

Pengaruh tiga jenis formula teknologi Sucrosin terhadap pertumbuhan dan produktivitas tebu (*Saccharum officinarum* L.)

*The effect of three types of Sucrosin technology formula on sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) growth and productivity*

Muhammad Abdul AZIZ, Ciptadi Ahmad YUSUP, SISWANTO, Djoko SANTOSO, PRIYONO, & Happy WIDIASTUTI*)

Pusat Penelitian Kelapa Sawit Unit Bogor, Jl. Taman Kencana No.1, Bogor 16128, Jawa Barat, Indonesia.

Diterima tgl 27 Jun 2023 / Perbaikan tgl 11 Jul 23 / Disetujui tgl 22 Sept 2023

Abstract

Sucrosin technology, have been tested in more than 10,000 ha of sugarcane planting area, resulted in highly variable increases in productivity. However, fulfilling standard operational procedures when implemented on a wide scale is complicated, so it needs to be simplified regarding product formulation and application techniques. This study aimed to evaluate the three different formulas of Sucrosin technology in increasing sugarcane growth and productivity. The study was conducted on PC sugarcane at RNI Plantation, Majalengka, West Java, using the Bululawang 1303 variety. The research design was a completely randomized design with four treatments consisting of Sucrosin technology existing (Se), formula 1 (S1), and formula 2 (S2) and control. The application of formula 2 Sucrosin technology (S2) could significantly increase the height and diameter of sugarcane stalks at 6 and 9 MAP. Sugarcane production in Se, S1, and S2 treatments increased by 22.49% (112.71 ton ha⁻¹), 20.47% (110.85 ton ha⁻¹), and 16.45% (107.15 ton ha⁻¹) compared to controls (92.02 ton ha⁻¹), respectively. These results show that Sucrosin Se technology produces the highest production. Nevertheless, from a technical perspective for implementation in the field, the most straightforward Sucrosin technology is S2. However, further research needs to be conducted in the broader area across different agro-ecologies to confirm the current findings.

[Keywords: yield, growth, reformulation, sugarcane, Sucrosin technology]

Abstrak

Teknologi Sucrosin yang telah diuji di areal lebih dari 10.000 ha menghasilkan kenaikan produktivitas tebu yang sangat bervariasi. Bagaimanapun, pemenuhan standar operasional prosedur dalam implementasinya pada skala luas cukup rumit, sehingga teknologi ini perlu disederhanakan dalam hal formulasi produk dan teknis aplikasi. Penelitian ini bertujuan untuk menguji keefektifan tiga formula teknologi Sucrosin untuk meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tebu. Penelitian ini dilakukan pada tebu PC di kebun RNI, Majalengka, Jawa Barat dengan varietas Bululawang 1303. Desain penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan 4 perlakuan yang terdiri dari teknologi Sucrosin existing (Se), formula 1 (S1), dan formula 2 (S2) serta kontrol. Aplikasi teknologi Sucrosin formula 2 (S2) secara signifikan dapat meningkatkan tinggi dan diameter batang tebu pada 6 dan 9 BST. Produksi tebu pada perlakuan Se, S1, dan S2 masing-masing meningkat sebesar 22,49% (112,71 ton ha⁻¹), 20,47% (110,85 ton ha⁻¹), and 16,45% (107,15 ton ha⁻¹) dibanding kontrol (92,02 ton ha⁻¹). Hasil ini menunjukkan bahwa teknologi Sucrosin Se menghasilkan produksi tertinggi. Namun demikian, dari segi teknis implementasi di lapang, teknologi Sucrosin yang paling sederhana adalah S2. Bagaimanapun, untuk mengkonfirmasi temuan saat ini, penelitian lebih lanjut perlu dilakukan pada area yang lebih luas di berbagai karakter agro-ekologis yang berbeda.

[Kata kunci: hasil panen, pertumbuhan, reformulasi, tebu, teknologi Sucrosin]

*) Korespondensi penulis: happywidiastuti@yahoo.com

Pendahuluan

Menurut Badan Pusat Statistik (2018), total konsumsi gula nasional meningkat dari 7,05 juta ton (2018/2019) menjadi 7,15 juta ton (2019/2020) dengan rata-rata konsumsi per kapita 13 kg/kapita/tahun. Sementara itu, produksi tebu Indonesia tahun 2019/2020 sebesar 27,7 juta ton, yaitu lebih rendah dari rata-rata produksi lima tahun terakhir (30,2 juta ton) dengan rata-rata produksi tebu nasional tidak mencapai 70 ton ha⁻¹. Fenomena tren penurunan produksi tebu dan gula dari tahun ke tahun menyebabkan kebutuhan gula nasional tidak terpenuhi. Rendahnya produktivitas tebu terjadi diantaranya karena rendahnya kesuburan tanah dan ketersediaan air (Anggraeni et al., 2022). Hal tersebut semakin parah seiring dengan musim panas yang lebih panjang sebagai dampak perubahan iklim global (Hoover et al., 2017). Pemupukan dilakukan untuk memastikan kecukupan nutrisi bagi tanaman, sementara ketersediaannya di dalam tanah dan efisiensi penyerapan oleh tanaman perlu dioptimalisasi melalui aplikasi bahan organik dan biostimulan.

Biostimulan didefinisikan sebagai bahan yang mengandung satu atau lebih zat dan/ atau mikroorganisme yang dapat merangsang penyerapan dan efisiensi penyerapan nutrisi oleh tanaman, meningkatkan percepatan pertumbuhan, dan toleransi tanaman terhadap cekaman abiotik/ biotik serta meningkatkan kualitas tanaman yang diaplikasikan dalam jumlah sedikit (Nardi et al., 2016; Chen et al., 2021). Pada abad ke 19, rumput laut mulai banyak dimanfaatkan sebagai sumber biostimulan yang diaplikasikan pada tanaman pangan. Rumput laut coklat seperti *Ascophyllum nodosum*, *Laminaria* spp., *Turbinaria* spp., *Sargassum* spp., dan *Fucus* spp. diketahui kaya akan makro dan mikro *nutrient*, asam amino, vitamin, dan regulator pertumbuhan tanaman, sehingga dapat menstimulasi pembelahan dan elongasi sel serta memperbaiki aktivitas metabolisme dan fisiologi tanaman. Hal tersebut berdampak pada peningkatan pertumbuhan dan perkembangan akar, pembungaan, dan perkembangan buah (Karthikeyan et al., 2017). Mondal et al. (2015) melaporkan bahwa biostimulan yang diekstrak dari *Kappaphycus alvarezii* mengandung kalium, nutrisi anorganik, dan empat hormon pertumbuhan tanaman, yaitu asam indol asetat (IAA), asam giberelat (GA3), kinetin, dan zeatin. Aplikasi biostimulan dari *K. alvarezii* secara *foliar spray* dapat meningkatkan aktivitas fotosintesis tanaman jagung yang ditunjukkan dengan peningkatan 26% biomassa tanaman dibanding kontrol.

Sucrosin merupakan produk biostimulan komersial berbahan dasar *Sargassum* spp. yang dikembangkan oleh PPKS Unit Bogor, bertujuan untuk mengoptimalkan pertumbuhan dan produktivitas tebu. Pada prakteknya, efektifitas produk tersebut dapat ditingkatkan baik dengan

pembenah tanah organik berbahan asam humat maupun pupuk hayati berbahan aktif cendawan mikoriza arbuskula (CMA). Silva et al. (2017) menyatakan bahwa biostimulan yang diformulasi dari campuran bakteri endofit *diazotrophic* dan asam humat merupakan teknologi yang ekonomis dalam meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk anorganik dan produktivitas tebu. El-Shazy (2020) menyatakan bahwa kombinasi CMA dan biostimulan dari asam humat dan ekstrak alga merupakan strategi alternatif dalam produksi *canola* (*Brassica napus* L.) pada kondisi cekaman garam. Paket teknologi Sucrosin terdiri dari biostimulan Sucrosin, pembenah tanah organik Humacoat, dan pupuk hayati Miza Plus. Asam humat dalam Humacoat berperan sebagai pembenah tanah untuk memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah, sementara CMA pada Miza Plus telah diperkaya dengan mikroba fungsional yang bermanfaat untuk menyehatkan tanaman (Yusup et al., 2021). Sinergi antara biostimulan Sucrosin, asam humat, dan CMA bermanfaat untuk meningkatkan pertumbuhan dan kesehatan tanaman melalui perbaikan perakaran, optimalisasi penyerapan hara dan air serta fotosintesis, sehingga diharapkan mampu meningkatkan produktivitas tebu dan rendemen gula.

Aplikasi teknologi Sucrosin telah dilaksanakan pada tahun giling 2019/2020 di beberapa PTPN, yakni PTPN II, PTPN VII, PTPN IX, PTPN XI, PTPN XII, dan PTPN XIV dengan total luas area mencapai 11.000 Ha. Namun, hasil yang diperoleh di masing-masing PTPN sangat bervariasi dalam meningkatkan produktivitas tebu. Salah satu penyebabnya adalah tingkat kesulitan dan kerumitan aplikasi teknologi Sucrosin yang dirasa tinggi oleh praktisi di lapang. Hal tersebut menyebabkan pelaksanaan aplikasi masing-masing produk kurang optimal, baik dari segi teknis pelaksanaannya maupun ketepatan waktu aplikasinya. Upaya untuk menyederhanakan aplikasi serta menurunkan biaya teknologi Sucrosin telah dilakukan dengan menggabungkan produk sebagai komponen dalam paket teknologi Sucrosin serta metode aplikasinya. Pengembangan teknologi Sucrosin ini diharapkan mampu mempermudah implementasinya di lapang tanpa mengurangi keefektifannya dalam meningkatkan hasil panen tebu. Penelitian ini bertujuan untuk menguji keefektifan tiga formula teknologi Sucrosin untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil panen tebu.

Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan di lahan perkebunan tebu PC (*plant cane*) PT RNI, Jatitujuh, Majalengka, Provinsi Jawa Barat. Pelaksanaannya pada musim tanam 2021/2022 pada lahan seluas 1,36 Ha yang dibagi menjadi 12 plot, sehingga luas areal masing-masing plot adalah 1133 m². Desain penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan empat perlakuan termasuk kontrol dengan tiga ulangan. Setiap plot

perlakuan dan kontrol berukuran 17 m x 47 juring dengan panjang pusat ke pusat (PKP) 1,35 m. Varietas tebu yang digunakan adalah Bululawang 1303 dengan 3-4 mata tunas per bagal dan teknik penanaman secara *overlap* 50%.

Berdasarkan karakter kimia tanah (Tabel 1), tingkat kemasaman tanah pada lahan pengujian yaitu agak masam dengan pH 5,91. Kandungan C-organik masuk ke dalam kategori rendah, dengan N total tinggi yaitu 1,90% dan 0,56% secara berturut-turut. Nilai kapasitas tukar kation (KTK) masuk ke dalam kategori sedang, dengan kejenuhan basa sangat rendah, yaitu masing-masing 16,61 m.e 100 g⁻¹ dan 1,96%. Hasil ini nampaknya selaras dengan Santi et al. (2018), yakni tanah di Jatitujuh tergolong Alfisol dengan pH masam, C-organik rendah, KTK sedang, berwarna coklat kekuningan, dan berstruktur gumpal bersudut.

Budidaya tebu

Secara umum budidaya tebu dilakukan sesuai dengan SOP yang diterapkan oleh petani yaitu mulai dari pemupukan, irigasi, penanganan gulma, bumbun, dan klentek yang diterapkan secara merata baik untuk plot perlakuan maupun kontrol (Tabel 2). Penanaman dilakukan pada tanggal 13-15 November 2021. Oleh karena sudah memasuki musim penghujan, maka pemberian pupuk ke 1 dilakukan pada 1 bulan setelah tanam (BST). Efektivitas pupuk kimia dioptimalkan dengan melakukan penyemprotan herbisida berbahan aktif glifosat terlebih dahulu, sehingga pupuk dapat diserap lebih optimal oleh tanaman tebu. Dosis pupuk ke 1 yang terdiri dari campuran NPK dan Urea (1:1, b/b) adalah 900 Kg ha⁻¹, sementara pupuk ke 2 menggunakan ZA dan SP36 (1:1, b/b) dengan dosis 200 Kg ha⁻¹. Irigasi dilakukan saat memasuki musim kemarau, sedangkan klentek dilakukan sebanyak dua kali yaitu pada 7 dan 10 BST.

Aplikasi tiga formula teknologi Sucrosin

Secara umum ditunjukkan bahwa aplikasi produk dalam teknologi Sucrosin dilakukan pada fase vegetatif (Gambar 1). Tiga perlakuan yang diuji tersaji pada Tabel 3, dengan skema *timeline* aplikasinya ditunjukkan pada Gambar 1. Metode aplikasi teknologi Sucrosin *existing* (Se) telah dilaporkan oleh Yusup et al. (2021). Berdasarkan Gambar 1, pada perlakuan formula Se terdapat aplikasi Sucrosin dengan cara perendaman bahan tanam pada 0 BST, sedangkan pada perlakuan formula S1 dan S2 tidak ada. Pada perlakuan formula S1, dilakukan reformulasi produk yaitu dengan menggabungkan Miza Plus dan Humacoat yang diaplikasikan bersamaan dengan pupuk 1. Selain itu, pada formula S1 aplikasi Sucrosin hanya dua kali yaitu pada 1 dan 3 BST, dengan total dosis 47% dari

dosis Sucrosin pada perlakuan Se. Sementara itu, pada perlakuan dengan formula S2 ketiga produk dalam teknologi Sucrosin diformulasi menjadi 1 produk dan diaplikasikan bersamaan dengan pupuk 1. Pada teknologi Sucrosin S2 ini, aplikasi Sucrosin secara *foliar spray* masih dilakukan sebanyak satu kali yaitu pada 3 BST.

Peubah pengamatan dan analisis data

Pengamatan pertumbuhan tebu dilakukan sebanyak 4 kali yaitu pada 1, 3, 6, dan 9 BST, sementara pengamatan produktivitas dilakukan pada 10 BST (Yusup et al., 2021), dengan modifikasi pada peubah jumlah tanaman yakni membedakan antara tanaman dengan batang beruas dan belum beruas pada 3 BST. Selain itu, penentuan bobot batang dilakukan pada 10 BST yaitu dengan menimbang batang pada juring pengamatan dan mengkonversinya dalam satuan hektar untuk mengestimasi produktivitas. Pada sampel tebu tersebut, dilakukan penentuan nilai *brix* secara manual menggunakan *refractometer*. Petak pengamatan ditentukan sepanjang tiga meter juring dengan tiga ulangan. Karakterisasi formula produk, tingkat infeksi dan populasi spora CMA, serta analisis karakter kimia tanah dilakukan di Laboratorium Kimia, PPKS Unit Bogor. Data pertumbuhan dan hasil panen dianalisis statistik menggunakan pendekatan *ANOVA*, dengan uji lanjut Tukey ($p < 0,05$) menggunakan software SPSS 16.0.

Hasil dan Pembahasan

Karakterisasi tiga jenis produk berbasis CMA

Pupuk hayati Miza plus berisi bahan aktif berupa spora dan akar terkolonisasi CMA. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa populasi spora CMA tertinggi adalah pada Miza Plus dan menurun pada Miza Plus-Humacoat, dan demikian pula pada Miza Plus-Humacoat-Sucrosin (Tabel 4). Hal ini disebabkan karena dalam satuan bobot tertentu terdapat bahan lain selain bahan pembawa Miza Plus yaitu bahan humat dan Sucrosin. Walaupun demikian populasi bakteri (*Azotobacter* sp., *Pseudomonas* sp., dan *Serratia marcescens*) yang terdapat dalam formula baru yakni S1 dan S2 masih cukup tinggi dibandingkan dengan Miza Plus pada formula Se. Suspensi bakteri dalam formula Miza Plus, Miza Plus-Humacoat, Miza Plus-Humacoat-Sucrosin digunakan sebagai bahan cair dalam pembuatan granul. Secara fisik, Miza Plus, Miza Plus-Humacoat, dan Miza Plus-Humacoat-Sucrosin masing-masing memiliki warna silver, silver kehitaman, dan silver kecoklatan (Gambar 2). Perbedaan warna yang terjadi disebabkan adanya pencampuran humacoat yang berwarna hitam dan Sucrosin berwarna kecoklatan.

Tabel 1. Karakteristik tanah areal percobaan

Table 1. Soil characteristics of the planting area

| Peubah <i>Parameter</i> | Satuan <i>Unit</i> | Nilai <i>Value</i> | Status* <i>Status*</i> |
|-------------------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------------|
| pH | - | 5,91 | Agak masam |
| C-organik | % | 1,90 | Rendah |
| N Total | % | 0,56 | Tinggi |
| P ₂ O ₅ | ppm | 773,11 | Sangat tinggi |
| K ₂ O | % | 0,97 | Sangat rendah |
| P tersedia | ppm | 43,46 | Sangat tinggi |
| Ca | ppm | 677,13 | Sangat tinggi |
| Mg | ppm | 797,53 | Sangat tinggi |
| B | ppm | 318,21 | - |
| K-dd | % | 0,11 | - |
| Ca-dd | % | 0,02 | - |
| Mg-dd | % | 0,10 | - |
| Al-dd | % | 1,32 | - |
| Na-dd | % | 0,10 | - |
| KTK | m.e 100 g ⁻¹ | 16,61 | Sedang |
| Kejenuhan basa | % | 1,96 | Sangat rendah |
| SO ₄ | ppm | 104,75 | Sedang |
| Senyawa humat | % | 0,79 | - |

Keterangan: (*) status berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2005)

Note: (*) status based on Balai Penelitian Tanah (2005)

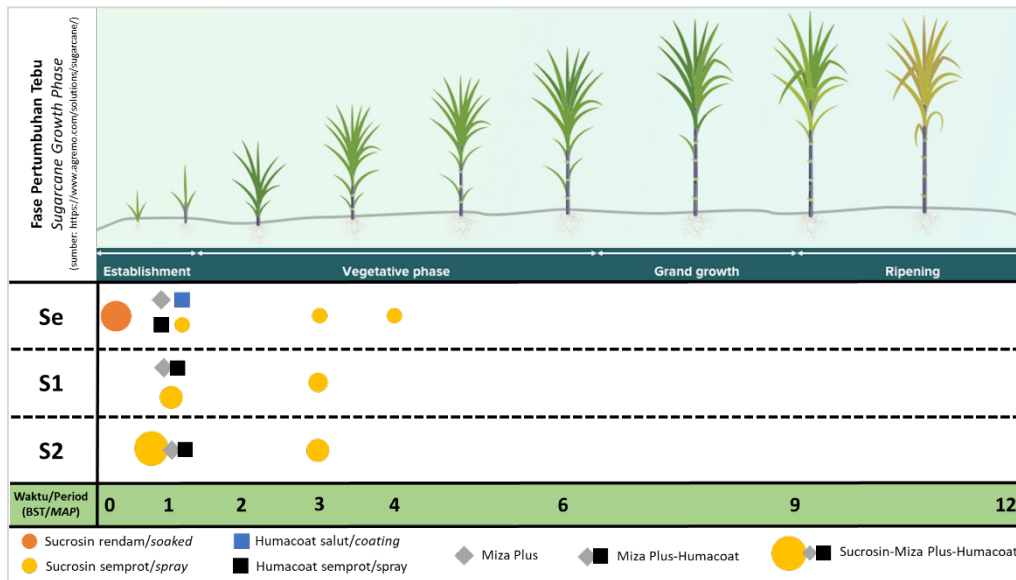
Tabel 2. Teknik budidaya tebu

Table 2. Sugarcane cultivation techniques

| Kegiatan <i>Activities</i> | Waktu pelaksanaan (BST) <i>Application period (MAP)</i> | Dosis (ha ⁻¹) <i>Doses (ha⁻¹)</i> | Keterangan <i>Description</i> |
|-----------------------------------|--|---|----------------------------------|
| Herbisida <i>Herbicide</i> | 1 | 2,5 L | Bahan aktif glifosat |
| Pupuk 1 <i>Fertilization 1</i> | 1 | 900 Kg | 450 Kg NPK + 450 Kg Urea |
| Pupuk 2 <i>Fertilization 2</i> | 3 | 200 Kg | 100 Kg ZA + 100 Kg SP36 |
| Bumbun <i>Soil heapling</i> | 4 | - | Dilakukan secara manual |
| Pengairan <i>Irrigation</i> | 7 | - | Pengairan dengan pompa irigasi |
| Klentek 1 <i>Weeding 1</i> | 7 | - | Dilakukan secara manual |
| Klentek 2 <i>Weeding 2</i> | 10 | - | Dilakukan secara manual |

Keterangan : BST = bulan setelah tanam

Note : MAP = months after planting



Keterangan: ukuran legenda merepresentasikan perbedaan dosis
 Note: legend size represents dose difference

Gambar 1. Skema waktu aplikasi produk dalam tiga formula teknologi Sucrosin yang diuji
 Figure 1. Schematic of the application timeline of the three Sucrosin technology formula

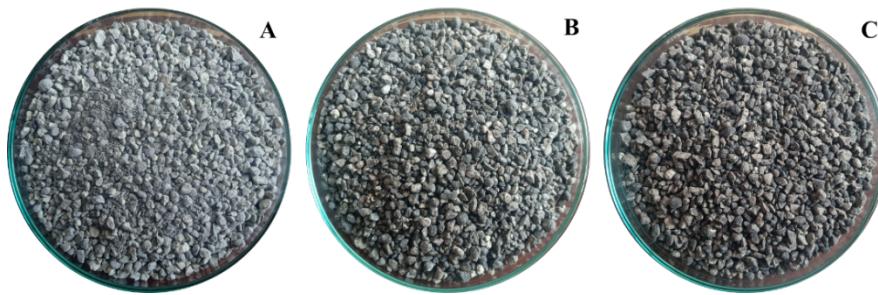
Tabel 3. Dosis masing-masing produk pada tiga formula teknologi Sucrosin yang diuji
 Table 3. The dosage of each product in the three tested Sucrosin technology formulas

| Perlakuan / Treatment | Teknologi Sucrosin / Sucrosin Technology | Produk / Product | Total Dosis (ha ⁻¹) / Total Doses (ha ⁻¹) |
|-----------------------|--|-----------------------------|---|
| Kontrol | - | - | - |
| Se | Existing | Miza Plus | 60 Kg |
| | | Humacoat | 16 L |
| | | Sucrosin | 1,5 L |
| S1 | Formula 1 | Miza Plus-Humacoat | 75 Kg |
| | | Sucrosin | 700 mL |
| S2 | Formula 2 | Miza Plus-Humacoat-Sucrosin | 80 Kg |
| | | Sucrosin | 400 mL |

Keterangan : (-) = tanpa aplikasi teknologi Sucrosin
 Note : (-) = without Sucrosin technology application

Tabel 4. Populasi spora CMA dan bakteri pada masing-masing produk
 Table 4. The population of AMF spores and bacteria in each product

| Produk / Product | Populasi / Population | Satuan / Unit | Hasil / Result |
|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------|
| Miza Plus | CMA | Spora 25 gr ⁻¹ | 52 |
| | <i>Azotobacter</i> sp. | CFU gr ⁻¹ | 5,0 x 10 ⁶ |
| | <i>Pseudomonas</i> sp. | CFU gr ⁻¹ | 4,5 x 10 ⁶ |
| | <i>Serratia marcescens</i> | CFU gr ⁻¹ | 2,0 x 10 ⁶ |
| Miza Plus-Humacoat | CMA | Spora 25 gr ⁻¹ | 44,5 |
| | <i>Azotobacter</i> sp. | CFU gr ⁻¹ | 4,5 x 10 ⁶ |
| | <i>Pseudomonas</i> sp. | CFU gr ⁻¹ | 4,0 x 10 ⁶ |
| | <i>Serratia marcescens</i> | CFU gr ⁻¹ | 4,0 x 10 ⁶ |
| Miza Plus-Humacoat-Sucrosin | CMA | Spora 25 gr ⁻¹ | 38,5 |
| | <i>Azotobacter</i> sp. | CFU gr ⁻¹ | 2,5 x 10 ⁶ |
| | <i>Pseudomonas</i> sp. | CFU gr ⁻¹ | 1,0 x 10 ⁶ |
| | <i>Serratia marcescens</i> | CFU gr ⁻¹ | 4,5 x 10 ⁶ |



Gambar 2. Kenampakan fisik Miza Plus (A), Miza Plus-Humacoat (B), dan Miza Plus-Humacoat-Sucrosin (C)

Figure 2. Physical performance of Miza Plus (A), Miza Plus-Humacoat (B), and Miza Plus-Humacoat-Sucrosin (C)

Pengaruh aplikasi tiga jenis formula teknologi Sucrosin terhadap jumlah tanaman tebu

Berdasarkan hasil pengamatan perkecambahan pada 1 bulan setelah tanam (BST), rata-rata jumlah tunas pada semua perlakuan dan kontrol berkisar antara 5-7 tunas per meter juring (Tabel 5). Perlakuan Sucrosin *existing* (Se) menunjukkan jumlah tunas tertinggi dan berbeda signifikan dibandingkan perlakuan lain dan kontrol, yaitu 7,8. Hal ini didukung oleh Yusup et al. (2021) yang menyatakan bahwa aplikasi konsorsium biostimulan Sucrosin dengan cara perendaman yang diperkaya dengan asam humat dan pupuk hayati CMA mampu menginduksi pertumbuhan tunas tebu lebih cepat serta perakaran yang lebih baik pada umur 1 BST. Perlakuan tanpa perendaman dengan Sucrosin (S1 dan S2) belum menunjukkan perbedaan pertumbuhan dibanding kontrol. Hal tersebut dikarenakan pada umur 1 BST belum dilakukan pemberian Sucrosin, sehingga pengaruhnya sebagai sumber hormon tumbuh belum terlihat. Menurut Chen et al. (2021), aplikasi biostimulan pada fase perkecambahan dan elongasi awal tanaman tebu secara signifikan dapat meningkatkan laju fotosintesis, laju transpirasi, dan efisiensi penggunaan air, serta efisiensi penyerapan unsur N, P, dan K.

Berdasarkan hasil pengamatan pertumbuhan pada 3 BST, perlakuan Se menunjukkan jumlah tanaman tertinggi dibandingkan perlakuan lain termasuk kontrol. Berdasarkan total jumlah tanaman, sebanyak 48,8% batang pada perlakuan Se sudah beruas dan berbeda signifikan dibandingkan perlakuan teknologi Sucrosin formula 2 (34,6%), sementara pada kontrol dan perlakuan S1 masing-masing baru beruas sebanyak 41,5% dan 36,6% (Gambar 3). Meskipun tidak berbeda signifikan dibandingkan perlakuan S1 dan kontrol, perlakuan teknologi Sucrosin *existing* (Se) menunjukkan pertumbuhan batang beruas yang paling cepat. Hal tersebut diduga disebabkan oleh pengaruh perendaman dengan larutan Sucrosin yang meningkatkan jumlah batang per meter. Namun demikian, keseluruhan perlakuan yang diuji pada pengamatan 3 BST menghasilkan jumlah batang

belum beruas yang sama atau tidak berbeda nyata. Kumalawati et al. (2021) menyatakan bahwa aplikasi teknologi Sucrosin secara signifikan meningkatkan jumlah tunas tebu baik yang beruas maupun belum beruas yang teramati pada 9 minggu setelah tanam (MST). Secara visual keragaan tebu pada 6 MST ditunjukkan pada Gambar 4, yaitu perlakuan Se menunjukkan kepadatan jumlah tanaman yang lebih tinggi dibanding perlakuan lain termasuk kontrol.

Hingga 6 BST, perlakuan Se menunjukkan jumlah tanaman yang paling tinggi dan berbeda signifikan dibanding kontrol, namun tidak berbeda signifikan dengan perlakuan S1 dan S2 yaitu dengan jumlah tanaman 17,56 per meter, sementara pada perlakuan S1, S2, dan kontrol masing-masing adalah 16,33; 16,56 dan 15,11. Meskipun demikian, dibandingkan dengan keragaan tanaman pada 3 BST, perlakuan Se menunjukkan penurunan jumlah tanaman sebesar 9,02%, sementara perlakuan S1, S2, dan kontrol menunjukkan peningkatan masing-masing sebesar 4,01%; 19,14%; dan 1,41%.

Pada 9 BST, jumlah tunas pada perlakuan Se dan S2 masing-masing adalah 14,17 dan 15,17, sementara baik pada perlakuan S1 maupun kontrol adalah 13,33 tanaman. Dibandingkan data pada 6 BST, penurunan jumlah tanaman pada 9 BST pada perlakuan Se, S1, S2, dan kontrol masing-masing adalah 19,31%; 18,31%; 8,39%; dan 11,78%. Dalam pertumbuhan tanaman tebu, penurunan jumlah tanaman secara umum disebabkan karena kematian tunas baru yang tidak dapat bersaing dalam memperoleh nutrisi. Walaupun demikian, dari hasil ini ditunjukkan bahwa rendahnya penurunan persentase jumlah tanaman pada perlakuan S2 menunjukkan daya tahan hidup tanaman tebu pada perlakuan ini lebih tinggi dibandingkan pada kontrol, S1, dan Se. Terdapatnya Sucrosin dalam formula Miza-Humacoat-Sucrosin diduga menjadikan Sucrosin lebih lama tersedia sehingga mampu menjaga daya hidup tebu. Selain itu, tanaman sudah memasuki fase pertumbuhan batang, sehingga asimilat yang dihasilkan tidak lagi digunakan untuk pertumbuhan tunas baru. Meskipun tidak berbeda signifikan, kelompok perlakuan dengan formula Sucrosin menunjukkan jumlah tanaman yang

lebih tinggi dibanding kontrol. Hal tersebut diduga karena pengaruh fitohormon yang terkandung dalam biostimulan yang dapat memperbaiki respons fisiologis tanaman dalam menyerap nutrisi. Elansary

et al. (2019) melaporkan bahwa aplikasi biostimulan meningkatkan respons fisiologis dan metabolit seperti pertukaran gas dan akumulasi prolin pada tanaman mint saat tercekam kekeringan.

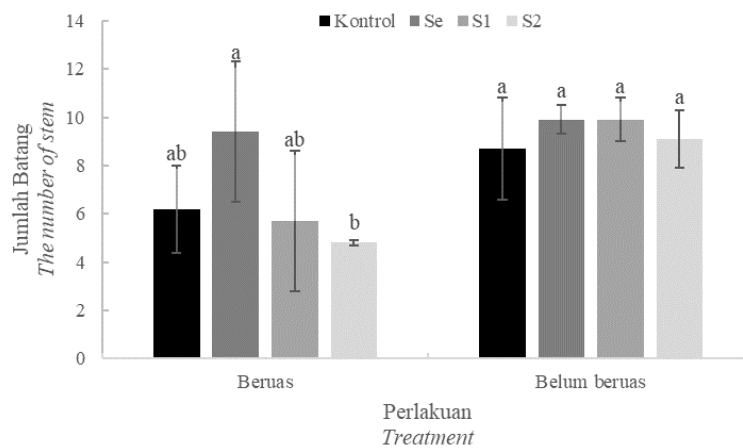
Tabel 5. Jumlah tanaman tebu per meter pada 1, 3, 6, dan 9 bulan setelah tanam (BST) pada aplikasi tiga formula teknologi Sucrosin

Table 5. Number of sugarcane plants per meter at 1, 3, 6, and 9 months after planting (MAP) on application of three Sucrosin technology formulas

| Perlakuan Treatment | Jumlah tanaman pada umur - (BST) The number of plant at - (MAP) | | | |
|------------------------|--|---------------|---------------|--------------|
| | 1 | 3 | 6 | 9 |
| Kontrol | 5,1 ± 1,8 b | 14,9 ± 1,3 ab | 15,1 ± 0,9 b | 13,3 ± 1,4 a |
| Se | 7,8 ± 0,6 a | 19,3 ± 2,8 a | 17,6 ± 0,8 a | 14,2 ± 0,9 a |
| S1 | 5,0 ± 1,1 b | 15,7 ± 3,8 ab | 16,3 ± 1,1 ab | 13,3 ± 0,5 a |
| S2 | 5,1 ± 1,2 b | 13,9 ± 1,2 b | 16,6 ± 0,9 ab | 15,2 ± 1,4 a |

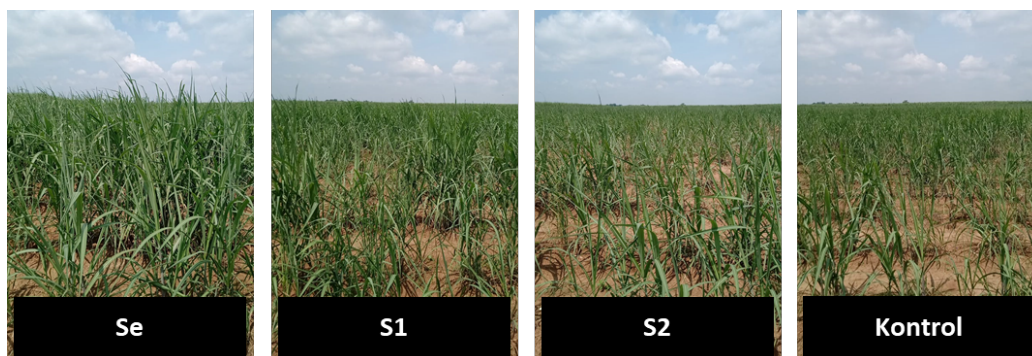
Keterangan: BST = bulan setelah tanam. Angka dalam kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata menurut uji Tukey pada $\alpha = 0,05$

Note: MAP = months after planting. Means in the same column followed by the same letters are not significantly different according to Tukey test at $\alpha = 0.05$



Gambar 3. Perbandingan jumlah batang beruas dan belum beruas pada masing-masing perlakuan teknologi Sucrosin pada 3 bulan setelah tanam (BST)

Figure 3. Comparison of the number of segmented and unsegmented stalks in each Sucrosin technology treatment at 3 months after planting (MAP)



Gambar 4. Keragaan tanaman tebu pada masing-masing perlakuan teknologi Sucrosin pada 6 minggu setelah tanam (MST)

Figure 4. Sugarcane plant performance in each Sucrosin technology treatment at 6 weeks after planting (WAP)

Tabel 6. Tinggi batang tebu pada 3, 6, dan 9 bulan setelah tanam (BST) pada aplikasi tiga formula teknologi Sucrosin
 Table 6. Sugarcane stalk height at 3, 6, and 9 months after planting (MAP) on the application of three Sucrosin technology formulas

| Perlakuan Treatment | Tinggi batang (cm) pada umur - (BST) Stalk heigh (cm) at - (MAP) | | |
|------------------------|---|----------------|-----------------|
| | 3 | 6 | 9 |
| Kontrol | 79,4 ± 9,9 a | 190,3 ± 29,1 d | 260,4 ± 21,9 b |
| Se | 83,9 ± 6,7 a | 250,9 ± 18,9 a | 271,8 ± 23,8 a |
| S1 | 61,1 ± 4,3 b | 227,6 ± 13,6 b | 266,8 ± 18,2 ab |
| S2 | 59,4 ± 5,4 b | 211,1 ± 13,6 c | 282,1 ± 19,2 a |

Keterangan: BST = bulan setelah tanam. Angka dalam kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata menurut uji Tukey pada $\alpha = 0,05$

Note: MAP = months after planting. Means in the same column followed by the same letters are not significantly different according to Tukey test at $\alpha = 0.05$

Pengaruh aplikasi tiga jenis formula teknologi Sucrosin terhadap tinggi batang tebu

Berdasarkan hasil pengamatan pada 3 bulan setelah tanam (BST), perlakuan Se menunjukkan tinggi batang tertinggi yaitu 83,9 cm, diikuti kontrol, perlakuan S1, dan S2 yaitu masing-masing 79,4 cm, 61,1 cm, dan 59,4 cm (Tabel 6). Pertumbuhan tunas yang lebih cepat pada perlakuan Se diduga menyebabkan pertumbuhan tinggi batang yang juga lebih cepat dibandingkan perlakuan lainnya. Keragaan tebu pada 3 BST ditunjukkan pada Gambar 5. Menurut Wahyuni et al. (2018), perlakuan aplikasi konsorsium biostimulan berbasis asam humat, Citorin, dan CMA dapat meningkatkan tinggi dan diameter batang tebu varietas Bululawang (BL) sebesar 23% hingga 27% pada 107 HST. Kumalawati et al. (2021) menambahkan bahwa aplikasi teknologi Sucrosin belum menunjukkan perbedaan peningkatan tinggi tunas yang signifikan pada 4 dan 6 minggu setelah tanam (MST), sementara pada 8 MST berbeda signifikan terhadap kontrol (17,50 cm) yaitu sebesar 39,25 cm. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Gomathi et al. (2017) bahwa aplikasi ekstrak rumput laut secara *foliar spray* pada beberapa konsentrasi yang berbeda secara signifikan dapat meningkatkan tinggi tanaman, kadar klorofil, total produksi biomassa kering, dan hasil panen tebu dibanding kontrol. Ekstrak rumput laut telah terbukti dapat mempercepat pertumbuhan dan kesehatan tanaman, karena dapat meningkatkan ketersediaan N, P, K, dan juga mineral seperti Zn, Mn, Mg, dan Fe. Elemen-elemen tersebut tersedia dan siap digunakan oleh tanaman untuk mempercepat fotosintesis dan berakibat pada daun-daun yang lebih sehat. Almaroai & Eissa (2020) menambahkan bahwa ekstrak rumput laut yang diaplikasikan pada tanaman bawang saat kekeringan secara signifikan dapat meningkatkan penyerapan unsur N, P, dan K hingga 116%, 113% dan 93% secara berturut-turut dibandingkan kontrol.

Berdasarkan hasil pengamatan pada 6 dan 9 BST, setiap perlakuan teknologi Sucrosin menunjukkan tinggi batang tebu yang lebih baik dibanding kontrol. Pada 6 BST, tinggi batang tebu pada setiap perlakuan dan kontrol berbeda signifikan yaitu 250,9 cm; 227,6 cm; 211,1 cm dan 190,3 untuk perlakuan Se, S1, S2, dan kontrol secara berturut-turut. Jika dibandingkan kontrol, perlakuan Se, S1, dan S2 masing-masing mengalami peningkatan sebesar 31,84%; 19,60%; dan 10,93%. Perbedaan respons pertumbuhan batang tebu terhadap ketiga formula yang diberikan diduga karena pengaruh dosis dan perbedaan kecepatan respons tanaman terhadap masing-masing formula. Menurut Rouphael & Colla (2018), apabila biostimulan tanaman berbasis mikroba dan non-mikroba diaplikasikan secara bersamaan atau diformulasikan menjadi satu, terdapat tiga kemungkinan interaksi yang terjadi yaitu antagonis, aditif, dan sinergis. Pertumbuhan tinggi batang yang lebih rendah pada perlakuan dengan formula 1 dan 2, dibandingkan perlakuan Se diduga terjadi karena perbedaan kecepatan respons tanaman terhadap formula yang berbeda. Namun demikian, Prakash et al. (2014) menyatakan bahwa ekstrak rumput laut dan asam humat yang diaplikasikan bersamaan menghasilkan efek sinergis yang ditunjukkan oleh peningkatan tinggi batang dan jumlah cabang dibandingkan aplikasinya secara terpisah. Bettoni et al. (2014) menambahkan bahwa aplikasi asam humat dan CMA (*R. intraradices*) pada bawang merah menunjukkan peningkatan yang signifikan pada biomassa akar dan total karotenoid daun.

Pada 9 BST tinggi batang pada perlakuan S2 meningkat secara signifikan dan lebih tinggi dibandingkan perlakuan Sucrosin *existing* (Se) meskipun tidak berbeda signifikan yaitu masing-masing 282,11 cm dan 271,78 cm, sementara kedua perlakuan tersebut berbeda signifikan dibanding kontrol. Tinggi batang tebu pada perlakuan S1 dan kontrol tidak berbeda nyata yaitu masing-masing

266,78 cm dan 260,39 cm. Hal tersebut diduga karena dosis Sucrosin pada perlakuan Se dan S2 relatif sama, sementara S1 kurang dari setengahnya. Pada perlakuan S2, 75% dosis Sucrosin diformulasi dengan Miza Plus dan Humacoat, sementara 25% dosis diaplikasikan secara *foliar spray* pada 3 BST. Dengan demikian, paket teknologi Sucrosin yang diformulasikan menjadi satu produk menunjukkan efek sinergis dalam meningkatkan tinggi batang. Menurut Gonzalez-Gonzalez et al. (2020), CMA *Rhizophagus intraradices* dan ekstrak rumput laut *Padina gymnospora* secara signifikan menunjukkan efek sinergis terhadap peningkatan pertumbuhan akar dan daun tomat, yang diikuti kadar protein dan karbohidrat serta peningkatan kolonisasi CMA. Nasiroleslami et al. (2021) menambahkan bahwa aplikasi asam humat 2 Kg ha⁻¹ dan ekstrak rumput laut 4 L ha⁻¹ bersama dengan pupuk N 150 Kg ha⁻¹ menghasilkan produktivitas yang optimum pada tanaman gandum (cv. SHS 022).

Pengaruh aplikasi tiga jenis formula teknologi Sucrosin terhadap diameter batang tebu

Berdasarkan Tabel 7, semua perlakuan teknologi Sucrosin menunjukkan diameter batang tebu yang lebih tinggi dan berbeda signifikan dibanding kontrol. Hasil pengukuran diameter batang pada 6 BST menunjukkan bahwa perlakuan formula 2 (S2) menghasilkan diameter batang tertinggi dan berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol serta perlakuan Se, namun tidak berbeda nyata dibandingkan dengan S1. Persentase peningkatan diameter batang tebu perlakuan Se, S1, dan S2 terhadap kontrol masing-masing sebesar 15,09%; 21,36%; dan 23,79%. Meskipun berbeda signifikan terhadap kontrol, pada 9 BST diameter batang tebu perlakuan Sucrosin *existing* dan reformulasi (S1 dan S2) tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Diameter batang untuk perlakuan Se, S1, dan S2 masing-masing yaitu 27,57 mm; 28,01 mm; dan 26,65 mm, sementara pada kontrol 24,18 mm. Lebih tingginya diameter batang pada setiap perlakuan teknologi Sucrosin pada 6 dan 9 BST diduga disebabkan oleh infeksi CMA yang bersinergi dengan asam humat dan Sucrosin. Hasil penelitian sebelumnya menyatakan bahwa aplikasi konsorsium biostimulan berbasis asam humat dan Citorin yang diperkaya dengan CMA secara signifikan dapat meningkatkan diameter batang tebu varietas Kidang Kencana sebesar 5,5% terhadap kontrol (Amanah & Putra, 2018) dan varietas PSJT-941 sebesar 13% dibandingkan perlakuan tanpa CMA dan 30% terhadap kontrol (Putra et al., 2017).

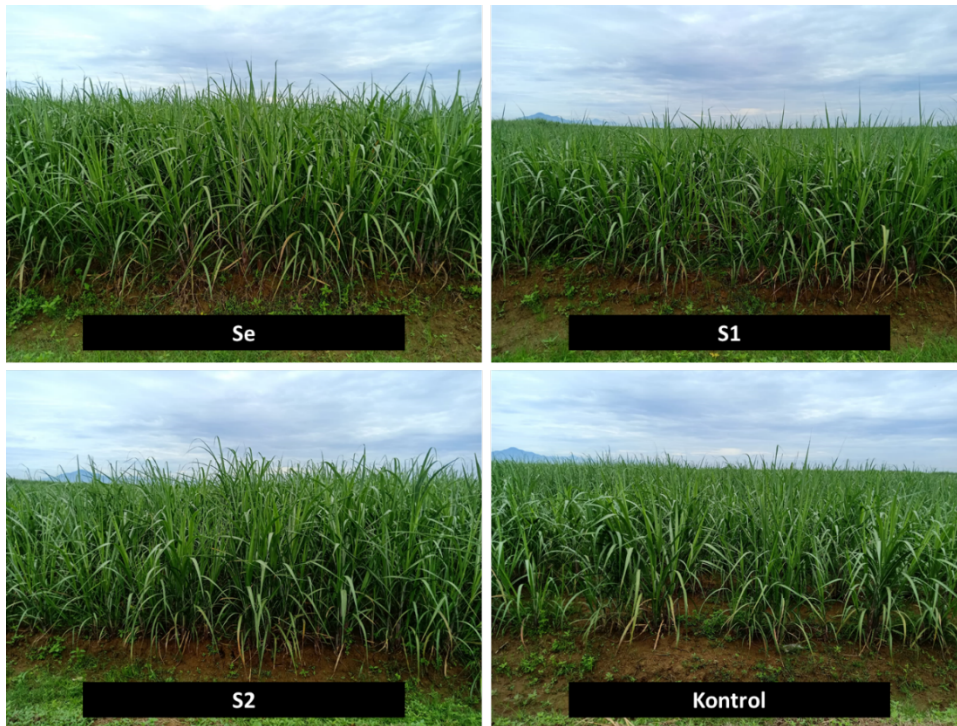
Berdasarkan hasil penelitian Putra et al. (2017), rata-rata diameter batang pada perlakuan tersebut sekitar 26 mm, sementara pada kontrol 20 mm. Jika dibandingkan dengan hasil pada penelitian ini, perbedaan tersebut diduga karena perbedaan karakter genetik antar varietas yang digunakan. Pada 6 BST,

semua komponen paket teknologi Sucrosin di setiap perlakuan sudah 100% diaplikasikan. Selain dilakukan pengamatan keragaan tanaman, pada 6 BST dilakukan pengamatan akar secara mikroskopis untuk mengetahui tingkat infeksi CMA. Salah satu komponen dari paket teknologi Sucrosin adalah Miza Plus, pupuk hayati dengan kandungan CMA yang bermanfaat untuk meningkatkan pertumbuhan dan kesehatan tanaman (Yusup et al., 2021). Secara visual CMA pada sel-sel akar tebu dengan perlakuan teknologi Sucrosin dan kontrol disajikan pada Gambar 6. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tingkat infeksi CMA pada perlakuan Se, S1, dan S2 masing-masing adalah 65%, 51%, dan 43%, sementara pada kontrol 38% (Gambar 7). Hasil ini menunjukkan bahwa di lokasi penelitian terdapat CMA alami, namun perlakuan teknologi Sucrosin mampu meningkatkan infeksi CMA. Meskipun demikian, infeksi CMA pada perlakuan S1 dan S2 lebih rendah dibandingkan perlakuan Se. Hal tersebut sejalan dengan hasil pengamatan populasi CMA pada masing-masing formula produk (Tabel 4).

Pengaruh aplikasi tiga jenis formula teknologi Sucrosin terhadap hasil panen tebu

Pada 10 BST dilakukan evaluasi hasil panen yaitu dengan menimbang bobot batang per meter juring. Berdasarkan Tabel 8, hasil panen tertinggi yaitu pada perlakuan Se dengan bobot batang 15,23 kg per meter juring, kemudian disusul perlakuan S1 dan S2 yaitu masing-masing 14,98 kg dan 14,48 kg, sedangkan pada kontrol 12,44 kg. Dibandingkan kontrol, perlakuan Se, S1, dan S2 masing-masing menunjukkan peningkatan hasil panen sebesar 22,49%; 20,47%; dan 16,45%. Berdasarkan analisis statistik, perlakuan Se berbeda signifikan terhadap kontrol, namun tidak berbeda nyata jika dibandingkan dengan perlakuan S1 dan S2. Berdasarkan data bobot batang per m juring, estimasi produktivitas tebu untuk perlakuan Se, S1, S2, dan kontrol masing-masing adalah 112,71 ton ha⁻¹; 110,85 ton ha⁻¹; 107,15 ton ha⁻¹; dan 92,02 ton ha⁻¹.

Menurut Kementan No. 322/Kpts/SR.120/5/2004, potensi produktivitas tebu varietas Bululawang adalah 94,3 ton ha⁻¹, sehingga hasil panen tebu dengan perlakuan teknologi Sucrosin dapat melebihi potensi produksinya sebesar 13,63% sampai 19,52%. Selain itu, secara umum data tersebut menunjukkan hasil panen yang cukup baik karena lebih tinggi dari rata-rata produksi di kebun Jatitujuh pada musim tanam 2021/2022, yaitu 65-70 ton ha⁻¹. Aplikasi teknologi Sucrosin *existing* di beberapa PTPN pada musim tanam 2019/2020 secara global menunjukkan peningkatan sebesar 15%, dengan produktivitas tebu kontrol 81,79 ton ha⁻¹ dan produktivitas tebu Sucrosin sebesar 93,88 ton ha⁻¹ (PPBBI, tidak dipublikasikan). Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian sebelumnya bahwa aplikasi konsorsium biostimulan



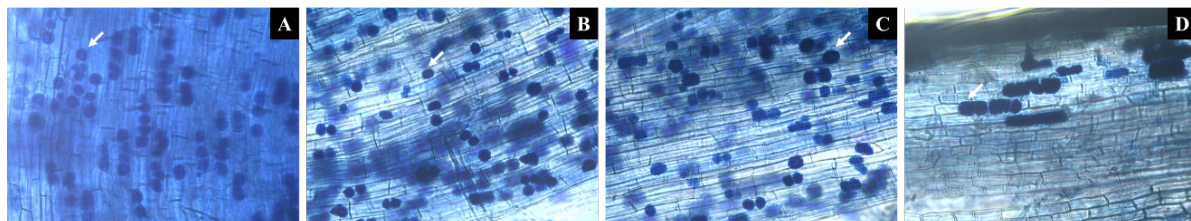
Gambar 5. Keragaan tanaman tebu pada perlakuan tiga formula teknologi Sucrosin pada 3 bulan setelah tanam (BST)
 Figure 5. Performance of sugarcane plant on the three Sucrosin technology formula at 3 months after planting (MAP)

Tabel 7. Diameter batang tebu pada 6 dan 9 bulan setelah tanam (BST) pada aplikasi tiga formula teknologi Sucrosin
 Table 7. Sugarcane stalk diameter at 6 and 9 months after planting (MAP) on application of three Sucrosin technology formulas

| Perlakuan Treatment | Diameter batang (mm) pada umur - (BST) Stalk diameter (mm) at - (MAP) | |
|------------------------|--|--------------|
| | 6 | 9 |
| Kontrol | 20,6 ± 1,9 c | 24,2 ± 1,2 b |
| Se | 23,7 ± 2,4 b | 27,6 ± 2,7 a |
| S1 | 25,0 ± 2,4 ab | 28,1 ± 1,7 a |
| S2 | 25,5 ± 2,5 a | 26,7 ± 1,8 a |

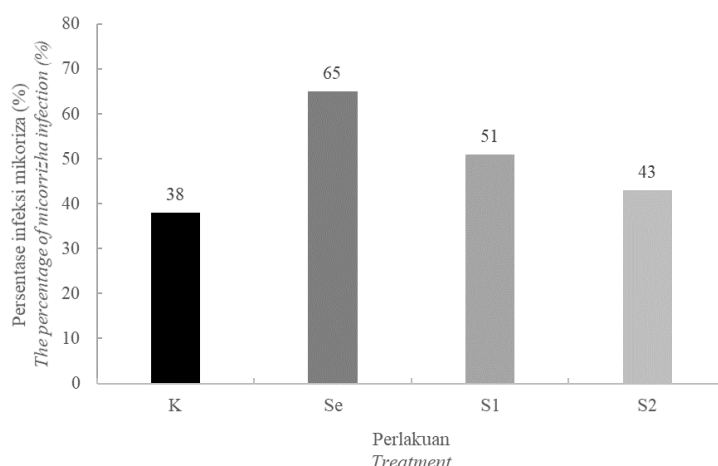
Keterangan: BST = bulan setelah tanam. Angka dalam kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata menurut uji Tukey pada $\alpha = 0,05$

Note: MAP = months after planting. Means in the same column followed by the same letters are not significantly different according to Tukey test at $\alpha = 0.05$



Gambar 6. Kenampakan mikroskopis kolonisasi CMA pada sel korteks akar tebu. Keterangan: A= Se, B= S1, C=S2, & D= Kontrol. (†) = CMA, perbesaran 10 x 40 kali

Figure 6. Microscopic appearance of AMF colonization on sugarcane root cortex cells. Note: A= Se, B= S1, C=S2, & D= Kontrol. (†) = CMA, magnification 10 x 40 times



Gambar 7. Persentase infeksi CMA pada akar tebu. Keterangan: K= Kontrol, Se= teknologi Sucrosin existing, S1= teknologi Sucrosin Formula 1, & S2= teknologi Sucrosin Formula 2

Figure 7. Percentage of AMF infection on sugarcane root. Description: K= Control, Se= Existing of Sucrosin Technology, S1= Sucrosin Technology Formula 1, & S2= Sucrosin Technology Formula 2

Tabel 8. Nilai brix, bobot batang, dan produktivitas tebu pada aplikasi tiga formula teknologi Sucrosin

Table 8. Brix value, stalk weight, and sugarcane productivity on the application of the three Sucrosin technology formulas

| Perlakuan Treatment | Nilai Brix (%) Brix value (%) | Bobot batang (kg) Stalk weight (kg) | Produktivitas (ton ha ⁻¹) Productivity (ton ha ⁻¹) | Peningkatan (%) Increment (%) |
|------------------------|----------------------------------|--|---|----------------------------------|
| Kontrol | 18,9 ± 1,2 a | 12,4 ± 1,0 b | 92,02 | - |
| SE | 18,9 ± 1,9 a | 15,2 ± 3,3 a | 112,71 | 22,49 |
| S1 | 18,8 ± 0,8 a | 14,9 ± 1,5 ab | 110,85 | 20,47 |
| S2 | 18,6 ± 1,9 a | 14,5 ± 1,7 ab | 107,15 | 16,45 |

Keterangan: Angka dalam kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata menurut uji Tukey pada $\alpha = 0,05$
 Note: Means in the same column followed by the same letters are not significantly different according to Tukey test at $\alpha = 0.05$

berbasis asam humat dan Citorin yang diperkaya dengan pupuk hayati CMA pada skala rumah kaca dapat meningkatkan bobot batang tebu var. Kidang kencana sebesar 53,2% (Amanah & Putra, 2018). Yusup et al. (2021) menambahkan bahwa aplikasi konsorsium biostimulan berbasis ekstrak rumput laut, pupuk hayati, dan asam humat skala lapang terbatas di PTPN XI mampu meningkatkan bobot batang sebesar 13,72% hingga 28,57%. Aplikasi konsorsium produk tersebut juga meningkatkan potensi rendemen gula sebesar 4,9% hingga 15,05%. Pada penelitian ini tidak dilakukan analisis potensi rendemen gula. Walaupun demikian, berdasarkan hasil analisis menggunakan *refractometer*, nilai *brix* di setiap perlakuan sama, yaitu sekitar 18% termasuk kontrol.

Peningkatan produktivitas tebu oleh aplikasi teknologi Sucrosin diduga disebabkan oleh peningkatan keragaan tanaman baik tinggi maupun diameter batang yang mulai teramati pada 6 BST. Hal tersebut didukung oleh Yusup et al. (2021) yang menyatakan bahwa tinggi dan diameter batang tebu di petak perlakuan teknologi Sucrosin lebih tinggi

dibandingkan kontrol setelah memasuki umur tanaman 6 BST. Wahyuni et al. (2018) menyatakan bahwa aplikasi biostimulan, asam humat dan CMA dapat meningkatkan diameter dan tinggi batang sebesar 23-27% pada tanaman tebu var. Bululawang di lahan kering.

Studi aplikasi biostimulan untuk meningkatkan produktivitas tebu telah banyak dilakukan beberapa tahun belakangan ini. Karthikeyan et al. (2017) menggunakan biostimulan dari ekstrak rumput laut *K. alvarezii* yang diperkaya dengan unsur K untuk meningkatkan produktivitas tebu mulai dari PC, RC1, RC2, hingga RC3 masing-masing sebesar 24,90%; 28,79%; 20,47%; dan 26,16% dibanding kontrol. Studi yang lain dilakukan oleh Silva et al. (2017) dengan menggunakan biostimulan dari PGPR (*plant growth promoting rhizobacteria*) yang diformulasikan dengan asam humat untuk meningkatkan produktivitas tebu mulai dari PC, RC1, hingga RC2. Hasil terbaik diperoleh pada waktu aplikasi 60 hari setelah tanam (HST) per siklus, dengan peningkatan bobot batang 37% dibanding

kontrol. Pada RC1 dan RC2 terjadi peningkatan hasil panen masing-masing sebesar 19% dan 18% atau sebesar 11 ton ha⁻¹ dan 13 ton ha⁻¹, secara berturut-turut. Hasil tersebut didukung oleh Gomathi et al. (2017) yang menyatakan bahwa aplikasi 1 mL L⁻¹ biostimulan dari ekstrak rumput laut dapat meningkatkan hasil panen tebu var. Co 86032 sebesar 22,2% dibanding kontrol dengan nilai B/C ratio 2,08. El-Shazy (2020) menambahkan bahwa aplikasi kombinasi mikoriza, asam humat 0,2%, dan ekstrak alga 3% secara signifikan dapat meningkatkan tinggi, Biomassa, asam amino, dan asam lemak pada tanaman canola (*Brassica napus* L.) saat cekaman garam. Menurut Ngoroyemoto et al. (2020) efek sinergis dari kombinasi biostimulan berbasis mikroorganisme dan non-mikroorganisme terjadi karena peningkatan respons fisiologis tanaman seperti peningkatan produksi pigmen fotosintesis, *uptake* mineral, dan sintesis antioksidan, sehingga berdampak pada peningkatan kesehatan dan produktivitas tanaman.

Perbandingan estimasi profit dari aplikasi tiga jenis formula teknologi Sucrosin

Aplikasi teknologi Sucrosin pada budidaya tebu membutuhkan biaya tambahan yang terdiri dari harga produk dan tenaga kerja. Berdasarkan hitungan secara kasar, biaya pengadaan produk formula Sucrosin untuk perlakuan S2 merupakan yang tertinggi, diikuti perlakuan Se dan S1, namun membutuhkan biaya tenaga kerja yang paling rendah, disusul S1 dan Se. Secara total, perlakuan Se, S1, dan S2 per hektar lahan masing-masing membutuhkan biaya sebesar Rp 2.186.317,00; Rp1.281.418,00; dan Rp1.551.126,00 (Tabel 9). Berdasarkan estimasi produktivitas per hektar, apabila harga jual tebu per 100 kg adalah Rp58.000,00; maka estimasi pendapatan bersih pada perlakuan Se, S1, S2, dan kontrol masing-masing adalah Rp 63.185.483,00; Rp 63.011.582,00; Rp 60.595.874,00; dan Rp 53.371.600,00. Berdasarkan selisih pendapatan terhadap kontrol, aplikasi Sucrosin

baik dengan teknologi *existing* maupun pengembangannya berpotensi menghasilkan keuntungan per Ha lahan antara Rp7.224.274,00 hingga Rp9.813.883,00.

Pada penelitian ini, aplikasi pengembangan formula teknologi Sucrosin secara umum belum menunjukkan peningkatan respons pertumbuhan dan hasil panen yang setara dengan aplikasi teknologi Sucrosin *existing*. Berdasarkan Tabel 9, perlakuan Se menunjukkan laba bersih tertinggi, diikuti S1 dan S2, namun memiliki kerumitan aplikasi, biaya, dan kebutuhan tenaga kerja yang tinggi. Hal tersebut menjadi faktor pembatas utama yang mempengaruhi efektifitas produk terhadap pertumbuhan dan hasil panen tebu, karena berkaitan dengan kesulitan dalam pemenuhan SOP termasuk ketepatan waktu aplikasi. Dengan demikian, perlakuan S1 dinilai merupakan perlakuan terbaik jika ditinjau dari biaya, kemudahan aplikasi, dan potensi keuntungan yang diperoleh. Meskipun demikian, hasil penelitian ini merupakan studi awal (skala *screening*), sehingga perlu diuji coba lebih lanjut pada skala yang lebih luas untuk mengevaluasi konsistensinya dalam meningkatkan produktivitas tebu.

Kesimpulan

Aplikasi teknologi Sucrosin formula 1 dan formula 2 menghasilkan performa pertumbuhan yang setara dengan formula *existing*. Meskipun tidak berbeda signifikan, perlakuan formula 1 dan formula 2 dibandingkan dengan kontrol menunjukkan peningkatan hasil panen yaitu 20% dan 16%, sementara perlakuan teknologi Sucrosin *existing* sebesar 22%. Meskipun demikian, teknologi Sucrosin formula 1 dan 2 memiliki kelebihan dalam hal biaya dan dosis yang lebih rendah, serta teknik aplikasi yang jauh lebih sederhana sehingga dapat menurunkan HPP. Namun demikian, diperlukan pengujian kembali pada skala yang lebih luas untuk memvalidasi efektifitas teknologi Sucrosin S1 dan S2 dengan agrokologis yang beragam.

Tabel 9. Estimasi pendapatan petani per Ha lahan

Table 9. Estimated farmer income per Ha of land area

| Perlakuan <i>Treatment</i> | Harga produk (Rp.) <i>Product cost (Rp.)</i> | Biaya tenaga kerja (Rp.) <i>Labor cost (Rp.)</i> | Total biaya (Rp.) <i>Total cost (Rp.)</i> | Estimasi pendapatan kotor (Rp.) <i>Estimated gross revenue (Rp.)</i> | Estimasi pendapatan bersih (Rp.) <i>Estimated net revenue (Rp.)</i> | Selisih (Rp.) <i>Margin (Rp.)</i> |
|-------------------------------|--|--|---|---|--|---|
| Kontrol | 0 | 0 | 0 | 53.371.600 | 53.371.600 | - |
| Se | 1.306.317 | 880.000 | 2.186.317 | 65.371.800 | 63.185.483 | 9.813.883 |
| S1 | 961.418 | 320.000 | 1.281.418 | 64.293.000 | 63.011.582 | 9.639.982 |
| S2 | 1.391.126 | 160.000 | 1.551.126 | 62.147.600 | 60.595.874 | 7.224.274 |

Keterangan: asumsi harga jual tebu per 100 kg adalah Rp.58.000,00

Note: the selling price assumption of sugarcane per 100 kg is Rp58,000,0

Daftar Pustaka

- Almaroai, Y. A., & Eissa M. A. (2020). Role of marine algae extracts in water stress resistance of onion under semiarid conditions. *J. Soil Sci. Plant Nutr.* 20, 1092–1101. DOI: 10.1007/s42729-020-00195-0.
- Amanah, D. M., & Putra, S. M. (2018). Pengaruh biostimulan terhadap toleransi kekeringan dan pertumbuhan tanaman tebu varietas Kidang Kencana di rumah kaca. *Menara Perkebunan*, 86(1): 46-55. DOI: 10.22302/iribb.jur.mp.v1i1.287.
- Balai Penelitian Tanah. 2005. Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.
- Bettoni, M. M., Mogor, A. F., Pauletti, V., & Goicoechea, N. (2014). Growth and metabolism of onion seedlings as affected by the application of humic substances, mycorrhizal inoculation and elevated CO₂. *Sci. Hortic.* 180, 227–235. DOI: 10.1016/j.scienta.2014.10.037.
- Diwen, C., Zhou, W., Yang, J., Ao, J., Huang, Y., Shen, D., Jiang, Y., Huang, Z., & Shen, H. (2021). Effects of seaweed extracts on the growth, physiological activity, cane yield and sucrose content of sugarcane in China. *Frontiers in Plant Science*, 12, 1-12. DOI: 10.3389/fpls.2021.659130.
- Elansary, H. O., Mahmoud, E. A., El-Ansary, D. O., & Mattar, M. A. (2019). Effects of water stress and modern biostimulants on growth and quality characteristics of mint. *Agronomy* 10(1), 6. DOI: 10.3390/agronomy10010006.
- El-Shazy, M. M. (2020). Effect of using mycorrhizae and biostimulants on productivity of canola under salt stress. *Plant Archives*, 20(2): 8303-8314.
- Gomathi. R., Kohila, S., & Ramachandiran, K. (2017). Evaluating the effect of seaweed formulations on the quality and yield of sugarcane. *Madras Agric. J.*, 104 (4-6): 161-165. DOI: 10.29321/MAJ.04.000423.
- Gonzalez-Gonzalez, M. F., Ocampo-Alvarez, H., Santacruz-Ruvalcaba, F., Sanchez-Hernandez, C. V., Casarrubias-Castilo, K., Becerril-Espinosa, A., Castaneda-Nava, J. J., & Hernandez-Herrera, R. M. (2020). Physiological, ecological, and biochemical implications in tomato plants of two plant biostimulants: arbuscular mycorrhizal fungi and seaweed extract. *Frontiers in Plant Science*, 2020. DOI: 10.3389/fpls.2020.00999.
- Hoover, D. L., Knapp, A. K., & Smith, M. D. (2017). Photosynthetic responses of a dominant C4 grass to an experimental heat wave are mediated by soil moisture. *Oecologia* 183, 303–313. DOI: 10.1007/s00442-016-3755-6.
- Karthikeyan, K., & Shanmugam, M. (2017). The effect of potassium-rich biostimulant from seaweed *Kappaphycus alvarezii* on yield and quality of cane and cane juice of sugarcane var. Co 86032 under plantation and ratoon crops. *J Appl Phycol*, 2017. DOI: 10.1007/Se0811-017-1211-6.
- Kumalawati, Z., Kafrawi, Mulyani, S., Nur, I., Bestari, D., Budiarti, R., & Amin, A. R. (2021). Effect of sucrosin bio stimulant on early growth of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) var. CM 2012. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 807 042019. 2021 p, 1-7. DOI: 10.1088/1755-1315/807/4/042019.
- Mondal, D., Gosh, A., Prasad, K., Singh, S., Bhatt, N., Zodape, S. T., Chaudhary, J. P., Chaudhari, J., Chatterjee, P. B., Seth, A., & Gosh, P. K. (2015). Elimination of gibberellins from *Kappaphycus alvarezii* seaweed sap foliar spray enhances corn stover production without compromising the grain yield advantage. *Plant Growth Regul.* 75: 657–666. DOI: 10.1007/Se0725-014-9967-z.
- Nardi, S., Pizzeghello, D., Schiavon, M., & Ertani, A. (2016). Plant biostimulants: physiological responses induced by protein hydrolyzed-based products and humic substances in plant metabolism. *Sci Agric*, 73:18–23. DOI: 10.1590/0103-9016-2015-0006.
- Nasiroleslami, E., Mozafari, H., Sadeghi-Shoae, M., Habibi, D., & Sani, B. (2021). Changes in yield, protein, minerals, and fatty acid profile of wheat (*Triticum aestivum* L.) under fertilizer management involving application of nitrogen, humic acid, and seaweed extract. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 2021. DOI: 10.1007/s42729-021-00552-7.
- Ngoroyemoto, N., Kulkarni, M. G., Stirk, W. A., Gupta, S., Finnie, J. F., & Staden, J. V. (2020). Interactions Between microorganisms and a seaweed-derived biostimulant on the growth and biochemical composition of *Amaranthus hybridus* L. *Natural Product Communications*, 15(7): 1-11. DOI: 10.1177/1934578X20934228.
- Prakash, P., Mehdi S, Saikia, S., Narendrakumar, G., Thirugnanasambandam, G., & Stanley, A. L. (2014). Production, formulation and application of seaweed liquid fertilizer using humic acid on growth of *Arachis hypogaea*. *Biosci. Biotechnol. Res. Asia* 11, 1515–1519. DOI: 10.13005/bbra/1546.
- Putra, S. M., Susanti, P., Amanah, D. M., Umahati, B. K., Pardali, S. J., & Santoso, D. (2017). Pengaruh biostimulan terhadap pertumbuhan vegetatif

- tanaman tebu varietas PSJT-941. *Menara Perkebunan*, 85(1): 37-43: DOI: 10.22302/iribb.jur.mp.v85i1.241.
- Rouphael, Y., & Colla, G. (2020). Synergistic biostimulatory action: designing the next generation of plant biostimulants for sustainable agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 9(2018), 1-7. DOI: 10.3389/fpls.2018.01655.
- Santi, L. P., Goenadi, D. H., Barus, J., & Dariah, A. (2018). Pengaruh bio-nano silika terhadap hasil dan efisiensi penggunaan air kedelai hitam di lahan kering masam. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 20(1): 43-52, DOI: 10.2017/JTI.V42I1.9156.
- Silva, S. F. D., Olivares, F. L., & Canellas, L. P. (2017). The biostimulant manufactured using diazotrophic endophytic bacteria and humates is effective to increase sugarcane yield. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 4:24. DOI: 10.1186/s40538-017-0106-8.
- Sub direktorat Statistik Tanaman Perkebunan. 2018. *Statistik Tebu Indonesia 2018*. Jakarta : Badan Pusat Statistik.
- Wahyuni, S., Habibullah, H. S., Putra, S. M., Amanah D. M., Siswanto, Priyono, Santoso, D., & Pardal, S. J. (2018). Biostimulasi pertumbuhan vegetatif tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) pada fase awal di lahan kering. *Menara Perkebunan*, 86(2), 91-95. DOI: 10.22302/iribb.jur.mp.v86i2.284.
- Yusup, C. A., Purwanto, D., Widiastuti, H., Siswanto, Santoso, D., & Priyono (2021). Respons tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) terhadap aplikasi konsorsium biostimulan di tiga tipologi lahan. *Menara Perkebunan*, 89(2), 100-114. DOI: 10.22302/iribb.jur.mp.v89i2.457