ISSN : 2088-5113 (Printed)

ISSN : 2598-0327 (electric)

PASPALUM : Jurnal Ilmiah Pertanian

Vol. 8 No. 2 Bulan September Tahun 2020

DOI: <http://dx.doi.org/10.35138/paspalum.v8i2.189>

Pematahan Dormansi Umbi Bawang Putih (*Allium sativum* L.) Varietas Lumbu Hijau dengan Perlakuan Lama Penyimpanan Umbi pada Suhu Rendah dan Aplikasi Giberelin

Diah Rochana Puspitasari, Anne Nuraini, Sumadi
Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Bandung

diaherpe001@gmail.com

(Received: 09-Jun-2020; Published: 30-Sept-2020)

ABSTRACT

Low temperature and gibberellin treatments affected on breaking dormancy. The effects of low temperature in storage duration and gibberellin treatments on breaking of dormancy of garlic were examined in this study. The aims of this study to determinate the best treatments for breaking garlic bulb dormancy. The sorted garlic bulbs were stored at 4 ± 0.4 ° C for 0 (control), 15, 30 and 45 days. The bulbs that have been treated by low temperature then treated by gibberellins at various concentrations including 0, 75, 150, and 225 mgL⁻¹ by soaking for 24 hours. The bulbs were planted in the seedling house. The low temperature storage (4 ± 0.4 °C) for 45 days is more effective than 0, 15 and 30 days, while the concentration of gibberellins were not have a significant effect on breaking dormancy. GA₃ endogenous was increased during low temperature storage, on the other hand, it accelerated on breaking dormancy. The highest percentage of sprouting bulb produced by treatment at low temperature storage for 45 days. Growth parameters such as shoot length, shoot dry weight and leaves get the best at 45 days storage time. Low temperature storage (4 ± 0.4 °C) is effective in breaking dormancy of garlic bulb.

Keywords: dormancy, garlic bulb, gibberellin, low temperature

ABSTRAK

Suhu rendah dan aplikasi giberelin berpengaruh terhadap pematahan dormansi. Pengaruh lama penyimpanan suhu rendah dan aplikasi giberelin pada pematahan dormansi bawang putih telah dikaji pada penelitian ini. Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan perlakuan terbaik dalam mematahkan dormansi benih bawang putih. Umbi bawang putih yang telah disortir disimpan dalam suhu 4 ± 0.4 °C selama 0 (kontrol), 15, 30 dan 45 hari. Umbi yang telah diberikan perlakuan suhu rendah kemudian diberi aplikasi giberelin berbagai konsentrasi diantaranya 0, 75, 150, dan 225 mgL⁻¹ dengan cara direndam selama 24 jam. Umbi tersebut kemudian ditanam pada rumah semai. Lama penyimpanan suhu rendah (4 ± 0.4 °C) selama 45 hari lebih efektif dibandingkan 0, 15 dan 30 hari, sedangkan pemberian giberelin tidak memberikan pengaruh nyata terhadap pematahan dormansi umbi bawang putih. Kandungan GA₃ endogen meningkat sejalan dengan semakin lama penyimpanan, sehingga waktu pecah dorman semakin singkat. Persentase jumlah siung berkecambah dihasilkan oleh perlakuan lama penyimpanan suhu rendah selama 45 hari. Parameter pertumbuhan seperti panjang tunas, bobot kering tunas dan jumlah daun juga terbaik juga diperoleh pada lama penyimpanan 45 hari. Penyimpanan suhu rendah (4 ± 0.4 °C) efektif dalam pematahan dormansi umbi bawang putih. Sedangkan untuk penambahan giberelin, perlu kajian lebih lanjut untuk mendapatkan konsentrasi yang sesuai untuk membantu mematahkan dormansi pada umbi bawang putih.

Keywords: dormansi, bawang putih, suhu rendah, giberelin

PENDAHULUAN

Bawang putih (*Allium sativum* L) merupakan jenis sayuran penting di seluruh dunia, dengan total luas panen mencapai 1.437.690 ha dan produksi per tahun mencapai 24.255.303 ton umbi kering (FAO, 2013). Bawang putih dimanfaatkan sebagai bahan bumbu dapur yang hampir selalu ada pada makanan Indonesia maupun masakan lain yang berasal dari Asia Tengah. Nilai impor pada tahun 2018 mencapai 507,701 juta US Dolar (BPS, 2019), jika nilai ini dapat disubstitusi sekitar 10% dengan bawang putih lokal, maka dapat menghemat devisa.

Dormansi merupakan bentuk adaptasi alami dari tanaman terhadap lingkungan yang tidak sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Organ tanaman dorman memiliki resistensi sangat tinggi (Vegis, 1964). Dormansi dapat terjadi pada organ yang berbeda seperti biji, umbi dan tunas. Dormansi dipengaruhi oleh faktor genetik tanaman dan lingkungan. Dormansi menjadi kendala pada peningkatan produksi bawang putih, karena memperlambat waktu tanam sehingga berpengaruh pada masa produktif lahan tanam. Masa dormansi bawang putih di Indonesia 5-6 bulan, sehingga dormansi dapat membatasi masa tanam bawang putih sehingga berpengaruh pada produksi.

Masa dormansi dapat dipersingkat melalui perlakuan suhu, pemberian zat pengatur tumbuh dan zat lainnya. Penyimpanan suhu rendah menginduksi pematangan dormansi dengan memicu modifikasi sinyal biokimia dalam organ istirahat (Benkeblia, 2003), salah satunya dengan terjadi pada biosintesis giberelin yang meningkat pada perlakuan suhu rendah, yaitu 4°C (Yamauchi et al., 2004). Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan asam giberelat dapat mempersingkat masa dormansi umbi, diantaranya pada kentang (Gua et al., 2000; Shibairo et al., 2006), bawang bombay (Helaly et al., 2016), dan bawang putih (Rahman et al., 2006; Woldeyes et al., 2017; Desta et al., 2018).

Tujuan penelitian ini adalah untuk menetapkan lama penyimpanan dalam suhu rendah dan konsentrasi giberelin yang tepat yang

memberikan pengaruh paling baik dan efektif dalam mempersingkat masa dormansi umbi bawang putih varietas Lumbu Hijau

METODE

Penelitian dilakukan di laboratorium BPTP Jawa Barat di Lembang dan rumah semai di Bogor. Ketinggian lokasi penelitian 150 mdpl, dengan suhu rata-rata harian 27,3°C dan kelembaban udara rata-rata harian 72,7%. Penelitian dilakukan pada bulan Juli-Desember 2019.

Rancangan percobaan menggunakan Rancangan Petak Terbagi (RPT) Rancangan Acak Kelompok (RAK). Petak utama adalah lama penyimpanan suhu rendah (4±0,4°C), terdiri dari 4 taraf : 0, 15, 30 dan 45 hari. Anak petak adalah pemberian GA₃, terdiri dari 4 taraf : 0, 75, 150, 225 mg/l. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Data diuji lanjut dengan menggunakan uji lanjut jarak berganda Duncan. Analisis data menggunakan software SPSS.16.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan antara lain : umbi bawang putih var Lumbu Hijau berasal dari Desa Tuwel, Kec. Bojong, Kab. Tegal, Jawa Tengah. Bawang dipanen tanggal 8 Juli 2019 pada umur 115 hari. Umbi dicuring selama 14 hari, kemudian dibersihkan dan dipisahkan menjadi siung. Siung yang digunakan kriterianya bernas, utuh, padat, bebas hama penyakit, bentuk dan ukuran relatif seragam. Siung dibagi sesuai dengan perlakuan yang akan diberikan; giberelin instan merk Agrogib dibuat dengan konsentrasi 75, 250 dan 225 mg/L. Alat yang digunakan antara lain: lemari pendingin, alat gelas laboratorium, Thin Layer Chromatography (TLC) sebagai alat analisis kandungan GA₃ endogen, jaring plastik, baki dan tray semai.

Benih (siung) bawang putih dikemas menggunakan jaring plastik, kemudian dimasukkan ke dalam lemari pendingin suhu (4±0,4°C). Lama penyimpanan 0 (kontrol), 15, 30 dan 45 hari. Benih bawang putih yang telah

diberi perlakuan penyimpanan suhu rendah dan yang tidak disimpan (kontrol) kemudian direndam sebagian menggunakan larutan GA₃ dengan konsentrasi 0, 75, 150 dan 225 mg/l selama 24 jam.

Benih yang telah diberikan perlakuan sebanyak 30 siung pada masing-masing perlakuan ditanam ke dalam baki semai yang telah diberi media tanam (tanah: sekam kompos, 1:2). Pengamatan perkecambahan dilakukan setiap hari sampai umur 90 HST. Pengamatan parameter pertumbuhan dilakukan pada 90 HSP (Hari Setelah Perlakuan) dengan cara destruksi.

Parameter yang diamati

1. Kandungan GA₃ endogen (ppm)
Kandungan GA₃ endogen dianalisis pada waktu benih bawang putih selesai diberi perlakuan suhu rendah. Ekstrak bawang putih dianalisis kandungan GA₃ endogen menggunakan Thin Layer Chromatography (TLC)
2. Waktu pecah dorman (hari)
Waktu pecah dorman adalah waktu awal tunas muncul. Pengamatan dilakukan setiap hari pada masing-masing perlakuan.
3. Persentase jumlah siung berkecambah (%)
Pengamatan dilakukan pada 30, 60 dan 90 HST. Perhitungannya :

$$PT = \frac{\text{Jumlah siung yang bertunas}}{\text{Jumlah siung per unit}} \times 100\%$$

Ket*:PT : Persentase siung bertunas/berkecambah

4. Panjang tunas (cm)
Dilakukan pada umur 90 HSP (Hari Setelah Perlakuan)
5. Bobot kering tunas (g)
Dilakukan pada umur 90 HSP (Hari Setelah Perlakuan)
6. Jumlah daun
Dilakukan pada umur 90 HSP (Hari Setelah Perlakuan)

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kandungan GA₃ endogen

Hasil analisis menunjukkan bahwa kandungan GA₃ pada umbi bawang putih semakin meningkat, seiring dengan makin bertambahnya waktu simpan pada suhu rendah. Hasil tertinggi diperoleh pada lama simpan 60 hari. Gambar 3 menunjukkan bahwa pada umbi bawang putih sebelum diberikan perlakuan suhu dingin kandungan GA₃ sebesar 33,282 ppm, kandungan GA₃ semakin meningkat setelah diberi perlakuan penyimpanan suhu rendah, semakin lama disimpan, kandungan GA₃ semakin meningkat. Berdasarkan hasil analisis tersebut, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara bawang putih yang tidak disimpan dalam suhu rendah dengan bawang putih yang diberi perlakuan disimpan dalam suhu rendah terhadap kandungan GA₃ endogen.

Sejalan dengan hasil penelitian Yamauchi *et al.* (2014) pada benih *Arabidopsis sp.* Benih

Gambar 1. Kandungan GA₃ Endogen Benih Bawang Putih pada Perlakuan Suhu Rendah ($4\pm 0,4^{\circ}\text{C}$)

yang diberikan suhu rendah (4°C), menunjukkan bahwa beberapa gen biosintesis GA, seperti GA 20-oksidas (GA20ox), GA-2-oksidas (GA2ox) dan GA-3-oksidas (GA3ox) meningkat regulasinya selain itu enzim *ent*-kaurene oksidas (KO) juga meningkat. Peningkatan beberapa gen tersebut, seiring dengan bertambahnya waktu penyimpanan. Adanya peningkatan jumlah gen biosintesis dan peningkatan aktivitas enzim yang terlibat dalam biosintesis GA₃, menyebabkan kandungan GA₃ endogen meningkat seiring dengan bertambahnya waktu penyimpanan umbi bawang putih pada suhu rendah.

2. Waktu pecah dorman

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 1. menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara perlakuan lama penyimpanan umbi pada suhu rendah dengan aplikasi GA₃ pada benih bawang putih, namun terdapat pengaruh mandiri dari perlakuan lama penyimpanan umbi bawang putih pada suhu rendah. Waktu pecah dorman yang paling lama pada terjadi pada benih bawang putih yang tidak disimpan dan yang disimpan dalam suhu rendah selama 15 hari. Sedangkan perlakuan yang menunjukkan waktu pecah dorman paling singkat terjadi pada benih bawang putih yang disimpan pada suhu $4\pm 0,4^{\circ}\text{C}$ selama 30 dan 45 hari.

Tabel 1. Pengaruh Mandiri Lama Simpan Umbi Pada Suhu Rendah terhadap Waktu Pecah Dorman Benih Bawang Putih

Perlakuan	Waktu Pecah Dorman (hari)
Lama simpan	
t ₀ (0 hari)	58,08 a
t ₁ (15 hari)	58,33 a
t ₂ (30 hari)	46,92 b
t ₃ (45 hari)	42,83 b
Konsentrasi GA ₃	
k ₀ (0 mg/l)	51,08 a
k ₁ (75 mg/l)	50,67 a
k ₂ (150 mg/l)	54,58 a
k ₃ (225 mg/l)	49,83 a

Ket : Angka yang diikuti huruf yang sama ke arah kolom, tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%.

Menurut hasil penelitian Desta *et al.* (2017), benih bawang putih yang disimpan selama 30 hari pada suhu 4°C memberikan hasil jumlah benih yang bertunas paling banyak. Sedangkan menurut hasil penelitian Resende *et al.* (2011) benih bawang putih yang divernalisasi selama 40 hari menghasilkan benih bertunas paling banyak. Hal ini sejalan dengan hasil analisa kandungan GA₃ endogen, dimana pada benih yang disimpan pada suhu rendah selama 30 dan 45 hari menunjukkan kandungan yang cukup tinggi.

Perlakuan penyimpanan pada suhu rendah berpengaruh pada metabolisme tanaman, seperti gula, kandungan fruktan, fenolik dan jalur metabolik lainnya (Guevara-Figueroa *et al.*, 2015; Benkeblia, 2003; Dufoo-Hurtado *et al.*, 2015), dimana metabolisme tersebut berpengaruh pada pertumbuhan tanaman. Gula digunakan untuk metabolisme energi yang diperlukan dalam pertumbuhan tanaman, begitu pula metabolisme lain yang berpengaruh terhadap pertumbuhan bawang putih. Asetil CoA yang dihasilkan melalui proses glikolisis menjadi senyawa bahan untuk biosintesis giberelin dan asam absisat (Taiz dan Zeiger, 2010). Hal inilah yang menyebabkan penyimpanan suhu rendah dapat mempersingkat waktu dormansi.

3. Persentase jumlah siung berkecambah

Berdasarkan analisis pada Tabel 2. Menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara lama penyimpanan suhu rendah dan pemberian GA₃, namun terjadi pengaruh mandiri pada perlakuan lama simpan umbi bawang putih suhu rendah.

Tabel 2. Pengaruh Mandiri Lama Simpan Umbi Pada Suhu Rendah terhadap Persentase Jumlah Siung Berkecambah di 90 HSP

Perlakuan	Persentase Jumlah Siung Berkecambah (%)
Lama simpan	
t ₀ (0 hari)	25,00 b
t ₁ (15 hari)	20,56 b
t ₂ (30 hari)	36,39 a
t ₃ (45 hari)	38,61 a
Konsentrasi GA ₃	
k ₀ (0 mg/l)	35,00 a
k ₁ (75 mg/l)	28,61 a
k ₂ (150 mg/l)	29,72 a
k ₃ (225 mg/l)	27,22 a

Ket : Angka yang diikuti huruf yang sama ke arah kolom, tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%..

Berdasarkan Tabel 2., pada perlakuan lama simpan umbi dalam suhu rendah, pada lama simpan 0 dan 15 hari menunjukkan notasi yang sama, dimana persentase jumlah siung yang berkecambah yaitu 20,56-25% dari populasi, sedangkan pada perlakuan lama simpan 30 hari dan 45 hari menunjukkan notasi yang sama pula. Sejalan dengan hasil pengukuran kandungan GA₃ pada perlakuan lama simpan umbi pada 30 dan 45 hari, kandungan GA₃ endogen cukup tinggi, hal ini yang menyebabkan siung bawang putih dapat berkecambah. Giberelin endogen yang dihasilkan oleh benih bawang putih telah mencukupi untuk melakukan proses fisiologis. Beberapa di antara fungsi GA₃ adalah memacu penguraian bahan cadangan organik, memacu pertumbuhan tanaman, dan memacu perpanjangan batang (Salisbury dan Ross, 1995). Siung umbi bawang putih yang disimpan dalam suhu rendah dalam jangka waktu tertentu menunjukkan peningkatan tingkat enzim α -amilase, invertase, glukosa dan sukrosa (Vazquez *et al.*, 2006; Atashi *et al.*, 2011; Masayekhi *et al.*, 2015), dimana enzim α -amilase yang berperan dalam hidrolisis karbohidrat menjadi senyawa karbohidrat sederhana yang diperlukan dalam proses perkecambahan. sehingga dengan adanya GA₃ tersebut, memacu perkecambahan benih bawang putih. Giberelin dapat memacu produksi dan atau sekresi beberapa jenis enzim hidrolitik yang berperan dalam pelarutan cadangan makanan dalam endosperma (Taiz dan Zeiger, 2010).

Pada masa dorman yang dimulai sejak pemanenan, beberapa proses fisiologis perlahan turun. Perkecambahan merupakan indikasi berakhirnya masa dormansi, pada bawang bombay berakhirnya masa dormansi ditandai oleh penurunan zat penghambat tumbuh dan meningkatnya giberelin (Miedema, 1994; Abidin, 1994). Regulasi dormansi yang melibatkan interaksi antara zat pengatur dan penghambat tumbuh terjadi pada

tunas dan biji yang membutuhkan perlakuan pendinginan (Wareing dan Saunders, 1971).

Jumlah benih bawang putih yang bertunas tidak masih rendah, kisaran 20,56-38,61%, hal ini disebabkan karena suhu lingkungan tumbuhnya di atas 20°C. Menurut Rahim dan Fordham (1994) menyatakan bahwa kenaikan suhu udara dan tanah yang menyebabkan suhu di atas 20°C dapat berpengaruh buruk pada pertumbuhan pada bawang putih.

4. Panjang tunas, Bobot kering tunas dan Jumlah daun

Berdasarkan Tabel 3. Perlakuan lama penyimpanan umbi pada suhu rendah dan pemberian GA₃ endogen menunjukkan tidak ada interaksi, namun terdapat pengaruh mandiri dari perlakuan.

Pada Tabel 3. terlihat, pada pengukuran panjang tunas dan bobot kering tunas yang memberikan pengaruh signifikan adalah perlakuan lama simpan. Pada tabel terlihat bahwa lama simpan selama 15 hari memberikan hasil terendah untuk panjang tunas, namun pada bobot kering tunas tertinggi, hal ini terkait efisiensi penggunaan

hasil fotosintesis. Sedangkan untuk bobot kering tunas, pengaruh pemberian GA₃ tidak memberikan pengaruh nyata terhadap bobot kering tunas, namun pada perlakuan lama simpan suhu rendah, terjadi perbedaan pada benih dengan perlakuan lama simpan 15 hari dengan yang lainnya. Hal ini diduga karena GA endogen telah mencukupi dalam pertumbuhannya.

Korelasi Antara GA₃ Endogen dengan Waktu Pecah Dorman, Persentase Jumlah Siung Berkecambah dan Parameter Pertumbuhan

Uji korelasi dilakukan untuk mengetahui hubungan antar variabel (Priyatno, 2013). Kandungan GA₃ endogen akan dianalisis korelasinya dengan variabel respon yang lain, hal ini dimaksudkan untuk melihat korelasi atau hubungan antara kandungan GA₃ endogen terhadap waktu pecah dorman, panjang akar, jumlah akar, jumlah daun dan panjang tunas. Hasil uji korelasinya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3. Pengaruh Mandiri Lama Simpan Suhu Rendah dan Konsentrasi GA₃ terhadap Parameter Pertumbuhan Bawang Putih

Perlakuan	Panjang Tunas (cm)	Bobot kering tunas (g)	Jumlah Daun (helai)
Lama simpan			
t ₀ (0 hari)	37,28 ab	0,12 a	3,08 a
t ₁ (15 hari)	30,45 c	0,08 b	3,17 ab
t ₂ (30 hari)	34,67 bc	0,12 a	3,42 ab
t ₃ (45 hari)	39,43 a	0,14 a	3,58 b
Konsentrasi GA ₃			
k ₀ (0 mg/l)	35,85 a	0,10 a	3,42 a
k ₁ (75 mg/l)	36,27 a	0,13 a	3,25 ab
k ₂ (150 mg/l)	34,80 a	0,112 a	2,92 b
k ₃ (225 mg/l)	35,73 a	0,125 a	3,67 a

Ket. : Angka yang diikuti huruf yang sama ke arah kolom, tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%

Tabel 4. Hasil Uji Korelasi Antara Kandungan GA₃ Endogen dengan Waktu Pecah Dorman, Jumlah Daun, Panjang Tunas dan Persentase Siung Berkecambah

Korelasi	WPD	PT	JD	% KC
GA ₃ Endogen	-0,47*	0,13	0,29*	0,43*

Ket : * : signifikan; WPD : Waktu Pecah Dorman; PT : panjang tunas JD : Jumlah daun, % KC : persentase siung berkecambah

Berdasarkan uji korelasi dalam Tabel 4., hubungan antara kandungan GA₃ endogen dengan waktu pecah dorman, menunjukkan hubungan yang negatif dan signifikan, artinya semakin tinggi kandungan GA₃ endogen maka waktu pecah dorman semakin pendek/cepat. Salah satu tanda akan berakhirnya dormansi adalah mulai meningkatnya jumlah hormon pertumbuhan seperti giberelin (Arguello *et al.*, 1983; Abidin, 1994). Sedangkan hubungan kandungan GA₃ endogen dengan jumlah daun, menunjukkan hubungan yang positif dan signifikan, artinya semakin tinggi kandungan GA₃ endogen maka semakin banyak pula jumlah daunnya. GA₃ dikenal sebagai hormon yang dapat memicu pertumbuhan, sehingga dapat memicu pertambahan jumlah daun. Korelasi GA₃ endogen dengan persentase berkecambah menunjukkan hubungan yang positif dan signifikan, artinya semakin tinggi kandungan GA₃ endogen maka jumlah benih bawang putih yang berkecambah semakin tinggi. Giberelin merupakan hormon tanaman yang dapat menstimulasi pembelahan dan pemanjangan sel (Taiz dan Zeiger, 2010).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa Tidak terdapat interaksi antara perlakuan lama penyimpanan suhu rendah (4±0,4°C) dan pemberian GA₃ berbagai konsentrasi pada pematangan dormansi bawang putih (*Allium sativum* L.) varietas Lumbu Hijau, namun terdapat pengaruh mandiri pada perlakuan lama penyimpanan suhu rendah terhadap waktu pecah dormansi benih bawang putih, yaitu pada lama penyimpanan selama 45 hari. Penyimpanan suhu rendah dapat meningkatkan kandungan GA₃ endogen yang berpengaruh pada pertumbuhan benih bawang putih.

SARAN DAN UCAPAN TERIMA KASIH

Saran yang dapat diberikan diharapkan adanya penelitian lebih lanjut tentang pematangan dormansi benih bawang putih menggunakan ZPT lain dan metode lain yang lebih efektif. Ucapan terimakasih ditujukan kepada Kementerian Pertanian, khususnya BPPSDMP yang telah memberi bantuan dana penelitian, BPTP Jawa Barat yang menyediakan tempat saat penelitian, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran serta semua pihak yang telah membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. 1994. Dasar-Dasar Pengetahuan Zat Pengatur Tumbuh. Angkasa. Bandung
- Arguello, J. A, Botini, R., Luna, R., de Bottini, G.A. dan Racca, R.W. 1983. Dormancy in garlic (*Allium sativum* L.) cv. Rosado Paraguayo I. levels of growth substances in "seed cloves" under storage. Plant and Cell Physiology. 24(8).
- Atashi, S., Akbarpour, V., Masayekhi, K., Mousavizadeh, SJ. 2011. Garlic physiological characteristics from harvest to sprouting in response to low temperature. Journal of Stored Products and Postharvest Research 2 (15): 285-291
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2019. Nilai Impor Non Migas Indonesia
- Baninasab, B dan Rahemi, M.. 2006. The effect of high temperature on sprouting and weight loss of two onion cultivars. American journal of plant physiology I (2): 199-204
- Benkeblia, N. 2003. Low temperature and breaking of dormancy effects on respiration rate, sugars, phenolics and peroxidase activity changes in inner bud of onion *Allium cepa* L. EBSCO Publishing.
- Brewster, J.L. 2008. Onions and Other Vegetable Alliums 2nd Edition. CABI. United Kingdom

- Desta, B., Woldetsadik, K., Mohammed, W., Abebie, B. 2018. Duration of low temperature storage, clove topping and smoke water on garlic sprouting and seedling vigor. *Journal of Agronomy* 16 (3): 124-130
- Dufoo-Hutado, M., Huerta-Ocampo, J. A., Barrera-Pacheco, A., Barba de la Rosa, A. P., and Mercado-Silva, E. M. 2015. Low temperature conditioning of garlic (*Allium sativum* L.) "seed" cloves induces alterations in sprouts proteome. *Frontiers in Plant Science* vol. 6 : 1-6
- FAO. 1995. Negara Produsen Bawang Putih Dunia Tahun 1994. FAO. Roma
- Guevara-Figueroa, T., Lopez-Hernandez, L., Lopez, MG., Dufoo-Hurtado, M., Vavquea-Barrios, ME., Guevara-Olvera, L., Gonzalez, RGG., Rivera-Pastrana, DM., Torres-Robles, H., Mercado-Silva, EM. 2015. Conditioning garlic "seed" cloves at low temperature modifies plant growth, sugar, fructan content and sucrose fructosyl transferase (1-SST) expression. *Scientia Horticulturae* 189: 150-158
- Helaly, AA., Abdelghafar SS., Al Abd, MT., Alkharpoly AA. 2016. Effects of soaked *Allium cepa* L. bulbs in growth regulators on their growth and seeds production. *Adv Plants Agric Res* 4(3): 283-288
- Mashayekhi, K., Slamak M.C., Manizheh M, Farshid G, Seyyed J.M. 2015. Change in carbohydrate and enzymes from harvest to sprouting in garlic. *Food Science & Nutrition. Wiley Periodical*
- Miedema, P. 1994. Bulb dormancy in onion The effects of temperature and cultivar on sprouting and rooting. *Journal of horticultural science* 69 (1): 29-39
- Priyatno, D. 2013. Analisis Korelasi, Regresi dan Multivariate pada SPSS. Yogyakarta: Gava Media
- Resende, JTV., Morales, RGF., Resende, FV., Faria MV., Souza, RJ., Marchese, A. 2011. Garlic vernalization and planting dates in Guarapuava. *Hortic Brasil* 29:193-198
- Rahim, MA dan Fordham, M. 1994. Control of bulbing in garlic. *Acta Horticulturae* 358: 369-374
- Rahman, MH, Muhammad, S.H, Masood, A. 2003. Pre-planting temperature treatments for breaking dormancy of garlic cloves. *Asian Journal of Plant Sciences* 2(1): 123-126
- Salisbury, F dan Ross, C.W. 1995. Fisiologi Tumbuhan Jilid III. Terjemahan. ITB Bandung
- Taiz, L dan Zeiger, E. 2010. *Plant Physiology*. Sinauer Associates. USA
- Vazquez-Barrios, ME., Lopez-Echevarria, G., Mercado-Silva, E., Catano-Tostado, E., Leon-Gonzalez, F. 2006. Study and prediction of quality changes in garlic cv. Perla (*Allium sativum* L.) stored at different temperatures. *Scientia Horticulturae* 108:127-132
- Vegis, A. 1964. Dormancy in higher plants. *Annual review Plant Physiology* 15:185-224
- Wareing, P.F dan Saunders, P.F. 1971. Hormones and Dormancy. *Annual review Plant Physiology* 22:261-288
- Woldeyes, F, Kebede, W. dan Getachew, T. 2017. Emergence of garlic (*Allium sativum* L.) as influenced by low storage temperature and gibberellic acid treatments. *Journal of Agriculture and Ecology Research International*. 10 (2): 1-7
- Yamauchi, Y, Mikihiro, O., Ayuko, K., Atsushi, H., Yuji, K. dan Shinjiro, Y. 2004. Activation of gibberellin biosynthesis and response pathways by low temperature during imbibition of *Arabidopsis thaliana* seeds. *The Plant Cell* 16: 367-378