

VOLUME 15, NOMOR 3 SEPTEMBER 2021

ISSN: 1907-8056  
e-ISSN: 2527-5410

# AGROINTEK

JURNAL TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN

JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN  
UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA

## **AGROINTEK: Jurnal Teknologi Industri Pertanian**

Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian is an open access journal published by Department of Agroindustrial Technology, Faculty of Agriculture, University of Trunojoyo Madura. Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian publishes original research or review papers on agroindustry subjects including Food Engineering, Management System, Supply Chain, Processing Technology, Quality Control and Assurance, Waste Management, Food and Nutrition Sciences from researchers, lecturers and practitioners. Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian is published four times a year in March, June, September and December.

Agrointek does not charge any publication fee.

Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian has been accredited by ministry of research, technology and higher education Republic of Indonesia: 30/E/KPT/2019. Accreditation is valid for five years. start from Volume 13 No 2 2019.

### **Editor In Chief**

Umi Purwandari, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

### **Editorial Board**

Wahyu Supartono, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

Michael Murkovic, Graz University of Technology, Institute of Biochemistry, Austria

Chananpat Rardniyom, Maejo University, Thailand

Mohammad Fuad Fauzul Mu'tamar, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Khoirul Hidayat, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Cahyo Indarto, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

### **Managing Editor**

Raden Arief Firmansyah, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

### **Assistant Editor**

Miftakhul Efendi, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Heri Iswanto, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Safina Istighfarin, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

### **Alamat Redaksi**

DEWAN REDAKSI JURNAL AGROINTEK

JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN

FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA

Jl. Raya Telang PO BOX 2 Kamal Bangkalan, Madura-Jawa Timur

E-mail: [Agrointek@trunojoyo.ac.id](mailto:Agrointek@trunojoyo.ac.id)

## KATA PENGANTAR

Salam,

Dengan mengucapkan syukur kepada Allah Tuhan Yang Maha Esa, kami terbitkan Agrotek edisi September 2021. Di tengah pandemi yang berkepanjangan ini, ilmuwan Indonesia masih tetap berkarya. Pada edisi kali ini 32 artikel hasil penelitian, yang terdiri dari 11 artikel dari bidang pengolahan pangan dan nutrisi, sistem manajemen, rantai pasok, dan pengendalian kualitas; 3 artikel tentang rekayasa pangan, dan 2 artikel tentang manajemen limbah. Para penulis berasal dari berbagai institusi pendidikan dan penelitian di Indonesia.

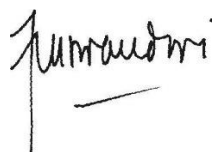
Kami mengucapkan terima kasih kepada para penulis dan penelaah yang telah bekerja keras untuk menyiapkan manuskrip hingga final. Kami juga berterimakasih kepada ibu dan bapak yang memberi kritik dan masukan berharga bagi Agrotek.

Untuk menyiapkan peringkat jurnal Agrotek di masa depan, kami berharap kontribusi para peneliti untuk mengirimkan manuskrip dalam bahasa Inggris. Semoga kita akan mampu menerbitkan sendiri karya-karya unggul para ilmuwan Indonesia.

Selamat berkarya.

Salam hormat

Prof. Umi Purwandari





## KEAMANAN PANGAN KOMODITAS TRANSGENIK: STUDI KASUS SEDIAAN PAKAN HIJAUAN DARI DAUN TEBU OVEREKSPRESI *SoSPS1*

A Bagus Nur Sudrajat<sup>1\*</sup>, Nurhayati<sup>2</sup>, Bambang Sugiharto<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Laboratorium Molekuler Biologi dan Bioteknologi, Center for Development of Advanced Science and Technology (CDAST), Universitas Jember, Jember, Indonesia

<sup>2</sup>Program Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Jember, Jember, Indonesia

<sup>3</sup>Program Studi Biologi, Universitas Jember, Jember, Indonesia

### Article history

*Diterima:*

12 Juli 2020

*Diperbaiki:*

23 Mei 2021

*Disetujui:*

24 Mei 2021

### Keyword

*sugar cane; SoSPS1;  
feed safety; substance  
equivalence*

### ABSTRACT

*Sugarcane (*Saccharum officinarum* L) is a sucrose-producing plantation that has been cultivated in various countries. Genetically modified sugar cane sugar cane plants are sugar cane plants that are assembled biotechnology through overexpression of the *SoSPS1* gene. The *SoSPS1* gene is responsible for the biosynthesis of sucrose sugar in leaves. Waste in the form of leaves, shoots, and bagasse has not been used optimally as animal feed. Thus it takes a lot of innovation and appropriate technology in the use of sugarcane waste for animal feed, so that it is expected to achieve zero waste farming systems that can be utilized all without being wasted and polluting the environment. As an alternative feed for livestock, then genetically engineered sugar cane must be tested for feed safety. Feed safety testing includes substantial equivalence value and feed digestibility test in which genetically engineered products have nutritional and digestive values commensurate with conventional products. Substantial value of sugarcane planted by genetically engineered overexpression of *SoSPS1* gene did not differ significantly compared to conventional sugarcane. However, there are some significant nutritional content, but these values are still in the range of values in the OECD.*

© hak cipta dilindungi undang-undang

---

\* Penulis korespondensi

Email : bagusnyathp@gmail.com

DOI 10.21107/agrointek.v15i3.7868

## PENDAHULUAN

Tanaman produk rekayasa genetik (PRG) sudah banyak ditanam dan produknya dipasarkan di berbagai negara. Pada tahun 2009, tanaman PRG telah ditanam oleh petani di 25 negara dengan luas 134 juta ha (James, 2009). Namun demikian, pemanfaatan tanaman PRG mengundang kekhawatiran bahwa produk tersebut mungkin dapat menimbulkan risiko terhadap lingkungan, keanekaragaman hayati, kesehatan manusia dan hewan. Sehubungan dengan itu, secara global pemanfaatan dan peredaran tanaman PRG secara komersial diatur oleh peraturan perundang-undangan atau pedoman yang baru atau yang sudah ada dan berlaku dalam suatu negara. Demikian pula dengan lembaga otoritas, ada negara yang menggunakan lembaga otoritas yang sudah ada, atau membentuk badan otoritas baru seperti suatu komisi keamanan hayati.

Tanaman tebu merupakan tanaman industri penghasil gula sukrosa utama di sekitar 103 negara termasuk Indonesia pada urutan ke-8 negara penghasil tebu (Zhao dan Li, 2015; Siqueira *et al.*, 2015). Selain menghasilkan gula (sukrosa), industri gula tebu dapat menghasilkan beberapa produk samping yang mempunyai nilai ekonomi tinggi. Namun demikian, saat ini produksi gula tebu di Indonesia masih belum mencukupi kebutuhan nasional dan masih harus import. Banyak faktor yang menyebabkan rendahnya produksi gula nasional, diantaranya adalah rendahnya produktivitas gula tanaman tebu. Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan merakit varietas tebu unggul produktivitas gula tinggi.

Selain nira tebu, hasil samping tanaman tebu adalah pucuk tebu, daun tunas tebu dan bagas tebu. Pakan hijauan merupakan salah satu alternatif ketersediaan pakan yang memanfaatkan rumput atau pucuk daun tanaman. Pemanfaatan hasil samping tanaman tebu seperti pucuk tebu digunakan sebagai pakan hijauan untuk ruminansia. Pucuk tebu biasanya dimanfaatkan sebagai pakan hijauan ruminansia seperti sapi dan kerbau. Pucuk tebu memiliki pencernaan seperti pada rumput, serta secara *in vitro* lebih baik dibandingkan dengan jerami padi (Thalib *et al.*, 2000).

Saat ini, telah dikembangkan tebu produk rekayasa genetik (PRG) melalui teknik rekayasa

genetik dengan memanipulasi proses biosintesis sukrosa dengan transformasi genetik. Tebu PRG diperoleh dari hasil transformasi endogenous gen SoSPS1 yang dikonstruksi dalam plasmid pCL4-SoSPS1 (Sugiharto dan Safitri, 2011). Analisis biologi molekuler menunjukkan tebu PRG mengekspresikan protein SPS1, sehingga akumulasi sukrosa pada tebu PRG lebih tinggi dibanding tebu tetuanya (wild type)

Penilaian dan evaluasi keamanan hasil produk rekayasa genetik sangat penting untuk dilakukan (Aumaitre *et al.*, 2002). Organisation for Economic Co-operations and Development (OECD) telah merilis konsep pendekatan untuk penilaian kesepadanan substansi sebagai evaluasi keamanan pangan dan komponen pangan yang berasal dari produk bioteknologi modern. Food and Agriculture Organisations (FAO) dan World Health Organisations (WHO) pada tahun 2000 melaporkan bahwa pangan yang berasal dari bioteknologi diperlukan penilaian keamanannya yang berfokus pada penentuan persamaan dan perbedaan antara pangan hasil produk rekayasa genetik dengan produk konvensional dalam mengidentifikasi nilai keamanan nutrisi dan gizi. Penilaian kesepadanan substansi hasil produk rekayasa genetik meliputi analisis inti kandungan nutrisi makro dan mikro serta anti-nutrisi (Barros, 2010). Sebagai bagian dalam penilaian kesepadanan substansi, analisis komposisi nutrisi tanaman produk rekayasa genetik dilakukan untuk mengetahui apakah pemasukan gen target pada tanaman tersebut memberikan pengaruh terhadap nilai nutrisi pangan (Sidhu *et al.*, 2000; Ridley, 2002).

Pucuk daun tebu telah lama digunakan sebagai alternatif pakan hijauan untuk ternak ruminansia di masyarakat. Pemanfaatan hasil daun tebu sebagai pakan ternak dan hasil kotoran dari ruminansia sebagai pupuk pada tanaman memiliki nilai peluang usaha yang perlu untuk dikembangkan. Namun, dalam hal ini pemanfaatan daun tebu hasil produk rekayasa genetik (PRG) harus memiliki sertifikat keamanan pakan supaya bisa digunakan. Studi evaluasi komposisi nutrisi pakan hijauan tanaman tebu PRG overekspresi gen SoSPS1 telah dipublikasikan. Hasil studi komposisi nutrisi pakan hijauan tanaman tebu PRG dengan dibandingkan tanaman tebu konvensional menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan secara signifikan.

## METODE

Literatur akademik yang ditinjau dalam artikel ini merujuk dari artikel dengan judul *Comparative Evaluation of Nutritional and Mineral Composition Between Transgenic Sugarcane Overexpressing SoSPS1 Gene and Non-transgenic Counterpart yang dipublikasikan oleh Pakistan Journal of Biological Science* pada tahun 2020. Artikel ini juga merujuk beberapa artikel yang bertemakan kesepadanan substansial pangan dan pakan hasil produk rekayasa genetik.

Artikel ini tersusun atas beberapa topik studi kesepadanan pakan hasil produk genetik dari daun tebu, yang meliputi :

1. Teknik rekayasa genetik tanaman tebu transgenik
2. Karakteristik tebu hasil produk rekayasa genetik
3. Komposisi nutrisi daun tebu hasil produk rekayas genetik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

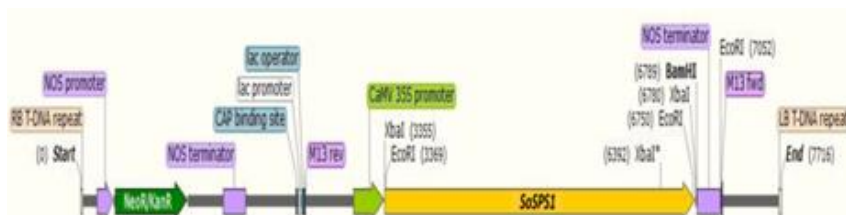
### Teknik Rekayasa Genetik Tebu Transgenik Overekspresi SoSPS1

Transformasi genetik adalah teknik untuk memasukkan gen target yang sebelumnya telah diisolasi kepada suatu tanaman, teknik memasukkan gen target tersebut dapat dilaksanakan dengan metode langsung atau tidak langsung. Metode langsung yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan partikel bombardment, elektroporasi dan mikroinjeksi. Sedangkan metode tidak langsung adalah dengan memanfaatkan vektor *Agrobacterium tumefaciens*. Menurut Mohammed dan Abalaka (2011), metode transformasi secara tidak langsung dengan memanfaatkan *A. tumefaciens* lebih sering digunakan daripada metode secara langsung karena kendala berupa biaya yang lebih tinggi dan perlengkapan khusus dari metode secara langsung. Selain kendala tersebut juga terdapat kendala berupa gen yang tersisip cenderung dalam jumlah salinan yang banyak.

*A. tumefaciens* secara alami, mempunyai kemampuan untuk mentransfer bagian DNA-nya yang lebih dikenal dengan T-DNA (transfer DNA) ke dalam genom tanaman inang sehingga menyebabkan terbentuknya tumor (crown gall) pada inang (De la riva *et al.*, 1998). Kemampuan *A. tumefaciens* tersebut selanjutnya dapat dimanfaatkan untuk menyisipkan gen yang diinginkan ke dalam genom tanaman. Adapun proses interaksi antara *A. tumefaciens* dengan sel tanaman meliputi beberapa tahapan. Tahapan pertama diawali dengan sel tanaman yang terluka akan memproduksi senyawa acetosyringone. Acetosyringone tersebut akan mengaktifkan gen-gen virulen pada *A. tumefaciens*. Gen-gen virulen ini selanjutnya mensintesis single stranded T-DNA sehingga terjadi transfer T-DNA. Kompleks T-DNA masuk ke nukleus yang selanjutnya berintegrasi sehingga terjadi sintesis sitokinin, auksin dan opine. Sintesis dari auksin dan juga sitokinin dapat memacu proses pembentukan tumor pada sel tanaman yang telah terinfeksi *A. tumefaciens*. Senyawa opine yang telah terbentuk tadi digunakan oleh *A. tumefaciens* untuk proses pertumbuhannya (Kakkar dan Verma, 2011).

Tanaman tebu PRG overekspresi gen SoSPS1 merupakan tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) varietas Bululawang yang sudah dilakukan transformasi genetik dengan gen SoSPS1, dan telah diperoleh tiga macam tebu PRG yang siap dianalisis lebih lanjut. Tebu PRG single SPS yaitu tebu yang hanya dilakukan overekspresi gen SoSPS1. Transformasi genetik dilakukan dengan menggunakan vektor *A. tumefaciens* yang telah tersisipi plasmid pBI121-SoSPS1 untuk gen SPS.

Tanaman tebu PRG overekspresi ganda gen SoSPS1 merupakan hasil dari penyisipan gen SoSPS1 pada tanaman tebu dengan tujuan agar proses biosintesis dan translokasi sukrosa meningkat pada tanaman (Sugiharto dan Safitri 2011). Overekspresi gen SoSPS1 secara endogenus mampu meningkatkan nilai biomassa pada tanaman tebu (Anur *et al.*, 2020).



Gambar 1 Peta *construct* plasmid pBI121-SoSPS1 (Anur *et al.*, 2020)

Tabel 1 Kandungan sukrosa daun dan batang tebu control dan transgenik (SP1, SP3, SP9)

Line	Daun			Batang		
	Sukrosa (mg/g)	Fruktosa (mg/g)	Glukosa (mg/g)	Sukrosa (mg/g)	Fruktosa (mg/g)	Glukosa (mg/g)
NT	2,27±0,10c	0,35±0,17b	0,18±0,06b	71,07±3,30b	2,33±0,31b	3,23±1,02c
SP1	3,59±0,04b	3,34±0,39a	2,21±0,58a	80,40±8,32b	2,87±0,46ab	4,40±1,15bc
SP3	5,51±0,24a	3,38±0,58a	1,52±0,64ab	94,23±3,34a	3,62±0,20a	6,25±1,06a
SP9	3,02±0,34	2,47±0,08a	1,30±0,83ab	98,52±5,55a	3,31±0,26ab	4,86±0,30ab

Sumber : (Anur *et al.*, 2020)

### Karakteristik Tanaman Tebu Transgenik Overekspresi SoSPS1

Keberhasilan proses transfer gen ke sel target ditandai dengan dapat diekspresikannya gen tersebut menjadi protein atau enzim yang secara fungsional aktif (Miswar, 2007). Ekspresi gen asing pada tanaman yang ditransformasi dapat diketahui berdasarkan penentuan banyaknya produk atau aktivitas produk gen tersebut (Nasir, 2002). Sugiharto *et al.* (2008) menyebutkan bahwa overekspresi gen *SoSPS1* berpengaruh terhadap meningkatnya aktivitas enzim SPS, menyebabkan sintesis sukrosa dan transportnya ke jaringan penyimpanan juga meningkat sehingga akumulasi sukrosa yang dihasilkan lebih tinggi.

Aktivitas SPS tinggi pada tanaman menyebabkan aktivitas sintesis asam amino akan menurun, terutama asam amino yang berperan dalam pembentukan *rubisco* sehingga terjadi penurunan produk hasil fotosintesis yang berupa *triose-phosphate*. Triosa-P merupakan produk hasil fotosintesis yang ditranspor dari kloroplas ke sitosol sebagai substrat dalam biosintesis sukrosa. Menurut Miswar *et al.* (2007), menyatakan bahwa semakin tinggi aktivitas SPS, semakin tinggi juga aktivitas *acid invertase* yaitu enzim yang menghidrolisis sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa.

Penelitian Lobo *et al.* (2015) menjelaskan bahwa akumulasi sukrosa pada daun tanaman tebu secara nyata menginduksi peningkatan aktivitas enzim *soluble acid invertase*, *netral invertase*, *sucrose synthase*, dan *sucrose phosphate synthase*. Tanaman tebu transgenik overekspresi gen *SoSPS1* mampu meningkatkan kandungan sukrosa dan biomassa pada tanaman tebu (Anur *et al.*, 2020).

### Pakan Hijauan Dari Daun Tebu Tebang

Pucuk tebu merupakan salah satu limbah pertanian yang murah dan dapat menggantikan rumput gajah sebagai pakan ternak. Produksi dalam satu hektar tebu mampu menyediakan pakan ternak sapi sebanyak 17 ekor dengan bobot 250-450 kg pemanfaatan pucuk tebu lebih optimal dalam meningkatkan dan mempertahankan daya gunanya (Sandi *et al.*, 2012). Pucuk tebu biasanya diberikan kepada ternak dalam keadaan segar, dikeringkan atau dijadikan silase.



Gambar 2 Bagian daun untuk pakan (Sumber : Dokumentasi pribadi)

Silase adalah pakan yang diawetkan yang di proses dari bahan berupa tanaman hijauan, limbah industri pertanian dan bahan baku alami lainnya dengan kadar air pada tingkat tertentu kemudian dimasukan dalam sebuah tempat yang tertutup rapat kepad udara. Silase dengan mutu baik diperoleh dengan menekan berbagai aktivitas enzim yang tidak dikehendaki, serta mendorong berkembangnya bakteri asam laktat yang sudah ada pada bahan (Schroeder, 2004). Pucuk tebu segar mampu memenuhi kebutuhan zat makanan untuk hidup pokok ternak sapi tetapi untuk produksi harus ditambahkan konsentrat sumber

protein. Daun yang diambil untuk dimanfaatkan sebagai pakan ternak yaitu pada daun ke-1 sampai daun ke-4 (Gambar 2), yang mana daun tersebut masih muda dan kandungan seratnya rendah sehingga mudah untuk dicerna oleh enzim yang berada pada lambung ruminansia.

### Komposisi Nutrisi Daun Tebu Transgenik Overekspresi Gen *SoSPS1* Dan Daun Tebu Konvensional

Peningkatan kualitas suatu tanaman dengan memasukkan gen yang diinginkan perlu dilakukan, namun penilaian nutrisi merupakan aspek keamanan pangan yang penting untuk dilakukan berdasarkan rekomendasi badan pengatur keamanan pangan (Chassy, 2010). Penilaian perbandingan kandungan nutrisi pada tanaman transgenik dengan tanaman kontrol sangat penting dilakukan untuk analisis kesepadanan substansi. Menurut *Organisation Economic Consesus Development* (OECD), nilai analisis komposisi nutrisi tanaman transgenik harus sebanding kesepadanan substansinya dengan tanaman kontrol (non-transgenik) yang sesuai dengan aspek keamanan pangan. Analisis komposisi nutrisi dari tanaman transgenik (GM) penting untuk dilakukan dalam penilaian evaluasi keamanan pangan (Brune *et al.*, 2013). Analisis komposisi nutrisi merupakan aspek yang penting dilakukan untuk penilaian kesepadanan substansi (Li *et al.*, 2007). Nilai kesepadanan substansi pangan tebu transgenik tersebut dianalisis proksimat yang meliputi kandungan kadar air, total protein, lemak, karohidrat, abu, serat kasar dan mineral.

Komposisi nutrisi tebu overekspresi *SoSPS1* meliputi kadar air, protein, karbohidrat, lemak, abu, serat kasar pada nira, daun dan batang tebu overekspresi *SoSPS1* tidak berbeda secara signifikan dengan tanaman tebu kontrol. Namun, protein pada batang tebu dan serat kasar pada daun tebu overekspresi *SoSPS1* mengalami peningkatan dibandingkan dengan tanaman tebu kontrol.

Meningkatkan kandungan serat dikarena peningkatan kandungan sukrosa yang dialokasikan untuk biomassa tebu (Sudrajat *et al.*, 2020). Hal tersebut telah dilaporkan Haigler *et al.* (2007), kandungan serat kasar tanaman kapas yang dioverekspresikan dengan SPS bayam lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman kontrolnya. Sedangkan meningkatnya kandungan protein tebu overekspresi gen *SoSPS1* yang didorong oleh promotor konservatif 35S telah menghasilkan peningkatan kandungan protein dalam batang (Sudrajat *et al.*, 2020). Secara umum, sebagian besar protein terletak di daun, oleh karena itu overekspresi gen SPS kurang terlihat dalam kandungan protein bila dibandingkan dengan batang. Komposisi protein pada tanaman transgenik terjadi peningkatan 2 sampai 5 kali lipat pada daun dan akar dari tanaman kontrol (Newell, 2008). Peningkatan serat kasar dan protein pada tanaman tebu PRG masih berada dalam kisaran referensi nilai yang dilaporkan OECD (2011).

Komposisi mineral N, P, Ca, atau Mg menunjukkan tidak ada perbedaan secara signifikan antara tebu overekspresi *SoSPS1* dengan tanaman tebu kontrol. Namun, mineral K ditemukan secara signifikan lebih tinggi 1,4 kali lipat pada daun dan batang tanaman tebu overekspresi *SoSPS1* bila dibandingkan dengan tanaman kontrol. Peningkatan kandungan K pada tebu PRG varietas SPS masih berada dalam rentang kandungan K tebu referensi yaitu 1,2 % - 2,3 % (OECD 2011). Kalium (K) adalah makronutrien utama yang berkontribusi terhadap peningkatan tekanan turgor sel selama perpanjangan serat dan pertumbuhan tanaman. Hasil penelitian tentang serat kapas telah menunjukkan bahwa K memodulasi tingkat perpanjangan serat (Yang *et al.*, 2016; Guo *et al.*, 2017). Kandungan K yang lebih tinggi merupakan konsekuensi dari peningkatan kandungan serat (Sudrajat *et al.*, 2020).

Tabel 2 Komposisi proksimat daun tebu overekspresi *SoSPS1* dan daun tebu kontrol.

Komponen (%)	Kontrol	SP 1	SP 3	SP 7	SP 9
Kadar air	66,25±1,57	66,43±0,70	68,15±0,50	66,32±1,76	65,95±0,10
Total protein	6,75±0,09	7,06±0,13	7,02±0,05	6,84±0,07	6,83±0,02
Karbohidrat	24,24±1,72	24,68±0,51	23,60±0,78	25,29±1,53	24,54±1,02
Lemak	1,58±0,52	1,42±0,29	1,42±0,78	1,33±0,14	1,67±0,52
Kadar Abu	8,27±0,13	8,57±0,04	8,58±0,12	8,05±0,07	8,02±0,07
Serat kasar	40,83±0,76	42,17±0,76	42,15±0,41	41,93±0,93	41,53±0,50

Sumber: (Sudrajat *et al.*, 2020)



Tabel 3 Komposisi mineral daun tebu overekspresi *SoSPS1* dan daun tebu kontrol.

Komponen (%)	Kontrol	SP 1	SP 3	SP 7	SP 9
Nitrogen	1,20±0,04	1,25±0,04	1,25±0,03	1,20±0,03	1,20±0,02
Fosfor	0,22±0,01	0,22±0,03	0,23±0,02	0,23±0,02	0,24±0,02
Kalium	1,46±,06	1,97±0,18*	1,96±0,05*	1,61±0,13	1,59±0,05
Kalsium	1,49±0,03	1,31±0,13	1,33±0,04	1,44±0,13	1,43±0,06
Magnesium	2,77±0,16	2,33±0,27	2,32±0,09	2,67±0,18	2,60±0,13

Tanda (\*) menunjukkan berbeda signifikan dibandingkan dengan kontrol berdasarkan analisis uji-T 5% ( $\rho < 0,05$ )  
 Sumber: (Sudrajat *et al.*, 2020)

### KESIMPULAN

Produk hasil rekayasa genetik menjadi salah satu alternatif dalam memenuhi kebutuhan pangan yang berkualitas. Tanaman transgenik dapat membantu kita memenuhi nutrisi yang lebih baik, toleransi stres biotik dan abiotik, dan hasil lebih tinggi. Tanaman transgenik harus dievaluasi keamanan pangan dengan dibandingkan tanaman konvensional untuk menetapkan kesepadanan substansial. Kesepadanan substansial sebagai pedoman untuk penilaian keamanan pangan yang digunakan untuk menunjukkan apakah makanan produk hasil rekayasa genetik memiliki karakteristik kesehatan dan gizi yang serupa dengan produk konvensional. Nilai kesepadanan substansial tanaman tebu hasil rekayasa genetik overekspresi gen *SoSPS1* tidak berbeda signifikan dibandingkan dengan tanaman tebu konvensional. Namun, terdapat beberapa kandungan nutrisi yang signifikan, akan tetapi nilai tersebut masih berada dalam range nilai dalam OECD.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung oleh Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Indonesia: hibah nomor 1826 / UN25.3.1 / LT / 2019 (PUSNAS).

### 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*, Vol. 9, 200. doi:10.3390/plants9020200.
- Aumaitre, A., Aulrich, K., Chesson, A., Flachowsky, G., Piva, G. 2002. New Feeds From Genetically Modified Plants: Substantial Equivalence, Nutritional Equivalence, Digestibility, and Safety for Animals and The Food Chain. *Livestock Product Sci* 74:223–38.
- Barros, E., Lezar, S., Anttonen, M. J., VanDijk, J. P., Rohlig, R. M., Kok, E. J. 2010. Comparison of Two GM Maize Varieties With A Near-isogenic Non-GM Variety Using Transcriptomics, Proteomics and Metabolomics. *Plant Biotechnology Journal*, 8, 436–451.
- Brune, P. D., Culler, A. H., Ridley, W. P., Walker, K. 2013. Safety of GM Crops: Compositional Analysis. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 61, 8243–8247.
- Chassy, B. M. 2010. Food Safety Risks and Consumer Health. *New Biotechnology*, 27, 534–544.
- De la Riva, G. A., Gonzalez-Cabrera, J., Vazquez-Padron, R., Ayra-Pardo. C. 1998. *Agrobacterium tumefaciens*: A Natural Tool for Plant Transformation. *EJB Electronic Journal of Biotechnology*. Vol. 1 (3): 118 - 133.
- Falter, C., Voigt, C. A. 2016. Improving Biomass Production and Saccharification in *Brachypodium distachyon* Through Overexpression of a Sucrose-Phosphate Synthase From Sugarcane. *Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology*, 25 (3). pp. 311-318. ISSN 0971-7811.
- Guo, K., Tu, L., He, Y., Deng, J., Wang, M., Huang, H., Li, Z., Zhang, X. 2017. Interaction between calcium and potassium modulates elongation rate in cotton fiber cells. *J Exp Bot*. 68(18):5161–5175. doi:10.1093/jxb/erx346.
- Haigler, C. H., Singh, B., Zhang, D., Hwang, S., Wu, C., Cai, W. X., Hozain, M., Kang, W., Kiedaisch, B., Strauss, R. E. 2007. Transgenic cotton over-producing spinach sucrose phosphate synthase showed enhanced leaf sucrose synthesis and

- improved fiber quality under controlled environmental conditions. *Plant Mol Biol.* 63(6):815–832. doi:10.1007/s11103-006-9127-6.
- Huber, S. C., Huber, J. L. 1996. Role And Regulation of Sucrose Phosphate Synthase in Higher Plants. *Annu Rev Plant Physiol Plant Molec Biol* 47: 431–444.
- James, C. 2009. Global review of commercialized Biotech/ GM crops: 2009. ISAAA Brief No. 41. ISAAA, Ithaca, New York.
- Kakkar, A., Verma, V. K. 2011. Agrobacterium Mediated Biotransformation. *Journal of Applied Pharmaceutical Science.* Vol. 1 (7): 29-35.
- Khun, C., Barker, L., Burkle, L., Frommer, W. B. 1999. Update on Sucrose Transport in Higher Plants. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 50, Special Issue, pp. 935-953.
- Li, X., Huang, K., He, X., Zhu, B., Liang, Z., Li, H. 2007. Comparison of Nutritional Quality Between Chinese Indica Rice With Sck And CryIac Genes And Its Nontransgenic Counterpart. *Journal of Food Science*, 72, 420–424.
- Liu, D., Oard, S. V., Oard, J. H. 2003. High Transgene Expression Levels in Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) Driven by The Rice Ubiquitin Promoter RUBQ2. *Plant Sci* . 165:743-750.
- Lobo, A. K. M., Martins, M. O., Lima Neto, M. C., Machado, E. C., Ribeiro, R. V., Silveira, J. A. G. 2015. Exogenous sucrose supply changes sugar metabolism and reduces photosynthesis of sugarcane through the down-regulation of Rubisco abundance and activity. *J. Plant Physiol.* 179, 113–121.
- Miswar. 2007. Peningkatan biosintesis sukrosa tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) melalui over ekspresi gen sucrose phosphate synthase (SPS). Disertasi UGM. Yogyakarta.
- Mohammed, Abalaka. 2011. Agrobacterium Transformation: A Boost to Agricultural Biotechnology. *Journal of Medical Genetics and Genomics.* Vol. 3 (8): 126 – 130.
- Nasir, M. 2002. Biologi Molekuler Teknik Rekayasa Genetika Tanaman. PT Citra Aditya Bakti. Bandung.
- Newell-McGloughlin, M. 2008. Nutritionally Improved Agricultural Crops. *Journal Plant Physiology.* Volume 147.
- Nguyen, Q. B., N'Tchobo, H., Foyer, C. H., Yelle, S. 1999. Overexpression of Sucrose Phosphate Synthase Increases Sucrose Unloading in Transformed Tomato Fruit. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 50, No. 335, pp. 785-791.
- Organization for Economic Co-operation and Development [OECD]. 2011. Consensus Document on Compositional Considerations for New Varieties of Sugarcane (*Saccharum* ssp. Hybrids): Key Food and Feed Nutrients, Anti-nutrients and Toxicants. OECD Publishing Paris.
- Park, J. Y., Canam, T., Kang, K. Y., Ellis, D. D., Mansfield, S. D. 2008. Over-expression of an Arabidopsis Family A Sucrose Phosphate Synthase (SPS) Gene Alters Plant Growth and Fibre Development. *Transgenic Res.* 17 : 181-192.
- Rae, A. L., Perroux, J. M., Grof, C. P. L. 2005. Sucrose Partitioning Between Vascular Bundles and Storage Parenchyma in The Sugarcane Stem : A Potential Role For The ShSUT1 Sucrose Transporter. *Planta.* 220: 817-825.
- Ridley, W. P., Sidhu, R. S., Pyla, P. D., Nemeth, M. A., Breeze, M. L., Astwood, J. D. 2002. Comparison of The Nutritional Profile of Glyphosate-tolerant Corn Event NK603 With That of Conventional Corn (*Zea mays* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 7235–7243.
- Sandi, S., Ali, A. I., Arianto, N. 2012. Kualitas Nutrisi Silase Pucuk Tebu (*Saccharum officinarum*) dengan Penambahan Inokulan *Effective Microorganism-4*. *Jurnal Peternakan Sriwijaya.* Volume 1 Nomor 1.
- Schauzu, M. 2000. The concept of substantial equivalence in safety assessment of foods derived from genetically modified organisms. 2:4.
- Schroeder, J. W. 2004. Silage Fermentation and Preservation. *Extension Dairy Specialist.* AS-1254.
- Siqueira, G. F., Pierre, J. S., Tahchy, A. E., Glassop, D., Singh, S., Bonnett, G. D., Rae, A. L. 2015. Sugarcane seed composition and changes during artificial ageing. *Crop & Pasture Science*, 66 : 1180-1189.

- Sidhu, R. S., Hammond, B. G., Fuchs, R. L., Mutz, J., Holden, L. R., Goerge, B., Olson, T. 2000. Glyphosate-tolerant Corn: The Composition and Feeding Value of Grain From Glyphosate-tolerant Corn is Equivalent to That of Conventional Corn (*Zea mays* L.). *J Agric Food Chem* 48:2305–12.
- Sudrajat, A. B. N., Suherman, Sugiharto, B. 2020. Comparative Evaluation of Nutritional and Mineral Composition Between Transgenik Sugarcane Overexpressing SoSPS1 Gene and Non-transgenic Counterpart. *Pak. J. Biol. Sci.*, 23. ISSN 1028-8880. 2020.
- Sugiharto, B. 2010. Identifikasi dan Karakterisasi Multi-Bentuk *Sucrose-Phosphate Synthase* pada Tanaman Tebu. *Jurnal Ilmu Dasar*, Vol.2 No.2, 2001:72-78.
- Sugiharto, B., Safitri, H. 2011. A comparison study for agrobacterium-mediated transformation method in sugarcane (*Saccharum spp L.*). *Jurnal Ilmu Dasar*, 12 (2): 140 – 147.
- Sugiharto, B., Slameto, Dewanti, P. 2008. *Peningkatan Produksi Gula Melalui Overekspresi Gen SPS dan SUT pada Tanaman Tebu*. Laporan Penelitian Hibah Kompetensi. *Unpublished*.
- Thalib, A., Bestari, J., Widiawati, Y., Hamid, H., Suherman, D. 2000. Pengaruh perlakuan silase jerami padi dengan mikroba rumen kerbau terhadap daya cerna dan ekosistem rumen sapi. *JITV* 5: 1 – 11.
- Yang, J., Hu, W., Zhao, W., Chen, B., Wang, Y., Zhou, Z., Meng, Y. 2016. Fruiting Branch K+ Level Affects Cotton fiber elongation through osmoregulation. *Front Plant Sci.* 7. doi:10.3389/fpls.2016.00013.
- Zhao, D., Li, Y. R. 2015. Climate change and sugarcane production: potential impact and mitigation strategies. *International Journal of Agronomy*, 1-7.

## AUTHOR GUIDELINES

### Term and Condition

1. Types of paper are original research or review paper that relevant to our Focus and Scope and never or in the process of being published in any national or international journal
2. Paper is written in good Indonesian or English
3. Paper must be submitted to <http://journal.trunojoyo.ac.id/agrointek/index> and journal template could be download here.
4. Paper should not exceed 15 printed pages (1.5 spaces) including figure(s) and table(s)

### Article Structure

1. Please ensure that the e-mail address is given, up to date and available for communication by the corresponding author
2. Article structure for original research contains

**Title**, The purpose of a title is to grab the attention of your readers and help them decide if your work is relevant to them. Title should be concise no more than 15 words. Indicate clearly the difference of your work with previous studies.

**Abstract**, The abstract is a condensed version of an article, and contains important points of introduction, methods, results, and conclusions. It should reflect clearly the content of the article. There is no reference permitted in the abstract, and abbreviation preferably be avoided. Should abbreviation is used, it has to be defined in its first appearance in the abstract.

**Keywords**, Keywords should contain minimum of 3 and maximum of 6 words, separated by semicolon. Keywords should be able to aid searching for the article.

**Introduction**, Introduction should include sufficient background, goals of the work, and statement on the unique contribution of the article in the field. Following questions should be addressed in the introduction: Why the topic is new and important? What has been done previously? How result of the research contribute to new understanding to the field? The introduction should be concise, no more than one or two pages, and written in present tense.

Material and methods, “This section mentions in detail material and methods used to solve the problem, or prove or disprove the hypothesis. It may contain all the terminology and the notations used, and develop the equations used for reaching a solution. It should allow a reader to replicate the work”

**Result and discussion**, “This section shows the facts collected from the work to show new solution to the problem. Tables and figures should be clear and concise to illustrate the findings. Discussion explains significance of the results.”

**Conclusions**, “Conclusion expresses summary of findings, and provides answer to the goals of the work. Conclusion should not repeat the discussion.”

**Acknowledgment**, Acknowledgement consists funding body, and list of people who help with language, proof reading, statistical processing, etc.

**References**, We suggest authors to use citation manager such as Mendeley to comply with Ecology style. References are at least 10 sources. Ratio of primary and secondary sources (definition of primary and secondary sources) should be minimum 80:20.

#### Journals

Adam, M., Corbeels, M., Leffelaar, P.A., Van Keulen, H., Wery, J., Ewert, F., 2012. Building crop models within different crop modelling frameworks. *Agric. Syst.* 113, 57–63. doi:10.1016/j.agsy.2012.07.010

Arifin, M.Z., Probawati, B.D., Hastuti, S., 2015. Applications of Queuing Theory in the Tobacco Supply. *Agric. Sci. Procedia* 3, 255–261. doi:10.1016/j.aaspro.2015.01.049

#### Books

Agrios, G., 2005. *Plant Pathology*, 5th ed. Academic Press, London.