

Studi Respon Cekaman Garam Terhadap Kondisi Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum*)

*Study of Salt Stress Response to Sugarcane (*Saccharum officinarum*) Conditions*

Yudhi Pramudya¹ and Saktiyono Sigit Tri Pamungkas¹

¹Program Studi Budidaya Tanaman Perkebunan D-III, Politeknik LPP Yogyakarta.

*Email: pramudyayudhi@polteklpp.ac.id

Submitted: 27 Januari 2022 Revised: 22 Maret 2022 Accepted: 22 Maret 2022

ABSTRAK

Tebu (*Saccharum officinarum*) merupakan bahan baku penghasil gula digunakan sebagai konsumsi, industri serta sebagai komoditas yang dapat mewujudkan ketahanan pangan di Indonesia. Kebutuhan gula secara nasional mengalami peningkatan, namun tidak diimbangi dengan peningkatan hasil produksi gula secara nasional. Demi mempertahankan dan juga meningkatkan produksi tersebut, diperlukan strategi dalam mengoptimalkan kondisi lahan suboptimal yang dipengaruhi oleh cekaman abiotik salah satunya adalah kadar garam yang tinggi yang biasa disebut salinitas. Efek merusak dari salinitas adalah mengurangi pertumbuhan dan optimalisasi fisiologisnya sehingga mengakibatkan stres pada tanaman. Pada kondisi tersebut salinitas berdampak pada pertumbuhan dan perkembangan serta bertanggung jawab pada penurunan potensi produksi tanaman. Produksi tebu tergantung pada panjang dan diameter atau dimensi tubuhnya. Salinitas dapat menyebabkan kerugian akibat perubahan dimensi. Salinitas menyebabkan penurunan potensial air dan meningkatkan tekanan osmotik pada tanah sehingga dapat memperlambat tanaman untuk menyerap air dari, akibatnya akan mempengaruhi morfologis dan fisiologis serta biokimia. Studi pengaruh cekaman stres pada beberapa spesies tanaman dan teknik budidaya pada tebu ini merupakan informasi dasar bertujuan untuk mengetahui serta mengkasji proses penting dalam salinitas sebagai stimultan kondisi garam tinggi, sehingga dapat dijadikan evaluasi dampak morfologi dan fisiologi pada tebu. Studi ini diharapkan dapat memberikan informasi bagi kemajuan riset peningkatan produksi tebu terhadap cekaman garam.

Kata kunci: Cekaman garam, Pertumbuhan tanaman, Salinitas, Tebu.

ABSTRACT

Sugarcane (*Saccharum officinarum*) is a raw material for producing sugar used for consumption, industry and as a commodity that can achieve food security in Indonesia. National demand for sugar has increased, but is not matched by an increase in national sugar production. In order to maintain and also increase production, a strategy is needed to optimize suboptimal land conditions which are influenced by abiotic stresses, one of which is high salt content which is commonly known as salinity. The damaging effect of salinity is to reduce growth and optimize its physiology, resulting in stress on plants. In these conditions salinity has an impact on growth and development and is responsible for reducing the potential for plant production. Sugarcane production depends on the length and diameter or dimensions of the body. Salinity can cause losses due to dimensional changes. Salinity causes a decrease in water potential and increases osmotic pressure in the soil so that it can slow down plants to absorb water from, consequently will affect morphological and physiological as well as biochemical. This study of the effect of stress on several plant species and cultivation techniques on sugarcane is basic information aimed at identifying and assessing important processes in salinity as a stimulant for high salt conditions, so that it can be used as an evaluation of the morphological and physiological impacts on sugarcane. This study is expected to provide information for the progress of research on increasing sugarcane production against salt stress.

Keywords: Salt stress, Plant growth, Salinity, Sugarcane.

PENDAHULUAN

Tebu (*Sacharum officinarum sp.*) merupakan tanaman sebagai bahan baku penghasil gula yang digunakan sebagai konsumsi dan industri baik makanan, minuman dan bioetanol. Gula merupakan komoditas khusus yang ditetapkan dalam forum WTO (*World Trade Organization*) sebagai salah satu upaya mewujudkan ketahanan pangan di Indonesia. Kebutuhan gula nasional terus meningkat tidak diimbangi dengan peningkatan produksi gula nasional.

Konsumsi gula Indonesia sejak 2017 hingga 2019 yakni 5,1 juta ton. Sementara, pada 2020 dan 2021 diperkirakan konsumsi tersebut naik menjadi masing-masing 5,2 juta ton dan 5,3 juta ton (BPS, 2021). Neraca gula Indonesia pada 2020 untuk produksi 2,13 juta ton, konsumsi 2,66 juta ton, dalam kurun waktu tahun 2016-2020, terdapat beberapa pabrik gula baru yang mulai beroperasi. Namun demikian, kehadiran pabrik gula baru tersebut ternyata tidak menambah jumlah produksi gula pasir nasional. Produksi gula pasir justru menunjukkan adanya penurunan, yaitu dari 2,23 juta ton pada tahun 2019 menjadi hanya 2,13 juta ton pada tahun 2020 (Asosiasi Gula Indonesia, 2020).

Program budidaya peningkatan untuk meningkatkan produksi tebu dengan ekstensifikasi masih menghadapi banyak masalah. Tingginya tingkat konversi untuk area pertanian ke non-pertanian adalah salah satu masalahnya. Sulitnya mencari daerah yang ideal untuk budidaya tebu telah memaksa praktisi untuk menanam tebu di daerah marginal. Salah satu jenis daerah marginal untuk budidaya tebu adalah daerah salin. Teknik budidaya tebu di daerah salin perlu adanya modifikasi khusus untuk mengurangi tingkat kesalinitas yang dapat menyebabkan penurunan fisiologi dalam pertumbuhan tebu (Kristanto & Purwono, 2017).

Artikel ini mengulas terkait pengaruh cekaman garam terhadap kondisi tebu, dimana informasi dalam artikel ini dapat digunakan sebagai penentuan strategi kebijakan dalam budidaya tanaman tebu baik skala petani maupun industri.

RESPON CEKAMAN GARAM TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN

Percobaan yang dilakukan Yunita et al. (2019) pemberian cekaman garam berupa NaCl dengan konsentrasi 0-200mM menunjukkan bahwa tanaman mengalami pertumbuhan yang terhambat saat konsentrasi dinaikkan menjadi 100mM. Tanaman dikatakan cukup toleran pada cekaman 100mM dengan menunjukkan gejala berupa kecenderungan perubahan rasio batang dan akar menunjukkan penurunan yang besar. Gejala lain yang tampak pada tanaman adalah sebagian besar daun tanaman menggulung, hanya beberapa daun yang dapat tumbuh memanjang. Penggunaan NaCl lebih dari 100 mM menyebabkan tanaman mati. Perlakuan dengan NaCl menunjukkan gejala kerusakan seperti mengeringnya titik tumbuh dan terhambatnya akar pertumbuhan. Hal ini dikarenakan sel meristem akar sensitif terhadap garam sehingga terjadi aktivitas mitosis sel terhambat.

Varietas tebu berbeda dalam responsnya terhadap salinitas tanah dan keasaman. Perkecambahan dan tahap pertumbuhan awal lebih sensitif daripada tahap selanjutnya pertumbuhan tanaman, selain itu tanaman ratun lebih peka terhadap salinitas dibandingkan tanaman baru (Sengar, 2013)

Penelitian yang dilakukan [Saxena et al. \(2010\)](#) pada 10 varietas tebu dengan tanah salin (8 dSm^{-1}) dan tanah normal ($1,4 \text{ dSm}^{-1}$), pH awal 7,7 dan $\text{ECe } 1,4 \text{ dSm}^{-1}$ menunjukkan frekuensi reduksi berkisar dari 8,8 hingga 56,6% pada tinggi pucuk, 5,9 hingga 36,2% pada luas daun, dan 2,1 hingga 8,9% dalam produksi biomassa. Gejala yang ditimbulkan menunjukkan bahwa sifat-sifat ini adalah pengaruh dari salinitas. Dibandingkan dengan yang perlakuan kontrol, pengurangan yang cukup besar pada luas daun, tinggi pucuk dan produksi biomassa diamati pada varietas tebu dengan tanah salin. Namun, tingkat reduksi yang ditemukan pada masing-masing perlakuan berbeda-beda seperti kandungan klorofil a dan kandungan klorofil b. Adanya tingkat salinitas yang tinggi mengakibatkan semakin rendah nilai kandungan klorofil a dibandingkan dengan perlakuan normal hal ini memicu perlambatan metabolisme karbohidrat dan akumulasi akhir biomassa yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman.

Penelitian yang dilakukan oleh [Singh & Sengar \(2020\)](#) pada 10 varietas tanaman tebu yang berbeda dengan menggunakan NaCl, Na_2SO_4 , $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ rasio 3: 1: 2, pH 6.2 dan $\text{ECe } 1,39 \text{ dSm}^{-1}$, menunjukkan bahwa tingkat salinitas yang diberikan mengurangi pertumbuhan dan hasil kinerja tanaman. Panjang dan diameter batang berkurang secara signifikan di kedua tingkat salinitas ($\text{EC}_{\text{iw}} 10 \text{ dSm}^{-1}$ dan 20 dSm^{-1}). Akibatnya, produktivitas tebu mengalami pengurangan. Dari beberapa gejala yang ditimbulkan, cekaman garam menyebabkan kekeringan fisik pada tanaman tebu. Selain itu, indeks luas daun dan tingkat kemanisan pada tanaman juga semakin berkurang karena adanya cekaman garam. Integrasi yang ditimbulkan dari perubahan morfologi, fisiologi dan biokimia tanaman berakibat pada kehilangan hasil tanaman.

Pengaruh salinitas terhadap parameter pertumbuhan tanaman pada percobaan yang dilakukan oleh [Nadian et al. \(2012\)](#) menunjukkan bahwa salinitas dan pupuk N berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman, N daun, Na, K dan konsentrasi prolin. Pada aplikasi urea terendah (200 kg ha^{-1}), berat tebu menurun secara signifikan dari 2,3 hingga 0,73 kg pot⁻¹ (pengurangan 3,1 kali lipat) karena salinitas meningkat dari 1,0 hingga $8,0 \text{ dS m}^{-1}$. Terjadi penurunan yang signifikan dalam bobot tebu dengan peningkatan salinitas hingga $7,0 \text{ dS m}^{-1}$. Dalam penelitian ini, setelah salinitas melebihi ambang batas EC sebesar $1,7 \text{ dS /m } 21$ berat tebu juga menurun hal ini menunjukkan bahwa salinitas menurunkan asimilasi melalui reduksi di area daun, konduktansi mesofil, menghambat karbon, metabolisme dan/atau konsentrasi efisiensi enzim fotosintesis. Pada tingkat salinitas terendah ($1,0 \text{ dS m}^{-1}$), peningkatan pupuk N tidak berpengaruh nyata terhadap bobot tebu. Namun, berat tebu meningkat dengan meningkatnya pupuk N karena salinitas meningkat. Hal ini sebagian besar disebabkan oleh peningkatan konsentrasi prolin. Meskipun konsentrasi prolin daun meningkat hanya sampai 4 dS m^{-1} , pengaruh salinitas terhadap berat tebu berkurang pada semua tingkat salinitas dan peningkatan pupuk N. Total panjang akar tebu, biomassa tanaman, tinggi tanaman dan jumlah tebu per pot menurun secara signifikan dengan peningkatan salinitas. Pengaruh salinitas pada berat pucuk lebih banyak berpengaruh nyata dibandingkan dengan panjang akar dan berat kering akar. Pada tingkat salinitas tertinggi, indeks diameter akar meningkat secara signifikan. Salinitas tinggi berakibat pada meningkatnya ketebalan akar kacang dan ujung akar melengkung.

Penelitian yang dilakukan oleh [Plaut et al. \(2000\)](#) pada dua varietas berbeda menunjukkan berat kering total daun dan indeks area daun menurun dengan

meningkatnya salinitas. Penurunan indeks luas daun pada kondisi salin dikarenakan lebih penurunan berat kering. Rata-rata luas area daun dewasa dan jumlah daun per tanaman berkurang secara signifikan. Formasi daun dewasa dihambat oleh salinitas, namun semakin meningkat di hari ke 14 hari setelah pemberian cekaman garam.

Penelitian yang dilakukan oleh [Ashraf et al. \(2010\)](#) menunjukkan pengaruh nyata pemberian NaCl, K dan Si terhadap berat kering pucuk dan akar dari empat genotipe tebu. Berat kering bervariasi dari 8,0 sampai 27,6 g tanaman 1 dalam kondisi tanpa cekaman garam tetapi sangat berkurang dengan NaCl yang diterapkan sebesar 0,8 hingga 19,2 g tanaman 1. Keempat genotipe tebu berbeda nyata dalam mentolerir cekaman garam. Genotipe yang peka terhadap garam (CPF 243 dan SPF 213) menunjukkan pengurangan 78% hingga 90% pada berat kering dengan pemberian 100 mmol L⁻¹ NaCl; sedangkan pada genotipe toleran garam (CP 77-400 dan HSF 240) pengurangan berkisar dari 30% sampai 42% pada tingkat NaCl yang sama. Pemberian K dan/atau Si signifikan (P 0,05) meningkatkan hasil berat kering semua genotipe tebu tanpa dan dengan cekaman garam.

Penelitian yang dilakukan oleh [Brindha et al. \(2019\)](#) menunjukkan adanya pengurangan tinggi tanaman pada semua perlakuan cekaman garam. Perlakuan cekaman garam diberikan dengan kombinasi tiga garam (natrium klorida, kalsium klorida) dan natrium sulfat dengan perbandingan 2:2:1 untuk menaikkan EC tanah hingga 8 dS m⁻¹ pada tahap pertumbuhan yang berbeda. Perlakuan kontrol menunjukkan hasil tinggi berkisar antara 197cm-238cm sedangkan pemberian cekaman garam hanya menunjukkan tinggi tanaman berkisar antara 124,59-190,20 di beberapa varietas yang digunakan. Varietas lainnya menunjukkan bahwa tinggi tanaman hanya mencapai 96,18 cm dan tertinggi 229,13cm. Jumlah batang mengalami penurunan pada semua perlakuan yaitu 2,67-6,33 dibandingkan perlakuan kontrol yaitu 4,33-7,67. Berat tebu mengalami penurunan yaitu hanya mencapai 428,3g-1177,4g apabila dibandingkan dengan perlakuan kontrol yaitu 896,7g -1.343g. Hasilnya menunjukkan bahwa efek cekaman garam mencapai titik kritis pada tanaman.

Penelitian yang dilakukan oleh [Gomathi dan Thandapani, \(2014\)](#) menunjukkan bahwa indeks area daun berkurang karena adanya pengaruh cekaman garam, namun tanaman yang diberi perlakuan GA3 menunjukkan indeks daun yang lebih tinggi dibandingkan tanaman yang tidak diberi perlakuan. Pada kondisi salin indeks area daun hanya mencapai 32,52 -37,10 %. Selain itu kerapatan luas daun mengalami peningkatan pada hari ke-180 hingga 270 namun mengalami penurunan pada hari ke-270 hingga 330. Adanya cekaman garam mengakibatkan penuaan awal pada varietas rentan.

Penelitian yang dilakukan [Hussain et al., \(2004\)](#) menunjukkan bahwa panjang daun terhadap salinitas pada kedua varietas berbeda di tingkat salinitas yang berbeda. Rata-rata panjang daun pada CP-77-400 menurun di semua tingkat salinitas dan penurunan maksimum pada perlakuan 200 mM NaCl, sedangkan panjang daun pada COJ-84 tetap hampir tidak berubah pada 100, 150 dan 200 mM kadar NaCl, sementara peningkatan diamati pada 50 mM Konsentrasi NaCl. Rata-rata persen residu panjang ruas di CP-77-400 tetap tidak berubah pada 50 mM, itu meningkat hingga maksimum 108% pada 100 mM dan menurun menjadi 89% pada 200 mM perawatan NaCl. Di sisi lain tangan, panjang ruas di COJ-84 menurun di semua salinitas level dan penurunan maksimum adalah pada 150 dan 200 mM tingkat. Pengaruh salinitas terhadap diameter

batang di CP-77-400 sangat menonjol. Diameter batang berkurang sama sekali perlakuan kecuali pada konsentrasi garam 100 mM dimana tetap tidak berubah. Penurunan maksimum diamati pada 150 mM NaCl pengobatan. Di sisi lain, COJ-84 menunjukkan peningkatan diameter batang pada 50 mM, tetap tidak berubah pada 100 mM dan menurun pada 150 dan 200 mM Konsentrasi NaCl. Media pertumbuhan salin secara signifikan mengurangi panjang ruas kedua varietas. CP-77-400 secara signifikan lebih tinggi panjang ruas dari COJ-84 di semua rezim NaCl. Cekaman garam media perakaran tidak berpengaruh nyata pengaruhnya terhadap diameter batang dan varietas tidak berbeda signifikan dalam variabel pertumbuhan.

RESPON CEKAMAN GARAM TERHADAP RENDEMEN DAN KADAR KEMANISAN TEBU

Penelitian yang dilakukan oleh [Ashraf et al. \(2009\)](#) menunjukkan bahwa rendemen dan kadar kemanisan berpengaruh signifikan pada interaksi K, Si dan varietas terhadap variabel kualitas jus seperti Brix (% padatan terlarut dalam jus), Pol (% sukrosa dalam jus), CCS dan pemulihan gula dalam tebu. Toleran garam genotipe (HSF 240) menunjukkan 7% lebih banyak per-persentase, 33% lebih banyak Brix, 36% lebih banyak Pol, 39% lebih tinggi CCS dan pemulihan gula 39% lebih banyak daripada yang sensitif terhadap garam genotipe (SPF 213) ketika ditanam di tanah sodik salin tanpa menambahkan bahan. Penambahan K dan Si baik sendiri atau dalam kombinasi secara signifikan meningkatkan kualitas sari buah pada kedua genotipe tebu Brix meningkat pada genotipe peka garam sebesar 60% dengan penambahan K, 34% dengan Si dan 41% dengan aplikasi gabungan K plus Si sedangkan pada genotipe toleran garam peningkatannya sebesar 23% dengan menambahkan K, 6% dengan Si dan 16% dengan aplikasi gabungan kation K dan Si dibandingkan perlakuan kontrol.

Penelitian yang dilakukan oleh [Akhtar et al. \(2001\)](#) menunjukkan bahwa perlakuan cekaman garam berpengaruh terhadap jumlah jus yang dapat diekstraksi per batang tebu sangat berbeda secara signifikan di ketiga genotipe dengan peningkatan salinisasi. Interaksi genotipe \times salinitas juga signifikan menurunkan kuantitas jus yang dapat diekstraksi per batang tebu di semua genotipe kecuali pada genotipe sensitif. Kandungan sukrosa tebu berkurang sangat signifikan ($P < 0,01$) karena adanya salinitas, tetapi tidak ada interaksi dari kedua faktor tersebut. Perlakuan cekaman garam telah mengurangi hasil tebu, hal ini juga dipengaruhi oleh perbedaan genotipe tebu. Penurunan hasil tebu disebabkan oleh pengurangan lingkaran batang dan panjang ruas.

Penelitian yang dilakukan [Brindha \(2019\)](#) menunjukkan bahwa perlakuan garam berdampak negatif pada persentase brix%, kecuali untuk beberapa varietas yang menunjukkan peningkatan dalam nilai brix. Beberapa varietas menunjukkan brix sangat rendah yaitu 17,03% dan 17,17%. Tren yang sama juga diamati dengan kemurnian jus, sukrosa dan CCS%. Pengaruh salinitas, pada brix, pol dan konduktivitas sangat mirip, menunjukkan bahwa respon kualitas jus terhadap salinitas dapat diketahui.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh [Gomathi & Thandapani \(2014\)](#) dapat diketahui bahwa hasil tebu berhubungan langsung dengan pertumbuhan vegetatif karena batang adalah yang utama komponen rendemen, maka rendemen tebu ditentukan oleh jumlah batang per satuan luas, (NMC) batang panjang, jumlah ruas per tangkai, panjang ruas, diameter batang dan berat batang tunggal, yang sangat tinggi dipengaruhi

oleh faktor tanah, genetik dan lingkungan. Data komponen hasil menunjukkan bahwa ada keseluruhan pengurangan panjang tebu (42,37%) diameter tebu (38,88 %), jumlah ruas (26,26 %), panjang ruas (330,82), berat tebu tunggal (44,30 %) dan dengan demikian, penurunan hasil 38,56 persen karena cekaman garam.

RESPON CEKAMAN GARAM TERHADAP METABOLISME SKUNDER PADA TANAMAN TEBU

Penelitian yang dilakukan oleh [Gomathi & Thandapani \(2004\)](#) menunjukkan bahwa enzim sintesis sukrosa dalam penelitian ini, terlepas dari genotipe memperlihatkan aktivitas SPS mengikuti tren menurun menuju kematangan (8 sampai 10) dan aktivitasnya signifikan pada kondisi salinitas hingga 36.1%. SS (sukrosa sintase) adalah enzim yang berperan dalam pembelahan SL, CrOSC dan juga pasokan sukrosa dari jaringan sumber. Hasil invertase asam dan netral menunjukkan perbedaan yang jelas dalam aktivitas di antara genotipe. Pada perlakuan kontrol, beberapa genotipe yang menghasilkan gula lebih tinggi. Dalam penelitian ini, cekaman garam secara signifikan mengurangi aktivitas asam invertase menjadi 49,69% lebih rendah dari kontrol selama 8 bulan diikuti oleh Bulan ke-9 dan ke-10 (34,85 dan 21,43%). Banyaknya aktivitas asam invertase lebih banyak berpengaruh terhadap pH media eksternal (pH optimal 5 hingga 5,5), hal ini menjadikan lebih banyak penyerapan garam oleh genotipe rentan yang menyebabkan peningkatan pH getah sel yang lebih tinggi sehingga menurunkan aktivitas enzim.

SIMPULAN

Berdasarkan studi dan pembahasan mengenai selama cekaman stres berlangsung, tebu membutuhkan mekanisme untuk mengontrol potensial air dalam jaringan tumbuh, dengan kapasitas potensial air di bawah potensial air tanah, mengontrol tekanan turgor serta penyerapan air bertahan untuk melakukan pertumbuhan. Kondisi dan mekanisme akibat cekaman stres tersebut membutuhkan peningkatan proses osmosis atau penyerapan konsentrasi zat terlarut melalui sintesis metabolisme yang kompatibel. Akumulasi beberapa konsentrasi zat terlarut yang kompatibel, menjaga tanaman dari cekaman stres telah dibuktikan beberapa percobaan penelitian, berkontribusi pada perbaikan osmosis sel, spesies reaktif terhadap detoksifikasi oksigen, menjaga keutuhan membran, dan stabilitas enzim atau protein. Beberapa konsentrasi zat terlarut yang dimaksud salah satunya adalah prolin. Sehingga dibutuhkan penelitian lebih lanjut sehingga mendapatkan nilai dari beberapa perlakuan pemberian NaCl konsentrasi tertentu agar ditemukan nilai rujukan konsentrasi zat terlarut (prolin) yang paling menguntungkan bagi tanaman tebu yang dapat mempertahankan sifat morfologis dan juga siklus fisiologisnya di lahan salin, selain itu studi mengenai hubungan antara variabel-variabel pengamatan seperti tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, jumlah nodus, bobot segar tanaman, kandungan prolin itu sendiri, kerapatan stomata, dan kandungan mikrohara dapat diujikan sebagai rekomendasi dalam memperoleh temuan baru dalam studi terhadap cekaman stres terhadap tebu.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhtar, S., Wahid, A., Akram, M., & Rasul, E. (2001). Effect of NaCl salinity on yield parameters of some sugarcane genotypes. *International Journal of Agriculture and Biology*, 3(4), 507-509.
- Ashraf, M., Ahmad, R., Bhatti, A. S., Afzal, M., Sarwar, A., Maqsood, M. A., & Kanwal, S. (2010). Amelioration of salt stress in sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) by supplying potassium and silicon in hydroponics. *Pedosphere*, 20(2), 153-162.
- Ashraf, M., Ahmad, R., Afzal, M., Tahir, M. A., Kanwal, S., & Maqsood, M. A. (2009). Potassium and silicon improve yield and juice quality in sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) under salt stress. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 195(4), 284-291.
- Asosiasi Gula Indonesia. (2020). National Sugar Summit 2020. Buletin AGI IKAGI Edisi 5, 1–60.
- BPS. (1375). 2021 Distribusi Perdagangan Komoditas Gula Pasir Indonesia.
- Brindha, C., Vasantha, S., & Arunkumar, R. (2019). The response of sugarcane genotypes subjected to salinity stress at different growth phases. *Journal of Plant Stress Physiology*, 5, 28-33. DOI: 10.25081/jpsp.2019.v5.5643
- Gomathi, R., & Thandapani, P. (2014). Influence of salinity stress on growth parameters and yield of sugarcane. *IOSR Journal Pharm. Biol. Sci*, 93, 28-32. DOI:10.9790/3008-09342832
- Gomathi, R., & Thandapani, P. V. (2004). Sugar metabolism and carbon partitioning of sugarcane genotypes under salinity stress condition. *Sugar Tech*, 6(3), 151-158. <https://doi.org/10.1007/BF02942716>
- Hussain, A. L. T. A. F., Khan, Z. I., Ashraf, M. U. H. A. M. M. A. D., Rashid, M. H., & Akhtar, M. S. (2004). Effect of salt stress on some growth attributes of sugarcane cultivars CP-77-400 and COJ-84. *International Journal of Agriculture and Biology*, 6(1), 188-191.
- Kristanto, A. H., & Purwono, . (2017). Modifikasi Teknik Budidaya untuk Menurunkan Salinitas Lahan pada Tebu (*Saccharum Officinarum* L.) Lahan Kering di PG Cepiring Kendal. *Buletin Agrohorti*, 5(3), 351–358. <https://doi.org/10.29244/agrob.v5i3.16480>
- Nadian, H., Nateghzadeh, B., & Jafari, S. (2012). Effects of salinity and nitrogen fertilizer on some quantity and quality parameters of sugar cane (*Saccharum* sp.). *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 10(1), 470-474.
- Plaut, Z., Meinzer, F. C., & Federman, E. (2000). Leaf development, transpiration and ion uptake and distribution in sugarcane cultivars grown under salinity. *Plant and soil*, 218(1), 59-69.
- Saxena, P., Srivastava, R. P., & Sharma, M. L. (2010). Studies on salinity stress tolerance in sugarcane varieties. *Sugar Tech*, 12(1), 59-63. <https://doi.org/10.1007/s12355-010-0011-y>
- Sengar, K., Sengar, R. S., & Singh, A. (2013). Biotechnological and genomic analysis for salinity tolerance in sugarcane. *International Journal of Biotechnology and Bioengineering Research*, 4(5), 407-414.
- Singh, R., & Sengar, R. S. (2020). Impact on Proline Content of Sugarcane (*Saccharum*

officinarum L.) under Salinity Stress. *International Journal of Current Microbiological and Applied Science*, 9(10), 3599-3605.
DOI:10.20546/ijcmas.2020.910.416

Yunita, R., Hartati, R. S., & Suhesti, S. (2020). Response of bululawang sugarcane variety to salt stress. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 418(1), 1-6. DOI:10.1088/1755-1315/418/1/012060