



Uji Multilokasi Karakteristik Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) PRG Produksi Gula Tinggi Event SPS

*Multi-Location Yield Trial and Adaptability of Genetically Modified Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) Event SPS for High Sugar Production*

Author(s): Ridho Dwi Ramadhani¹; Tri Handoyo¹; Sholeh Avivi¹; Bambang Sugiharto^{2*}

(1) Program Studi Magister Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember

(2) Universitas Jember

*Corresponding author: sugiharto.fmipa@unej.ac.id

Submitted: 30 Jun 2026

Accepted: 27 Aug 2026

Published: 30 Sep 2026

ABSTRAK

Tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan komoditas perkebunan strategis. Namun, keberlanjutan budidaya dan industri gula pada saat ini menghadapi beberapa tantangan seperti degradasi lingkungan, perubahan iklim yang ekstrem, hingga alih fungsi lahan yang mengakibatkan menurunnya produksi gula. Perakitan dan pengembangan tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) melalui pemanfaatan bioteknologi molekuler dapat dilakukan untuk mengatasi masalah dalam pemuliaan konvensional salah satunya dengan perakitan tebu produk rekayasa genetik (PRG). Kualitas hasil pemuliaan tanaman tebu PRG event SPS ini menunjukkan performa luar biasa pada skala laboratorium dan budidaya dalam kondisi terkontrol (*greenhouse*). Oleh karena itu, perlu dilakukan uji daya adaptasi multi-lokasi untuk memvalidasi karakteristik morfologi dan konsistensi hasil panen di berbagai lokasi budidaya, tetapi juga untuk memastikan stabilitas genetik transgenik (*transgene stability*) yang memengaruhi sifat adaptif tanaman tebu, baik yang berkarakter luas (*wide adaptability*) maupun yang bersifat spesifik lokasi (*specific adaptability*). Tanaman tebu transgenik yang digunakan dalam percobaan ini yaitu event SPS1, SPS3, SPS9 serta tebu WT (Bululawang) sebagai kontrol. Uji multilokasi pada 3 lahan yang berbeda meliputi lahan Sebayi (Madiun), Klampisan (Ngawi), dan Karangsuko (Malang). Parameter penelitian berupa tinggi tanaman, diameter batang, panjang ruas dan berat tanaman per rumpun dianalisa dengan uji signifikansi ANOVA serta uji lanjut Dunnett pada taraf α 5%, untuk melihat korelasi antara tanaman tebu transgenik dan tanaman tebu kontrol WT (Bululawang).

Kata Kunci:

Bioteknologi Molekuler;
Event SPS;
Tebu PRG;
Uji Multilokasi;
Wild-Type (WT)

ABSTRACT

Keywords:

Genetically Modified (GM) Sugarcane;

Molecular Biotechnology;

Multi-Location Adaptability Trials;

SPS event;

Wild-Type (WT)

*Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) is a strategic plantation commodity. However, the sustainability of sugarcane cultivation and the sugar industry currently faces several challenges, including environmental degradation, extreme climate change, and land-use conversion, which have led to a decline in sugar production. The breeding and development of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) through molecular biotechnology can be utilized to overcome the limitations of conventional breeding, one of which is the development of genetically modified (GM) sugarcane. The quality of this GM sugarcane breeding product, specifically the SPS event, has demonstrated outstanding performance at the laboratory scale and under controlled greenhouse conditions. Therefore, multi-location adaptability trials are essential not only to validate morphological characteristics and yield consistency across diverse cultivation environments but also to ensure transgene stability, which influences the adaptive traits of sugarcane—both for wide adaptability and specific adaptability. The transgenic sugarcane lines used in this experiment were events SPS1, SPS3, and SPS9, with wild-type (WT) Bululawang sugarcane serving as the control. The multi-location trials were conducted across three distinct sites: Sebayi (Madiun), Klampisan (Ngawi), and Karangsuko (Malang). Research parameters, including plant height, stalk diameter, internode length, and plant weight per stool, were analyzed using Analysis of Variance (ANOVA), followed by Dunnett's post-hoc test to evaluate the correlation and differences between the transgenic sugarcane lines and the WT (Bululawang) control..*

PENDAHULUAN

Tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan komoditas perkebunan strategis, baik dalam budidaya konvensional maupun dalam industrialisasi produksi gula serta opsi sebagai energi terbarukan melalui produksi bioenergi berbasis biomassa di tingkat nasional dan global (Sergeev et al., 2024). Namun, keberlanjutan budidaya dan industri gula pada saat ini mendapati beberapa tantangan seperti degradasi lingkungan, perubahan iklim yang ekstrem hingga alih fungsi lahan yang mengakibatkan menurunnya produksi gula serta menurunnya kualitas rendemen (Mehdi et al., 2024). Pemuliaan tanaman tebu secara konvensional sering kali mengalami kendala berupa siklus budidaya tebu yang panjang maupun struktur genetik tebu yang sangat kompleks, sehingga pendekatan bioteknologi molekuler diharapkan bisa menjadi solusi inovatif untuk mengatasi kendala pemuliaan tanaman tebu secara konvensional.

Perakitan dan pengembangan tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) melalui pemanfaatan bioteknologi molekuler dapat dilakukan untuk mengatasi masalah dalam pemuliaan konvensional salah satunya dengan perakitan tebu produk rekayasa genetik (PRG). Tebu PRG dikembangkan untuk mengoverekspresikan gen SPS (*Sucrose Phosphate Synthase*) sebagai enzim kunci yang mengatur laju biosintesis sukrosa (Mehdi et al., 2024). Secara lebih spesifik, integrasi gen SoSPS1 yang dikendalikan oleh promotor konstitutif kuat tidak hanya meningkatkan transkripsi gen di tingkat molekuler, melainkan juga terbukti secara nyata melipatgandakan aktivitas enzimatis SPS di dalam sitosol sel. Peningkatan aktivitas enzim ini memicu percepatan konversi prekursor karbon hasil fotosintesis menjadi sukrosa, yang pada gilirannya mengoptimalkan partisi karbon serta meningkatkan akumulasi kadar gula, baik pada jaringan daun (*source*) sebagai pusat produksi maupun pada jaringan parenkim batang (*sink*) sebagai tempat penyimpanan utama (Anur et al., 2020). Aktivitas gen SPS ini juga memberikan efek sinergis terhadap stimulasi pertumbuhan vegetatif berupa peningkatan tinggi tanaman, jumlah anakan/batang, serta bobot biomassa total dibandingkan tanaman kontrol non-PRG (*wild-type*) (Sugiharto, 2024).

Kualitas hasil pemuliaan tanaman tebu PRG event SPS ini menunjukkan performa luar biasa pada skala laboratorium dan budidaya dalam kondisi terkontrol (*greenhouse*). Namun, introduksi dan pemindahan klon harapan ini ke ekosistem lahan terbuka (*open field*) mengakibatkan variabel lingkungan makro menjadi sulit diprediksi. Transisi ini memicu terjadinya interaksi dinamis antara genotipe dengan lingkungan ($G \times E$) yang berpotensi mengganggu homeostasis tanaman, memicu ketidakstabilan ekspresi fenotipe, hingga risiko terjadinya pembungkaman gen (*gene silencing*) akibat penetrasi cekaman biotik dan abiotik di lapangan. Menurut Zhang & Yang (2024), cekaman abiotik berupa genangan dan kekeringan dapat menyebabkan penurunan persentase rendemen dan penurunan bobot biomassa hingga 180%. Oleh karena itu, adanya karakterisasi tanaman tebu PRG event SPS melalui serangkaian uji efikasi lapangan, analisis stabilitas produksi, dan uji daya adaptasi multi-lokasi menjadi sangat krusial untuk dilakukan. Pengujian komprehensif ini tidak hanya berfungsi untuk memvalidasi karakteristik morfologi dan konsistensi hasil panen di berbagai lokasi budidaya, tetapi juga untuk memastikan stabilitas genetik transgenik (*transgene stability*) yang mempengaruhi sifat adaptif tanaman tebu, baik yang berkarakter luas (*wide adaptability*) maupun yang bersifat spesifik lokasi (*specific adaptability*) (Sergeev et al., 2024; Sugiharto, 2024). Lebih jauh lagi, integrasi

data dari pengujian multi-lokasi ini menjadi instrumen validasi legal-formal guna membuktikan bahwa produk tebu PRG *event SPS* ini telah memenuhi standar teknis pelepasan varietas unggul baru sekaligus mematuhi seluruh regulasi pengkajian risiko keamanan hayati (*biosafety*) nasional dilakukan pelepasan varietas.

METODOLOGI

Pelaksanaan uji multilokasi terbatas dilakukan di tiga lokasi yaitu di Kabupaten Malang, di Kabupaten Madiun, dan di Kabupaten Ngawi pada Januari 2024 – November 2024. Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu, cangkul, meteran, jangka sorong, timbangan, karung, sabit, tabel pengamatan, denah lokasi, gilingan contoh dan refraktometer. Dan bahan yang digunakan yaitu, tebu PRG produksi gula tinggi yang ditanam yaitu event SPS1, SPS3, SPS9, sedangkan tebu *wildtype* yang ditanam sebagai tetua dari tebu PRG yaitu varietas Bululawang (BL).

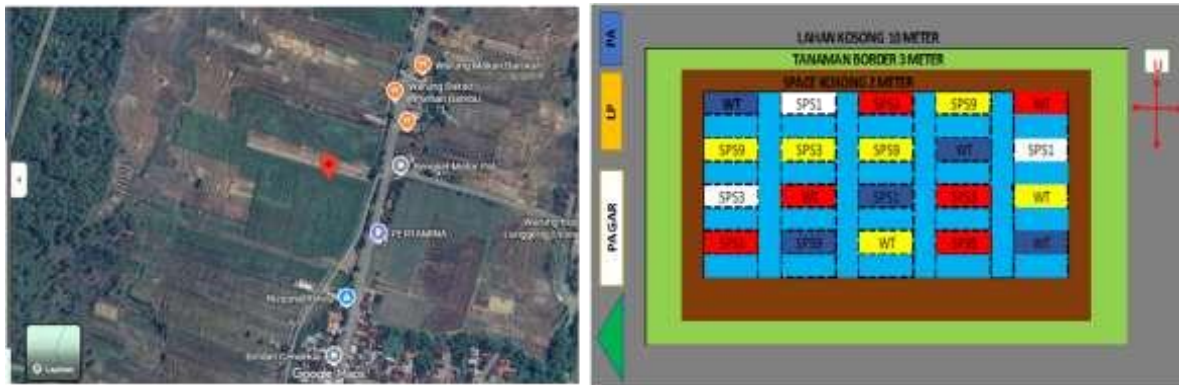
Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 4 galur tebu SPS1, SPS 3, SPS 9 dan WT sebagai kontrol, serta setiap perlakuan terdapat 5 kali ulangan. Dengan menggunakan analisis ANOVA dan dilanjutkan dengan uji Dunnett pada taraf $\alpha = 5\%$. Rancangan percobaan mengikuti pedoman SK Kepala Balitbang no.128/Kpts/LB.030/H/01/2022 tahun 2022, sedangkan *layout* pengujian mengikuti ketentuan pengujian di Lapangan Uji Terbatas yang terdapat pada Peraturan Pemerintah LHK Nomor 69 tahun 2016. Setiap perlakuan terdapat 5 juring dengan panjang 7,5 meter dan ditanami sebanyak 18 bibit tebu. Total tanaman dalam setiap perlakuan sebanyak 90 tanaman.

Lokasi Pengujian

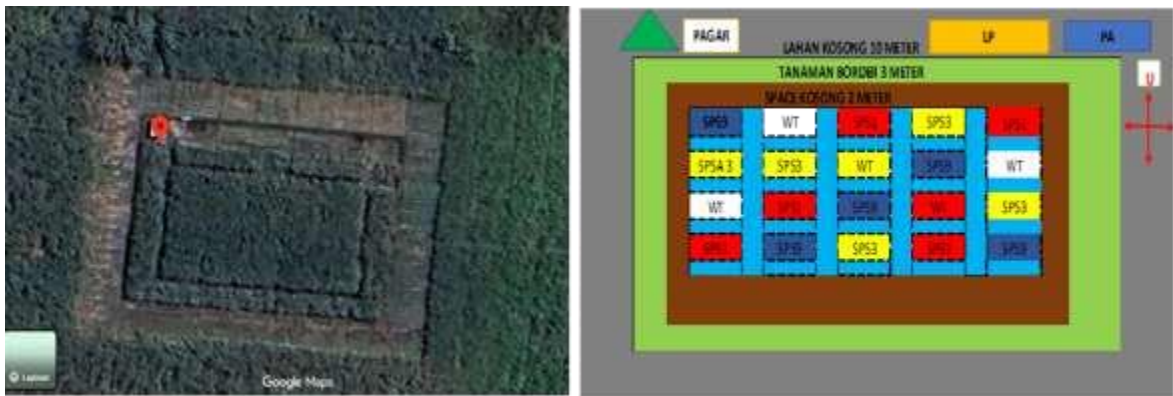
No	Lokasi Pengujian	Jenis Tanah	Ketinggian	Kondisi Sekitar
1.	Kebun Sebayi, Desa Sebayi, Kecamatan Gemarang, Kabupaten Madiun - PG Rejoagung	Mediteran coklat kemerahan	±235 mdpl	Sawah
2.	Kebun Klampisan, Desa Klampisan, Kecamatan Geneng, Kabupaten Ngawi.	Grumusol Kelabu Tua	±84 mdpl	Tanaman Tebu
3.	Kebun Karangsuko, Desa Karangsuko, Kecamatan Pagelaran, Kabupaten Malang.	Aluvial	±339 mdpl	Tanaman Tebu

Sumber: bmkgo.co.id

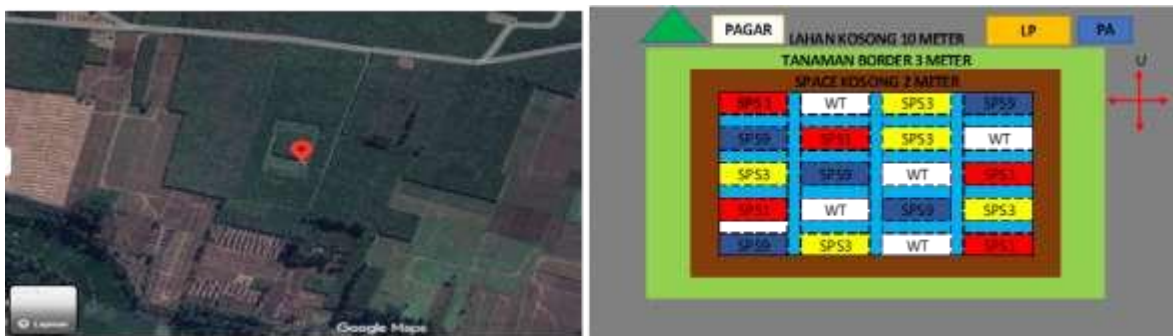
Denah Penelitian Lokasi Sebayi – Madiun



Denah Penelitian Lokasi Klampisan – Ngawi



Denah Penelitian Lokasi Karangsuksu – Malang



Persiapan Tanam, Penanaman dan Pemeliharaan Tanaman Tebu

Pengadaan bibit tebu PRG yang digunakan untuk penelitian ini berasal dari kebun bibit tebu di Agroteknopark Universitas Jember, Jubung. Teknik persemaian bibit yaitu dengan *Single Bud Planting* (SBP) dan ditumbuhkan selama 1-2 bulan pada pot tray. Penanaman bibit disesuaikan dengan layout pengujian berupa blok penelitian yang terdiri dari 5 event, dan setiap event terdiri dari 5 juring, dan setiap juring berisi 18 tanaman PRG. Pada setiap jarak event diberikan 1 juring kosong sebagai penanda berbeda event. Pemeliharaan tanaman tebu PRG dilakukan dengan memperhatikan pertumbuhan tanaman

tebu PRG hingga dilakukan pengamatan dan pengambilan data pertumbuhan tanaman tebu PRG. Perawatan dilakukan hingga tanaman tebu memasuki umur panen.

Pengamatan dan Pengambilan Data

Variabel data pengamatan antara lain: tinggi tanaman, diameter batang, panjang ruas tanaman, dan berat timbang. Diameter batang diukur dengan menggunakan jangka sorong. Diameter batang tebu merupakan indikator besar atau kecilnya nilai sukrosa yang dapat diakumulasi di dalam jaringan. Pengukuran diameter batang dilakukan pada bulan ke-9 setelah tanam.

Pengukuran tinggi tanaman dilakukan dengan mengukur dari pangkal batang hingga ujung daun. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan guna mengetahui pola pertumbuhan tanaman tebu selama fase pertumbuhan. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan pada bulan ke-9 setelah tanam. Pengukuran panjang ruas tanaman tebu berkaitan dengan ketersediaan air di dalam tanah. Pengukuran panjang ruas dilakukan dengan menggunakan penggaris. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan pada bulan ke-9 setelah tanam. Dan berat timbang adalah penimbangan bobot tebu yang dilakukan dengan cara memisahkan tebu dari daun, kemudian dipotong menjadi tiga bagian, yaitu bagian atas, bagian tengah, dan bagian bawah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan data uji multilokasi dari 3 wilayah ini dilakukan dengan menggunakan uji ANOVA untuk mengetahui nilai signifikansi serta uji lanjut Dunnett untuk mengetahui karakteristik tanaman terhadap tanaman kontrol yaitu tebu WT. Berdasarkan data di atas, menunjukkan bahwa dari seluruh *event* tebu SPS memiliki karakteristik berbeda signifikan dengan kontrol WT dan hanya berat timbangan pada *event* tebu SPS3 yang berbeda nyata dengan kontrol WT.

Tabel 1. Analisis Signifikansi *Event* Tebu SPS1, SPS3 dan SPS9 terhadap Tebu WT
 Table 1. Significance Analysis of SPS1, SPS3, and SPS9 Sugarcane Events Compared with WT Sugarcane

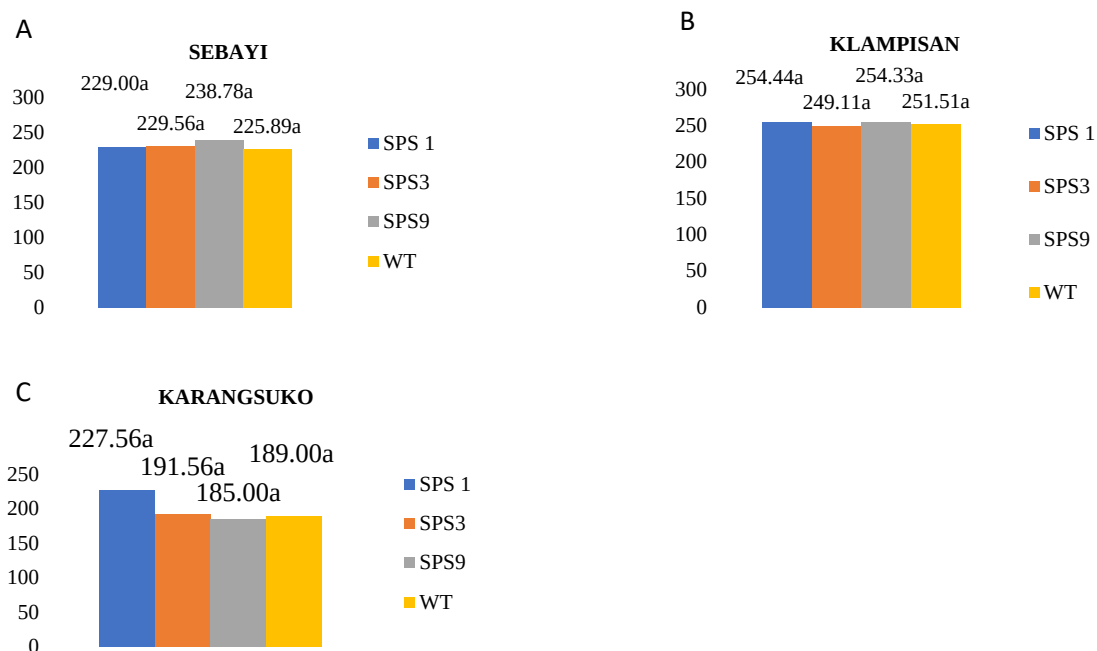
Lokasi Location	Parameter Parameters	ANOVA F ANOVA F	ANOVA P ANOVA P	Signifikan Significance	Berbeda nyata vs WT Significantly different from WT
Sebayi	tinggi tanaman	0.549	0.656	Tidak	-
	diameter batang	2.522	0.095	Tidak	-
	panjang ruas	0.433	0.658	Tidak	-
	berat timbangan	0.934	0.447	Tidak	-
Klampisan	tinggi tanaman	0.287	0.834	Tidak	-
	diameter batang	1.494	0.254	Tidak	-
	panjang ruas	0.997	0.420	Tidak	-
	berat timbangan	1.624	0.223	Tidak	-
Karangsoko	tinggi tanaman	0.810	0.507	Tidak	-
	diameter batang	0.650	0.594	Tidak	-
	panjang ruas	0.705	0.563	Tidak	-
	berat timbangan	3.783	0.032	Ya	SPS3

Keterangan: tebu WT = (*wild type*) dengan varietas Bululawang. Pengukuran tinggi tanaman, dan panjang ruas dilakukan dengan menggunakan meteran/penggaris, sedangkan data diameter diukur menggunakan jangka sorong.

Note: WT sugarcane = (*wild type*), represented by the Bululawang variety. Plant height and internode length were measured using a measuring tape/ruler, while stem diameter was measured using a caliper.

1. Tinggi Tanaman (cm)

Tinggi tanaman pada lahan Klampisan – Ngawi menunjukkan bahwa seluruh genotipe tebu memiliki performa tinggi tanaman paling optimal dengan rata-rata berkisar antara 249,11 cm hingga 254,44 cm dibandingkan dengan 2 lahan lainnya berturut-turut, yaitu lahan Sebayi – Madiun dan lahan Karangsuko – Malang (Gambar 1).

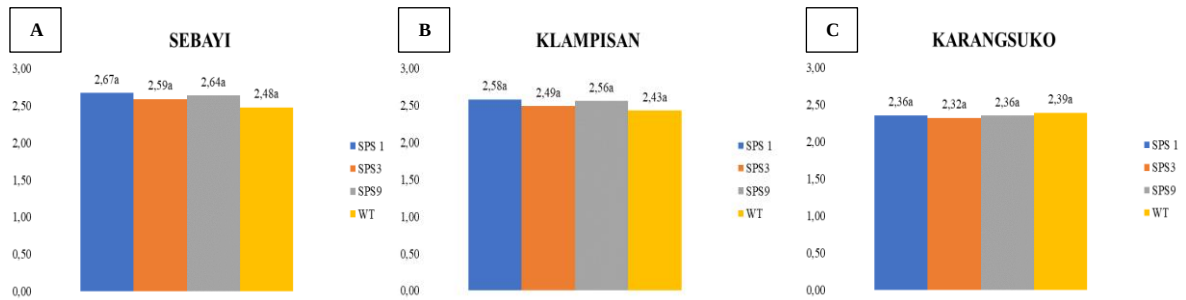


Gambar 1. A) Tinggi Tanaman Tebu di Lahan Sebayi - Madiun, B) Tinggi Tanaman Tebu di Lahan Klampisan - Ngawi, dan C) Tinggi Tanaman Tebu di Lahan Karangsuko - Malang.

Figure 1. A) Sugarcane plant height at the Sebayi field in Madiun, B) sugarcane plant height at the Klampisan field in Ngawi, and C) sugarcane plant height at the Karangsuko field in Malang.

Berdasarkan pendekatan interaksi genotipe dan lingkungan ($G \times E$), karakteristik morfologi tebu seperti tinggi tanaman sangat dipengaruhi oleh kecukupan unsur hara makro dan ketersediaan air pada fase vegetatif (Tena et al., 2019). Ekspresi gen SPS yang dioptimalkan pada tebu berfokus pada efisiensi translokasi fotosintat dari daun menuju batang (*sink*), sehingga selama suplai fotosintesis tercukupi maka pertumbuhan organ vegetatif seperti tinggi tanaman tidak akan terhambat dan tetap adaptif menyerupai tetua liarnya (Khan et al., 2024). Sedangkan lahan Karangsuko – Malang memiliki rerata tinggi tanaman terendah, yang dimungkinkan karena kondisi agroklimat dengan suhu harian yang cenderung lebih sejuk dibandingkan dengan 2 lahan lainnya. Umumnya tanaman tebu membutuhkan suhu optimal sekitar 24–30°C untuk menunjang pertumbuhan vegetatif (D. Zhao et al., 2020).

2. Diameter Batang (cm)

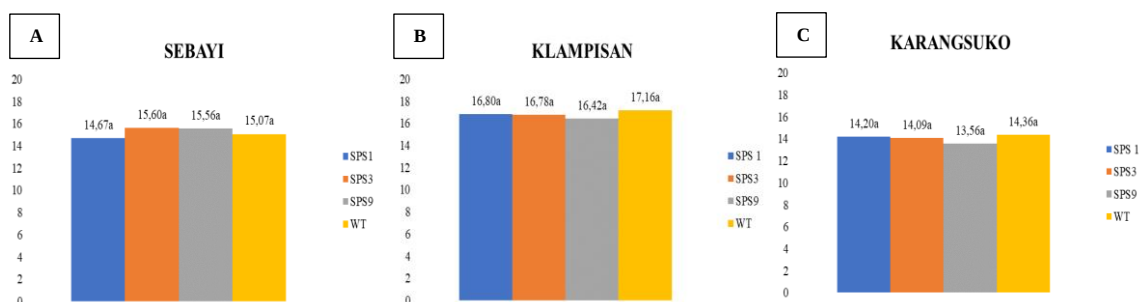


Gambar 2. A) Diameter Batang Tebu di Lahan Sebayi - Madiun, B) Diameter Batang Tebu di Lahan Klampisan - Ngawi, dan C) Diameter Batang Tebu di Lahan Karangsuko - Malang.

Figure 2. A) Sugarcane stem diameter at the Sebayi field in Madiun, B) sugarcane stem diameter at the Klampisan field in Ngawi, and C) sugarcane stem diameter at the Karangsuko field in Malang.

Parameter diameter batang merupakan salah satu komponen hasil yang sangat penting pada tanaman tebu karena berkorelasi langsung dengan berat timbangan hingga persentase rendemen. Data pada Gambar 2 menunjukkan bahwa modifikasi genetik pengkode enzim SPS (*Sucrose Phosphate Synthase*) menunjukkan stabilitas fenotipe yang baik pada bagian diameter batang ditunjukkan rerata diameter batang yang setara dengan tanaman kontrol (WT Bululawang). Menurut Mason et al. (2023), ekspresi gen SPS berfokus pada metabolisme karbon di dalam jaringan meristem tanaman tebu. Selain itu, ketersediaan air yang cukup juga membantu meningkatkan aktifitas pembelahan sel kambium pada batang tebu, sehingga menghasilkan diameter batang yang lebih besar.

3. Panjang Ruas (cm)

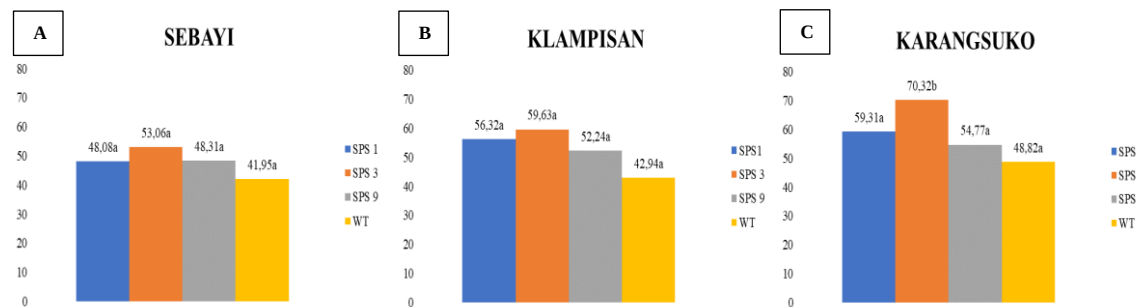


Gambar 3. A) Panjang Ruas Tanaman Tebu di Lahan Sebayi - Madiun, B) Panjang Ruas Tanaman Tebu di Lahan Klampisan - Ngawi, dan C) Panjang Ruas Tanaman Tebu di Lahan Karangsuko - Malang.

Figure 3. A) Sugarcane internode length at the Sebayi field in Madiun, B) sugarcane internode length at the Klampisan field in Ngawi, and C) sugarcane internode length at the Karangsuko field in Malang.

Berdasarkan Gambar 3, rata-rata panjang ruas tertinggi yaitu pada lahan Klampisan – Ngawi dengan nilai 16,42 cm hingga 17,16 cm, berturut-turut Sebayi – Madiun dengan 14,67 cm hingga 15,60 cm dan Karangsuko – Malang dengan 13,56 cm hingga 14,36 cm. Panjang ruas tanaman tebu ini berpengaruh positif terhadap tinggi tanaman, dimana pada lahan Klampisan – Ngawi menunjukkan rata-rata tinggi tanaman yang optimal dibandingkan 2 lahan lainnya. Proses pemanjangan ruas tebu selama fase vegetatif sangat bergantung pada ketersediaan air, kelembapan tanah dan suhu harian yang hangat (Jalil et al., 2022). Sebaliknya suhu udara yang rendah pada dataran tinggi justru memperlambat sintesis hormon endogen seperti giberelin (GA), yang berfungsi mengatur pemanjangan buku dan ruas tanaman (Wang et al., 2025).

4. Berat Timbangan (kg/rumpun)



Gambar 4. A) Berat Timbangan per Rumpun Tanaman Tebu di Lahan Sebayi - Madiun, B) Berat Timbangan per Rumpun Tanaman Tebu di Lahan Klampisan - Ngawi, dan C) Berat Timbangan per Rumpun Tanaman Tebu di Lahan Karangsuko - Malang.

Figure 4. A) Weight per sugarcane clump at the Sebayi field in Madiun, B) weight per sugarcane clump at the Klampisan field in Ngawi, and C) weight per sugarcane clump at the Karangsuko field in Malang.

Interaksi genotipe dengan lingkungan ($G \times E$) pada parameter berat timbangan per rumpun ini terlihat cukup jelas, dimana *event* SPS3 pada lahan Karangsuko - Malang menunjukkan signifikansi dibanding dengan tanaman kontrol atau tebu WT (Gambar 4). Nilai berat timbang berturut-turut pada setiap lahan uji multilokasi ada pada *event* SPS3 yaitu pada lahan Sebayi – Madiun dengan nilai mencapai 53,06 kg/rumpun dibanding WT dengan 41,95 kg/rumpun, lahan Klampisan – Ngawi dengan nilai 59,63 kg/rumpun dibanding WT dengan 42,94 kg/rumpun, dan lahan Karangsuko dengan nilai 70,32 kg/rumpun dibanding WT dengan 48,82 kg/rumpun. Tebu transgenik dengan tingkat efisiensi sintesis sukrosa yang tinggi memiliki kapasitas *source-to-sink* (penyimpanan sukrosa batang) yang lebih baik. Hal ini terjadi karena fotosintesis di daun segera dialirkan ke batang, sehingga metabolisme tanaman berjalan konstan untuk memproduksi biomassa yang lebih berat per rumpunnya (Anur et al., 2020). Wilayah dengan suhu udara yang cenderung lebih sejuk dan kelembapan yang stabil menyebabkan evaporasi yang lebih rendah, sehingga memperpanjang fase pengisian batang dan merangsang pembentukan anakan produktif yang seragam di dalam rumpun (Y. Zhao et al., 2023)

KESIMPULAN

Hasil uji multilokasi beberapa *event* tebu transgenik yaitu SPS1, SPS3 dan SPS9 tidak menunjukkan perbedaan nyata terhadap kontrol tebu WT (v. Bululawang) ketika di tanam pada 3 lokasi lahan yang berbeda yaitu lahan Sebayi – Madiun, lahan Klampisan – Ngawi, dan lahan Karangsuko – Malang. Perbedaan hanya muncul pada parameter berat timbangan per rumpun, yang menunjukkan bahwa *event* SPS3 bersifat signifikan terhadap kontrol tebu WT (v. Bululawang). Perbedaan ini bisa terjadi akibat perbedaan topografi dan kondisi iklim mikro lahan percobaan yang mempengaruhi ekspresi gen SPS dan akumulasi pembentukan biomassa tanaman tebu transgenik *event* SPS3.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada PT. Rajawali Nusantara Indonesia (Persero) – ID FOOD yang telah menyediakan lahan percobaan di Kabupaten Madiun, Ngawi dan Malang. Penelitian ini dibiayai oleh proyek penelitian Rispro Inovasi (eRISPRO) LPDP dengan Grant Number: PRJ-4/LPDP/LPDP.4/2023—4818/UN25.3.1/LT/2023.

DAFTAR PUSTAKA

- Anur, R. M., Mufithah, N., Sawitri, W. D., Sakakibara, H., & Sugiharto, B. (2020).  Overexpression of Sucrose Phosphate Synthase Enhanced Sucrose Content and Biomass Production in Transgenic Sugarcane. *Plants*, 9(2), 200.
- Jalil, M., Susilo, B., & Aminah, S. (2022).  Pertumbuhan Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Hasil Mutasi Pada Ketinggian Lokasi Berbeda. *Jurnal Biologi Papua*, 14(2), 155–162.
- Khan, Q., Qin, Y., Guo, D.-J., Huang, Y.-Y., Yang, L.-T., Liang, Q., Song, X.-P., Xing, Y.-X., & Li, Y.-R. (2024).  Comparative Analysis of Sucrose-Regulatory Genes in High- and Low-Sucrose Sister Clones of Sugarcane. *Plants*, 13(5), 707.
- Mason, P. J., Hoang, N. V., Botha, F. C., Furtado, A., Marquardt, A., & Henry, R. J. (2023).  Organ-specific expression of genes associated with the UDP-glucose metabolism in sugarcane (*Saccharum* spp. hybrids). *BMC Genomics*, 24(1), 18.
- Mehdi, F., Galani, S., Wickramasinghe, K. P., Zhao, P., Lu, X., Lin, X., Xu, C., Liu, H., Li, X., & Liu, X. (2024).  Current perspectives on the regulatory mechanisms of sucrose accumulation in sugarcane. *Heliyon*, 10(5), e27277.
- Sergeev, S., Goranov, B., Ivanov, G., & Slavchev, A. (2024).  Study of the influence of *Lactobacillus paracasei* AS-10 on the development of a traditional starter for Bulgarian yoghurt. *BIO Web of Conferences*, 102, 01005.
- Sugiharto, B. (2024).  Biotechnological approaches to improve sugarcane quality and quantum under environmental stresses. In *Agro Industrial Perspectives on Sugarcane Production Under Environmental Stress*. Springer.

-  Tena, E., Goshu, F., Mohamad, H., Tesfa, M., Tesfaye, D., & Seife, A. (2019). Genotype × environment interaction by AMMI and GGE-biplot analysis for sugar yield in three crop cycles of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) clones in Ethiopia. *Cogent Food & Agriculture*, 5(1), 1651925.
-  Wang, M., Li, A.-M., Pan, Y.-Q., Chen, Z.-L., Qin, C.-X., Su, Z.-L., Lakshmanan, P., Song, J.-M., Liao, F., & Huang, D.-L. (2025). Gibberellin biosynthesis gene ScGA20 oxidase enhances sugarcane growth by modulating genes associated with phytohormone and growth processes. *Plant Physiology and Biochemistry*, 221, 109652.
-  Zhang, L., & Yang, X. (2024). Advances in Sugarcane Genomics: Navigating Through Complex Polyploid Genomes. *Molecular Plant Breeding*, 15(4), 155–166.
-  Zhao, D., Zhu, K., Momotaz, A., & Gao, X. (2020). Sugarcane Plant Growth and Physiological Responses to Soil Salinity during Tillering and Stalk Elongation. *Agriculture*, 10(12), 608.
-  Zhao, Y., Yu, L.-X., Ai, J., Zhang, Z.-F., Deng, J., & Zhang, Y.-B. (2023). Climate Variations in the Low-Latitude Plateau Contribute to Different Sugarcane (*Saccharum* spp.) Yields and Sugar Contents in China. *Plants*, 12(14), 2712.