



**ANALISIS PERTUMBUHAN DAN AKTIVITAS ENZIM
PENGHIDROLISIS SUKROSA PADA TANAMAN TEBU (*Saccharum
officinarum* L.) MUTAN VARIETAS BULULAWANG**

SKRIPSI

**Oleh
Selvi Nurika Kristina
NIM. 121510501086**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2016



**ANALISIS PERTUMBUHAN DAN AKTIVITAS ENZIM
PENGHIDROLISIS SUKROSA PADA TANAMAN TEBU (*Saccharum
officinarum* L.) MUTAN VARIETAS BULULAWANG**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Agroteknologi (S1) dan
mencapai gelar Sarjana Pertanian

Oleh

Selvi Nurika Kristina

NIM. 121510501086

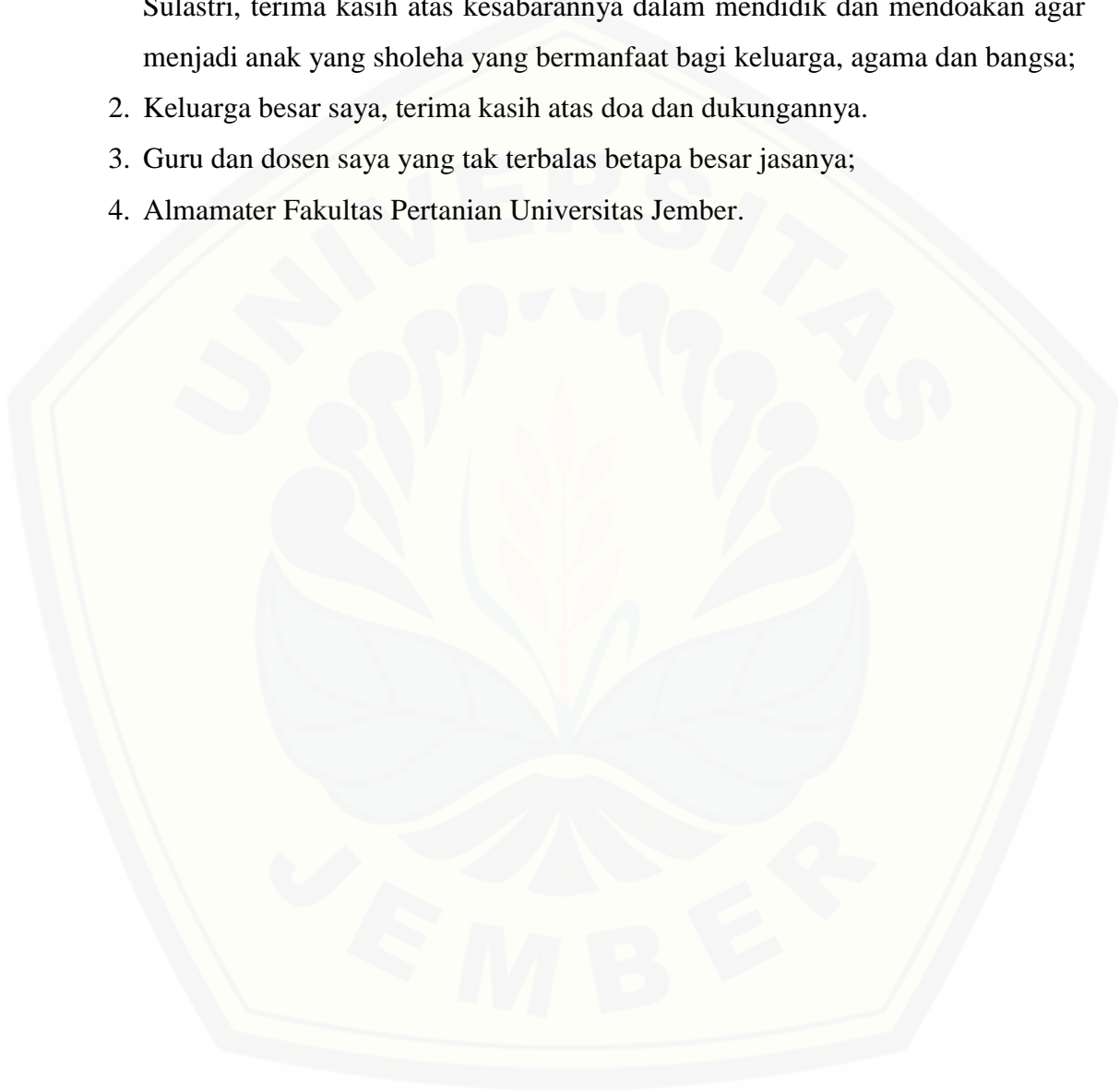
**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2016

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Orang tua saya, Ayahanda Miseran dan Ponito dan juga Ibunda Sulasmi dan Sulastri, terima kasih atas kesabarannya dalam mendidik dan mendoakan agar menjadi anak yang sholeha yang bermanfaat bagi keluarga, agama dan bangsa;
2. Keluarga besar saya, terima kasih atas doa dan dukungannya.
3. Guru dan dosen saya yang tak terbalas betapa besar jasanya;
4. Almamater Fakultas Pertanian Universitas Jember.



MOTTO

“Hai orang-orang yang beriman, Jadikanlah sabar dan shalatmu Sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar”

(Al-Baqarah: 153)

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagi kamu. Dan boleh jadi kamu mencintai sesuatu, padahal ia amat buruk bagi kamu. Allah Maha mengetahui sedangkan kamu tidak mengetahui”

(Al-Baqarah: 216)

“Siapapun yang menempuh suatu jalan untuk mendapatkan ilmu, maka Allah akan memberikan kemudahan jalannya menuju surga”

(H.R Muslim)

“Pendidikan merupakan perlengkapan paling baik untuk hari tua”

(Aristoteles)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Selvi Nurika Kristina

NIM : 121510501086

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “**Analisis Pertumbuhan dan Aktivitas Enzim Penghidrolisis Sukrosa pada Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Mutan Varietas Bululawang**” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Desember 2016

Yang menyatakan,

Selvi Nurika Kristina

NIM 121510501086

SKRIPSI

**ANALISIS PERTUMBUHAN DAN AKTIVITAS ENZIM
PENGHIROLISIS SUKROSA PADA TANAMAN TEBU (*Saccharum
officinarum* L.) MUTAN VARIETAS BULULAWANG**

Oleh

Selvi Nurika Kristina

NIM. 121510501086

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Miswar, M.Si.

NIP : 19641019 1990021 002

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Usmadi, M.P.

NIP : 19620808 1988021 001

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “**Analisis Pertumbuhan dan Aktivitas Enzim Penghidrolisis Sukrosa pada Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Mutan Varietas Bululawang**” telah diuji dan disahkan pada :

Hari, tanggal : Rabu, 28 Desember 2016

Tempat : Fakultas Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Dr.Ir, Miswar, M.Si.

NIP. 19641019 199002 1002

Penguji I,

Ir. Usmadi, M.P.

NIP. 19620808 198802 1001

Penguji II,

Tri Handoyo, S.P., M.Agr.,Ph.D.

NIP. 19711202 199802 1001

Prof. Tri Agus Siswoyo, S.P., M.Agr.,Ph.D.

NIP. 19700810 199803 1001

Mengesahkan
Dekan,

Ir. Sigit Soeparjono, MS., Ph.D.

NIP. 196007506 198702 1001

RINGKASAN

Analisis Pertumbuhan dan Aktivitas Enzim Penghidrolisis Sukrosa pada Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Mutan Varietas Bululawang; Selvi Nurika Kristina, 121510501086; 2016; 53 halaman; Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember.

Tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan tanaman yang berperan sebagai sumber utama penghasil gula dan memiliki nilai ekonomi cukup tinggi. Gula merupakan kebutuhan pokok masyarakat dan juga sebagai bahan baku industri baik makanan maupun minuman. Organ tanaman yang sangat berperan penting dalam sintesis atau pembentukan sukrosa adalah daun, dimana daun merupakan tempat terjadinya fotosintesis dan tempat mensintesis sukrosa. Permasalahan penurunan rendemen tebu disebabkan karena terjadinya degradasi sukrosa menjadi gula-gula sederhana (*invert*), seperti glukosa dan fruktosa atau senyawa turunan lainnya. Gula-gula sederhana tersebut tidak dapat dikristalisasi sehingga menyebabkan penurunan rendemen. Enzim yang berperan dalam hidrolisis sukrosa adalah *Invertase*, dimana *invertase* menghidrolisis sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa. *Invertase* dibedakan menjadi beberapa kelompok berdasarkan perbedaan pH optimum yaitu *acid invertase* (AI), *neutral invertase* (NI) dan *alkaline invertase*. Salah satu usaha peningkatan rendemen tebu yaitu dengan menanam tebu mutan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pertumbuhan, kandungan sukrosa dan aktivitas enzim penghidrolisis sukrosa pada tanaman tebu mutan varietas bululawang. Penelitian ini dilakukan mulai bulan November 2015 – Juni 2016 dengan penanaman tebu di lapang. Analisis kandungan sukrosa, gula reduksi dan aktivitas enzim invertase daun tebu dilakukan di Laboratorium Pemuliaan Tanaman Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Jember. Penelitian ini menggunakan bahan tanam tebu mutan varietas bululawang hasil mutasi dengan mutagen kimia *ethyle methane sulphonate* (EMS). Percobaan dilakukan dengan menggunakan 5 genotipe tebu dimana 4 genotipe tebu mutan dan 1 genotipe tebu non mutan (kontrol) varietas Bululawang. Tiap genotipe

diambil 5 ruas dan dijadikan sebagai ulangan. Pemilihan genotipe batang tebu yang akan dijadikan sebagai bahan tanam yang terdiri dari genotipe tebu dengan kandungan sukrosa G1 (15,24%), G2 (15,57%), G3 (16,83%), G4 (18,56%) dan 1 genotipe tebu non mutan (kontrol) G0 (10,81%) (G0).

Berdasarkan hasil penelitian, penanaman tebu mutan hasil mutasi dengan *ethyle methane sulphonate* (EMS) menunjukkan bahwa bahan tanam baik tebu mutan maupun non mutan memiliki genotipe yang berbeda sehingga kemampuan tanaman dalam pertumbuhan, kandungan sukrosa, gula reduksi dan aktivitas enzim *invertase* juga berbeda. Parameter tinggi tanaman, diameter batang, jumlah ruas dan jumlah anakan menunjukkan tidak ada perbedaan antara tebu mutan dan tebu non mutan. Setiap genotipe memiliki tinggi tanaman, diameter batang, jumlah ruas dan jumlah anakan cenderung hampir sama. Pengukuran kandungan sukrosa daun tebu menunjukkan bahwa kandungan sukrosa daun tebu mutan cenderung lebih tinggi dibandingkan tebu non mutan, rata-rata kandungan sukrosa paling tinggi pada G4 (3,20 mg/g) dan kandungan sukrosa daun genotipe non mutan G0 (2,17 mg/g). Pengukuran kandungan gula reduksi daun menunjukkan bahwa tebu mutan cenderung memiliki kandungan gula reduksi lebih tinggi dibandingkan non mutan, rata-rata kandungan gula reduksi daun cenderung paling tinggi pada G3 (16,44 mg/g) dan genotipe non mutan G0 (12,22 mg/g). Aktivitas enzim *acid invertase*, *neutral invertase* dan *alkaline invertase* menunjukkan bahwa genotipe tebu mutan cenderung memiliki aktivitas enzim *invertase* (*acid*, *neutral* dan *alkaline*) lebih tinggi dibandingkan genotipe tebu non mutan.

SUMMARY

Analysis of Growth and Sucrose Hydrolyzed Enzyme Activities in Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) Mutant Varieties of Bululawang; Selvi Nurika Kristina, 121510501086; 2016; 53 pages; Agrotechnology Department, Agriculture Faculty, University of Jember.

Sugarcane was a plant who serves as the primary source of sugar producers and has a fairly high economic value. Sugar was a basic requirement of society and also as a raw material for industry good food as well as drinks. The organs of the plant are very instrumental in the synthesis or formation of sucrose was the leaf, which is the site of photosynthesis of leaves and place synthesise sucrose. The problem of the decline in yield in sugarcane is caused due to the degradation of sucrose into simple Confections (invert), such as glucose and fructose or other derivative compounds. The simple candy cannot be crystallization thus causing decrease in yield. An enzyme that plays a role in the hydrolysis of sucrose is Invertase, which hydrolyze sucrose invertase into glucose and fructose. Invertase was distinguished into several groups based on optimum pH differences just like acid invertase (AI), neutral invertase (NI) and alkaline invertase. One of the sugarcane yield enhancement effort that is by planting sugarcane mutant.

The purpose of this research was to know the content of sucrose and growth, enzyme activity on the plant cane sucrose of hydrolysis mutant varieties of bululawang. This research was conducted starting in November 2015 – June 2016 with the planting of sugarcane in the fields. Analysis of the content of sucrose, sugar reduction and invertase enzyme sugarcane leaves activity carried out in the laboratory of plant breeding Department of Cultivation farm, Faculty of Agriculture University of Jember. This research used sugarcane planting mutant varieties of mutations results bululawang with chemical mutagens ethyle methane sulphonate (EMS). The experiment was carried out using sugarcane genotypes 5 consisting of 4 genotypes of sugarcane mutant and 1 genotype of sugarcane non mutants (control) Bululawang varieties. Each genotype was taken 5 sections so the plants amounted to 25. The selection of genotypes of sugarcane stalked that

will serve as the planting material composed of sucrose content of sugarcane genotypes with G1 (15,24%), G2 (15,57%), G3 (16,83%), G4 (1%) and genotype 18.56 it cane non mutants (control) G0 (10.81%).

Based on the research results, the planting of sugarcane mutant mutation results with ethyle methane sulphonate (EMS) shows that planting materials good sugarcane mutant or non-mutants have a genotype different so that the ability of the plants in the growth, the contents of sucrose, sugar and invertase enzyme activity reduction are also different. the parameters of the plant stem diameter, height, number of section and the number of chicks showed no difference between the sugarcane mutant and non-mutant. Each genotype had a higher plant, stem diameter, number of sections and the number of chicks tend to be almost the same. Measurement of sucrose content of sugarcane leaves showed that the content of sucrose sugarcane leaf mutants tend to be higher than those of cane non mutants, the average content of sucrose is highest on G4 (3.20 mg/g) and leaf sucrose content of genotype of non-mutant G0 (2.17 mg/g). Measurement of the sugar content of leaf reduction shows that sugarcane mutant tend to have a higher reduction in sugar content than non-mutants, an average reduction of sugar content of the leaves tend to be highest in G3 (16.44 mg/g) and genotype of non-mutant G0 (12.22 mg/g). Activity of enzim acid invertase, neutral invertase and alkaline invertase of sugarcane genotypes showed that the mutant enzyme invertase activity tend to have (acid, neutral and alkaline) higher than sugarcane genotypes of non-mutants.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia, serta hidayah-Nya. Sholawat dan salam semoga tetap tercurahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW yang telah menuntun kita pada jalan yang benar. Penulis bersyukur atas terselesaikan dan tersusunnya skripsi yang berjudul “Analisis Pertumbuhan dan Aktivitas Enzim Penghidrolisis Sukrosa pada Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Mutan Varietas Bululawang“. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan sarjana (S1) pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ir. Sigit Soeparjono, M.S., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember;
2. Ir. Raden Soedrajad, M.T., selaku Ketua Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jember;
3. Ir. Hari Purnomo, M.Si., Ph.D., DIC., selaku Ketua Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember;
4. Dr. Ir. Miswar, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama, Ir. Usmedi, M.P., selaku Dosen Pembimbing Anggota, Tri Handoyo, S.P., M.Agr., Ph.D., selaku Dosen Penguji Utama, Prof. Tri Agus Siswoyo, S.P., M.Agr., Ph.D., selaku Dosen Penguji Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
5. Hardian Susilo Addy, S.P., M.P., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
6. Orangtuaku tercinta, Ayahanda Miseran dan Ponito serta Ibunda Sulasmi dan Sulastri, Kakakku Deny Darmawan, Adikku M. Imam Maliki serta keluarga besar yang tak henti-hentinya memberikan dorongan, semangat, serta do'a demi terselesaikannya skripsi ini;
7. Teman-teman seperjuangan Desy Rohmawati, Dewi Ulinihayah, Lintang A. Sasmita, Nadya Prijonggo, Nurlailatus Salama, Pricilia M. Gunawan,

- Sarwienda C. Utari, Selly R. Garnasih, Okit Tazkiyah, Veronika Susanti, yang selalu memberi dorongan dan semangat dalam menyelesaikan skripsi;
8. Teman-teman Laboratorium Genetika dan Pemuliaan Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Jember yang telah banyak membantu penulis selama studi;
 9. Teman-teman kelas B12 yang telah menjadi keluarga selama ini dan banyak membantu penulis selama studi;
 10. Teman-teman seangkatan 2012 Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember yang telah banyak membantu penulis selama studi.
 11. Teman-teman KKN 41 Rahmawati, Shoim, Devi, Putri, Noval, Helmy, Hamid, Afiz, Desy yang selalu menyemangati penulis;
 12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang memberikan bantuan dan dorongan selama mengikuti studi dan penulisan skripsi ini.

Penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan sehingga diharapkan adanya saran dan kritik untuk perbaikan selanjutnya. Harapan penulis semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca sebagai sumber informasi.

Jember, 28 Desember 2016

Penulis

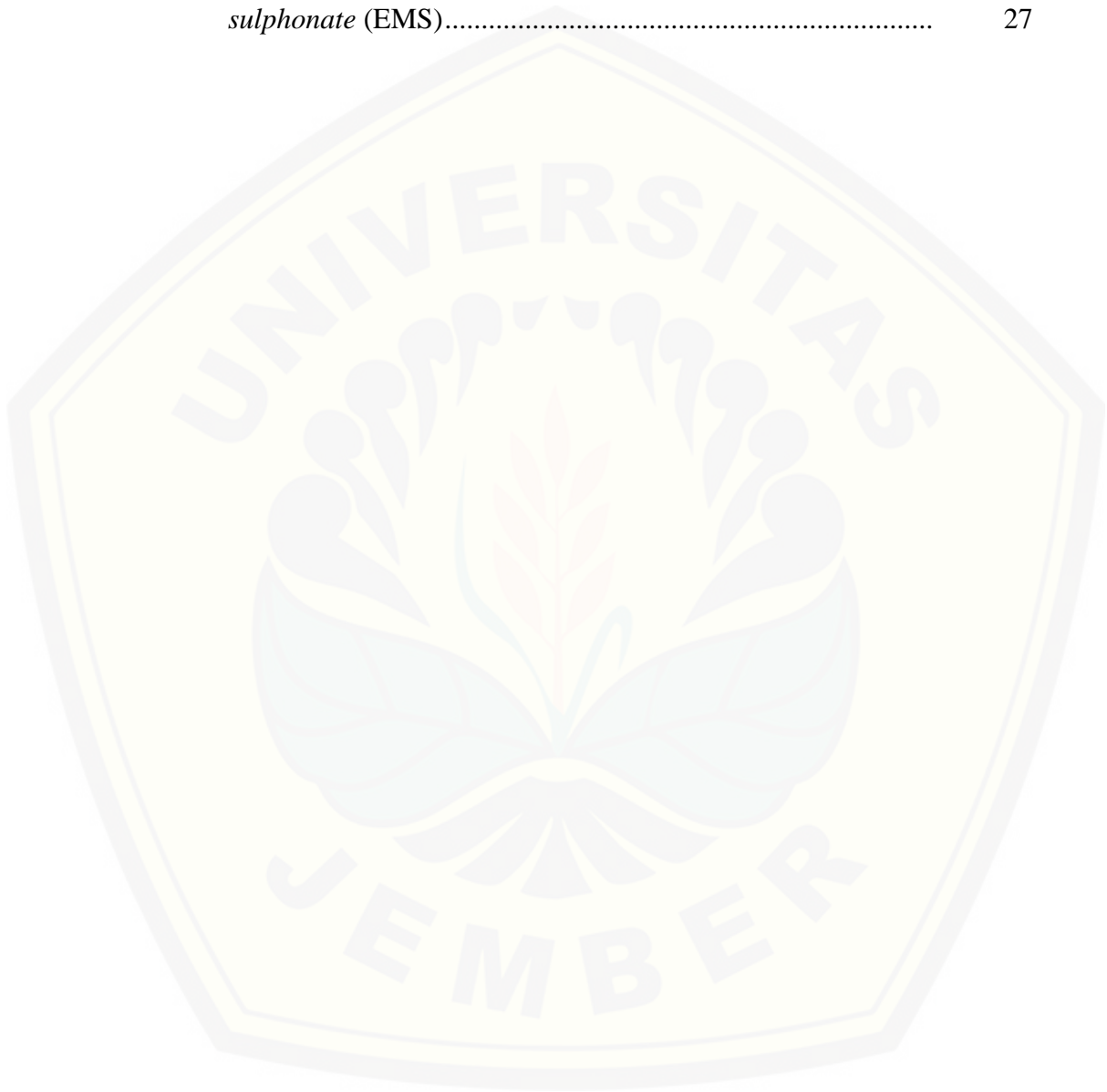
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN SAMPUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tanaman Tebu (<i>Saccharum officinarum</i> L.).....	5
2.2 Pertumbuhan Tanaman Tebu	6
2.3 Varietas Tebu Bululawang	7
2.4 Sintesis Sukrosa dan Degradasi Sukrosa Daun.....	8
2.5 Aktivitas Enzim <i>Acid Invertase</i> , <i>Neutral Invertase</i> dan <i>Alkaline Invertase</i>	11
2.6 Mutan Tebu Hasil Mutasi Dengan EMS (<i>ethyle methane sulphonate</i>)	12

2.7 Hipotesis	13
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	14
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	14
3.2 Bahan dan Alat Penelitian.....	14
3.3 Metode Percobaan.....	14
3.4 Pelaksanaan Percobaan	15
3.5 Variabel Pengamatan	16
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	19
4.1 Hasil	19
4.1.1 Tinggi Tanaman Tebu	19
4.1.2 Diameter Batang Tanaman Tebu	20
4.1.3 Jumlah Ruas Tanaman Tebu	20
4.1.4 Jumlah Anakan Tanaman Tebu	21
4.1.5 Kandungan Sukrosa Daun	22
4.1.6 Kandungan Gula Reduksi Daun	23
4.1.7 Aktivitas Enzim <i>Acid Invertase</i>	24
4.1.8 Aktivitas Enzim <i>Neutral Invertase</i>	25
4.1.9 Aktivitas Enzim <i>Alkaline Invertase</i>	26
4.2 Pembahasan.....	27
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	38
5.1 Kesimpulan	38
5.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN	44

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Data hasil tebu mutan 1 mutasi dengan <i>ethyle methane sulphonate</i> (EMS).....	27



DAFTAR GAMBAR

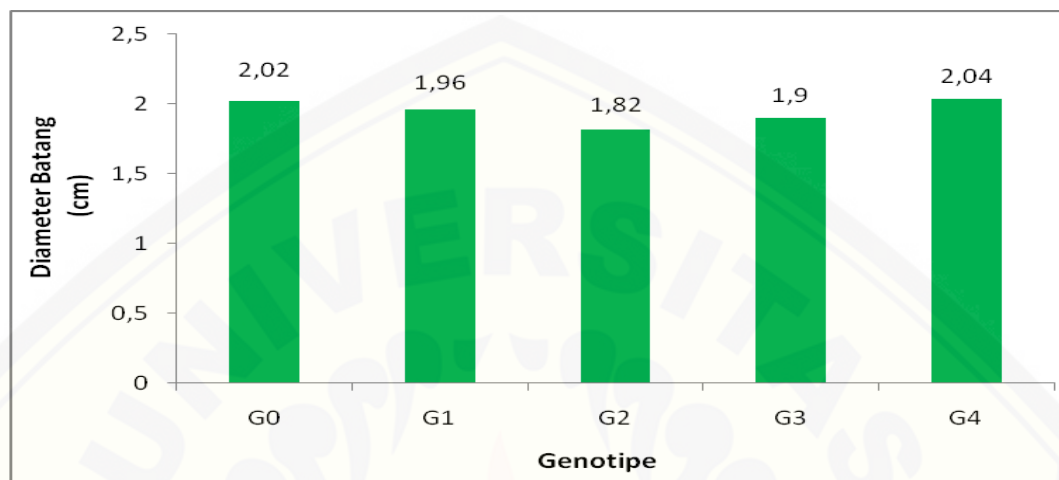
	Halaman
Gambar 2.1 Mekanisme asimilasi karbon pada tanaman C4 yang terjadi pada sel mesofil dan <i>bundle sheath cell</i>	9
Gambar 2.2 Jalur hidrolisis sukrosa oleh enzim <i>invertase</i>	11
Gambar 2.3 Reaksi Hidrolisis Sukrosa Oleh <i>Invertase</i>	12
Gambar 4.1 Grafik Rata-Rata Tinggi Tanaman Tebu	19
Gambar 4.2 Grafik Rata-Rata Diameter Batang Tanaman Tebu	20
Gambar 4.3 Grafik Rata-Rata Jumlah Ruas Tanaman Tebu	21
Gambar 4.4 Grafik Rata-Rata Jumlah Anakan Tanaman Tebu	21
Gambar 4.5 Grafik Rata-Rata Kandungan Sukrosa Daun.....	22
Gambar 4.6 Grafik Rata-Rata Kandungan Gula Reduksi Daun	23
Gambar 4.7 Grafik Rata-Rata Aktivitas Enzim <i>Acid Invertase</i>	24
Gambar 4.8 Grafik Rata-Rata Aktivitas Enzim <i>Neutral Invertase</i>	25
Gambar 4.9 Grafik Rata-Rata Aktivitas Enzim <i>Alkaline Invertase</i>	26
Gambar 4.10 Grafik Hubungan Aktivitas <i>Acid Invertase</i> Terhadap Kandungan Sukrosa Daun Tebu.....	35
Gambar 4.11 Grafik Hubungan Aktivitas <i>Neutral Invertase</i> Terhadap Kandungan Sukrosa Daun Tebu	36
Gambar 4.12 Grafik Hubungan Aktivitas <i>Alkaline Invertase</i> Terhadap Kandungan Sukrosa Daun Tebu	37

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Rata-Rata Tinggi Tanaman Tebu	44
Lampiran 2. Data Rata-Rata Diameter Batang Tebu	44
Lampiran 3. Data Rata-Rata Jumlah Ruas Tebu	44
Lampiran 4. Data Rata-Rata Jumlah Anakan Tebu	45
Lampiran 5. Data Kandungan Sukrosa Daun Tebu	45
Lampiran 6. Data Rata-Rata Kandungan Sukrosa Daun Tebu	46
Lampiran 7. Data Kandungan Gula Reduksi Daun Tebu	46
Lampiran 8. Data Rata-Rata Kandungan Gula Reduksi Daun Tebu ..	47
Lampiran 9. Data Aktivitas Enzim <i>Acid Invertase</i>	47
Lampiran 10. Data Rata-Rata Aktivitas Enzim <i>Acid Invertase</i>	48
Lampiran 11. Data Aktivitas Enzim <i>Neutral Invertase</i>	48
Lampiran 12. Data Rata-Rata Aktivitas Enzim <i>Neutral Invertase</i>	49
Lampiran 13. Data Aktivitas Enzim <i>Alkaline Invertase</i>	49
Lampiran 14. Data Rata-Rata Aktivitas Enzim <i>Alkaline Invertase</i>	50
Lampiran 15. Tabel Hasil Nilai F-Hitung Penelitian Sebelumnya	50
Lampiran 16. Dokumentasi Penelitian	51

4.1.2 Diameter Batang Tanaman Tebu

Pengukuran diameter batang dilakukan pada saat tanaman berumur 5 bulan menggunakan jangka sorong, cara mengukurnya yaitu batang tebu diukur 10 cm dari permukaan media tanam. Berikut rata-rata diameter batang tanaman tebu:

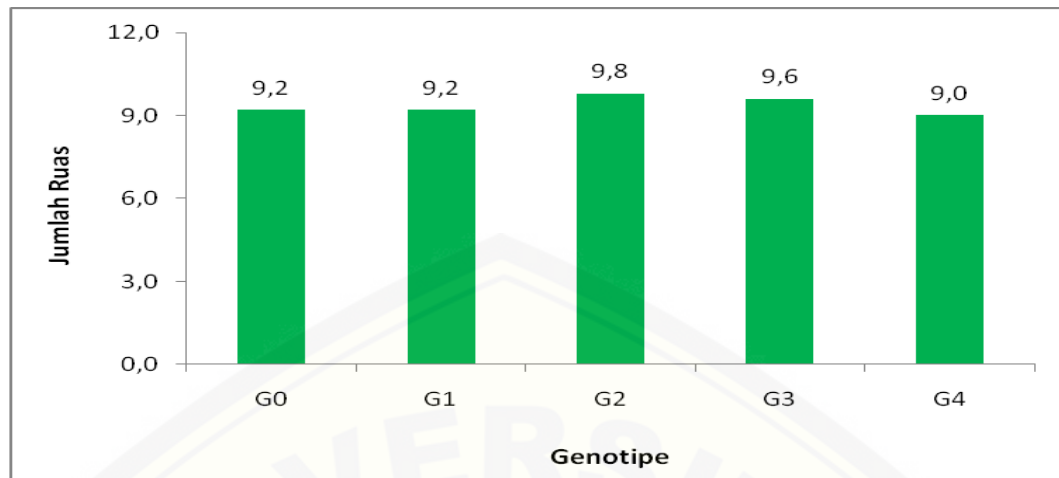


Gambar 4.2 Grafik Rata-Rata Diameter Batang Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) dengan Genotipe Tebu Kontrol (G0) dan Tebu Mutan (G1, G2, G3 dan G4).

Berdasarkan grafik rata-rata diameter batang tanaman tebu di atas (Gambar 4.2), dapat dilihat bahwa diameter batang tebu mutan cenderung hampir sama dengan tebu non mutan (kontrol). Rata-rata diameter batang yang cenderung lebih besar hingga cenderung lebih kecil antara lain, G4 (2,04 cm); G0 (2,02 cm); G1 (1,96 cm); G3 (1,90 cm) dan G2 (1,82 cm).

4.1.3 Jumlah Ruas Tanaman Tebu

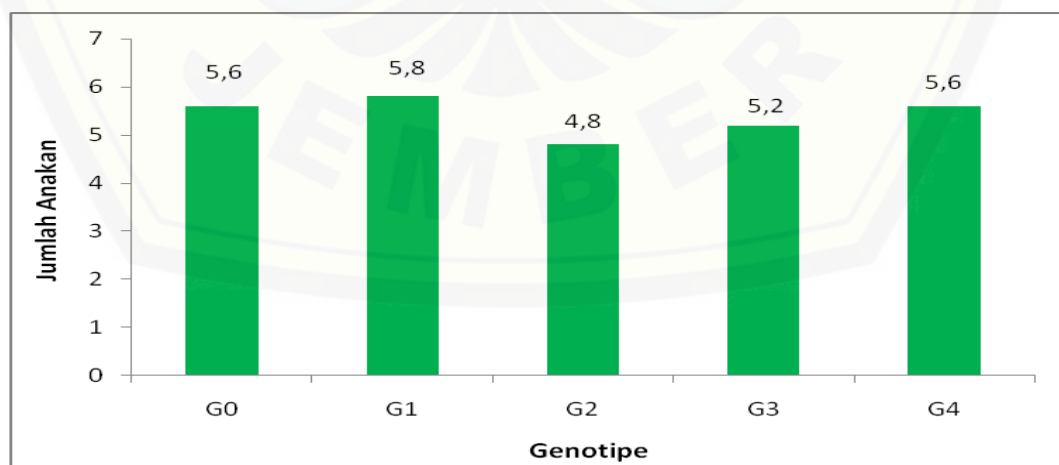
Jumlah ruas tebu dihitung pada saat tanaman berumur 5 bulan. Berdasarkan grafik rata-rata jumlah ruas (Gambar 4.3), menunjukkan bahwa pada parameter jumlah ruas tidak terdapat perbedaan antara genotipe tebu mutan dan tebu non mutan (kontrol). Apabila dilihat secara umum, tebu mutan cenderung memiliki jumlah ruas lebih banyak dibandingkan tebu kontrol. Rata-rata jumlah ruas tebu cenderung lebih banyak hingga cenderung lebih sedikit antara lain G2 (9,8); G3 (9,6); G1 (9,2); G0 (9,2) dan G4 (9,0).



Gambar 4.3 Grafik Rata-Rata Jumlah Ruas Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) dengan Genotipe Tebu Kontrol (G0) dan Tebu Mutan (G1, G2, G3 dan G4).

4.1.4 Jumlah Anakan Tanaman Tebu

Jumlah anakan merupakan variabel pengamatan yang penting untuk untuk dihitung berkaitan dengan usaha peningkatan produktivitas tebu. Menurut Rokhman dkk, (2014), anakan tebu merupakan faktor penting yang mempengaruhi prouktivitas tebu. Produktivitas tebu per satuan lahan ditentukan oleh kemampuan tanaman membentuk anakan. Semakin banyak anakan tebu yang terbentuk, maka hasil tebu akan melimpah. Berikut rata-rata jumlah anakan tanaman tebu umur 5 bulan:

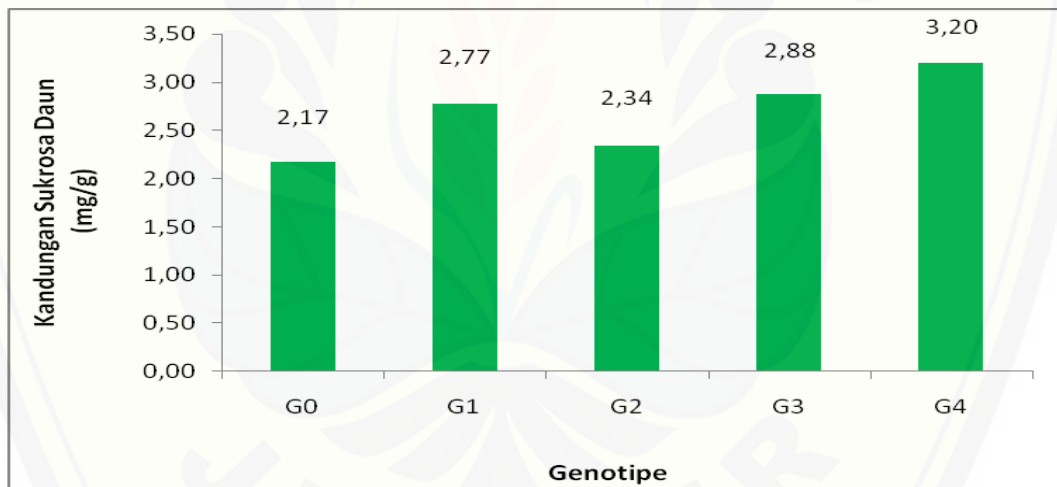


Gambar 4.4 Grafik Rata-rata Jumlah Anakan Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) dengan Genotipe Tebu Kontrol (G0) dan Tebu Mutan (G1, G2, G3 dan G4).

Berdasarkan grafik rata-rata jumlah anakan tanaman tebu di atas (Gambar 4.4), menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan antara jumlah anakan tebu mutan dengan tebu non mutan (kontrol). Rata-rata jumlah anakan cenderung lebih banyak hingga cenderung memiliki jumlah anakan sedikit diantaranya, G1 (5,8); G4 (5,6); G0 (5,6), G3 (5,2) dan G2 (4,8).

4.1.5 Kandungan Sukrosa Daun (mg/g)

Sukrosa atau sering disebut dengan gula, merupakan disakarida dengan rumus kimia $C_{12}H_{22}O_{11}$ (β -D-fructofuranocyl- α -D-glucopyranoside). Secara komersial sukrosa umumnya diperoleh dari tebu (*Saccharum officinarum*) yang merupakan tanaman daerah tropis dan *beet* (*Beta vulgaris*) yang merupakan tanaman subtropis (Purnamawati, 2006). Sukrosa merupakan hasil fotosintat yang dari proses fotosintesis. Berikut data rata-rata kandungan sukrosa tanaman tebu:



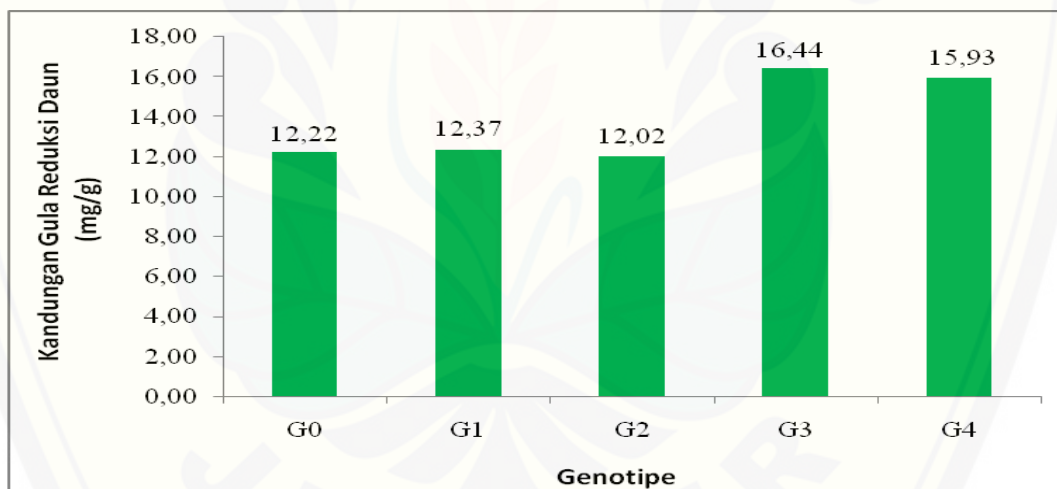
Gambar 4.5 Grafik Rata-Rata Kandungan Sukrosa Daun Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) dengan Genotipe Tebu Kontrol (G0) dan Tebu Mutan (G1, G2, G3 dan G4).

Berdasarkan grafik rata-rata kandungan sukrosa di atas (Gambar 4.5), menunjukkan bahwa genotipe tebu mutan cenderung menghasilkan kandungan sukrosa lebih tinggi dibandingkan non mutan (kontrol). Dari keseluruhan tebu mutan genotipe G1, G3 dan G4 mempunyai potensi lebih baik dibandingkan G2 dalam menghasilkan sukrosa. Rata-rata kandungan sukrosa daun yang cenderung

memiliki kandungan lebih tinggi hingga rendah antara lain, G4 (3,20 mg/g); G3 (2,88 mg/g); G1 (2,77 mg/g); G2 (2,34 mg/g) dan G0 (2,17 mg/g).

4.1.6 Kandungan Gula Reduksi Daun (mg/g)

Gula reduksi merupakan gula yang mempunyai kemampuan untuk mereduksi. Sifat mereduksi ini disebabkan adanya gugus hidroksi yang bebas dan reaktif. Gula reduksi merupakan kandungan gula monosakarida (glukosa dan fruktosa). Menurut Kurniyanto (2009), gula reduksi adalah salah satu dari jenis karbohidrat, gula reduksi pada tumbuhan adalah gula sisa hasil fotosintesis yang disimpan dalam jaringan. Gula reduksi yang dihasilkan dari fotosintesis digunakan pada aktivitas fisiologi tumbuhan seperti pada proses membuka dan menutupnya stomata dalam rangka menjaga turgor sel agar tetap seimbang. Berikut data rata-rata kandungan gula reduksi tanaman tebu:



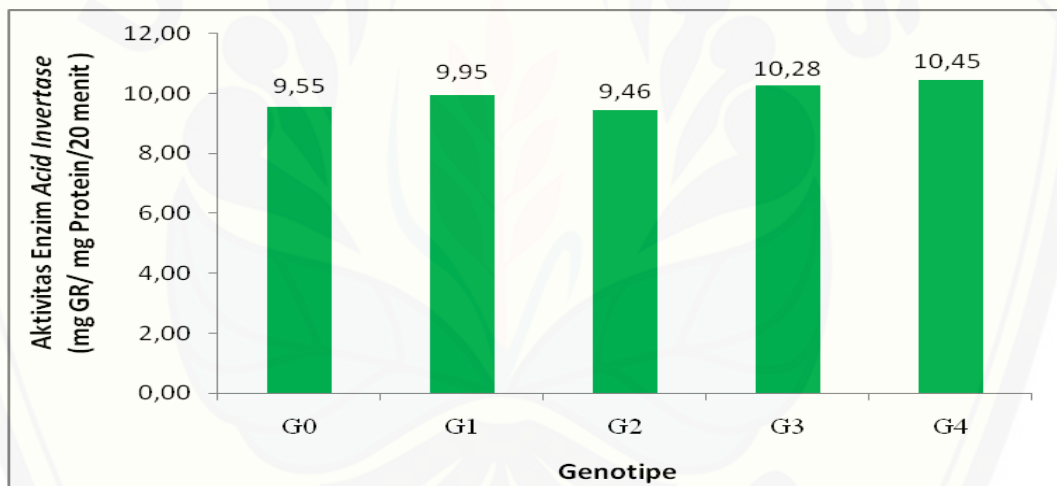
Gambar 4.6 Grafik Rata-Rata Kandungan Gula Reduksi Daun Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) dengan Genotipe Tebu Kontrol (G0) dan Tebu Mutan (G1, G2, G3 dan G4).

Berdasarkan grafik rata-rata kandungan gula reduksi di atas (Gambar 4.6), menunjukkan hasil rata-rata kandungan gula reduksi genotipe tebu mutan G3 dan G4 cenderung memiliki rata-rata kandungan gula reduksi lebih tinggi dibandingkan tebu non mutan (kontrol) dan genotipe tebu mutan lainnya. Rata-rata kandungan gula reduksi daun yang cenderung lebih tinggi hingga rendah

anantara lain, G3 (16,44 mg/g); G4 (15,93 mg/g); G1 (12,37 mg/g); G0 (12,22 mg/g) dan G2 (12,02 mg/g).

4.1.7 Aktivitas Enzim *Acid Invertase* (mg GR/mg protein/20 menit)

Enzim merupakan salah satu jenis protein globular khusus tiga dimensi yang dapat bertindak sebagai molekul biologis, untuk mengkatalisasi dan mengatur reaksi kimia dalam organisme. *Invertase* termasuk ke dalam enzim hidrolase. *Hidrolase* merupakan enzim yang sangat penting bagi pengolahan pangan, karena enzim tersebut mengkatalisis reaksi hidrolisis suatu substrat atau pemecahan substrat dengan pertolongan molekul air. Enzim *invertase* menghidrolisis substrat berupa sukrosa, produk hidrolisis berupa gula pereduksi yaitu glukosa dan fruktosa (Hadiyana, 2011). Berikut data rata-rata enzim *acid invertase* tanaman tebu:



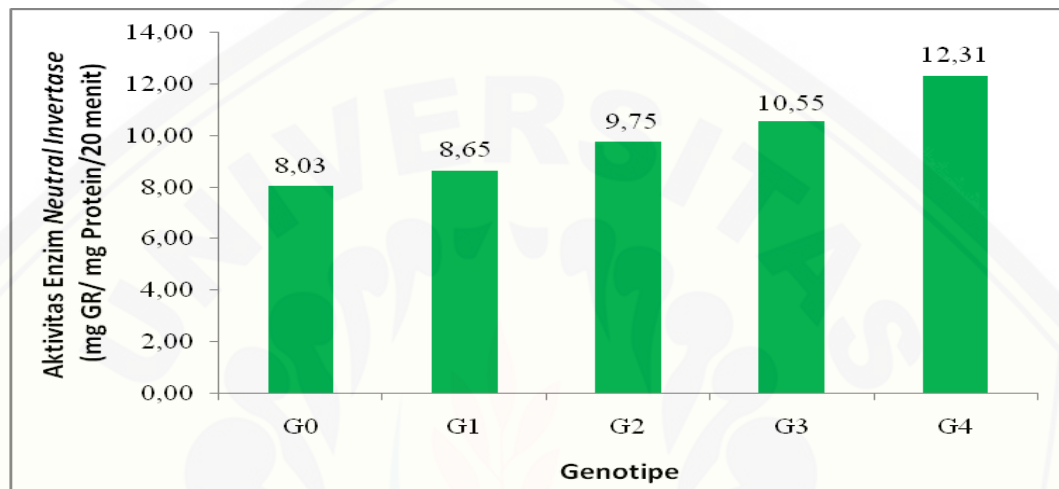
Gambar 4.7 Grafik Rata-Rata Aktivitas Enzim *Acid Invertase* Daun Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) dengan Genotipe Tebu Kontrol (G0) dan Tebu Mutan (G1, G2, G3 dan G4).

Berdasarkan grafik di atas (Gambar 4.7), terlihat bahwa genotipe tebu mutan cenderung memiliki aktivitas enzim *acid invertase* lebih tinggi dibandingkan tebu non mutan (kontrol). Dilihat secara keseluruhan genotipe tebu mutan memiliki aktivitas enzim *acid invertase* lebih tinggi dibandingkan tebu non mutan (kontrol). Rata-rata aktivitas enzim *acid invertase* yang cenderung memiliki aktivitas lebih tinggi hingga cenderung lebih rendah antara lain, G4 (10,45 mg GR/0,038 mg protein/20 menit); G3 (10,28 mg GR/0,034 mg protein/20 menit); G1 (9,95 mg

GR/0,034 mg protein/20 menit); G0 (9,55 mg GR/0,033 mg protein/20 menit) dan G2 (9,46 mg GR/0,036 mg protein/20 menit)

4.1.8 Aktivitas Enzim *Neutral Invertase* (mg GR/mg protein/20 menit)

Enzim *neutral invertase* memiliki pH netral yaitu pH 7. Berikut rata-rata aktivitas enzim *neutral invertase*:

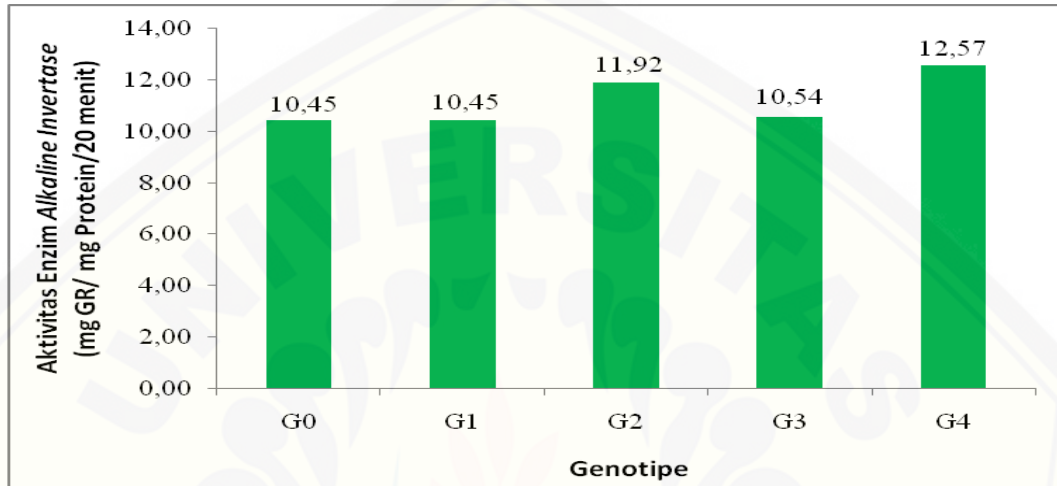


Gambar 4.8 Grafik Rata-Rata Aktivitas Enzim *Neutral Invertase* Daun Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) dengan Genotipe Tebu Kontrol (G0) dan Tebu Mutan (G1, G2, G3 dan G4).

Berdasarkan grafik di atas (Gambar 4.8), menunjukkan bahwa genotipe tebu mutan cenderung memiliki aktivitas enzim *neutral invertase* lebih tinggi dibandingkan genotipe tebu non mutan (kontrol). Secara umum terlihat pada genotipe tebu mutan memiliki aktivitas enzim *neutral invertase* yang tinggi. Rata-rata aktivitas enzim *neutral invertase* yang cenderung memiliki aktivitas enzim lebih tinggi hingga cenderung lebih rendah antara lain, G4 (12,31 mg GR/0,038 mg protein/20 menit); G3 (10,55 mg GR/0,034 mg protein/20 menit); G2 (9,75 mg GR/0,036 mg protein/20 menit); G1 (8,56 mg GR/0,034 mg protein/20 menit) dan G0 (8,03 mg GR/0,033 mg protein/20 menit).

4.1.9 Aktivitas Enzim *Alkaline Invertase* (mg GR/mg protein/20 menit)

Enzim *alkaline invertase* juga merupakan enzim yang berperan dalam hidrolisis sukrosa. Enzim *alkaline invertase* memiliki pH > 8,5 sehingga bersifat basa. Berikut data rata-rata aktivitas enzim *alkaline invertase* pada daun tanaman tebu:



Gambar 4.9 Grafik Rata-Rata Aktivitas Enzim *Alkaline Invertase* Daun Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) dengan Genotipe Tebu Kontrol (G0) dan Tebu Mutan (G1, G2, G3 dan G4).

Berdasarkan grafik di atas (Gambar 4.9), menunjukkan bahwa genotipe tebu mutan cenderung memiliki aktivitas enzim *alkaline invertase* lebih tinggi dibandingkan genotipe tebu non mutan (kontrol). Terlihat dari keseluruhan genotipe tebu mutan G2, G3 dan G4 memiliki aktivitas enzim lebih tinggi dibandingkan genotipe G1 dan kontrol. Rata-rata aktivitas enzim *alkaline invertase* yang memiliki aktivitas enzim cenderung lebih tinggi hingga cenderung lebih rendah antara lain, G4 (12,57 mg GR/0,038 mg protein/20 menit); G2 (11,92 mg GR/0,036 mg protein/20 menit); G3 (10,54 mg GR/ 0,034 mg protein/20 menit).

4.2 Pembahasan

Pada penelitian ini, menggunakan bahan tanam tebu mutan hasil mutasi menggunakan senyawa kimia *ethyle methane sulfonate* (EMS). Tebu yang digunakan adalah varietas bululawang. Pembibitan tebu mutan secara *single bud* (satu mata tunas), yaitu memotong batang atau ruas setiap satu mata tunas kemudian dikecambahkan sampai tanaman berumur 3-4 minggu. Setelah itu, dipindah pada polibag yang besar dan media yang banyak agar mampu menompang pertumbuhan tanaman tebu. Pada penelitian ini ingin mengetahui pertumbuhan dan aktivitas enzim *invertase* sebagai enzim yang berperan dalam hidrolisis sukrosa. Genotipe yang ditanam yaitu mengambil batang tanaman tebu yang memiliki rendemen atau kandungan sukrosa yang tinggi untuk selanjutnya diamati. Beberapa variabel pengamatan yang diamati agar memudahkan pengamatan berupa tinggi tanaman, diameter batang, jumlah anakan dan jumlah ruas. Tidak hanya faktor pertumbuhan tetapi juga secara biokimia juga diamati seperti kandungan sukrosa, kandungan gula reduksi dan aktivitas enzim *invertase* (*acid, neutral, alkaline*). Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan yang sebelumnya melakukan kegiatan mutasi dengan mutagen kimia *ethyle methane sulphonate* (EMS). Berikut data tebu mutan 1 dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Data hasil tebu mutan 1 mutasi dengan *ethyle methane sulphonate* (EMS)

Variabel pengamatan	Mutan 1
Tinggi tanaman	235,1 cm
Jumlah ruas	5,4 ruas
Diameter batang	2,36 cm
Jumlah anakan	10,4 batang
Kandungan sukrosa daun	2,6 mg/g
Kandungan gula reduksi daun	20,14 mg/g

Hasil pengukuran tinggi tanaman tebu berumur 5 bulan dapat dilihat pada (Gambar 4.1), menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan antara tinggi tanaman tebu mutan dengan tebu non mutan (kontrol). Hal tersebut dapat dilihat pada nilai rata-rata tinggi tanaman, tebu mutan genotipe G3 yaitu (289,4 cm)

cenderung paling tinggi dibandingkan kontrol dan tebu mutan lainnya, sedangkan genotipe tebu mutan G4 memiliki rata-rata tinggi tanaman cenderung lebih rendah (276,2 cm). Menurut Harjanti dkk, (2014), Tinggi tanaman tebu dipengaruhi oleh baik buruknya pertumbuhan, jenis tebu maupun keadaan iklim. Pertambahan tinggi tanaman merupakan bentuk peningkatan pembelahan sel-sel akibat adanya asimilat yang meningkat. Tanaman tebu mutan yang ditanam memiliki genotipe yang berbeda sehingga tinggi tanaman setiap genotipe juga berbeda. Tinggi tanaman tebu pada penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa perlakuan kontrol (tanpa mutasi) lebih tinggi dibandingkan tebu yang dimutasi dengan mutagen kimia EMS. Rata-rata tinggi tanaman kontrol 238,5 cm dan tebu mutasi 235,1 cm. Apabila dibandingkan dengan tinggi tanaman tebu pada penelitian ini tebu non mutan (kontrol) rata-ratanya 277,0 cm dan tebu mutan mencapai 289,4 cm. Hal ini dapat dikatakan bahwa baik pada tebu non mutan (kontrol) maupun tebu mutan tinggi tanaman cenderung meningkat, selain itu adanya perlakuan mutasi dengan EMS mampu meningkatkan tinggi tanaman tebu.

Fase pertumbuhan dan perkembangan paling kritis pada tanaman tebu adalah pada fase perkecambahan dan pembentukan tunas. Perkecambahan yang baik akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman tebu, sedangkan pertunasan yang baik dapat memberikan populasi tanaman dan jumlah batang yang diinginkan untuk memperoleh rendemen yang optimal (Khuluq dan Hamida, 2014). Batang merupakan hal yang paling penting dalam pertumbuhan tanaman tebu karena dari batang produksi gula didapatkan. Batang tebu beruas-ruas dan padat pada bagian luarnya memiliki kulit yang keras dan dalamnya mengandung jaringan parenkim.

Diameter batang tebu dapat dilihat pada (Gambar 4.2), menunjukkan bahwa diameter tebu mutan cenderung sama dengan tebu kontrol tidak memiliki perbedaan yang jauh. Genotipe tebu mutan pada penelitian ini cenderung memiliki diameter lebih besar. Genotipe G4 yang memiliki diameter batang lebih besar dibandingkan dengan genotipe lainnya, namun pada genotipe kontrol dan G1 juga masih memiliki potensi dalam membentuk batang yang lebih besar. Besar kecilnya diameter batang tebu akan menentukan jumlah sukrosa yang dihasilkan.

Dimana semakin besar diameter batang kemungkinan nira tebu yang dihasilkan juga lebih banyak. Pertumbuhan batang tebu terdiri dari beberapa bagian atau rumpun terdiri dari batang primer, batang sekuder dan batang tersier. Menurut Harjanti dkk, (2014), bahwa rumpun tebu normal terdiri atas satu batang primer, dua sampai tiga batang sekuder dan tiga sampai empat batang tersier. Batang primer biasanya terpanjang namun dengan diameter batang terkecil, batang sekuder beruas panjang dan diameter sedang, batang tersier beruas lebih panjang dan diameter besar. Selain itu menurut Sunaryo (2007), tebu yang tumbuh di intensitas sinar matahari penuh, akan memiliki lebih banyak tunas, berdiameter lebih besar, daun lebih lebar dan hijau warnanya, serta kadar bahan keringnya lebih tinggi dari tebu yang kurang sinar matahari.

Diameter batang pada penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa tebu dengan perlakuan mutasi memiliki diameter batang lebih besar dibandingkan dengan perlakuan kontrol (tanpa mutasi). Rata-rata diameter batang tebu hasil mutasi mencapai 2,36 cm dan rata-rata diameter batang tebu kontrol 2,2 cm. Apabila dibandingkan dengan hasil pada penelitian ini diameter batang non mutan (kontrol) 2,02 cm dan rata-rata diameter batang tebu mutan G4 (2,04 cm); G3 (1,90 cm); G2 (1,82 cm) dan G1 (1,96 cm). Cenderung terdapat perbedaan diameter batang pada penelitian sebelumnya dan hasil penelitian saat ini, namun perbedaan tersebut tidak terlalu signifikan sehingga diameter batang cukup stabil tidak mengalami penurunan yang besar.

Jumlah ruas tebu dapat dilihat pada (Gambar 4.3), menunjukkan bahwa baik pada genotipe tebu mutan dan tebu kontrol tidak memiliki perbedaan. Dilihat pada rata-rata jumlah ruas batang tebu yang hampir sama. Bertambahnya jumlah ruas seiring dengan tinggi tanaman dan diameter batang, dimana semakin tinggi batang tebu kecenderungan terbentuknya jumlah ruas akan bertambah. Selain itu ruas tebu juga semakin bertambah panjang. Dari beberapa parameter pertumbuhan tersebut menunjukkan genotipe tebu mutan lebih tinggi apabila dibandingkan dengan kontrol. Hal ini berkaitan dengan hasil fotosintesis yang digunakan untuk pertumbuhan ruas batang. Yulianingtyas dkk, (2015), hasil fotosintesis pada tanaman digunakan untuk menghasilkan aktivitas sel pada ruas batang sehingga

bertambah panjang. Menurut Cahyono dan Rayan, (2011), tidak hanya faktor fotosintesis yang berpengaruh, bibit tebu yang memiliki ukuran besar juga berpengaruh penting karena akan mempercepat membentuk organ-organ tanaman seperti akar, batang, dan daun. Maka semakin cepat pula proses metabolisme dan fotosintesis yang kemudian memacu pertumbuhan tinggi, diameter batang dan jumlah ruas batang tanaman.

Jumlah ruas yang dihasilkan pada penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa tebu kontrol (tanpa mutasi) memiliki jumlah ruas lebih banyak dibandingkan tebu mutasi. Rata-rata jumlah ruas pada tebu kontrol 6 ruas dan jumlah ruas tebu mutasi yaitu 5,4 ruas. Apabila dibandingkan dengan jumlah ruas yang dihasilkan pada penelitian ini menunjukkan rata-rata jumlah ruas setiap genotipe yaitu G0 (9,2); G1 (9,2); G2 (9,8); G3 (9,6) dan G4 (9,0), terlihat bahwa baik pada tebu non mutan (kontrol) dan genotipe tebu mutan jumlah ruas cenderung lebih tinggi dari penelitian sebelumnya. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan mutasi dengan mutagen kimia EMS (*ethyle methane sulphonate*) meningkatkan jumlah ruas pada tebu mutan.

Jumlah anakan tebu dapat dilihat pada (Gambar 4.4), menunjukkan jumlah anakan antara tebu mutan dan tebu kontrol hampir sama dilihat dari rata-rata jumlah anakan pada tebu mutan. Tebu memiliki kemampuan untuk membentuk anakan dalam satu rumpun, selain ukuran diameter batang dan jumlah ruas yang penting sebagai penentu produksi gula, jumlah anakan juga sangat berpengaruh karena semakin banyak jumlah anakan maka akan semakin tinggi produksi tebu yang dihasilkan. Kuntohartono (1999), menyatakan bahwa tanaman tebu memiliki kemampuan pertumbuhan untuk menghasilkan anakan dalam satu rumpun. Pertunasan anakan dianggap paling penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman, karena pada stadium tersebut akan menghasilkan bobot tebu yang baik. Jumlah anakan yang dihasilkan pada penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa tebu mutasi memiliki rata-rata jumlah anakan lebih banyak dibandingkan tebu kontrol (tanpa mutasi). Rata-rata jumlah anakan tertinggi tebu mutasi (10,4) dan rata-rata jumlah anakan tebu kontrol (6,2), sedangkan pada penelitian ini rata-rata jumlah anakan setiap genotipe yaitu G0 (5,6); G1 (5,8); G2

(4,8); G3 (5,2); dan G4 (5,6). Terlihat bahwa jumlah anakan tebu mutan cenderung lebih rendah dibandingkan jumlah anakan pada penelitian sebelumnya.

Selain parameter pertumbuhan tanaman yang diamati, pada penelitian ini juga melakukan analisis kandungan biokimiawi tanaman yaitu kandungan sukrosa dan gula reduksi pada daun tanaman tebu. Analisis kandungan sukrosa pada daun tebu bertujuan untuk mengetahui kandungan sukrosa yang terkandung pada daun, dimana daun merupakan tempat terjadinya fotosintesis dan proses sintesis sukrosa. Dalam tanaman *sucrose phosphate synthase* (SPS) merupakan enzim utama yang berperan dalam biosintesis sukrosa berlangsung di mesofil daun. Enzim SPS mengkatalisis pembentukan *sucrose-6-phosphate* (suc6P) dari *fructose-6-phosphate* (F6P) dan *uridine-5-diphospho glucose* (UDPG). Selanjutnya *phosphate* pada su6P diputus oleh *sucrose phosphate phosphatase* (SPP) sehingga dihasilkannya sukrosa (Langenkamper *et al.*, 2002). Menurut Miswar dkk, (2007), pada tanaman tebu sukrosa merupakan hasil akhir asimilasi karbon pada proses fotosintesis yang terjadi di daun, dan hasil fotosintesis di daun pada akhirnya akan disimpan di batang.

Kandungan sukrosa dapat dilihat pada (Gambar 4.5), menunjukkan bahwa tebu mutan cenderung menghasilkan sukrosa lebih tinggi dibanding kontrol (non mutan). Terlihat pada rata-rata kandungan sukrosa cenderung lebih tinggi yaitu pada genotipe tebu mutan G4 (3,20 mg/g) dan rata-rata kandungan sukrosa cenderung paling rendah pada genotipe tebu kontrol (2,17 mg/g). Genotipe tebu mutan G3 rata-rata kandungan sukrosa (2,88 mg/g), genotipe tebu mutan G1 rata-rata kandungan sukrosa (2,77 mg/g), dan genotipe tebu mutan G2 rata-rata kandungan sukrosa (2,34 mg/g). Sukrosa merupakan produk utama dan sangat penting yang dihasilkan dari budidaya tebu. Pada penelitian ini, terlihat bahwa kandungan sukrosa daun cenderung paling tinggi dimiliki oleh genotipe tebu mutan dibandingkan tebu kontrol. Genotipe G4 memiliki kemampuan menghasilkan sukrosa lebih tinggi dari pada genotipe lainnya. Selain itu, genotipe lain yang berpotensi menghasilkan sukrosa tinggi yaitu pada genotipe G3 dan genotipe G1. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa penanaman tebu mutan sangat baik dilakukan karena dapat menghasilkan sukrosa lebih tinggi

dibandingkan dengan menanam tebu bukan hasil mutasi atau kontrol. Sukrosa dibentuk di daun melalui proses fotosintesis yang nantinya hasil fotosintat disimpan di batang. Pembentukan sukrosa dipengaruhi oleh beberapa enzim diantaranya enzim SPS yang berperan utama dalam biosintesis sukrosa di daun.

Menurut Miswar dkk, (2007), SPS merupakan enzim utama yang berperan dalam biosintesis sukrosa dalam tanaman, sehingga aktivitas SPS yang tinggi di daun dapat menghasilkan sukrosa yang besar pula. Grof *et al.*, (1998) berpendapat yang sama yaitu besar kecilnya aktivitas enzim SPS, akan menentukan kandungan sukrosa yang dihasilkan di daun. Koch (2004), juga menyatakan bahwa biosintesis sukrosa selain ditentukan oleh aktivitas SPS tetapi juga dipengaruhi oleh degradasi sukrosa oleh enzim *sucrose synthase* dan *invertase*. Aktivitas di daun lebih banyak dipengaruhi oleh enzim *invertase*, sedangkan *sucrose synthase* lebih aktif pada jaringan penyimpanan. Hasil pengukuran kandungan sukrosa daun tebu pada penelitian sebelumnya menunjukkan tebu mutasi memiliki kandungan sukrosa daun lebih tinggi dibandingkan kontrol (tanpa mutasi). Rata-rata kandungan sukrosa daun pada tebu mutasi (2,6 mg/g) dan kandungan sukrosa daun tebu kontrol (1,34 mg/g). Apabila dibandingkan dengan kandungan sukrosa daun pada penelitian ini menunjukkan bahwa kandungan sukrosa daun cenderung meningkat baik pada tebu non mutan maupun pada tebu mutan yang merupakan hasil mutasi.

Kandungan sukrosa pada tanaman tebu berkaitan erat dengan kandungan gula reduksi. Dimana kadar sukrosa juga ditentukan berdasarkan banyak sedikitnya kadar gula reduksi pada nira tebu. Apabila kadar sukrosa tinggi maka kadar gula reduksi akan semakin rendah (Erwinda dan Susanto (2014). Gula reduksi merupakan karbohidrat atau golongan gula yang dapat mereduksi senyawa-senyawa penerima elektron, contohnya adalah glukosa dan fruktosa. Sukrosa dalam tanaman tebu mengalami proses sintesis dan hidrolisis. Hidrolisis sukrosa merupakan proses pemecahan (penguraian oleh air) yang dikatalisis oleh enzim *invertase* menjadi glukosa dan fruktosa (gula invert). Proses ini merupakan proses yang penting dalam penyediaan substrat untuk proses glikolisis dan siklus krebs

yang akan menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman, serta berperan dalam pembentukan senyawa metabolit intermediet lainnya.

Kandungan gula reduksi pada penelitian ini dapat dilihat pada (Gambar 4.6), menunjukkan bahwa kandungan gula reduksi tebu mutan lebih tinggi dibandingkan genotipe kontrol. Rata-rata kandungan gula reduksi cenderung paling tinggi pada genotipe G3 yaitu (16,44 mg/g), dan rata-rata kandungan gula reduksi cenderung paling rendah pada genotipe tebu mutan G2 dengan rata-rata kandungan gula reduksi (12,02 mg/g). Rata-rata kandungan gula reduksi genotipe yang lain yaitu G0 (12,22 mg/g); G1 (12,37 mg/g) dan G4 (15,93 mg/g). Pada penelitian ini, kecenderungan menghasilkan gula reduksi tinggi yaitu pada genotipe tebu mutan terutama pada genotipe G3. Selain itu, potensi genotipe lain yang mampu menghasilkan gula reduksi tinggi pada genotipe G4 dan G1. Hasil ini menunjukkan bahwa pemecahan karbohidrat menjadi senyawa sederhana (glukosa dan fruktosa) cukup tinggi pada genotipe tebu mutan dibandingkan genotipe tebu kontrol. Hal ini diduga ada kaitannya dengan aktivitas enzim yang berpengaruh didalamnya. Seperti pendapat Sukarno, (2012), bahwa umumnya gula reduksi yang dihasilkan berhubungan erat dengan aktivitas enzim, semakin tinggi aktivitas enzim maka semakin tinggi pula gula reduksi yang dihasilkan. Indriani dkk, (2015) juga mengatakan enzim yang berhubungan dengan gula reduksi yang dihasilkan yaitu adalah enzim *invertase*. Enzim *invertase* merupakan salah satu jenis enzim *hidrolase* yang dapat menghidrolisis sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa. Hasil pengukuran kandungan gula reduksi daun tebu pada penelitian sebelumnya menunjukkan pada tebu mutasi memiliki kandungan gula reduksi lebih tinggi dibandingkan tebu kontrol (tanpa mutasi). rata-rata kandungan gula reduksi daun tebu mutasi (20,14 mg/g) dan kandungan gula reduksi daun tebu kontrol (6,89 mg/g). Kandungan gula reduksi daun tebu baik pada penelitian sebelumnya dan kandungan gula reduksi pada penelitian ini tidak terdapat perbedaan yang besar.

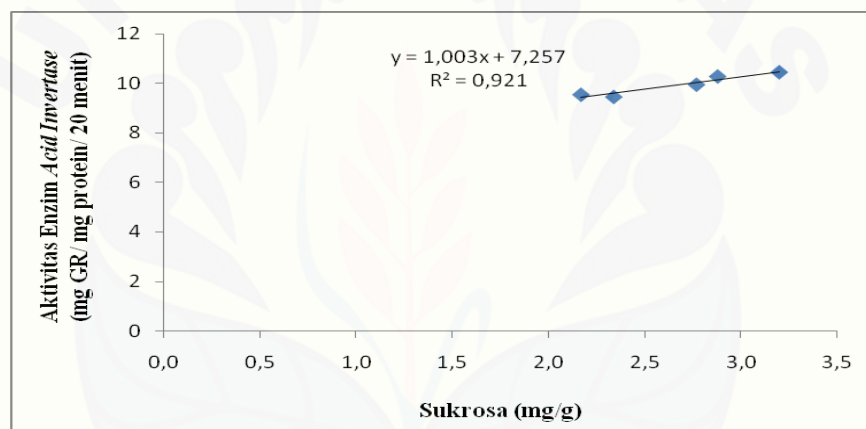
Daun tebu yang mengalami kejenuhan sukrosa, akan meningkatkan aktivitas metabolisme sukrosa untuk menciptakan kondisi kesetimbangan. Jadi semakin banyak sukrosa terakumulasi di daun akan memacu peningkatan degradasi dan

pengangkutan sukrosa. Degradasi sukrosa dipengaruhi oleh aktivitas enzim penghidrolisis sukrosa yaitu enzim *invertase*. Enzim *invertase* menghidrolisis sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa. Pada penelitian ini melakukan analisis aktivitas enzim penghidrolisis sukrosa yaitu *invertase* yang terdiri dari (*acid invertase*, *neutral invertase* dan *alkaline invertase*). Ningsih (2013), pengelompokan enzim *invertase* didasarkan pada pH optimum aktivitasnya, yaitu meliputi *acid invertase* (AI), *neutral invertase* (NI), dan *alkaline invertase*.

Aktivitas enzim *acid invertase* pada (Gambar 4.7), menunjukkan bahwa tebu mutan cenderung memiliki aktivitas enzim *acid invertase* lebih tinggi dibanding tebu kontrol (non mutan), hanya saja pada genotipe G2 memiliki aktivitas enzim yang rendah. Dilihat dari rata-rata aktivitas enzim *acid invertase* tertinggi pada genotipe tebu mutan G4 yaitu (10,45 mg GR/ 0,038 mg protein/ 20 menit), rata-rata aktivitas enzim *acid invertase* genotipe G3 (10,28 mg GR/ 0,034 mg protein/ 20 menit), rata-rata aktivitas enzim *acid invertase* genotipe tebu mutan G1 (9,95 mg GR/ 0,034 mg protein/ 20 menit), rata-rata aktivitas enzim *acid invertase* genotipe tebu kontrol (9,55 mg GR/ 0,033 mg protein/ 20 menit) dan rata-rata aktivitas enzim *acid invertase* terendah pada genotipe tebu mutan G2 (9,46 mg GR/ 0,036 mg protein/ 20 menit). Dari hasil tersebut terlihat bahwa aktivitas enzim *acid invertase* cenderung lebih tinggi pada genotipe tebu mutan. Selain itu pada setiap genotipe memiliki aktivitas enzim yang berbeda, hal ini memang antara genotipe satu dengan yang lain sudah berbeda. Sehingga kemampuan aktivitasnya juga berbeda. Enzim yang disusun oleh berbagai asam amino akan berubah karakternya jika terjadi perubahan asam amino penyusunnya. Perubahan susunan asam amino pada enzim dapat dilakukan melalui mutasi. Perubahan karakter enzim akibat mutasi dapat meningkat maupun menurun.

Dari hasil penelitian ini terlihat bahwa tebu mutan aktivitasnya meningkat dibandingkan tebu kontrol, sehingga perubahan karakter akibat mutasi dapat meningkatkan aktivitas enzim terutama enzim *acid invertase*. Enzim *acid invertase* tergolong enzim yang aktif pada pH rendah, maka aktivitasnya akan maksimum pada pH yang sesuai dikisaran pH 4,5. Menurut Miron dan Schaffer (1990), berbeda dengan sebagian besar enzim, *invertase* memiliki aktivitas yang

relatif tinggi pada kisaran pH yang luas antara 3.5 sampai 5.5, dengan aktivitas optimum pada pH 4.5. Aktivitas AI (*acid invertase*) meningkat pada jaringan yang masih tumbuh cepat seperti sel dan jaringan tumbuhan seperti akar, dan internoda belum dewasa. Selain itu Blee dan Anderson (2002), aktivitas AI (*acid invertase*) sangat tinggi di dalam apoplast vakuola, aktif pada pertumbuhan internoda dan hampir tidak terdapat pada internoda yang masak. Perbandingan aktivitas enzim *acid invertase* dengan kandungan sukrosa daun menunjukkan korelasi sebesar 0,921 (Gambar 4.10), hal ini menunjukkan adanya hubungan yang erat dan searah antara aktivitas enzim *acid invertase* dengan kandungan sukrosa daun. Dimana peningkatan aktivitas enzim *acid invertase* seiring dengan besarnya kandungan sukrosa pada daun.

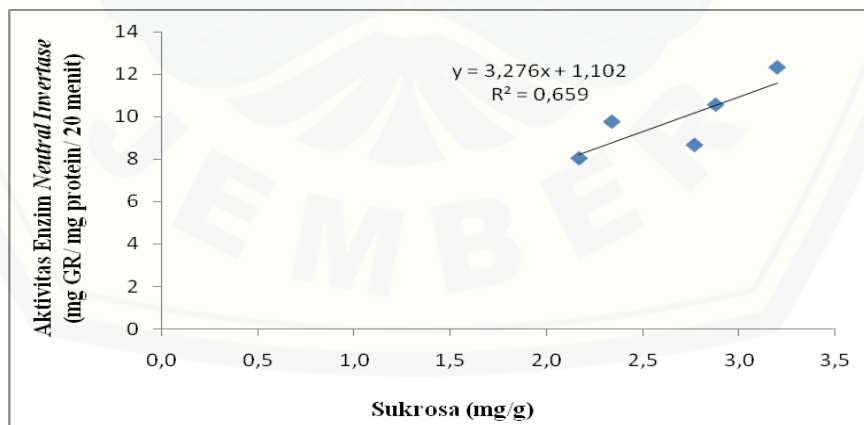


Gambar 4.10 Grafik hubungan aktivitas *acid invertase* terhadap kandungan sukrosa daun tebu

Neutral invertase merupakan salah satu jenis enzim *invertase* yang juga berperan dalam hidrolisis sukrosa. Enzim *neutral invertase* merupakan enzim yang berperan dalam hidrolisis sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa pada pH netral 7,0. Hasil analisis aktivitas enzim *neutral invertase* pada penelitian ini dapat dilihat pada (Gambar 4.8), menunjukkan bahwa genotipe tebu mutan cenderung memiliki aktivitas enzim *neutral invertase* lebih tinggi dibanding tebu kontrol (non mutan). Dilihat dari rata-rata aktivitas enzim *neutral invertase* cenderung paling tinggi pada genotipe tebu mutan G4 (12,31 mg GR/ 0,038 mg protein/ 20 menit), sedangkan genotipe yang cenderung paling rendah pada genotipe tebu kontrol (8,03 mg GR/ 0,033 mg protein/ 20 menit). Rata-rata

aktivitas enzim *neutral invertase* yang lainnya yaitu, genotipe tebu mutan G1 (8,65 mg GR/ 0,034 mg protein/ 20 menit), genotipe tebu mutan G2 (9,75 mg GR/ 0,036 mg protein/ 20 menit), dan genotipe tebu mutan G3 (10,55 mg GR/ 0,034 mg protein/ 20 menit). Sama halnya dengan enzim *acid invertase*, aktivitas enzim *neutral invertase* aktivitasnya akan maksimal pada pH netral.

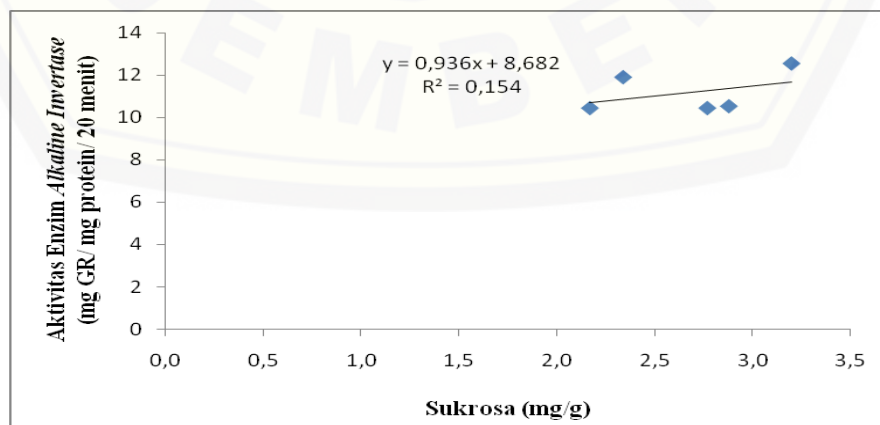
Pada penelitian ini terlihat bahwa aktivitas enzim cenderung paling tinggi pada genotipe G4, hasil ini sama dengan aktivitas enzim *acid invertase* pada genotipe G4. Enzim *neutral invertase* (NI) memiliki aktivitas yang rendah pada jaringan muda dan memiliki aktivitas yang besar pada jaringan tua. NI mengatur pengangkutan sukrosa dari vascular ke jaringan simpan di dalam internoda yang sudah masak. Aktivitas NI meningkat pada jaringan simpan di dalam mengakumulasi gula (Joubert 2006). Secara umum NI berperan penting mengontrol metabolisme sukrosa, dan merubah aktivitas enzim pada metabolisme sel. Aktivitas NI banyak ditemukan pada jaringan masak seperti batang maupun jaringan masih muda. Perbandingan aktivitas enzim *neutral invertase* dengan kandungan sukrosa daun menunjukkan korelasi sebesar 0,659 (Gambar 4.11), menunjukkan bahwa adanya hubungan yang erat dan searah antara aktivitas enzim *neutral invertase* dengan kandungan sukrosa daun. aktivitas enzim *acid invertase* cenderung tinggi seiring dengan besarnya kandungan sukrosa pada daun.



Gambar 4.11 Grafik hubungan aktivitas *neutral invertase* terhadap kandungan sukrosa daun tebu

Aktivitas enzim *alkaline invertase* dapat dilihat pada (Gambar 4.9), menunjukkan genotipe tebu mutan cenderung lebih tinggi dibanding kontrol.

Dilihat dari rata-rata aktivitas enzim *alkaline invertase* cenderung paling tinggi adalah genotipe tebu mutan G4 (12,57 mg GR/ 0,038 mg protein/ 20 menit) dan aktivitas terendah pada genotipe tebu kontrol dan tebu mutan G1 (10,45 mg GR/ 0,033 mg protein/ 20 menit). Rata-rata aktivitas enzim *alkaline ivertase* yang lain yaitu, genotipe tebu mutan G2 (11,92 mg GR/ 0,036 mg protein/ 20 menit), genotipe tebu muta G3 (10,54 mg GR/ 0,034 mg protein/ 20 menit). Sama halnya dengan *acid* dan *neutral invertase*, aktivitas enzim *alkaline invertase* cenderung lebih tinggi pada genotipe tebu mutan dibandingkan dengan tebu kontrol. Aktivitas enzim tertinggi pada genotipe G4, sedangkan genotipe lain yang berpotensi menghasilkan aktivitas enzim tinggi yaitu genotipe G2 dan G3. *Alkaline invertase* aktif pada pH alkali atau basa. Dimana Lee dan Sturm, (1996), menyatakan bahwa aktivitas optimum enzim *alkaline invertase* berada pada pH 8.0. Enzim *alkaline invertase* aktif pada jaringan masak dan tidak aktif ketika pH dibawah 6.0. Blee dan Anderon, (2002), berpendapat yang sama bahwa enzim *invertase* pada tanaman memiliki karakteristik berdasarkan pH untuk mengoptimalkan aktivitasnya dan lokasi dalam sel. Enzim *alkaline invertase* berada di dalam sitoplasma, sedangkan aktivitas enzim *acid invertase* lebih banyak di vakuola (Blee dan Anderon, 2002). Hubungan antara aktivitas enzim *alkaline invertase* (Gambar 4.12), menunjukkan korelasi sebesar 0,154. Terlihat bahwa tidak ada hubungan antara aktivitas enzim *alkaline invertase* dengan kandungan sukrosa pada daun. Dimana tidak ada hubungan yang erat baik pada aktivitas *alkaline invertase* dengan kandungan sukrosa daun.



Gambar 4.12 Grafik hubungan aktivitas *alkaline invertase* terhadap kandungan sukrosa daun tebu.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pada tujuan dan hasil penelitian yang diperoleh, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Genotipe tebu mutan memiliki pertumbuhan tinggi tanaman, diameter batang, jumlah ruas dan jumlah anakan cenderung lebih baik dibandingkan non mutan (kontrol).
2. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa kandungan sukrosa pada tebu mutan cenderung lebih tinggi dibandingkan kontrol, kandungan sukrosa paling tinggi pada genotipe G4.
3. Aktivitas *acid invertase*, *neutral invertase* dan *alkaline invertase* cenderung lebih tinggi pada genotipe tebu mutan.

5.2 Saran

Perlu dilakukan pengujian lebih lanjut tentang aktivitas enzim penghidrolisis sukrosa pada batang tanaman tebu, sehingga dapat mengetahui kandungan sukrosa secara optimal dan peran enzim penghidrolisis sukrosa pada batang tebu. Selain itu, penanaman tebu mutan bisa direkomendasikan dengan tujuan memperoleh sukrosa tinggi pada budidaya tanaman tebu.

DAFTAR PUSTAKA

- Andaka, G. 2011. Hidrolisis Ampas Tebu Menjadi Furfural Dengan Katalisator Asam Sulfat. *Teknologi*, 4(2): 180-188
- Anderson, J. W. and Beardall, J. 1991. *Molecular Activities of Plant Cells. An Introduction to Plant Biochemistry*. Australia: Blackwell Scientific publications.
- Anriansyah. 2013. Fase Pertumbuhan Tebu. [http:// detiktani .blogspot. co.id / 2013 / 06 / fase - pertumbuhan - tebu. html](http://detiktani.blogspot.co.id/2013/06/fase-pertumbuhan-tebu.html). [Diakses pada tanggal 16 juli 2016].
- Arai, M., H. Mori dan H. Imaseki. 1991. Roles of Sucrose4-Metabolizing Enzymes in Growth Seedlings, Purification of Acid Invertase from Growing Hipocotyls of Mung Bean Seedlings. *Plant Cell Physiol* 32: 1292 -1298.
- Blee, K.A. dan A.J. Anderson. 2002. Transcripts for Genes Encoding Soluble Acid Invertase and Sucrose Synthase Accumulate in Root Tip And Cortical Cells Containing Mycorrhizal Arbuscules. *Plant Molecular Biology*, 50: 197-211.
- Bradford, M. M. 1976. A Rapid and Sensitive Method or the Quantitation of Microgram Quantities off Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding. *Analytical Biochemistry*, 72: 248-254.
- Cahyono, D.D.N dan Rayan. 2011. Pengaruh Ukuran Benih Asal Kalimantan Barat terhadap Pertumbuhan Bibit Shorea leprosula di Persemaian. *Dipterokarya*, 5(2): 11-20.
- Campbell, N. A., J. B. Reece, dan L. G. Mitchell. 2000. *Biologi*. Jakarta: Erlangga.
- Chandra, A., R. Jain dan S. Solomon. 2012. Complexities of Invertases Controlling Sucrose Accumulation and Retention in Sugarcane. *Current Science*, 102(6): 857-866.
- Dev, C. M., R. N. Meena, A. Kumar dan G. Mahaja. 2011. Earthing up and Nitrogen Levels in Sugarcane Ratoon Under Subtropical Indian Condition. *Sugarcane Technology*, 26(1): 1-5.
- Erwinda, M.D. dan W.H. Susanto. 2014. Pengaruh pH Nira Tebu (*Saccharum officinarum*) dan Konsentrasi Penambahan Kapur Terhadap Kualitas Gula Merah. *Pangan dan Aroindustri*, 2(3): 54-64.

- Gayler, K.R. dan K.T. Glasziou. 1972. Physiological Functions of Acid and Neutral Invertases in Growth and Sugar Storage in Sugarcane. *Physiol. Plant.*, 27(_): 25-31.
- Grof, C.P.L., D.P. Knight, S.D. Mcneil, J.E. Lunn, dan J.A. Campbell. 1998. A Modified Assay Method Shows Leaf Sucrose-Phosphate Synthase Activity is Correlated with Leaf Sucrose Content Across a Range of Sugarcane Varieties. *Plant Physiology*, 25(_): 499-502.
- Hadiyana. 2011. Enzim *Invertase*. <https://fruktosa.wordpress.com/2011/12/19/enzim-invertase/>. [Diakses pada tanggal 27 Juli 2016].
- Hafidiana, R. 2006. Inhibisi Aktivitas Invertase Pada Sukrosa Dengan Menggunakan Tembaga Sulfat (CuSO₄). *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Harjanti, R.A., Tohari dan Utami, S.N.H. 2014. Pengaruh Takaran Pupuk Nitrogen dan Silika terhadap Pertumbuhan Awal (*Saccharum officinarum* L.) pada Incepticol. *Vegetalika*, 3(2): 35-44.
- Indrawanto, C., Purwono, Siswanto, M. Syakir dan W. Rumini. 2010. *Budidaya dan Pasca Panen Tebu*. Jakarta: Eska Media.
- Indriani, D.O., L.N.I. Syamsudin, F.H. Sriherfyna, dan A.K. Wardani. 2015. Invertase dari *Aspergillus niger* dengan Metode *Solid State Fermentation* dan Aplikasi di Industri: Kajian Pustaka. *Pangan dan Agroindustri*, 3(4): 1405-1411.
- Joubert, D. 2006. Manipulation of Neutral Invertase Activity in Sugarcane. *Thesis*. University of Stellenbosch.
- Khuluq, A.D. dan R. Hamida. 2014. Peningkatan Produktivitas dan Rendemen Tebu Melalui Rekayasa Fisiologis Pertunasan. *Perspektif*, 13(1): 13-24.
- Koch, K. 2004. Sucrose Metabolism: Regulatory Mechanisms And Pivotal Roles In Sugar Sensing And Plant Development. *Plant Biology*, 7(1): 235-246.
- Kuntohartono. T. 1999. *Stadium Pertumbuhan Batang Tebu*. Majalah P3GI. Pasuruan.
- Kurniyanto, E. 2009. Penentuan Karbohidrat Biji Padi di Sekitar Letupan Lumpur Bergaram Kawasan Bleug Kuwu Grobogan Jawa Tengah Sebagai Alternatif Sumber Belajar Kimia SMA/MA. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta. Yogyakarta.

- Langenkamper, G., R.W.M. Fung, R.D. Newcomb, R.G. Atkinson, R.C. Gardner dan E.A. Macrae. 2002. Sucrose Phosphate Synthase Genes in Plants Belong to Three Different Families. *Molecular Evolution*, 54(_): 322-332.
- Lee, H.S. dan A. Sturm. 1996. Purification and Characterization of Neutral and Alkaline Invertase from Carrot. *Plant Physiology*, 112: 1513-1522.
- Lemoine, R. 2000. Sucrose transporters in plants: update on function and structure. *Biochimica et Biophysica Acta*. 1465:246-262.
- Mao, L., F. Que dan G. Wang. 2006. Sugar Metabolism And Involvement of Enzymes in Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) Stems During Storage. *Food Chemistry*, 98:338-342.
- Marliani, V.P. 2011. Analisis Kandungan Hara N Dan P Serta Klorofil Tebu Transgenik IPB 1 Yang Ditanam Di Kebun Percobaan PG Djatiroto, Jawa Timur. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Miron. D., dan A.A. Schaffer. 1990. Sucrose Phosphate Synthase, Sucrose Synthase, and Invertase Activities in Developing Fruit of *Lycopersicon esculentum* Mill. and the Sucrose Accumulating *Lycopersicon hirsutum* Humb. And Bonpl¹. *Plant Physiology*, 95: 623-627.
- Miswar, B. Sugiharto, T. Handoyo dan S. A. Made. 2007. Peranan Sucrose Phosphate Synthase (SPS) dan Acid Invertase (AI) Internoda Tebu (*Saccharum officinarum* L.) dalam Akumulasi Sukrosa. *Agritrop*, 26(4): 187-193.
- Miswar. 2007. Peningkatan Biosintesis Sukrosa Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Melalui Over Ekspresi Gen *Sucrose Phosphate Synthase* (SPS). *Disertasi*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Ningsih, D.A. 2013. Perakitan Klon Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Rendemen Tinggi dengan Menurunkan Aktivitas Enzim Invertase. Makalah Seminar Umum. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Ningtias, F. 2015. Analisis Pertumbuhan dan Kandungan Karbohidrat Tanaman Tebu Hasil Mutasi dengan *Ethyle Methane Sulphonate* (EMS). *Skripsi*. Universitas Jember. Jember.
- Pavlinova, O.A., E.N., Balakhontsev, M.F. Prasolova dan M.V. Turkina. 2002. Sucrose-Phosphate Synthase, Sucrose Synthase, and Invertase in Sugar Beet Leaves. *Plant Physiology*, 49(1): 78-84.
- Purnamawati, D. 2006. Kajian Pengaruh Konsentrasi Sukrosa dan Asam Sitrat Terhadap Mutu Sabun Transparan. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- P3GI. 2011. Deskripsi Tebu Varietas BL (Bululawang). www.sugarresearch.org. [Diakses pada tanggal 20 Juli 2016]. Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia.
- Rokhman, H., Taryono dan Supriyanta. 2014. Jumlah Anakan dan Rendemen Enam Klon Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Asal Bibit Bagal, Mata Ruas Tunggal, dan Mata Tunas Tunggal. *Vegetalika*, 3(3): 89-96.
- Salisbury, F.B., dan C.W. Ross. 1995. *Plant Physiology*. Wadsworth. Belmont. Calif.
- Saragih, B. 2004. Keputusan Menteri Pertanian Nomor: 322/Kpts/SR.120/5/2004 Tentang Pelepasan Varietas Bululawang Sebagai Varietas Unggul. Kementrian Pertanian.
- Schmalstig, J.G., dan W.D. Hitz. 1987. Contributions of Sucrose Synthase and Invertase to the Metabolism of Sucrose in Developing Leaves. *Plant Physiology*, 85: 407-412.
- Sukarno, E. 2012. Gula Reduksi. <http://ekosuka.blogspot.co.id/2012/09/gula-reduksi.html>. [Diakses pada tanggal 03 Agustus 2016].
- Sunaryo, P. 2007. Stadium Pertumbuhan Batang Tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Agrijati*, 6(1): 48-54.
- Tana, B., S. Chanprame, N. Tienseree and S. Tadakittisarn. 2014. Relationship Between Invertase Enzyme Activities and Sucrose Accumulation in Sugarcane (*Saccharum* spp.). *Kasetsart J. (Nat. Sci.)*, 48: 869-879.
- Thangamani, P.R., R. Thiruvengadam dan K. Thillaigovindan. 2013. Morphological Characterization and reaction of Partial Purified Toxin of Sugarcane Red Rot Pathogen *Colletotrichum falcatum* Collected from Southern India. *Agricultural Sciences*, 3(10): 60-76.
- Truernit, E. 2001. Plant physiology: The importance of sucrose transporters. *Current Biology*, 11:169-R171.
- Wintermans, J.G.F.M. dan A.D. Mots. 1965. Spectrophotometric Characteristics of Chlorophylls a and b and Their Pheophytins in Ethanol. *Biochim Biophys. Acta*, 109: 448-453.
- Yulianingtyas, A. M., H. T. Sebayang dan S.Y. Tyasmoro. 2015. Pengaruh Komposisi Media Tanam dan Ukuran Bibit pada Pertumbuhan Bibit Tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Produksi Tanaman*, 3(5): 362-369.

Zheng, Y., S. Anderson, Y. Zhang dan R. M. Garavito. 2011. The Structure of Sucrose Synthase-1 from *Arabidopsis thaliana* and Its Functional Implications. *Biological Chemistry*, 286(41): 36108-36118.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Rata-Rata Tinggi Tanaman Tebu (cm)

UL	G0	G1	G2	G3	G4	Total
1	270	285	288	278	280	1401
2	264	259	266	302	273	1364
3	284	292	292	290	288	1446
4	291	294	281	272	263	1401
5	276	291	292	305	277	1441
Jumlah	1385	1421	1419	1447	1381	7053
Rata2	277	284,2	283,8	289,4	276,2	282,12

Lampiran 2. Data Rata-Rata Diameter Batang Tebu (cm)

UL	G0	G1	G2	G3	G4	Total
1	1,8	2,0	1,8	1,9	2,0	9,5
2	2,2	1,8	1,8	1,9	2,0	9,7
3	2,0	2,0	1,7	1,8	2,2	9,7
4	2,1	2,0	2,0	2,0	2,0	10,1
5	2,0	2,0	1,8	1,9	2,0	9,7
Jumlah	10,1	9,8	9,1	9,5	10,2	48,7
Rata2	2,02	1,96	1,82	1,90	2,04	1,95

Lampiran 3. Data Rata-Rata Jumlah Ruas Tebu

UL	G0	G1	G2	G3	G4	Total
1	8	8	10	9	8	43
2	9	9	9	9	10	46
3	9	10	9	10	8	46
4	10	9	10	9	9	47
5	10	10	11	11	10	52
Jumlah	46	46	49	48	45	234
Rata2	9,2	9,2	9,8	9,6	9,0	9,4

Lampiran 4. Data Rata-Rata Jumlah Ankan Tebu (Batang)

UL	G0	G1	G2	G3	G4	Total
1	5	5	4	5	5	24
2	5	7	5	4	5	26
3	6	5	4	6	5	26
4	5	6	6	5	6	28
5	7	6	5	6	7	31
Jumlah	28	29	24	26	28	135
Rata2	5,6	5,8	4,8	5,2	5,6	5,4

Lampiran 5. Data Kandungan Sukrosa Daun Tebu (mg/g)

Perlakuan	Ul.	OD 520 nm	Sukrosa ($\mu\text{g}/50$ μL)	Sukrosa ($\mu\text{g}/10000$ μL)	Sukrosa ($\mu\text{g}/\text{g}$)	Sukrosa (mg/g)
G0	1	0,102	4,945	989,096	1978,191	1,978
	2	0,108	5,206	1041,162	2082,325	2,082
	3	0,142	6,681	1336,208	2672,415	2,672
	4	0,104	5,032	1006,451	2012,902	2,013
	5	0,109	5,249	1049,840	2099,680	2,100
G1	1	0,145	6,811	1362,241	2724,482	2,724
	2	0,124	5,900	1180,007	2360,014	2,360
	3	0,126	5,987	1197,363	2394,726	2,395
	4	0,173	8,026	1605,219	3210,439	3,210
	5	0,171	7,939	1587,864	3175,728	3,176
G2	1	0,143	6,724	1344,885	2689,771	2,690
	2	0,108	5,206	1041,162	2082,325	2,082
	3	0,103	4,989	997,773	1995,547	1,996
	4	0,115	5,510	1101,907	2203,814	2,204
	5	0,146	6,855	1370,919	2741,838	2,742
G3	1	0,143	6,724	1344,885	2689,771	2,690
	2	0,136	6,421	1284,141	2568,282	2,568
	3	0,152	7,115	1422,986	2845,971	2,846
	4	0,178	8,243	1648,608	3297,217	3,297
	5	0,161	7,505	1501,086	3002,172	3,002
G4	1	0,131	6,204	1240,752	2481,504	2,482
	2	0,154	7,202	1440,341	2880,682	2,881
	3	0,220	10,065	2013,076	4026,152	4,026
	4	0,193	8,894	1778,775	3557,551	3,558
	5	0,163	7,592	1518,441	3036,883	3,037

Lampiran 6. Data Rata-Rata Kandungan Sukrosa Daun Tebu (mg/g)

UL	G0	G1	G2	G3	G4	Total
1	1,98	2,72	2,69	2,69	2,48	12,56
2	2,08	2,36	2,08	2,57	2,88	11,97
3	2,67	2,39	2,00	2,85	4,03	13,93
4	2,01	3,21	2,20	3,30	3,56	14,28
5	2,10	3,18	2,74	3,00	3,04	14,06
Jumlah	10,85	13,87	11,71	14,40	15,98	66,81
Rata2	2,17	2,77	2,34	2,88	3,20	2,67

Lampiran 7. Data Kandungan Gula Reduksi Daun Tebu (mg/g)

Perlakuan	Ul.	OD 560 nm	GR ($\mu\text{g}/100$ μL)	GR ($\mu\text{g}/$ $10000 \mu\text{L}$)	GR ($\mu\text{g}/ \text{g}$)	GR (mg/g)
G0	1	0,120	44,161	4416,120	8832,240	8,832
	2	0,138	50,874	5087,376	10174,752	10,175
	3	0,157	57,959	5795,924	11591,848	11,592
	4	0,204	75,486	7548,648	15097,296	15,097
	5	0,208	76,978	7697,816	15395,632	15,396
G1	1	0,174	64,299	6429,888	12859,776	12,860
	2	0,174	64,299	6429,888	12859,776	12,860
	3	0,198	73,249	7324,896	14649,792	14,650
	4	0,122	44,907	4490,704	8981,408	8,981
	5	0,169	62,434	6243,428	12486,856	12,487
G2	1	0,158	58,332	5833,216	11666,432	11,666
	2	0,161	59,451	5945,092	11890,184	11,890
	3	0,153	56,468	5646,756	11293,512	11,294
	4	0,158	58,332	5833,216	11666,432	11,666
	5	0,184	68,028	6802,808	13605,616	13,606
G3	1	0,237	87,793	8779,284	17558,568	17,559
	2	0,223	82,572	8257,196	16514,392	16,514
	3	0,160	59,078	5907,800	11815,600	11,816
	4	0,244	90,403	9040,328	18080,656	18,081
	5	0,246	91,149	9114,912	18229,824	18,230
G4	1	0,259	95,997	9599,708	19199,416	19,199
	2	0,214	79,216	7921,568	15843,136	15,843
	3	0,208	76,978	7697,816	15395,632	15,396
	4	0,180	66,536	6653,640	13307,280	13,307
	5	0,215	79,589	7958,860	15917,720	15,918

Lampiran 8. Data Rata-Rata Kandungan Gula Reduksi Daun Tebu (mg/g)

UL	G0	G1	G2	G3	G4	Total
1	8,83	12,86	11,67	17,56	19,20	70,12
2	10,17	12,86	11,89	16,51	15,84	67,28
3	11,59	14,65	11,29	11,82	15,40	64,75
4	15,10	8,98	11,67	18,08	13,31	67,13
5	15,40	12,49	13,61	18,23	15,92	75,64
Jumlah	61,09	61,84	60,12	82,20	79,66	344,91
Rata2	12,22	12,37	12,02	16,44	15,93	13,80

Lampiran 9. Data Aktivitas Enzim Acid Invertase (mg GR/ mg protein/ 20 menit)

Perlakuan	Ul.	OD 560 nm	GR (µg/50 µL)	GR (µg/ 3000 µL)	GR (µg/ g)	GR (mg/g)
G0	1	0,216	79,962	4797,691	9595,382	9,595
	2	0,260	96,370	5782,200	11564,400	11,564
	3	0,164	60,570	3634,181	7268,362	7,268
	4	0,199	73,622	4417,313	8834,626	8,835
	5	0,236	87,420	5245,195	10490,390	10,490
G1	1	0,147	54,230	3253,802	6507,605	6,508
	2	0,288	106,812	6408,706	12817,411	12,817
	3	0,210	77,724	4663,440	9326,880	9,327
	4	0,219	81,080	4864,817	9729,634	9,730
	5	0,256	94,878	5692,699	11385,398	11,385
G2	1	0,240	88,912	5334,696	10669,392	10,669
	2	0,163	60,197	3611,806	7223,611	7,224
	3	0,203	75,114	4506,814	9013,627	9,014
	4	0,207	76,605	4596,314	9192,629	9,193
	5	0,252	93,387	5603,198	11206,397	11,206
G3	1	0,253	93,760	5625,574	11251,147	11,251
	2	0,262	97,116	5826,950	11653,901	11,654
	3	0,225	83,318	4999,068	9998,136	9,998
	4	0,147	54,230	3253,802	6507,605	6,508
	5	0,269	99,726	5983,577	11967,154	11,967
G4	1	0,175	64,672	3880,308	7760,616	7,761
	2	0,242	89,657	5379,446	10758,893	10,759
	3	0,204	75,486	4529,189	9058,378	9,058
	4	0,197	72,876	4372,562	8745,125	8,745
	5	0,358	132,916	7974,970	15949,939	15,950

Lampiran 10. Data Rata-Rata Aktivitas Enzim *Acid Invertase* (mg GR/ mg protein/ 20 menit)

UL	G0	G1	G2	G3	G4	Total
1	9,60	6,51	10,67	11,25	7,76	45,78
2	11,56	12,82	7,22	11,65	10,76	54,02
3	7,27	9,33	9,01	10,00	9,06	44,67
4	8,83	9,73	9,19	6,51	8,75	43,01
5	10,49	11,39	11,21	11,97	15,95	61,00
Jumlah	47,75	49,77	47,31	51,38	52,27	248,48
Rata2	9,55	9,95	9,46	10,28	10,45	9,94

Lampiran 11. Data Aktivitas Enzim *Neutral Invertase* (mg GR/ mg protein/ 20 menit)

Perlakuan	UL	OD 560 nm	GR ($\mu\text{g}/50$ μL)	GR ($\mu\text{g}/3000$ μL)	GR ($\mu\text{g}/\text{g}$)	GR (mg/g)
G0	1	0,145	53,484	3209,052	6418,104	6,418
	2	0,229	84,809	5088,569	10177,138	10,177
	3	0,136	50,128	3007,675	6015,350	6,015
	4	0,187	69,147	4148,810	8297,621	8,298
	5	0,208	76,978	4618,690	9237,379	9,237
G1	1	0,113	41,551	2493,046	4986,091	4,986
	2	0,281	104,201	6252,079	12504,158	12,504
	3	0,175	64,672	3880,308	7760,616	7,761
	4	0,195	72,130	4327,812	8655,624	8,656
	5	0,210	77,724	4663,440	9326,880	9,327
G2	1	0,239	88,539	5312,321	10624,642	10,625
	2	0,153	56,468	3388,054	6776,107	6,776
	3	0,214	79,216	4752,941	9505,882	9,506
	4	0,218	80,707	4842,442	9684,883	9,685
	5	0,273	101,218	6073,078	12146,155	12,146
G3	1	0,274	101,591	6095,453	12190,906	12,191
	2	0,289	107,185	6431,081	12862,162	12,862
	3	0,174	64,299	3857,933	7715,866	7,716
	4	0,158	58,332	3499,930	6999,859	7,000
	5	0,292	108,303	6498,206	12996,413	12,996
G4	1	0,235	87,047	5222,820	10445,640	10,446
	2	0,262	97,116	5826,950	11653,901	11,654
	3	0,259	95,997	5759,825	11519,650	11,520

	4	0,244	90,403	5424,197	10848,394	10,848
	5	0,383	142,239	8534,350	17068,699	17,069

Lampiran 12. Data Rata-Rata Aktivitas Enzim *Neutral Invertase* (mg GR/ mg protein/ 20 menit)

UL	G0	G1	G2	G3	G4	Total
1	6,42	4,99	10,62	12,19	10,45	44,67
2	10,18	12,50	6,78	12,86	11,65	53,97
3	6,02	7,76	9,51	7,72	11,52	42,52
4	8,30	8,66	9,68	7,00	10,85	44,49
5	9,24	9,33	12,15	13,00	17,07	60,78
Jumlah	40,15	43,23	48,74	52,77	61,54	246,42
Rata2	8,03	8,65	9,75	10,55	12,31	9,86

Lampiran 13. Data Aktivitas Enzim *Alkaline Invertase* (mg GR/ mg protein/ 20 menit)

Perlakuan	Ul.	OD 560 nm	GR (µg/50 µL)	GR (µg/ 3000 µL)	GR (µg/g)	GR (mg/g)
G0	1	0,215	79,589	4775,316	9550,632	9,551
	2	0,239	88,539	5312,321	10624,642	10,625
	3	0,140	51,620	3097,176	6194,352	6,194
	4	0,252	93,387	5603,198	11206,397	11,206
	5	0,329	122,101	7326,089	14652,178	14,652
G1	1	0,149	54,976	3298,553	6597,106	6,597
	2	0,288	106,812	6408,706	12817,411	12,817
	3	0,233	86,301	5178,070	10356,139	10,356
	4	0,261	96,743	5804,575	11609,150	11,609
	5	0,244	90,403	5424,197	10848,394	10,848
G2	1	0,237	87,793	5267,570	10535,141	10,535
	2	0,222	82,199	4931,942	9863,885	9,864
	3	0,292	108,303	6498,206	12996,413	12,996
	4	0,343	127,322	7639,342	15278,683	15,279
	5	0,246	91,149	5468,947	10937,894	10,938
G3	1	0,296	109,795	6587,707	13175,414	13,175
	2	0,269	99,726	5983,577	11967,154	11,967
	3	0,191	70,639	4238,311	8476,622	8,477
	4	0,153	56,468	3388,054	6776,107	6,776
	5	0,277	102,710	6162,578	12325,157	12,325

G4	1	0,238	88,166	5289,946	10579,891	10,580
	2	0,240	88,912	5334,696	10669,392	10,669
	3	0,254	94,132	5647,949	11295,898	11,296
	4	0,308	114,270	6856,210	13712,419	13,712
	5	0,372	138,137	8288,222	16576,445	16,576

Lampiran 14. Data Rata-Rata Aktivitas Enzim *Alkaline Invertase* (mg GR/ mg protein/ 20 menit)

UL	G0	G1	G2	G3	G4	Total
1	9,55	6,60	10,54	13,18	10,58	50,44
2	10,62	12,82	9,86	11,97	10,67	55,94
3	6,19	10,36	13,00	8,48	11,30	49,32
4	11,21	11,61	15,28	6,78	13,71	58,58
5	14,65	10,85	10,94	12,33	16,58	65,34
Jumlah	52,23	52,23	59,61	52,72	62,83	279,62
Rata2	10,45	10,45	11,92	10,54	12,57	11,18

Lampiran 15. Tabel Hasil Nilai F-Hitung Penelitian Sebelumnya

No	Karakter Pengamatan	F-Hitung	F-Tabel	
			0,05	0,01
1	Tinggi Tanaman (cm)	12,07 **		
2	Jumlah Ruas	1,16 tn		
3	Jumlah Anakan	6,81 **		
4	Diameter Batang (cm)	6,02 **	2,87	4,43
5	Kandungan Sukrosa (mg/gr)	5,59 **		
6	Kandungan Gula Reduksi (mg/gr)	3,92 *		

Ket : ** = Berbeda sangat nyata, * = Berbeda nyata, tn = Tidak berbeda nyata

Lampiran 16. Dokumentasi Penelitian

Lampiran 16a. Pembibitan Tanaman Tebu



Lampiran 16b. Pemindahan Bibit Tebu pada Media Polibag



Lampiran 16c. Tanaman Tebu di Lapang



Lampiran 16d. Kegiatan Ekstraksi Sampel Daun Tebu



Lampiran 16e. Kegiatan mengukur absorbansi dengan spektrofotometer



Lampiran 15f. Hasil sukrosa, gula reduksi dan enzim invertase

