

Soleh, M.A. · I.R.D. Anjarsari · S. Rosniawaty

## Penurunan nilai konduktansi stomata, efisiensi penggunaan cahaya, dan komponen pertumbuhan akibat genangan air pada beberapa genotip tanaman tebu

**Sari.** Fenomena perubahan iklim mempengaruhi distribusi hujan yang tidak merata. Kelebihan air hujan di lahan akan menyebabkan genangan air karena sistem drainase lahannya kurang baik yang berdampak terganggunya pertumbuhan dan hasil tanaman tebu. Dalam kondisi tergenang (G), jumlah anakan beberapa genotip tebu menurun bila dibandingkan dengan kondisi tanpa genangan (TG) pada 77 hari setelah penggenangan (HSP), kecuali genotip tebu GMP1. Jumlah anakan tersebut berkisar antara 6,7 untuk genotip KK sampai 10,3 anakan untuk genotip GMP1. Sedangkan pada kondisi tanpa genangan kisaran jumlah adalah 8 untuk genotip PS864 sampai 13,7 untuk genotip KK. Kondisi genangan air juga telah menurunkan nilai konduktansi stomata ( $g_s$ ) pada semua genotip tebu yang diamati pada 7 HSP yang nilainya berkisar 239,5 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> untuk genotip KK sampai 516,2 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> untuk genotip PSJT941. Genotip yang memiliki nilai perbedaan  $g_s$  yang kecil pada perlakuan G dan TG seperti GMP1, cenderung memiliki jumlah anakan lebih banyak dibanding genotip yang lainnya. Cekaman abiotik seperti genangan telah mempengaruhi respons tinggi tanaman dan efisiensi penggunaan radiasi cahaya (RUE), dimana kondisi genangan telah meningkatkan tinggi tanaman dan nilai RUE menunjukkan tanaman dapat beradaptasi dalam kondisi kekurangan oksigen tanah dengan mempertinggi bagian pupus dan memperpanjang akar. Penelitian ini telah menunjukkan beberapa sifat adaptif dalam kondisi genangan air pada beberapa genotip tebu yang nantinya dapat menjadi referensi pemulia tebu dalam merakit tebu toleran genangan dimasa datang. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengklarifikasi faktor-faktor yang mendasari perbedaan respons dari beberapa genotip tebu dalam kondisi genangan dan atau kekeringan.

**Kata kunci:** Genangan · Tebu · Jumlah anakan · Konduktansi stomata

## Waterlogging condition has reduced stomatal conductance, radiation using efficiency, and growth componentss of some sugarcanes genotypes

**Abstract.** Phenomenon of climate change has been affecting imbalance rainy distribution at many places. Moreover, excessive rainfall in the field has often occurring waterlogging due to poor soil drainage system. This condition is affecting plant growth and yield. Tiller number of four sugarcane genotypes grown under waterlogging (WL) tended to be reduce compared to well watered condition (WW) at 77 days after treatment (DAT) of WL except genotip of GMP1. It ranged from 6.7 of KK (Kidang Kencana) to 10.3 of GMP1, while under WW it ranged from 8 of PS864 and GMP1 to 13.7 of KK. WL condition has reduced stomatal conductance of all genotips at 7 DAT that ranged from 239.5 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> of KK to 516.2 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> of PSJT941. Smaller difference in  $g_s$  between 0 and 7 DAT of WL tended to be higher in tiller number such as in GMP1. Abiotic stresses of WL had affected to plant height and radiation use efficiency (RUE), there were higher in plant height and RUE under WL condition showed plant had adapted to cope limiting factor of soil oxygen content by produce higher in root and or shoot. This study showed adaptation trait of sugarcane genotips under WL condition, which is some of the traits could be taken for sugarcane breeding program in the future. Further research is needed to clarify wider of physiological factor affecting growth and development of sugarcane under WL and Drought condition.

**Keywords:** Waterlogging · Sugarcane · Tiller number · Stomatal conductance

Diterima : 11 Juli 2019, Disetujui : 3 Agustus 2020, Dipublikasikan : 12 Agustus 2020  
doi: <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v19i2.22471>

---

Soleh, M.A. · I.R.D. Anjarsari · S. Rosniawaty  
Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran,  
Jalan Raya Bandung-Sumedang km 21, Jatinangor 45363, Indonesia  
Korespondensi: m.arief@unpad.ac.id

---

## Pendahuluan

Tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) banyak dibudidayakan di Indonesia. Produktivitas tebu di Indonesia selama tiga tahun terakhir berfluktuasi, pada tahun 2014 mencapai 5,4 ton/ha, sementara produktivitas tanaman tebu pada tahun 2015 mengalami kenaikan yaitu 5,6 ton/ha, tetapi terjadi penurunan pada tahun 2016 yaitu 5 ton/ha (Ditjenbun, 2016).

Fluktuasi produktivitas tersebut diatasi oleh pemerintah dengan mencanangkan target swasembada gula nasional sejak tahun 2002, namun sudah lebih dari satu dasawarsa pemerintah belum mampu mewujudkan hal tersebut (Wardini, 2013). Salah satu upaya untuk mencapai swasembada gula adalah dengan meningkatkan produktivitas tanaman tebu dengan cara perluasan areal tanam ke lahan-lahan marginal. Lahan marginal merupakan lahan yang kurang subur yang kurang dimanfaatkan sebagai lahan pertanian, karena adanya cekaman lingkungan yang berdampak pada tanaman. Salah satu lahan yang termasuk pada lahan marginal adalah rawa. Berdasarkan pemetaan Badan Litbang Pertanian (2009), lahan rawa pasang surut memiliki luas paling besar, yakni mencapai 20,1 juta ha. Lahan tersebut terdiri atas tipologi lahan potensial seluas 2,1 juta ha (Haryono *et al.*, 2013). Potensi lahan tersebut memiliki peluang untuk ditanami tebu dimasa mendatang, khususnya menggunakan genotip tebu tahan genangan.

Keadaan lahan didukung dengan faktor iklim mempengaruhi produktivitas tebu. Produktivitas tanaman tebu sangat dipengaruhi oleh unsur iklim berupa curah hujan. Peningkatan CO<sub>2</sub> di atmosfer yang melebihi 400 ppm menyebabkan terjadinya perubahan iklim sehingga menyebabkan sebaran hujan tidak merata (*Intergovernmental Panel for Climate Change*, 2001). Terjadinya perubahan iklim saat ini yang diperparah kondisi drainase lahan yang buruk menyebabkan genangan pada areal pertanian, khususnya areal pertanaman tebu. Genangan merupakan suatu kondisi dimana tanah tidak dapat lagi menyimpan air atau melebihi kapasitas lapang sehingga air menggenangi bagian akar tanaman (Striker, 2012). Saat ini genangan merupakan suatu masalah bagi lahan pertanian terutama di negara-negara dengan dataran rendah yang luas

(Verhoeven dan Setter, 2010). Genangan ini merupakan gangguan alam yang mempengaruhi produksi tanaman di seluruh dunia (Serres dan Voeselek, 2008; Colmer dan Voeselek, 2009). Kondisi genangan tersebut dapat mengganggu sistem respirasi akar tanaman karena kandungan oksigen dalam tanah menjadi berkurang (Blom dan Voeselek, 1996; Serres dan Voeselek, 2008).

Penurunan produktivitas tergantung pada varietas tebu yang digunakan (Gilbert *et al.*, 2008). Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi efek negatif genangan air adalah diperlukan pengembangan jenis tanaman (tebu) yang toleran terhadap genangan sehingga tanaman tersebut mampu ditanam di areal berdrainase buruk atau tergenang air. Salah satu sifat fisiologis yang mempengaruhi tingkat ketahanan tanaman terhadap cekaman abiotik adalah respons buka tutup stomata/konduktansi stomata.

Nilai konduktansi stomata telah disarankan menjadi salah satu parameter penting dalam menyeleksi genotip tanaman pada program pemuliaan tanaman untuk memprediksi hasil dan interaksi antara gen dan lingkungan (GxE) khususnya dalam kondisi cekaman abiotik (Condon *et al.*, 2004). Nilai konduktansi stomata yang semakin tinggi menandakan tanaman dalam keadaan baik untuk melakukan metabolisme/fotosintesis. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi sifat fisiologis berupa konduktansi stomata dan sifat agronomis berupa jumlah anakan beberapa genotip tebu yang ditanam dalam kondisi tergenang air.

---

## Bahan dan Metode

Bahan tanaman yang digunakan adalah empat genotip tebu yaitu PS864, PSJT941, GMP1, dan Kidang Kencana (KK). Genotip PS864 merupakan genotip hasil penelitian Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI), PSJT941 dan GMP1 merupakan genotip tebu hasil pengembangan perusahaan BUMN dan swasta, sedangkan genotip KK merupakan varietas lokal di Majalengka. Penanaman bibit tebu asal bagal dilakukan dalam polibag berukuran 25 cm x 50 cm dengan media tanam tanah inceptisol. Tiap polibag berisi satu mata tunas tebu. Percobaan ini dilakukan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian,

Universitas Padjadjaran, dengan ketinggian tempat sekitar 750 m dpl pada bulan April sampai Oktober 2017. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dalam lingkungan tidak terkontrol. Tanaman tebu diberi perlakuan genangan dan tanpa genangan. Perlakuan genangan dilakukan dengan menggali tanah sehingga berbentuk kolam kecil, yang kemudian dipastikan air dapat tergenang dengan melapisi kolam dengan plastik. Tiap kolam kecil berisi dua polibag. Jumlah sampel sebanyak 12 tanaman untuk masing-masing perlakuan. Pengamatan utama yang dilakukan adalah pengamatan konduktansi stomata ( $g_s$ ) menggunakan alat *leaf porometer* (Decagon inc. US), serta pengamatan kumulatif intensitas cahaya menggunakan datalogger Digit-LL (LabJack, US). Pengamatan penunjang yang dilakukan adalah pengamatan jumlah anakan, tinggi tanaman tebu, dan estimasi *radiation use efficiency* (RUE). Uji T pada taraf nyata 5% digunakan untuk membandingkan pengaruh antar perlakuan pada tiap genotip. Efisiensi penggunaan radiasi cahaya untuk fotosintesis merupakan respons linear dengan proses produksi tanaman sehingga pengamatan RUE mampu menduga nilai pertumbuhan tanaman per unit cahaya yang mengikuti rumus berikut ini (Monteith, 1972):

$$RUE = \frac{\text{Berat kering tanaman bagian atas (g)}}{\text{Total radiasi cahaya yang diterima (M/J)}}$$

## Hasil dan Pembahasan

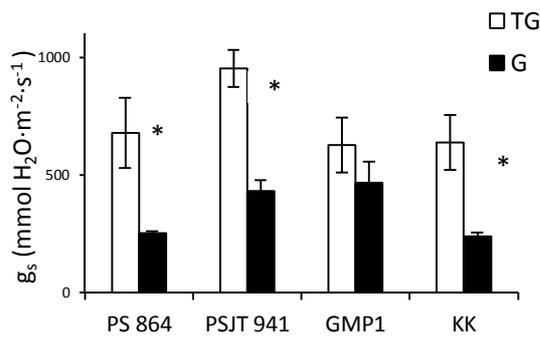
Hasil pengamatan respons konduktansi stomata pada 7 hari setelah perlakuan (HSP) menunjukkan penurunan nilai  $g_s$  pada semua genotip tebu pada kondisi genangan (G) dibandingkan pada kondisi tanpa genangan (TG), namun penurunan yang tidak signifikan terjadi pada genotip GMP1. Genotip GMP1 memiliki nilai  $g_s$  lebih besar dari genotip lainnya yaitu sebesar  $465,9 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  pada kondisi G, sedangkan genotip KK memiliki nilai  $g_s$  paling kecil yaitu sebesar  $239,5 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  dibandingkan genotip lainnya (Gambar 1). Nilai  $g_s$  menurun pada kondisi G menunjukkan tanaman mengalami cekaman air sehingga metabolisme tanaman berkurang yaitu dengan menutup sebagian stomata. Hal ini seperti yang diungkapkan oleh Dias-Filho dan de Carvalho (2000) yang menyatakan bahwa respons stomata

mempengaruhi proses fotosintesis dan menunjukkan gejala toleransi genangan. Kekurangan oksigen akibat kelebihan air mengakibatkan tanaman mengalami penurunan nilai  $g_s$  (Colmer dan Vosenek, 2009). Konduktansi stomata merupakan respons yang berkaitan erat dengan proses fotosintesis (Soleh *et al.*, 2017).

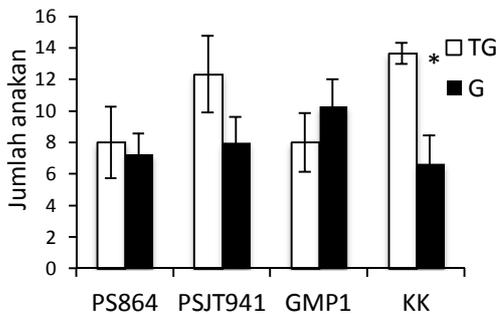
Jumlah anakan tebu pada 85 HSP cenderung lebih sedikit pada kondisi G dibandingkan dengan kondisi TG, kecuali pada genotip GMP1 (Gambar 2). Jumlah anakan genotip GMP1 malah meningkat pada kondisi genangan. Penurunan anakan yang signifikan terjadi pada genotip KK. Berbanding terbalik untuk parameter agronomi tinggi tanaman tebu umur 85 HSP, peningkatan terjadi pada kondisi G dibandingkan kondisi TG. Tinggi tanaman pada kondisi G terbesar adalah 176,4 cm untuk genotip GMP1, dan terkecil 148,7 cm untuk genotip PS864 (Gambar 3).

Peningkatan signifikan terjadi pada genotip PSJT941 dan KK. Penggenangan cenderung menurunkan jumlah anakan yang memungkinkan pertumbuhan diarahkan ke pertumbuhan tinggi tanaman dan akar adventif. Gilbert *et al.* (2007) melaporkan penggenangan yang terjadi selama 3 bulan mengakibatkan perkembangan akar adventif yang lebih besar dan pembesaran diameter pipa aerenkim pada tanaman tebu. Genotip GMP1 memiliki jumlah anakan pada kondisi G lebih banyak daripada kondisi TG karena memiliki sifat toleran yang lebih baik dari genotip yang lainnya. Hal ini juga terlihat dari nilai tinggi tanaman GMP1 cenderung lebih baik dari genotip lainnya. Mekanisme tanaman dalam adaptasi pada lingkungan tergenang adalah dengan membentuk sel-sel aerenkim baik di batang dan di akar sebanyak mungkin sehingga memungkinkan suplai oksigen tercukupi untuk metabolisme.

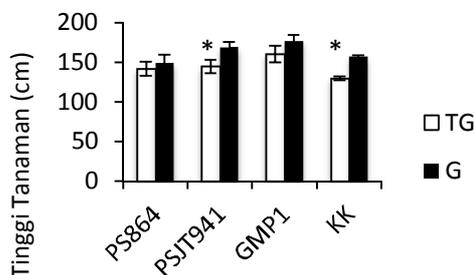
Kondisi G memperlihatkan nilai RUE cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi TG di 85 HSP (Gambar 4). Meskipun demikian, nilai RUE pada genotip-genotip tidak berbeda nyata pada kondisi G maupun TG. Nilai estimasi RUE cenderung lebih tinggi pada kondisi genangan menandakan efisiensi penggunaan radiasi cahaya terjadi akibat pertumbuhan berlebih pada bagian shoot yaitu tinggi tanaman sehingga perhitungan RUE cenderung lebih tinggi pada perlakuan genangan dari pada tanpa genangan.



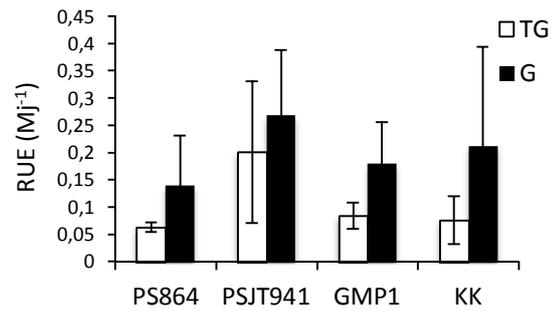
Gambar 1. Konduktansi stomata empat genotip tebu pada umur 7 HSP. Bar berwarna putih merupakan kondisi TG, sedangkan bar berwarna hitam adalah kondisi G. Garis vertikal merupakan garis standar deviasi. Tanda bintang (\*) menandakan perbedaan signifikan berdasarkan Uji T pada taraf nyata 5%.



Gambar 2. Jumlah anakan empat genotip tebu pada umur 85 HSP. Bar berwarna putih merupakan kondisi TG, sedangkan bar berwarna hitam adalah kondisi G. Garis vertikal merupakan garis standar deviasi. Tanda bintang (\*) menandakan perbedaan signifikan berdasarkan Uji T pada taraf nyata 5%.



Gambar 3. Tinggi tanaman empat genotip tebu pada umur 85 HSP. Bar berwarna putih merupakan kondisi TG, sedangkan bar berwarna hitam adalah kondisi G. Garis vertikal merupakan garis standar deviasi. Tanda bintang (\*) menandakan perbedaan signifikan berdasarkan Uji T pada taraf nyata 5%.



Gambar 4. Efisiensi penggunaan cahaya (RUE) empat genotip tebu pada umur 85 HSP. Bar berwarna putih merupakan kondisi TG, sedangkan bar berwarna hitam adalah kondisi G. Garis vertikal merupakan garis standar deviasi. Tanda bintang (\*) menandakan perbedaan signifikan berdasarkan Uji T pada taraf nyata 5%.

## Kesimpulan

Genotip tebu PSJT 941 dan GMP1 merupakan genotip yang dikembangkan oleh perusahaan tebu BUMN dan swasta sehingga beberapa sifat fisiologis dan agronomis seperti konduktansi stomata, tinggi tanaman, dan jumlah anakan tebu memperlihatkan lebih baik dengan tebu lokal yaitu Kidang Kencana dalam kondisi genangan. Sifat-sifat unggul tersebut dapat dijadikan referensi dalam merakit kultivar tebu tahan genangan dimasa mendatang.

## Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada DRPM Universitas Padjadjaran atas Hibah Riset Fundamental HIU tahun 2017.

## Daftar Pustaka

- Blom, C.W.P.M and L.A.C.J Voesenek. 1996. Flooding: the survival strategies of plants. *Trends in Ecology & Evolution*. 11: 290-295.
- Colmer, T.D. and L.A.C.J Voesenek. 2009. Flooding tolerance: suites plant traits in variable environments. *Functional Plant Biology*. 36: 665-681
- Condon, A.G., R.A. Richards, G.J. Rebetzke, and G.D Farquhar. 2004. Breeding for high water-use efficiency *Journal of Experimental Botany*. 55: 2447-2460.

- Dias-Filho, M.B. and C.J.R. de Carvalho. 2000. Physiological and morphological responses of *Brachiaria* spp. to flooding. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília. 35: 1959-1966.
- Ditjenbun. 2016. Statistik Perkebunan Indonesia (Tebu). Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan, Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian.
- Gilbert, R.A., C.R. Rainbolt, D.R. Morris, and A.C. Bennett. 2007. Morphological responses of sugarcane to long-term flooding. *Agronomy Journal*. 99:1622-1628.
- Haryono, N. M., H. Syahbuddin, dan M. Sarwani. 2013. Lahan Rawa: Penelitian dan Pengembangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian. Hal 8. IAARD Press.
- Intergovernmental Panel for Climate Change. 2001. Climate change 2001: *Synthesis report. Summary for policy makers*. Available online at: <http://www.ipcc.ch>
- Monteith, J.L. 1972. Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. *Journal of Applied Ecology*. 9: 747-766.
- Serres-Bailey, J. and L.A.C.J. Voesenek. 2008. Flooding stress: acclimations and genetic diversity. *Annual Review of Plant Biology*. 59: 313-339.
- Soleh, M.A., R. Manggala, Y. Maxiselly, M. Ariyanti, dan I.R.D. Anjarsari. 2017. Respons konduktansi stomata beberapa genotip tebu sebagai parameter toleransi terhadap stress abiotik. *Jurnal Kultivasi*: 13: 490-493
- Striker, G.G.2012. Flooding stress on plants: anatomical, morphological and physiological responses. In Mworio, J. (Ed.). *Botany In Tech, China*. P. 1-19. Available online at <http://www.intechopen.com/books/botany/flooding-stress-on-plants-anatomical-morphological-and-physiological-responses>
- Verhoeven, J.T.A., and T.L. Setter. 2010. Agricultural use of wetlands: opportunities and limitations. *Annal Botany*. 105:155-163.
- Wardini, C. 2013. Swasembada gula riwayatmu kini. *Sugar Insight*. Asosiasi Gula Indonesia, Jakarta.