per hari lebih tinggi dibandingkan daun brangkasan, yaitu 3.43% per hari. Hal ini disebabkan karena bahan/ massa daun yang dikeringkan pada sampel dengan *pre-treatment* potong daun lebih sedikit dibandingkan dengan sampel brangkasan. Salah satu kelemahan proses *curing* bawang putih brangkasan dengan cara digantung yaitu aliran udara panas pada *instore dryer* sulit menembus bagian dalam ikatan daun sehingga proses *curing* kurang merata. Oleh karena itu, perlu dilakukan proses membalik bahan sehingga seluruh bagian ikatan terpapar udara panas dengan merata.

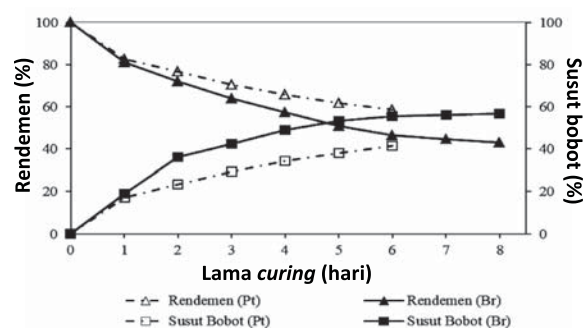
Bobot bawang putih selama proses *curing* berkorelasi positif dengan kadar airnya. Menurunnya kadar air bawang putih selama proses *curing* akan menyebabkan penyusutan bobot, sehingga semakin rendah kadar air bawang putih maka bobotnya



Gambar 1. Kondisi suhu dan kelembaban relatif *instore dryer* selama proses *curing* bawang putih.



Gambar 2. Laju penurunan kadar air bawang putih selama proses *curing* dengan menggunakan *instore dryer*.



Gambar 3. Rendemen dan susut bobot bawang putih selama proses *curing* dengan menggunakan *instore dryer*.

Tabel 1. Karakteristik mutu bawang putih hasil *curing* dengan *instore dryer*.

Karakteristik Mutu	<i>Instore Dryer</i>	
	Brangkasan	Potong Daun
Umbi bertunas (%)	0.00	0.00
Umbi busuk (%)	1.81	1.77
Umbi hampa (%)	0.13	0.34
Total Padatan Terlarut (Brix)	31.00	30.80
Kekerasan (N)	20.57	20.43

juga semakin berkurang. Gambar 3 menunjukkan rendemen dan susut bobot bawang putih baik dalam bentuk brangkasan maupun yang dipotong daun. Susut bobot bawang putih brangkasan lebih tinggi dibandingkan dengan yang dipotong daun. Sampai dengan selesai proses *curing*, susut bobot bawang putih brangkasan sebesar 56.31% sedangkan bawang putih yang dipotong daun sebesar 38.16%.

Rendemen bawang putih brangkasan setelah proses *curing* sebesar 44.60% lebih rendah dibandingkan dengan rendemen bawang putih yang dipotong daunnya, yaitu sebesar 61.84% (Gambar 3). Terdapat selisih rendemen sebesar 17.24% sebagai akibat kontribusi bobot daun pada bawang putih brangkasan. Selama proses *curing*, perubahan kadar air signifikan terjadi pada daun dibandingkan dengan umbinya. Daun bawang putih pada kondisi segar memiliki kadar air rata-rata sebesar 88.57% dan selama proses *curing* menurun rata-rata 27.45% sehingga kadar air daun setelah proses *curing* sekitar 61.12%.

Kerusakan bawang putih selama *curing* berupa umbi bawang busuk dan hampa. Umbi bawang busuk dapat disebabkan oleh mikroorganisme lapang yang terbawa pada saat proses pemanenan, sedangkan umbi hampa kemungkinan disebabkan penguapan air berlebih pada umbi bawang putih terutama ketika radiasi matahari berada pada puncaknya. Tabel 1, menunjukkan persentase kerusakan bawang putih pada perlakuan *curing* dengan cara brangkasan dan potong daun pada *instore dryer*. Persentase umbi bawang putih yang busuk selama proses *curing* dengan *instore dryer* dalam bentuk brangkasan lebih tinggi dibandingkan dalam bentuk potong daun. Tabel 1 juga menunjukkan bahwa kekerasan dan total padatan terlarut bawang putih relatif sama baik brangkasan dan potong daun.

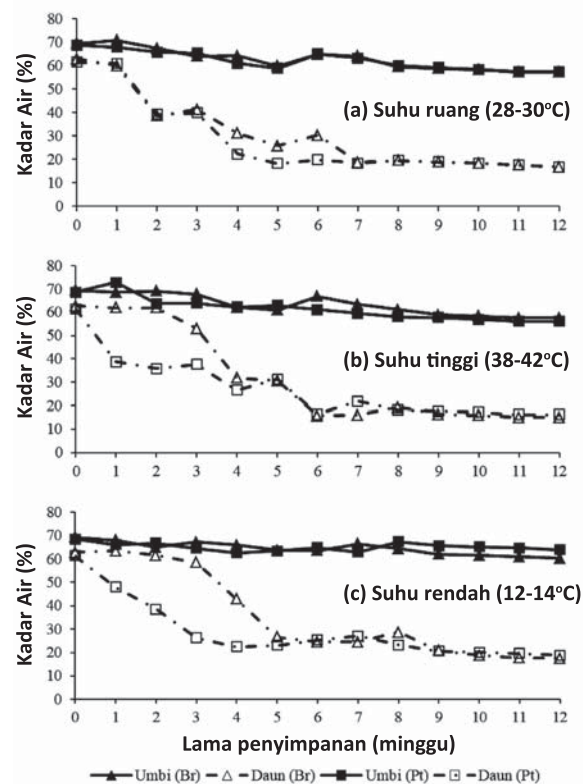
Proses Penyimpanan

Kadar air

Perubahan kadar air pada berbagai perlakuan suhu penyimpanan bawang putih disajikan pada Gambar 4-a,b,c. Kadar air umbi mengalami penurunan pada seluruh kondisi suhu penyimpanan. Penurunan kadar air umbi tertinggi terjadi pada penyimpanan suhu tinggi (Gambar 4-b), kemudian suhu ruang (Gambar 4-a), dan terendah pada

penyimpanan suhu rendah (Gambar 4-c). Suhu dan kelembaban (RH) berpengaruh terhadap kadar air bawang putih yang disimpan. Penurunan kadar air yang lebih tinggi pada penyimpanan suhu tinggi dan suhu ruang dibandingkan dengan penyimpanan suhu rendah antara lain dipicu oleh perbedaan aktivitas metabolisme, proses respirasi dan proses transpirasi bawang putih. Penyimpanan suhu rendah dengan kelembaban tinggi seperti kondisi penyimpanan pada *cold room* mampu menekan proses respirasi pada umbi bawang putih selama penyimpanan sehingga laju penguapan (transpirasi) air dari jaringan tanaman relatif lebih lambat (Mutia *et al.*, 2015).

Selama proses penyimpanan, penurunan kadar air daun bawang putih sangat besar dibandingkan dengan penurunan kadar air umbi (Gambar 4a, b, c). Penurunan kadar air umbi bawang putih brangkasan dari ketiga kondisi penyimpanan rata-rata 14.76%, sedangkan penurunan kadar air daun rata-rata mencapai 71.72%. Sampel dengan perlakuan potong daun, memiliki rata-rata penurunan kadar air umbi sebesar 16.32%, sedangkan penurunan kadar air daun rata-rata mencapai 73.75%. Hal ini merupakan kondisi yang diharapkan sehingga umbi dapat dipertahankan kesegarannya dan daya tumbuhnya sebagai benih. Bayat *et al.* (2010) menyatakan bahwa kadar air penyimpanan bawang putih yang diharapkan adalah 62-64%, hal ini sesuai dengan hasil penelitian ini dimana kadar air dipertahankan pada kisaran yang diharapkan.

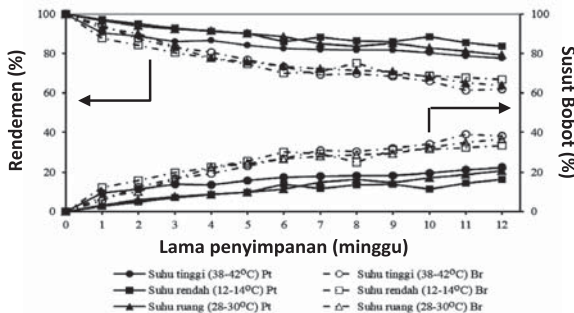


Gambar 4. Kadar air bawang putih selama penyimpanan pada suhu ruang, tinggi, dan suhu rendah.

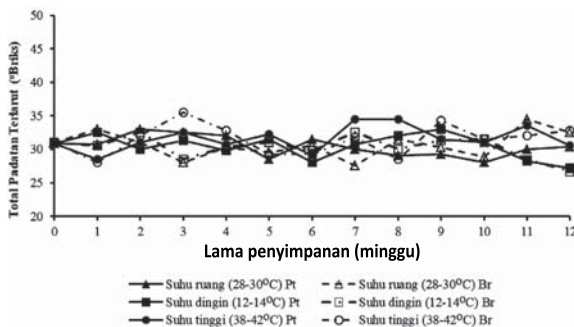
Rendemen dan susut bobot

Bawang putih mengalami proses metabolisme selama penyimpanan, sehingga mengalami penyusutan bobot akibat dari penguapan (transpirasi) kandungan air, kerusakan, dan tingkat kesegaran yang menurun. Gambar 5 menunjukkan adanya peningkatan susut bobot bawang putih selama penyimpanan. Bawang putih yang disimpan pada suhu tinggi (*instore dryer* dan ruang) mengalami susut bobot yang lebih tinggi sejak awal penyimpanan dibandingkan dengan suhu rendah (*cold room*), baik sampel brangkasan maupun potong daun. Susut bobot yang tinggi pada bawang putih yang disimpan pada suhu tinggi diduga karena suhu tinggi lebih memicu aktifitas metabolisme dan respirasi sehingga meningkatkan kehilangan air. Semakin banyak air yang hilang maka susut bobot semakin meningkat. Hutabarat (2008) menyatakan meningkatnya susut bobot sebagian besar disebabkan oleh kehilangan air akibat transpirasi dan terurainya glukosa menjadi CO_2 dan H_2O selama proses respirasi walaupun dalam jumlah kecil. Gas yang dihasilkan akan menguap dan menyebabkan susut bobot. Hal ini sesuai dengan pernyataan Rubatzky dan Yamaguchi (1997), seiring dengan peningkatan suhu, maka respirasi akan berjalan lebih cepat sehingga lapisan kulit terluar bawang putih akan mengering.

Bawang putih yang disimpan pada suhu rendah mengalami perubahan metabolisme terutama respirasi yang melambat akibat tekanan suhu. Suhu rendah dapat memperlambat proses metabolisme sebagai



Gambar 5. Susut bobot dan rendemen bawang putih selama penyimpanan pada suhu ruang, tinggi, dan suhu rendah.



Gambar 6. Total padatan terlarut (TPT) umbi bawang putih selama penyimpanan pada suhu ruang, tinggi, dan suhu rendah.

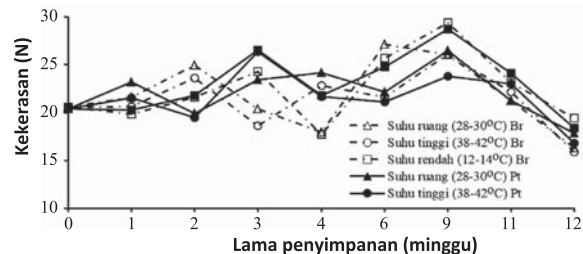
akibat dari beberapa reaksi enzimatik (Ahmad, 2013). Oleh karena itu, susut bobot yang terjadi pada suhu rendah diduga lebih diakibatkan oleh tumbuhnya tunas pada bawang putih karena bobot umbi yang bertunas akan terus mengalami penurunan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bawang putih yang disimpan pada suhu tinggi dan rendah tunas sudah muncul pada minggu ke-9 dan 10 penyimpanan (Gambar 8). Menurut Maemunah (2010) penurunan bobot karena pertunas disebabkan karena cadangan makanan yang terdapat di dalam umbi digunakan untuk metabolisme dan pembentukan tunas.

Total padatan terlarut (TPT)

Total padatan terlarut didefinisikan sebagai total dari semua padatan yang terlarut dalam air, termasuk gula, garam, protein dan asam organik (Chope *et al.*, 2006). Kadar TPT adalah parameter mutu yang penting dan berkaitan dengan tingkat keawetan bawang putih. Semakin tinggi total padatan terlarut maka persentase bahan kering juga lebih tinggi dan karenanya umbi lebih awet. Total padatan terlarut dipengaruhi oleh lama penyimpanan khususnya pada penyimpanan suhu rendah (Gambar 6). Total padatan terlarut selama penyimpanan berfluktuatif namun cenderung menurun pada penyimpanan suhu rendah, sedangkan pada suhu yang tinggi (*instore dryer* dan ruang), total padatan terlarut cenderung tetap. Total padatan terlarut yang menurun pada suhu rendah selama penyimpanan menunjukkan terjadinya peningkatan konsumsi gula dalam proses metabolisme umbi. Vazquez-Barrios *et al.* (2006) mengamati bahwa penyimpanan bawang putih pada suhu 5°C menghasilkan 33% pengurangan TPT, sedangkan pada penelitian ini penurunan TPT pada suhu $12-14^{\circ}\text{C}$ sekitar 11.69 dan 13.87% masing-masing untuk sampel brangkasan dan potong daun.

Kekerasan

Kekerasan selama penyimpanan berfluktuatif namun cenderung menurun untuk semua kondisi suhu penyimpanan baik pada penyimpanan sampel brangkasan maupun potong daun (Gambar 7). Penyimpanan pada suhu rendah (*cold room*) memiliki kekerasan umbi yang lebih tinggi dibandingkan dengan suhu yang lebih tinggi (*instore dryer* dan ruang). Penyimpanan pada suhu rendah dapat memperlambat metabolisme sel serta menghambat proses transpirasi



Gambar 7. Kekerasan umbi bawang putih selama penyimpanan pada suhu ruang, tinggi, dan suhu rendah.

Tabel 2. Kerusakan pada bawang putih bentuk bawang brangkasan dan potong daun pada berbagai perlakuan suhu penyimpanan.

Lama Penyimpanan (Minggu)	Busuk (%)						Hampa (%)					
	Suhu Ruang (28-30°C)		Suhu Dingin (12-14°C)		Suhu Tinggi (38-42°C)		Suhu Ruang (28-30°C)		Suhu Dingin (12-14°C)		Suhu Tinggi (38-42°C)	
	Pt	Br	Pt	Br	Pt	Br	Pt	Br	Pt	Br	Pt	Br
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.70	1.32	0.69	0.61	0.56	3.99	0.25	1.46	0.18	1.94	0.76	1.58
8	1.07	2.11	0.87	2.07	0.67	4.26	0.65	1.69	0.26	1.94	1.24	2.20
12	2.11	5.90	1.58	3.44	1.12	4.26	8.69	9.88	1.22	2.17	3.07	5.80

Keterangan : Pt = Potong daun ; Br = Brangkasan

sehingga kekerasan umbi lebih dapat dipertahankan. Menurut Mutia *et al.* (2015), peningkatan kekerasan umbi bawang pada suhu rendah terjadi karena penguapan antar ruang sel yang menyebabkan sel mengerut dan menyatu (zat pektin saling berikatan). Nilai kekerasan yang lebih rendah pada suhu yang lebih tinggi (*instore dryer* dan ruang) disebabkan oleh ikatan pektin yang berkurang pada dinding sel bawang putih serta terjadinya proses transpirasi yang dipicu oleh suhu tinggi selama penyimpanan. Menurut Hawa (2006) pada suhu diatas 20°C laju respirasi dan aktivitas enzim berlangsung lebih cepat sehingga menyebabkan jumlah pektin pada dinding sel berkurang. Penyimpanan suhu tinggi dengan RH rendah menyebabkan kulit bawang mudah kering dan mengelupas. Hal ini sesuai dengan laporan Currah *et al.* (2012) yang menjelaskan bahwa kelembaban (RH) < 65% menyebabkan kulit luar umbi menjadi rapuh dan pecah.

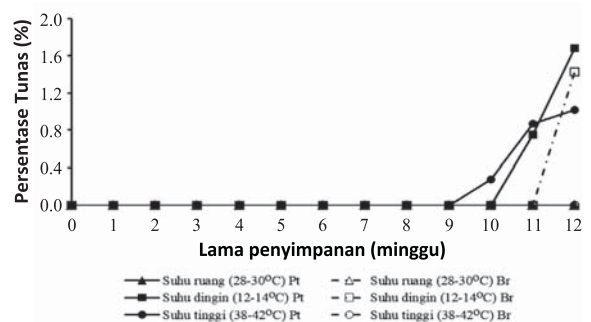
Persentase munculnya tunas

Berbeda dengan bawang putih untuk konsumsi, munculnya tunas pada bawang putih untuk benih sangat diharapkan. Hasil penelitian (Gambar 8) menunjukkan belum ada tunas yang muncul setelah penyimpanan pada suhu ruang selama 12 minggu baik pada sampel brangkasan maupun potong potong. Sedangkan pada penyimpanan pada suhu rendah, tunas mulai muncul pada minggu ke-10 untuk benih bawang putih yang dipotong daunnya dan minggu ke-11 pada benih brangkasan. Menurut Jasmi *et al.* (2013), munculnya tunas pada suhu rendah disebabkan terjadinya peningkatan aktifitas enzim dan giberelin dalam sel dimana suhu rendah menyebabkan peningkatan proses pembelahan sel serta patahnya dormansi yang memicu pembentukan tunas. Dinarti *et al.* (2011) menyatakan bahwa suhu merupakan faktor alami yang mengatur pertumbuhan. Perlakuan suhu rendah pada organ tanaman dapat meningkatkan aktivitas pembelahan sel dan giberelin endogen serta peningkatan aktivitas auksin sehingga mempercepat proses pertunasan benih. Pertumbuhan tunas juga terjadi pada bawang putih yang disimpan

pada suhu tinggi untuk bawang putih yang dipotong daunnya.

Kerusakan (busuk dan hampa)

Kerusakan bawang putih selama penyimpanan dapat disebabkan oleh mikroorganisme lapang yang terbawa pada saat proses pemanenan atau mikroorganisme yang berada pada wadah atau tempat penyimpanan. Kerusakan yang banyak terjadi selama penyimpanan disebabkan oleh jamur, sedangkan kerusakan lain dapat disebabkan oleh hama atau penyakit serta perubahan fisiologis yang timbul pada saat penyimpanan. Tabel 2 menunjukkan persentase kerusakan bawang putih pada berbagai perlakuan suhu baik bawang brangkasan maupun potong daun. Bawang putih dalam bentuk brangkasan mengalami pembusukan lebih tinggi dibandingkan bawang putih yang dipotong daunnya. Persentase kerusakan karena busuk yang kemungkinan disebabkan oleh jamur, tertinggi pada penyimpanan suhu ruang, kemudian suhu tinggi, dan terendah pada suhu rendah. Sitorus (2000) menyatakan bahwa suhu rendah dapat menghambat reaksi enzimatik dan laju pertumbuhan mikroorganisme. Faktor yang mempengaruhi perkembangan mikroba adalah suhu dan kelembaban (RH) yang tinggi selama penyimpanan. Kerusakan lainnya adalah dalam bentuk umbi hampa. Umbi hampa semakin meningkat dengan semakin lamanya penyimpanan. Umbi hampa lebih banyak terjadi



Gambar 8. Persentase munculnya tunas benih bawang putih selama penyimpanan suhu ruang, tinggi, dan suhu rendah.

Tabel 3. Daya tumbuh benih bawang putih hasil penyimpanan selama 4 minggu pada beberapa kondisi suhu penyimpanan.

Metode Curing	Suhu Penyimpanan	Daya Tumbuh (%)			
		7 HST	14 HST	21 HST	28 HST
Brangkasan Potong daun	Suhu rendah (12-14°C)	0.00 ^a	0.00 ^b	0.00 ^b	0.00 ^b
		0.00 ^a	0.00 ^b	0.00 ^b	0.00 ^b
Brangkasan Potong daun	Suhu ruang (28-30°C)	0.00 ^a	0.00 ^b	0.00 ^b	0.00 ^b
		0.00 ^a	0.00 ^b	0.00 ^b	0.00 ^b
Brangkasan Potong daun	Suhu tinggi (38-42°C)	0.00 ^a	7.15 ^a	14.29 ^a	14.29 ^a
		0.00 ^a	0.00 ^b	0.00 ^b	0.00 ^b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut Duncan 5%

Tabel 4. Daya tumbuh benih bawang putih hasil penyimpanan selama 8 minggu pada beberapa kondisi suhu penyimpanan.

Metode Curing	Suhu Penyimpanan	Daya Tumbuh (%)				
		7 HST	10 HST	14 HST	21 HST	28 HST
Brangkasan Potong daun	Suhu rendah (12-14°C)	0.00 ^b	28.58 ^a	28.58 ^a	28.58 ^b	35.72 ^b
		14.29 ^a	28.58 ^a	28.58 ^a	42.86 ^a	64.29 ^a
Brangkasan Potong daun	Suhu ruang (28-30°C)	0.00 ^b	0.00 ^b	0.00 ^b	7.15 ^c	7.15 ^c
		0.00 ^b	0.00 ^b	0.00 ^b	7.15 ^c	7.15 ^c
Brangkasan Potong daun	Suhu tinggi (38-42°C)	0.00 ^b	0.00 ^b	0.00 ^b	50.00 ^a	64.28 ^a
		0.00 ^b	0.00 ^b	7.15 ^b	7.15 ^c	35.72 ^b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut Duncan 5%

pada bawang putih brangkasan dibandingkan potong daun. Umbi hampa tertinggi pada penyimpanan suhu ruang disusul suhu tinggi. Penyimpanan pada suhu rendah menghasilkan umbi hampa yang relatif sedikit sehingga kemungkinan umbi hampa dipicu oleh kondisi suhu selama penyimpanan.

Dormansi benih bawang putih

Salah satu ciri umbi bawang putih yang sudah patah dormansinya adalah jika umbi bawang putih tersebut sudah mempunyai daya tumbuh yang optimum saat ditanam. Sebagian besar benih bawang putih hasil penyimpanan selama 4 minggu dari berbagai perlakuan metode *curing* dan suhu penyimpanan belum dapat tumbuh, kecuali perlakuan metode *curing* dalam bentuk brangkasan dengan penyimpanan pada suhu tinggi. Namun daya tumbuh yang dihasilkan dari perlakuan tersebut masih relatif rendah, yaitu 14.29% (Tabel 3). Daya tumbuh benih bawang putih yang dihasilkan belum memenuhi standar minimum, yaitu sebesar 70% (ISTA, 2020).

Pre-treatment berpengaruh signifikan terhadap daya tumbuh benih bawang putih, namun perlakuan suhu penyimpanan berpengaruh signifikan dalam mempersingkat masa dormansi benih bawang putih (Tabel 4). Hal ini terlihat dari daya tumbuh benih bawang putih yang telah mencapai 64.29% pada perlakuan metode *curing* potong daun dan disimpan

pada suhu rendah serta perlakuan brangkasan yang disimpan pada suhu tinggi (Tabel 4). Hasil tersebut mengindikasikan telah terjadinya pematangan dormansi pada benih bawang putih. Namun kecepatan tumbuh pada benih bawang putih tersebut masih sangat rendah, dimana benih membutuhkan waktu 28 hari untuk dapat tumbuh secara optimum. Suhu penyimpanan yang optimal untuk mempercepat pertumbuhan tunas bawang putih adalah pada suhu sekitar 5-10°C (Brewster, 2008). Efek induktif penyimpanan dingin tidak hanya tergantung pada tingkatan suhu tetapi juga pada lamanya kondisi dingin yang diperlukan untuk mematahkan dormansi. Menurut Volk *et al.* (2004), suhu rendah pada penyimpanan umbi benih bawang putih dapat mengaktifkan reaksi biokimia yang dilakukan oleh interposisi enzim yang berbeda. Reaksi tersebut dapat meningkatkan kandungan glukosa pada umbi benih sehingga terjadi inisiasi tunas. Paparan yang dilakukan pada suhu tinggi juga dapat meningkatkan daya tumbuh benih bawang putih. Hasil ini sesuai dengan penelitian Rahman *et al.* (2003) yang menunjukkan terjadinya percepatan pertumbuhan tunas umbi bawang pada suhu yang cukup tinggi (40°C). Hal ini disebabkan penyimpanan suhu tinggi mempercepat proses penuaan fisiologis di dalam umbi sehingga proses pematangan dormansi bisa dipercepat (Muthoni *et al.* 2014).

Tabel 5. Daya tumbuh benih bawang putih hasil penyimpanan selama 12 minggu pada beberapa kondisi suhu penyimpanan.

Metode Curing	Suhu Penyimpanan	Daya Tumbuh (%)				
		3 HST	7 HST	14 HST	21 HST	28 HST
Brangkasan Potong daun	Suhu rendah (12-14°C)	7.15 ^a	21.43 ^a	28.58 ^c	42.86 ^b	57.15 ^b
		7.15 ^a	7.15 ^b	50.00 ^a	71.43 ^a	78.57 ^a
Brangkasan Potong daun	Suhu ruang (28-30°C)	0.00 ^b	0.00 ^c	0.00 ^d	0.00 ^c	14.29 ^c
		0.00 ^b	0.00 ^c	21.43	42.86 ^b	64.29 ^b
Brangkasan Potong daun	Suhu tinggi (38-42°C)	0.00 ^b	0.00 ^c	35.72 ^b	64.28 ^b	78.57 ^a
		0.00 ^b	0.00 ^c	28.57 ^c	57.14 ^b	57.14 ^b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut Duncan 5%

Benih bawang putih yang disimpan pada suhu rendah selama 8 minggu, tumbuh 7 hari setelah penanaman. Daya dan kecepatan tumbuh benih bawang putih yang disimpan pada suhu rendah selama 12 minggu lebih tinggi dan cepat dibandingkan dengan penyimpanan 8 minggu (Tabel 5). Benih bawang putih yang disimpan pada suhu rendah selama 12 minggu dapat tumbuh setelah 3 hari penanaman. Namun demikian, benih bawang putih yang disimpan pada suhu rendah dan suhu tinggi memiliki daya tumbuh yang sama setelah 28 hari penanaman pada penyimpanan selama 12 minggu. Penelitian Mardiana et al. (2016), menunjukkan bahwa penyimpanan benih bawang merah pada suhu rendah (10°C) menghasilkan daya tumbuh yang tinggi setelah penyimpanan selama 12 minggu. Daya tumbuh yang dihasilkan tersebut serupa dengan daya tumbuh benih bawang putih yang dihasilkan dari penyimpanan pada suhu rendah (12-14°C) selama 12 minggu. Selain suhu, lama penyimpanan juga mempengaruhi terjadinya pembelahan sel yang didukung dengan aktivitas enzim. Perlakuan suhu rendah yaitu 5-10°C dapat mengaktifkan gen-gen untuk membentuk enzim-enzim baru yang menyebabkan terjadinya perubahan mutu benih (Jasmi et al. 2013).

Simpulan

1. Proses *curing* bawang putih pada *instore dryer* yang dilakukan dengan memotong daun memerlukan waktu *curing* yang lebih singkat (6 hari) dibandingkan dengan bawang putih brangkasan (8 hari).
2. Penyimpanan bawang putih dengan cara memotong daun menghasilkan persentase kerusakan umbi (busuk dan hampa) yang lebih rendah dibandingkan brangkasan. Penyimpanan bawang putih pada suhu rendah (12-14°C) menghasilkan persentase kerusakan umbi (busuk dan hampa) yang lebih rendah dari pada suhu tinggi (38-42°C) dan suhu ruang (28-30°C) setelah penyimpanan selama 12 minggu.

3. Daya tumbuh benih bawang putih tertinggi dan memenuhi standar mutu benih (>70%) dicapai pada penyimpanan selama 12 minggu baik pada penyimpanan suhu rendah (12-14°C) maupun suhu tinggi (38-42°C).
4. Penyimpanan benih bawang putih potong daun pada suhu rendah (12-14°C) dan benih bawang putih brangkasan pada suhu tinggi (38-42°C) dapat mempersingkat masa dormansi benih bawang putih dibandingkan dengan penyimpanan pada suhu ruang (28-30°C).

Daftar Pustaka

- Ahmad, U. 2013. Teknologi Penanganan Pascapanen Buah dan Sayuran. Yogyakarta (ID): Graha Ilmu.
- Bayat, F., S. Rezvani, and A.E. Nosrati. 2010. Effect of harvesting time and curing temperature on some properties of Iranian White Garlic. *Acta Hort.* 877 : 869–875.
- Bayat, F. and S. Rezvani. 2012. Effect of harvesting time and moisture on mechanical properties of garlic (*Allium sativum* L.) skin. *Agric. Eng.Int: CIGR Journal*, 14(3): 161-167.
- Bizuayehu, D., W. Kebede, W. Mohammed, A. Bekele, 2017. Duration of low temperature storage, clove topping and smoke water on garlic sprouting and seedling vigor. *J. Agron.* 16 : 124-130.
- Brewster J.L., 2008. Onions and Other Vegetable Alliums (2ndedn). CAB International, Wallingford, UK.
- Cantwell, M.I., J. Kang, and G. Hong, 2003. Heat treatments control sprouting and rooting of garlic cloves. *Postharv. Biol. Technol.* 30 : 57-65.
- Chope, G.A., L.A. Terry, and P.J. White. 2006. Effect of controlled atmosphere storage on abscisic acid concentration and other biochemical attributes of onion bulbs. *Postharvest Biology and Technology.* 39: 233-242.
- Currah, L., K. Cools, and L.A. Terry. 2012. *Crop Post-Harvest: Science and Technology*, First Edition. Edited by Debbie Rees.

- Dinarti, D., B.S. Purwoko, A. Purwito, dan A.D. Susila. 2011. Perbanyak tunas mikro pada beberapa umur simpan umbi dan pembentukan umbi mikro bawang merah pada dua suhu ruang kultur. *Jurnal Agronomi Indonesia*. 39(2): 97-102.
- Hassan, G.H., M.A. El-Shal, K.H.A. Soliman, and I.M. Ghoneim. 2016. Effect of planting dates and periods of curing on quantitative, qualitative characteristic and storage ability of two garlic cultivars. *J. Agric. Res. Kafr El-Sheikh Univ.* 42(3): 401-414.
- Hawa, L.C., 2006. Pengembangan model tekstur dan umur simpan buah sawo (*Achras sapota* L) dengan variasi suhu dan tekanan pada penyimpanan hipobarik. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 7(1): 10-19.
- Hutabarat, S.O. 2008. Kajian pengurangan *chilling injury* tomat yang disimpan pada suhu rendah [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- International Seeds Test Association (ISTA). 2020. International Rules for Seed Testing.
- Jauron, R. and G. Wallace. 2014. Yard and garden: Harvest, dry and store onion, garlic and shallots. *Article Wed.* 12-15.
- Jasmi, S. Endang, I. Didik, 2013. Pengaruh vernalisasi umbi terhadap pertumbuhan, hasil, dan pembungaan bawang merah (*Allium Cepa* L. Aggregatum Group) di dataran rendah. *Jurnal Ilmu Pertanian*. 16(1): 42-57.
- Kader, A.A., 1992. Postharvest technology of horticulturals crops. Publication 3111. University of California. Division Agriculture and Natural Resources.
- Kementan, 2017. Pengembangan Bawang Putih Nasional. Ditjen Hortikultura, Kementerian Pertanian. <http://riph.pertanian.go.id/asset/media/download/file/547a6106025e209a3517aa07db2f2767.pdf>.
- Ledesma, A., M.I. Reate, R. Racea and J.L. Burba, 1980. Effect of low temperature and pre-planting storage time on garlic clonal type Rosado Paraguaya Growth. *Phyton*, 39: 37-48.
- Maemunah. 2010. Viabilitas dan vigor benih bawang merah pada beberapa varietas setelah penyimpanan. *Jurnal Agroland*. 17(1): 18-22.
- Mardiana, Y.A. Purwanto, L. Pujantoro, Sobir. 2016. Pengaruh penyimpanan suhu rendah benih bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) terhadap pertumbuhan benih. *JTEP* 4 (1): 67-74.
- Maw, B.W., E.W. Tollner and B.G. Mullinix, 1997. Factors influencing the curing of sweet onions. ASAE Annual International Meeting, Minneapolis, Minnesota, USA, Paper No. 971021, 17 pp.
- Muthoni, J., J. Kabira, H. Shimelis, and R. Melis, 2014. Regulation of potato tuber dormancy: A review. *Australian Journal of Crop Science*. 8 (5) : 754-759.
- Mutia, A.K., Y.A. Purwanto, dan L. Pujantoro. 2015. Penyimpanan bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) pada suhu rendah dan tingkat kadar air awal yang berbeda. *Jurnal Pascapanen*. 11 (2): 108-115.
- Rahman, M.H., M.S. Haque and M. Ahmed. 2003. Pre-planting temperature treatments for breaking dormancy of garlic cloves. *Asian Journal of Plant Sciences*. 2: 123-126.
- Rubatzky, V. E. and M. Yamaguchi, 1997. *World Vegetables: Principles, Production, and Nutritive Values Second Edition*. Springer Science Business Media.
- Siswadi, E., R. Firgiyanto R., dan N.N, Sari. 2018. Penerapan teknologi vernalisasi umbi dalam mendukung pengembangan sentra agribisnis bawang putih di Kecamatan Sukapura Kabupaten Probolinggo. *Semnas. Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*. p. 146-151.
- Sitorus, E., dan M. Imam, 2000. Pengaruh pendinginan awal dan suhu penyimpanan untuk memperpanjang kesegaran bawang merah. *Jurnal Hortikultura*. 10 (2): 137-143.
- Vazquez-Barrios, M.E., G. Lopez-Echevarria, E. Mercado-Silva, E. Castano-Tostado, and F. Leon-Gonzalez. 2006. Study and prediction of quality changes in garlic cv. Perla (*Allium sativum* L.) stored at different temperatures. *Sci. Hortic.* 108:127-132.
- Volk, G.M., K.E. Rotindo, and W.A. Lyons. 2004. Low temperature storage of garlic for spring planting. *Hortic. Sci.* 39 (3): 571-573.
- Youssef, S.N., 2013. Growth and bulbing of garlic as influenced by low temperature and storage period treatments. *J. Rural Observ.* 5(2): 47-56.