

**PENGARUH SENYAWA PENGIMBAS DAN EKSPRESI GEN TERHADAP
CEKAMAN KEKERINGAN PADA CASSAVA (*Manihot esculenta* Crantz.)**

***EFFECT OF INDUCER COMPOUNDS AND GENE EXPRESSION ON DROUGHT
STRESS IN CASSAVA (*Manihot esculenta* Crantz.)***

Nur Aisyah Amini¹, Endang Nurcahyani²

¹ Program Studi Magister Biologi, FMIPA, Universitas Lampung

² Program Studi Biologi Terapan, FMIPA, Universitas Lampung

ABSTRACT

*Cassava (*Manihot esculenta* Crantz.) is the sixth most important crop based on annual production. Its ability to survive and produce in unfavorable environments is one of the reasons cassava has major constraints in drought and soil fertility. In cassava plants experiencing drought stress will inhibit cell division which will further inhibit the development of young leaves. Breeding of cassava plants needs to be done to maintain cassava productivity, both on dry land. The most effective breeding technique for cassava plants is by using molecular techniques and also applying compounds that are tolerant to drought stress. The purpose of this review journal is to find out what types of genes and compounds can be used by plants to protect cassava from drought stress. Reviews in various journals indicate that PEG 6000 and Atonic Growth Regulatory Substances (ZPT) are compounds that are tolerant to drought stress and the genes that play an important role for drought resistance in cassava are the WIN1 gene (Wax Inducer1) and the MeRAVs gene which functions to increase efficiency use of water by modifying the diffusive properties of the leaves because of the accumulation of wax in large amounts.*

Keywords: cassava, drought stress; inducer compound, PEG 6000, resistance gene

INTISARI

Cassava (*Manihot esculenta* Crantz.) merupakan tanaman terpenting keenam berdasarkan produksi tahunan. Kemampuannya untuk bertahan hidup dan berproduksi di lingkungan yang tidak menguntungkan menjadi salah satu alasan mengapa cassava penting sebagai tanaman pangan pokok. Cassava memiliki kendala utama berupa kekeringan dan kesuburan tanah. Pada tanaman cassava yang mengalami cekaman kekeringan akan menghambat pembelahan sel yang selanjutnya akan menghambat perkembangan daun muda. Pembibitan tanaman cassava perlu dilakukan untuk menjaga produktivitas cassava, baik di lahan kering. Teknik pemuliaan yang paling efektif untuk tanaman cassava adalah dengan teknik molekuler dan juga pemberian senyawa yang toleran terhadap cekaman kekeringan. Tujuan dari jurnal review ini adalah untuk mengetahui jenis gen dan senyawa apa saja yang dapat digunakan tanaman untuk melindungi cassava dari cekaman kekeringan. Ulasan di berbagai jurnal menunjukkan bahwa PEG 6000 dan Zat Pengatur Tumbuh Atonic (ZPT) adalah senyawa yang toleran terhadap cekaman kekeringan dan gen yang berperan penting untuk ketahanan kekeringan pada singkong adalah gen WIN1 (Wax Inducer1) dan gen MeRAVs yang berfungsi untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air dengan memodifikasi sifat difusi daun karena akumulasi lilin dalam jumlah banyak.

Kata kunci: cassava, cekaman kekeringan, senyawa pengimbas, PEG 6000, gen ketahanan

¹ Corresponding author: Endang Nurcahyani. Email: endang.nurcahyani@fmipa.unila.ac.id

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki masalah ketahanan pangan yang tinggi, untuk menangani hal tersebut dilakukan pada bidang pertanian Cassava (*Manihot esculenta* Crantz). Tingginya permintaan singkong di Indonesia dengan laju 3,63% setiap tahun atau mencapai 62-78% karena kandungan karbohidratnya yang tinggi (Sunyoto dan Wargino, 2009). Meski produksi singkong di Indonesia masih rendah, sekitar 25-40 ton per hektar, hal ini dapat diatasi dengan peningkatan produksi. Pada tahun 2010, terjadi defisit produksi singkong 126 ribu ton (Saliem dan Nuryanti, 2011).

Singkong atau Cassava (*Manihot esculenta* Crantz.) merupakan tanaman akar tahunan yang menjadi tanaman terpenting keenam dalam hal produksi tahunan. Daerah tropis dan subtropis misalnya Asia, Cassava sangat penting sebagai tanaman pangan pokok. Tanaman ini mampu bertahan hidup dan berproduksi di lingkungan yang merugikan seperti kekeringan dan kesuburan tanah yang buruk. Kendala utama yang membatasi produktivitas tanaman adalah masalah tersebut (El-Sharkawy, 2004).

Cassava berpotensi dalam sumber pangan tahan kekeringan, pakan, dan bahan baku industri. Namun, karena kekurangan air, produktivitas cassava berkurang dan mengakibatkan tanaman mati. Oleh karena itu, potensi kekeringan harus ditingkatkan untuk produktivitasnya. Pemuliaan cassava dilakukan untuk mempertahankan produktivitasnya, terutama di lahan kering. Teknik molekuler dan memberikan senyawa toleran kekeringan menjadi metode yang efektif dilakukan untuk pemuliaan tanaman. Waktu pembungaan cassava cukup lama, sekitar 8-10 bulan, hal ini dipengaruhi genotipe dan kondisi lingkungan (Yuliadi *et al.*, 2011).

Potensi Tanaman Cassava

Salah satu jenis makanan pokok di Indonesia yaitu ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz.) yang mampu mentransformasi energi matahari menjadi karbohidrat (Waisundara, 2018). Tumbuhan non-beras yang mempunyai kandungan gizi baik salah satunya adalah

cassava. Cassava memiliki kandungan karbohidrat 34,7 gram per 100 gram serta mengandung protein 1,2 per 100 gram (Soetanto, 2008).

Saat ini, cassava tak hanya dipakai sebagai bahan dasar industri makanan, melainkan dipakai sebagai sumber tenaga alternatif yang terbuat dari tumbuhan (bioenergi). Beberapa negara maju sudah menggunakan bioenergi sebagai sumber tenaga alternatif selain bahan dasar industri untuk alkohol. Dalam menjaga harga singkong Indonesia memilih cassava menjadi komoditas utama penghasil bahan bakar nabati (Prihandana dkk., 2007).

Cekaman Kekeringan

Cekaman kekeringan menjadi satu faktor lingkungan abiotik yang sangat mempengaruhi produksi tanaman dan pertumbuhan yang dilihat melalui ketersediaan air yang mencukupi. Cara tanaman bertahan terhadap ketidakcukupan air ialah dengan menghindari kondisi tersebut. Tanaman akan memperlihatkan mekanisme morfologis dan fisiologis untuk menghindari ketidakcukupan air. Untuk menghindari ketidakcukupan air, tanaman akan memanjangkan akar agar bias menemukan sumber air di permukaan tanah (Djazuli, 2010).

Dampak buruk dari kekeringan terlihat dalam penurunan regulasi metabolisme. Kekeringan dapat menjadi penghambat pertumbuhan, keseimbangan mineral nutrisi terganggu, dan menghambat proses metabolisme melalui metabolisme karbon fotosintetik yang berubah, dan gen metabolisme karbohidrat sebagian besar yang tidak diatur (Gall *et al.*, 2015). Masalah lingkungan yang utama dan serius saat ini adalah cekaman kekeringan yang mengakibatkan penurunan secara langsung pada produktivitas tanaman (Berry *at al.*, 2013) Tumbuhan cassava mampu bertahan pada kondisi kekeringan memiliki kemampuan untuk mengurangi kehilangan air dengan menutup sebagian stomata. Gen MeALDH, MeZFP, MeMSD, dan gen MeRD28 yang meliki peran

penting sebagai ketahanan tanaman singkong terhadap kekeringan (Turyagyenda *et al.*, 2013).

Permasalahan Budidaya Tanaman

Tanaman cassava mudah dibudidayakan tetapi masih belum terdapat varietas cassava yang unggul di Indonesia yang tahan stres air. Pemuliaan tanaman dapat menjadi salah satu usaha yang perlu dilakukan dalam perbaikan sifat tanaman dengan cara dimodifikasi oleh manusia.

Para budidaya menginginkan sifat-sifat tanaman singkong antara lain mampu bereproduksi lebih tinggi, tahan terhadap cekaman kekeringan, toleran pada lingkungan, mempunyai nilai gizi tinggi, dan penanggulannya mudah. Tumbuhan cassava memiliki kelebihan mudah dalam budidaya, tetapi kekeringan dan kelebihan air menjadi masalah dalam bidang pertanian (Tetsuhi dan Karim, 2007). Metode pengaturan cekaman kekeringan yang efektif, efisien, dan aman meliputi penggunaan varietas yang tahan terhadap kekeringan dan penyakit. Penggunaan varietas unggul yang tahan kekeringan merupakan pilihan yang signifikan untuk pengendalian cekaman kekeringan dan tidak berdampak negatif (Nurcahyani *et al.*, 2019).

Senyawa Toleran Terhadap Cekaman Kekeringan

Polyethylene Glycol (PEG)

Mengidentifikasi cekaman kekeringan dengan larutan osmotik yang mengandung polietilen glikol (PEG) dapat digunakan. PEG lebih disukai karena kemampuannya untuk mengatur potensi air dalam media pertumbuhan, namun tidak berbahaya. Bagi tanaman. Konsentrasi PEG menentukan besarnya potensi air dalam media pertumbuhan (Rasmani dkk., 2020).

Zat Pengatur Tumbuh Atonik

Atonik merupakan cairan hormonal yang berperan dalam menginisiasi pertumbuhan akar dan tunas tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan yang optimal (Aliamsah, 2013). Atonik mengandung zat pengatur tumbuh terdiri dari unsur auksin sintetik, yang memicu proses

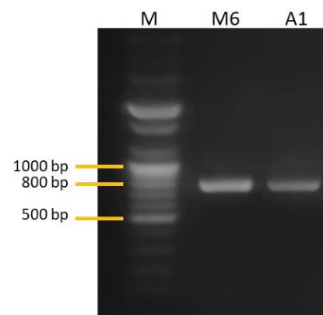
fisiologi dan biokimia dalam tumbuhan pada pemanfaatan cadangan makanan (Lana, 2011).

Jaringan tumbuhan dapat mempercepat aliran plasma dalam sel dengan menyerap senyawa atonik, sehingga pada semua sel tumbuhan proses fisiologis akar tanaman, bagian vegetatif dan reproduksi berjalan dengan baik, pertumbuhan cepat dan kokoh. Senyawa tersebut merangsang semua organ tumbuhan seperti, buah biji, tumbuhan bibit, tanaman hias, dan sayuran dalam berbagai takaran sesuai kebutuhan.

Gen Toleran Cekaman Kekeringan

Gen WIN1

Pada penelitian tersebut, sekuen WIN1 dari kedua varietas singkong dianalisis menggunakan BLAST. Hasil penelitian menunjukkan bahwa varietas Adira 1, ubi kayu AM560-2 menunjukkan kesamaan yang lebih tinggi pada kadar asam amino dibandingkan dengan Malang 6 (Wang *et al.*, 2014). Varietas AM560-2 merupakan varietas singkong yang sudah memiliki urutan WIN1. terdaftar di NCBI. Akumulasi lilin yang signifikan dapat disebabkan oleh WIN1 yang mengatur ekspresi gen biosintetik lilin. WIN1 juga sudah memulai memproduksi lilin, toleran kekeringan meningkat, dan mengatur permeabilitas kutikula saat diekspresikan secara berlebihan dalam *Arabidopsis thaliana*.



Gambar 1. Hasil amplifikasi PCR Cassava
Keterangan: M (Marker), M6 (Ubi kayu Var. Malang 6), A1 (cassava Var. Adira 1) (Hasanah dkk., 2021).

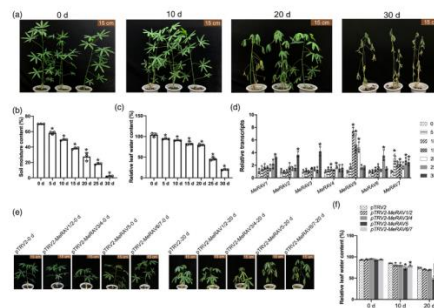


Gambar 2. Hasil amplifikasi PCR Cassava
Keterangan: M (Marker), M6 (Ubi kayu Var. Malang 6), A1 (cassava Var. Adira 1) (Hasanah dkk., 2021).

Pada penelitian didapatkan Sekuen WIN1 kedua varietas cassava. Pada penelitian tersebut, sekuen WIN1 dari kedua varietas singkong dianalisis menggunakan BLAST. Hasil menunjukkan kemiripan yang tinggi antara varietas singkong Adira 1 dan AM560-2 pada kadar asam amino (Wang et al., 2014) sedangkan varietas Malang 6. Varietas AM560-2 merupakan varietas singkong yang sudah memiliki urutan WIN1 terdaftar di NCBI. Penyebab akumulasi lilin karena WIN1 menyusun ekspresi gen dalam jalur biosintetik lilin. Pemicu produksi lilin, meningkatkan toleran kekeringan, dan memodulasi permeabilitas kutikula saat diekspresikan secara berlebihan dalam *Arabidopsis thaliana* adalah WIN1 (Aharoni et al., 2004). (Aharoni dkk., 2004).

Gen MeRAVs

Gen MeRAVs diperlukan untuk ketahanan kekeringan pada singkong Untuk mengeksplorasi gen MeRAVs terlibat dalam resistensi kekeringan (Wei et al., 2018), peneliti menganalisis melisiskan tingkat transkrip dari tujuh MeRAV dalam singkong daun yang mengalami cekaman kekeringan 0, 5, 10, 15, 20, 25 dan 30 hari. Stres kekeringan memicu pengeringan dan layu daun, mulai dari pangkal hingga pucuk tanaman, kadar air tanah dan kadar air relative menurun. Ekspresi MeRAV menanggapi stres kekeringan, setidaknya pada satu titik waktu. Di antaranya, jumlah trans gen MeRAV7 meningkat di hampir semua titik waktu selama musim kemarau memodulasi resistensi stres kekeringan terdapat di Gambar 3.



Gambar 3. Keterlibatan MeRAVs dalam respons cekaman kekeringan tanaman (Yan et al., 2021).

MeRAV5 meningkat secara signifikan dan kuat selama 5, 10 dan 15 hari pada saat cekaman kekeringan. Analisis dan urutan filogenetik sebelumnya pada studi homologi dari seluruh keluarga RAV dalam cassava mengidentifikasi homologi yang tinggi antara MeRAV1 dan MeRAV2, MeRAV3 dan MeRAV4, MeRAV6 dan MeRAV7 (Wei et al., 2018).

KESIMPULAN

Berdasarkan review dari beberapa jurnal menunjukkan bahwa senyawa PEG 6000 dan Zat pengatur Tumbuh (ZPT). atonik merupakan senyawa yang toleran terhadap cekaman kekeringan, dan Gen yang berperan penting untuk ketahanan kekeringan pada singkong yaitu gen WIN1 (Wax Inducer1) dan gen MeRAVs dapat dimodifikasi sifat disfusif daun yang disebabkan tingginya akumulasi lilin, sehingga dapat berfungsi dalam peningkatan efisiensi penggunaan air.

DAFTAR PUSTAKA

Aharoni, A., S. Dixit, R. Jetter, E. Thoenes, G. Van Arkel, dan A. Pereira. 2004. The shine clade of ap2 domain transcription factors activates wax biosynthesis, alters cuticle properties, and confers drought tolerance when overexpressed in *arabidopsis* w inside a box sign. *Plant Cell*. 16(9):2463–2480.

Aliamsah, S. 2013. Pengaruh Dosis Perendaman Menggunakan Zat Pengatur Tumbuh Atonik

- (ZPT) Terhadap Pertumbuhan Benih Jarak Pagar (*Jatropha Curcas* L). *J. Pertanian Terpadu*. 1(2):80-88 hal.
- Ashari A, Nurcahyani E., Qudus HI, & Zulkifli. 2018. Analisis Kandungan Prolin Planlet Jeruk Keprok Batu 55 (*Citrus Reticulata* Blanco Var. *Crenatifolia*) Setelah Diinduksi Larutan Atonik Dalam Kondisi Cekaman Kekeringan Secara *In Vitro*. *Jurnal Analit.* 11. 69-78.
- Bi, H., S. Luang, Y. Li, N. Bazanova, N. Borisjuk, M. Hrmova, dan S. Lopato. 2017. Wheat drought-responsive wxpl transcription factors regulate cuticle biosynthesis genes. *Plant Molecular Biology*. 94(1–2):15–32.
- Budi, Rahmad S., Arif, A. 2019. Pengaruh cekaman kekeringan terhadap penampilan dan produksi beberapa galur padi asal sigambiri merah pada tanaman m4. *AGRI AGRILAND Jurnal Ilmu Pertanian*. 7(2):39:45.
- Djazuli M. 2010. Pengaruh Cekaman Kekeringan terhadap Pertumbuhan dan Beberapa Karakter Morfo-Fisiologis Tanaman Nilam. *Bul.Littro* Vol 21, No. 1. pp : 8-17.
- Djermal, R., dan H. Khoudi. 2015. Isolation and molecular characterization of a novel win1/shn1 ethylene-responsive transcription factor tdshn1 from durum wheat (*triticum turgidum*. subsp. durum). *Protoplasma*. 252(6):1461–1473.
- El-Sharkawy. M.A. 2004. Cassava biology and physiology. *Plant Molecular Biology* 56:481-501.
- Gall H, Le., Philippe F., Domon J., Gillet F., Pelloux J, & Rayon C. 2015. Cell wall metabolism in response to abiotic stress. *Plants*, 4 112–166. <https://doi.org/10.3390/plants4010112>.
- Lana, W. 2016. Pengaruh Komposisi Media Tanam Organik dan Konsentrasi Zat Pengatur Tumbuh Atonik Terhadap Pertumbuhan Bibit Kopi Arabika (*Coffe arabica* L.), 13 (1): 45-52.
- Nurcahyani E, Sumardi, Qudus HI, Wahyuningsih S, Palupi A, & Sholekhah. 2019c. Analysis of Chlorophyll *Phalaenopsis amabilis* (L.) Bl. Results of the Resistance to *Fusarium oxysporum* and Drought Stress. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)*. Vol 12, Issue 11, 41-46.
- Nurcahyani, E., Sumardi, Irawan B., Sari E.Y., Sari T.L. 2019. In Vitro Study: Induced Resistance Of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz.) Plantlet Against *Fusarium oxysporum* Based on Analysis of Phenol Content. *WJPLS*. 5(2), 195-198.
- Prihardana, R. et al. 2007. *Bioetanol Ubikayu Bahan Bakar Masa Depan*. Agromedia Pustaka: Jakarta. 194 hal.
- Rasmani R, Nurcahyani E, Wahyuningsi S, Sumardi. 2020. Gen Ketahanan Penyakit Pada Familia Orchidaceae. *J Biol Makasar*. Vol 5(2). 169.
- Sajeevan, R. S., K. N. Nataraja, K. S. Shivashankara, N. Pallavi, D. S. Gurumurthy, dan M. B. Shivanna. 2017. Expression of arabidopsis shn1 in indian mulberry (*Morus indica* L.) increases leaf surface wax content and reduces post-harvest water loss. *Frontiers in Plant Science*. 8(April):1–13.
- Saliem, P. H., Dan Nuryanti, S. 2011. *Analisis Kebijakan Prespektif Ekonomi Global Kedelai Dan Ubi Kayu Mendukung Swasembada*. Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Schreiber, L. 2010. Transport barriers made of cutin, suberin and associated waxes. *Trends in Plant Science*. 15(10):546–553.
- Soetanto, N.E. 2008. *Tepung Kasava dan Olahannya*. Kanisius: Yogyakarta. 81 hal.
- Sutjihajo S, Kadir A, & Mariska A. (2007). *Efektivitas polyethylene glycol 1 sebagai bahan kalus nilam yang diiridasi sinar gamma untuk toleransi terhadap cekaman kekeringan*. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian-Indonesia*, 9: 48-57.
- Sunyoto, dan Wargiono. 2009. *Kebijakan Pengembangan Agribisnis Ubi Kayu*. Puslit Sosek Pertanian Bogor.

Tetsushi, H., and Karim, M. A. 2007. Flooding tolerance of sugarcane in relation to growth, physiology and root structure. *South Pacific Studies*. 28 (1) : 9-22.

Trisna, N., U. Husain, dan Irmasari. 2013. Pengaruh Berbagai Jenis Zat Pengatur Tumbuh Terhadap Pertumbuhan *Stump Jati (Tectona Grandis L.F)*. *jurnal ilmiah kehutanan*, 1 (1) :7-9.

Turyagyenda, L. F., Kizito, E. B., Ferguson, M., Baguma, Y., Agaba, M., Harvey, J. J W., Osiru, D. S. O. 2013. Physiological and molecular characterization of drought responses and identification of candidate tolerance genes in cassava. *AoB Plants*. 5 :plt007.

Waisundara, V. Y. 2018. Cassava as a Staple Food. *In Tech*. Sri Lanka. Hal 3-5.

Wang, W., B. Feng, J. Xiao, Z. ,Xia, X., Zhou, P., Li, W., Zhang, Y., Wang, B. L., Møller, P., Zhang, M. C. Luo. 2014. Cassava genome from a wild ancestor to cultivated varieties. *Nature Communications*. 5.

Wei, Y., Liu, W., Hu, W., Yan, Y. & Shi, H. 2020. The chaperone MeHSP90 recruits MeWRKY20 and MeCatalase1 to regulate drought stress resistance in cassava. *New Phytologist*, 226, 476–491.

Yan, Y.u., Wang, P., Wei, Y., Bai, Y., Lu, Y.i., Zeng, H. et al. 2021. The dual interplay of RAV5 in activating nitrate reductases and repressing catalase activity to improve disease resistance in cassava. *Plant Biotechnology Journal*, 19, 785–800.

Yuliadi, E., Sunyoto, dan Kristina. 2011. Aplikasi paclobutrazol melalui daun tanaman ubi kayu (*manihot esculenta crantz.*) untuk merangsang pembungaan dini di dataran rendah. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 12(1):50–57.