

PERTANIAN

ANALISIS PERTUMBUHAN DAN KANDUNGAN KARBOHIDRAT TANAMAN TEBU HASIL MUTASI DENGAN *ETHYLE METHANE SULPHONATE* (EMS)

*Analysis of Growth and Carbohydrate Content of Sugarcane Crop
Mutated by Ethyle Methane Sulphonate (EMS)*

Fatmawati Ningtias¹, Miswar^{1*}, Usmadi¹

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember
Jln. Kalimantan 37, Kampus Tegal Boto, Jember 68121

*E-mail : mmiswar20@gmail.com

ABSTRACT

The purpose of this study was to get sugarcane mutants with high yield through mutation with ethylene methane sulphonate. Parameters were observed to determine the effect of mutations include the plant height, the number of segments, the number of tillers, the stem of diameter, the content of sucrose and reducing sugar leaves. This research was conducted in the greenhouse of the Agriculture Faculty, Jember University. Analysis of the content of sucrose and reducing sugar leaves performed in the Plant Breeding Laboratory of Agronomy Department, Agriculture Faculty, Jember University. The experimental design in this study used a completely randomized design (CRD) and if there was a significantly different result then it would be followed by Duncan Multile Range Test (DMRT). The analysis of the content of sucrose and reducing sugar leaves using the method of Miswar (2001). The result showed that mutation using EMS (ethyle methane sulphonate) affected the growth of sugarcane. The mutated using EMS (ethyle methane sulphonate) tends to decreased the height and number of segments of sugarcane mutants. However, it tends to increased the stem diameter and number of tillers of sugarcane mutants. In addition, the mutated using EMS caused enhancement of the content of sucrose and reducing sugar content of sugarcane mutant leaves.

Keywords : *Sugarcane, mutation, ethylene methane sulphonate.*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan tanaman tebu mutan dengan rendemen yang tinggi melalui mutasi dengan *ethylene methane sulphonate*. Parameter yang diamati untuk mengetahui pengaruh perlakuan mutasi meliputi tinggi tanaman, jumlah ruas, jumlah anakan, diameter batang, kandungan sukrosa dan gula reduksi di daun. Penelitian ini dilakukan di greenhouse Fakultas Pertanian Universitas Jember. Analisis kandungan sukrosa dan gula reduksi daun dilakukan di Laboratorium Pemuliaan Tanaman Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Jember. Rancangan percobaan dalam penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dan jika terdapat hasil yang berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji *Duncan Multile Range Test* (DMRT). Analisis kandungan sukrosa dan gula reduksi daun menggunakan metode Miswar (2001). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan mutasi mempengaruhi pertumbuhan tanaman tebu. Mutasi menggunakan EMS (*ethyle methane sulphonate*) cenderung menurunkan tinggi dan jumlah ruas tanaman tebu mutan. Akan tetapi, cenderung meningkatkan diameter batang dan jumlah anakan tanaman tebu mutan. Selain itu, mutasi menggunakan EMS menyebabkan peningkatan kandungan sukrosa dan gula reduksi pada daun tebu yang dimutasi.

Kata kunci : *Tebu, mutasi, ethylene methane sulphonate.*

How to cite : Ningtias, F., Miswar, Usmadi. 2015. Analisis Pertumbuhan dan Kandungan Karbohidrat Tanaman Tebu hasil Mutasi dengan *Ethyle Methane Sulphonate* (EMS). *Berkala Ilmiah Pertanian* 1(1): xx-xx.

PENDAHULUAN

Tebu (*Saccharum officinarum* L) merupakan komoditas penting perkebunan Indonesia karena merupakan tanaman penghasil gula. Kebutuhan gula nasional meningkat setiap tahunnya, sedangkan produksi gula nasional masih belum dapat memenuhi konsumsi gula nasional. Menurut Direktorat Jendral Perkebunan (2013) diketahui produksi gula nasional pada tahun 2013 sebesar 2,54 juta ton Gula Kristal Putih (GKP), sedangkan estimasi kebutuhan gula nasional pada tahun 2014 berdasarkan roadmap swasembada gula sekitar 5,7 juta ton Gula Kristal Putih, maka kekurangan kebutuhan gula harus dipenuhi pemerintah melalui impor. Pada dasarnya hasil produksi gula tergantung pada rendemen tebu, dimana semakin tinggi rendemen tebu maka produksi akan meningkat. Beberapa dekade ini, kemampuan tanaman tebu mensintesis sukrosa semakin menurun.

Telah banyak usaha yang dilakukan oleh pemerintah melalui pusat-pusat penelitian yang ada untuk mengembangkan dan menciptakan varietas-varietas tebu yang baru dengan rendemen yang tinggi. Namun, sampai saat ini belum mampu memberikan hasil yang memuaskan. Hal ini disebabkan dalam prosesnya masih menggunakan sistem konvensional melalui persilangan, dimana untuk melakukan persilangan dibutuhkan keragaman genetik yang banyak, dan mampu berbunga. Selain secara konvensional, juga dapat menggunakan sistem inkonvensional melalui bioteknologi yang dapat menghasilkan tanaman transgenik (*Genetically modified crops*) melalui transfer gen. Akan tetapi, untuk mendapatkan tanaman transgenik yang aman untuk dilepas sebagai varietas baru membutuhkan kegiatan seleksi dan waktu yang cukup lama (Mulyono, 2011). Oleh karena itu, salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan diatas dan mendapatkan keragaman genetik

tanaman yang tinggi adalah dengan melakukan mutasi DNA secara buatan pada tanaman.

Mutasi dapat dilakukan secara fisik dengan menggunakan penyinaran atau secara kimiawi menggunakan agen mutan seperti EMS (*ethyl methane sulphonate*) (Medina *et al.*, 2005). EMS merupakan kelompok alkil yang dapat mengubah basa-basa DNA (guanine dan timin) menjadi basa lain dan akan berpasangan dengan basa yang berbeda sehingga terjadi transisi (Purwati *et al.*, 2008). Menurut Micke (1996) bahwa induksi mutasi pada tanaman ditujukan untuk perbaikan sifat genetik, terutama untuk peningkatan produksi, ketahanan terhadap hama dan penyakit serta toleransi terhadap cekaman lingkungan. Pada penelitian dengan tujuan untuk eksploitasi regenerasi tanaman tebu yang tahan herbisida melalui induksi variasi somaklonal menggunakan kalus somatik embriogenesis dari N12 yang diseleksi untuk varian somaklonal toleransi terhadap imazapyr, kalus embriogenik di induksi mutagen etil methane sulfonate (EMS, 8-96,6 mM selama 4 jam). Hasilnya menunjukkan bahwa tanaman berpotensi menjadi tanaman toleran yaitu pada medium seleksi (0,042 μ M dan 0,08 μ M imazapyr) setelah terpapar EMS (8 mM dan 16 mM) (Koch *et al.*, 2009).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan tanaman tebu dengan rendemen yang tinggi melalui mutasi dengan EMS (*ethylene methane sulfonate*).

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan maka dapat diajukan hipotesis sebagai perlakuan mutasi buatan dengan *Ethyle Methane Sulphonate* berpengaruh terhadap pertumbuhan, kandungan sukrosa dan kandungan gula reduksi di daun tanaman tebu.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2014 sampai dengan bulan Mei 2015 di di greenhouse Fakultas Pertanian Universitas Jember. Analisis kandungan sukrosa dan gula reduksi daun dilakukan di Laboratorium Pemuliaan Tanaman Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Persiapan Media

Media tanam terdiri dari tanah dan kompos yang dicampur dengan perbandingan 1:1. Selanjutnya menimbang campuran tanah dan kompos tersebut seberat 7 kg dan dimasukkan ke dalam timba kemudian diberi label sesuai dengan perlakuan.

Persiapan Bahan Tanam

Bahan tanam yang digunakan dalam penelitian ini adalah mata tunas tunggal (*single bud*) dengan ukuran panjang 1 cm. Varietas tebu yang digunakan adalah varietas Bulu Lawang (BL).

Pelaksanaan Percobaan "Analisis Pertumbuhan dan Karbohidrat Tanaman Tebu Hasil Mutasi dengan Ethyle Methane Sulphonate":

- Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan dalam penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan masing – masing 5 kali yaitu Kontrol, 8 mM 5 Jam, 8 mM 10 Jam, 16 mM 5 Jam, 16 mM 10 Jam.

- Proses Mutasi

Mata tunas tebu varietas Bulu Lawang yang diambil direndam dalam larutan EMS (*ethylene methane sulfonate*) pada konsentrasi 0 mM; 8 Mm dan 16 mM selama 5 dan 10 jam. Mata tunas tebu yang sudah direndam dengan larutan EMS (*ethylene methane sulfonate*) dicuci dengan aquades 3 kali dan dikering anginkan. *Single Bud Chip* yang telah dimuasi ditanam pada media tanah : kompos (1:1). Tanaman tebu setelah berumur 4 dianalisis kandungan sukrosa daunnya.

- Parameter pengamatan

a. Tinggi tanaman (cm)

Tanaman tebu yang telah berumur 4 bulan kemudian diukur tingginya. Pengukuran tersebut dilakukan pada seluruh tanaman dengan cara diukur dari permukaan media tanam hingga ujung daun.

b. Jumlah ruas

Jumlah ruas yang ada pada seluruh tanaman tebu berumur 4 bulan diamati dan dihitung.

c. Jumlah anakan

Setiap anakan yang tumbuh pada tanaman tebu yang telah berumur 4 bulan dihitung jumlahnya.

d. Diameter batang (cm)

Pengukuran diameter batang dilakukan pada tebu yang telah berumur 4 bulan dengan cara mengukurnya pada ruas 10 cm dari permukaan tanah dengan menggunakan jangka sorong.

e. Kandungan Sukrosa (mg/g)

Kandungan sukrosa diukur dengan menggunakan recorcinol berdasarkan metode yang dilakukan oleh Miswar (2001), 75 μ L (supernatan) ditambah 75 μ L 0,5 N NaOH. Campuran dididihkan pada suhu 100⁰C selama 10 menit lalu didinginkan dalam air. Setelah dingin ditambahkan 250 μ L reagen resorsional dan 750 μ L HCL 30% (dikerjakan dalam lemari asam), kemudian diinkubasi pada suhu 80⁰C selama 8 menit. Setelah dingin dibaca absorbansi pada panjang gelombang 520 nm. Kandungan sukrosa dihitung dengan menggunakan persamaan regresi kurva standart sukrosa.

f. Kandungan Gula Reduksi (mg/g)

Gula reduksi diukur dengan menggunakan metode yang dilakukan oleh Miswar (2001), 250 μ L sampel ditambah 450 μ L H₂O. Semua sampel ditambah 500 μ L reagen DNS dan dididihkan selama 10 menit. Setelah dingin dibaca absorbansinya pada panjang gelombang 560 nm dengan menggunakan spektrofotometer. Kandungan gula reduksi dihitung dengan menggunakan persamaan regresi kurva standart glukosa.

- Analisis Data

Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA). Apabila terdapat perbedaan yang nyata, maka dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (DMRT) pada taraf 95%.

HASIL

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan di dapatkan hasil perhitungan nilai F-hitung, dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. Rangkuman F-hitung dari analisis ragam pada seluruh variabel pengamatan

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

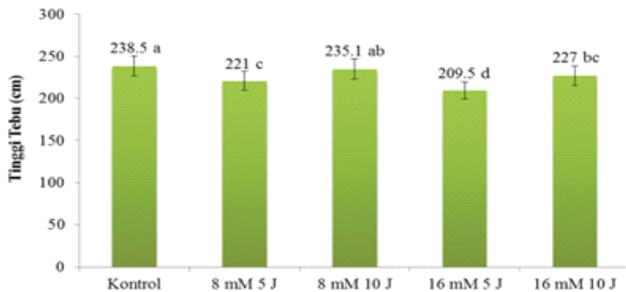
Keterangan : * = berbeda nyata
** = berbeda sangat nyata
ns = tidak berbeda nyata

Berdasarkan tabel diatas (Tabel 1) hasil F-hitung menunjukkan hasil yang berbeda, empat parameter pengamatan menunjukkan hasil yang sangat berbeda nyata yakni pada tinggi tanaman, jumlah anakan, diameter batang, dan kandungan sukrosa. Kandungan gula reduksi daun menunjukkan hasil yang

berbeda nyata, sedangkan pada karakter pengamatan jumlah ruas yang terbentuk menunjukkan hasil yang berbeda tidak nyata.

Tinggi Tanaman Tebu

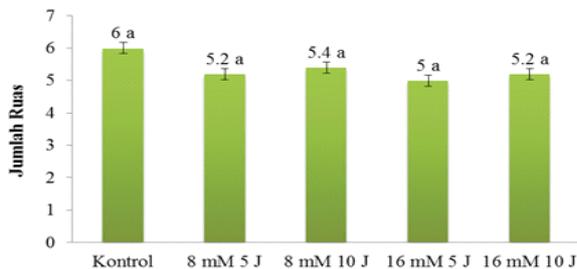
Hasil pengukuran tinggi tebu (Gambar 1) menunjukkan bahwa tinggi tanaman tebu mutan lebih rendah dibandingkan dengan tebu kontrol, dan berdasarkan uji Duncan menunjukkan bahwa adanya perbedaan nyata antara tebu kontrol dan tebu mutan. Tebu kontrol memiliki tinggi rata-rata tertinggi (238,5 cm) sedangkan rata-rata tinggi tebu mutan terendah yaitu 16 mM 5 jam (209,5 cm).



Gambar 1. Grafik Rata-rata Tinggi Tanaman Tebu dengan Perlakuan 0 (Kontrol), 8 mM 5 J, 8 mM 10 J, 16 mM 5 J dan 16 mM 10 J.

Jumlah Ruas Tanaman Tebu

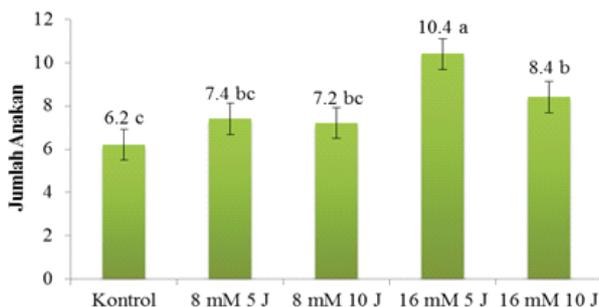
Hasil perhitungan jumlah ruas tanaman tebu kontrol dan tebu mutan diketahui bahwa tebu kontrol menghasilkan ruas terbanyak. Dapat dilihat pada (Gambar 2) bahwa pada tebu kontrol memiliki rata-rata jumlah ruas terbanyak (6), sedangkan tebu mutan 16 mM 5 jam memiliki rata-rata jumlah ruas paling sedikit (5). Berdasarkan uji Duncan menunjukkan bahwa tebu kontrol dan tebu mutasi tidak berbeda nyata.



Gambar 2. Grafik Rata-Rata Jumlah Ruas Tanaman Tebu dengan Perlakuan 0 (Kontrol), 8 mM 5 J, 8 mM 10 J, 16 mM 5 J dan 16 mM 10 J.

Jumlah Anakan Tanaman Tebu

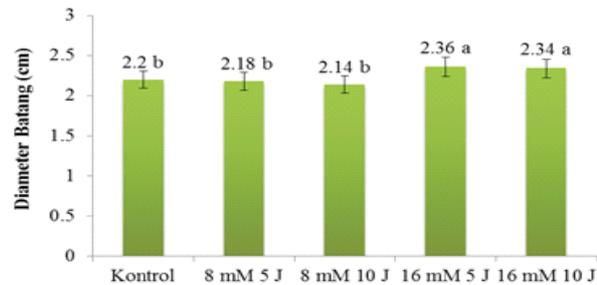
Hasil perhitungan jumlah anakan (Gambar 3) menunjukkan jumlah anakan pada perlakuan tebu mutasi EMS lebih banyak dibandingkan dengan tebu kontrol. Jumlah anakan terbanyak terdapat pada perlakuan mutasi 16 mM 5 jam dengan rata-rata jumlah anakan sebanyak 10,4. Rata-rata jumlah anakan paling sedikit yaitu pada kontrol sebesar 6,2. Hal ini menunjukkan bahwa mutasi EMS 16 mM pada semua lama perendaman berpengaruh meningkatkan jumlah anakan tanaman tebu.



Gambar 3. Grafik Rata-rata Jumlah Anakan Tanaman Tebu (dengan Perlakuan 0 (Kontrol), 8 mM 5 J, 8 mM 10 J, 16 mM 5 J dan 16 mM 10 J).

Diameter Batang Tanaman Tebu

Hasil pengukuran diameter batang (Gambar 4) menunjukkan rata-rata diameter batang terbesar terdapat pada perlakuan mutasi 16 mM 5 jam sebesar 2,36 cm, dan rata-rata diameter batang terkecil terdapat pada perlakuan 8 mM 10 jam dengan rata-rata diameter batang 2,14 cm. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan mutasi pada konsentrasi 16 mM pada semua lama perendaman berpengaruh meningkatkan diameter batang tanaman tebu.

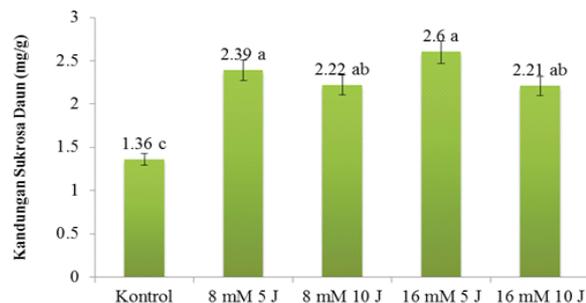


Gambar 4. Grafik Rata-rata Diameter Batang Tanaman Tebu dengan Perlakuan 0 (Kontrol), 8 mM 5 J, 8 mM 10 J, 16 mM 5 J dan 16 mM 10 J.

Kandungan Sukrosa Daun Tanaman Tebu

Sukrosa merupakan hasil akhir dari proses fotosintesis berperan penting dalam proses metabolisme tanaman. Sukrosa berfungsi sebagai sumber energi yang akan ditranslokasikan melalui jaringan floem menuju jaringan yang sedang tumbuh (Salisbury dan Ross, 1995).

Pengukuran kandungan sukrosa daun bertujuan untuk mengetahui besar kandungan sukrosa pada organ daun tebu, yang merupakan lokasi sintesis sukrosa. Kandungan sukrosa daun diukur berdasarkan jumlah sukrosa perberat sampel daun. Sampel daun yang diambil adalah daun ke-4 dari ujung tanaman yang berada pada posisi yang sama pada masing-masing tanaman tebu, yang kemudian dianalisis kandungan sukrosanya menggunakan metode resorsinol.

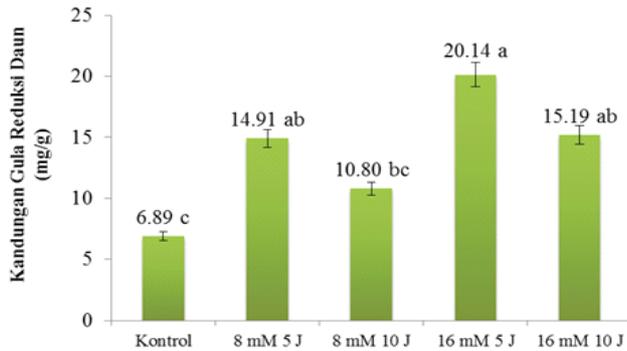


Gambar 5. Grafik Rata-rata Kandungan Sukrosa Daun Tanaman Tebu dengan Perlakuan 0 (Kontrol), 8 mM 5 J, 8 mM 10 J, 16 mM 5 J dan 16 mM 10 J.

Hasil pengukuran kandungan sukrosa daun pada tanaman tebu sangat beragam. Berdasarkan uji Duncan menunjukkan hasil yang berbeda nyata antara kandungan sukrosa daun tebu kontrol dan tebu mutan. Pada Gambar 5. menunjukkan kandungan sukrosa daun antara tebu mutan dan kontrol berbeda nyata. Rata-rata kandungan sukrosa daun tertinggi terdapat pada tebu mutasi 16 mM 5 jam (2,6 mg/g), kemudian tebu mutasi 8 mM 5 jam (2,39 mg/g), tebu mutasi 8 mM 10 jam (2,22 mg/g), tebu mutasi 16 mM 10 jam (2,21 mg/g), dan rata-rata kandungan sukrosa daun terendah terdapat pada perlakuan kontrol (1,34 mg/g).

Kandungan Gula Reduksi Daun

Gula reduksi adalah semua gula yang memiliki kemampuan untuk mereduksi dikarenakan adanya gugus aldehyd atau keton bebas, yang termasuk gula reduksi antara lain glukosa, fruktosa, gliseraldehida, dan galaktosa. Kandungan gula reduksi daun diukur berdasarkan jumlah sukrosa perberat sampel daun. Sampel daun yang diambil adalah daun ke-4 dari ujung tanaman yang berada pada posisi yang sama pada masing-masing tanaman teb. Metode penentuan komposisi gula reduksi dalam sampel yang mengandung karbohidrat yang digunakan adalah menggunakan pereaksi *asam dinitro salisilat/3,5-dinitrosalicylic acid* (DNS).



Gambar 6. Grafik Rata-rata Kandungan Gula Reduksi Daun Tanaman Tebu dengan Perlakuan 0 (Kontrol), 8 mM 5 J, 8 mM 10 J, 16 mM 5 J dan 16 mM 10 J.

Hasil uji rata-rata menunjukkan hasil yang berbeda nyata antara kandungan gula reduksi daun tebu hasil mutasi dengan tebu kontrol. Pada Gambar 6, menunjukkan bahwa rata-rata kandungan gula reduksi daun tertinggi terdapat pada tebu mutasi 16 mM 5 jam (20,14 mg/g), dan rata-rata kandungan gula reduksi daun terendah terdapat pada perlakuan kontrol (6,89 mg/g).

PEMBAHASAN

Tebu varietas Bululawang (BL) dimutasi menggunakan bahan kimia EMS (*ethyle methane sulphonate*). Mutasi merupakan salah satu metode yang efektif untuk meningkatkan keragaman tanaman. Mutasi dapat disebut sebagai perubahan materi genetik pada tingkat genom, kromosom dan DNA atau gen sehingga menyebabkan terjadinya keragaman genetik. Gen yang berubah karena mutasi disebut mutan. Dari sekian banyak mutagen kimia, EMS dilaporkan sebagai bahan mutagen yang kuat dan efektif dalam memutasi tanaman (Shah *et al.*, 2008).

Hasil pengukuran tinggi tanaman tebu (Gambar 1.) menunjukkan bahwa tinggi tebu pada kontrol lebih baik dibandingkan tebu perlakuan mutasi EMS, akan tetapi secara morfologi pertumbuhan dan ketegapan tanaman mutan lebih baik dibandingkan tebu kontrol. Tinggi rata-rata tebu kontrol yaitu 238,5 cm sedangkan rata-rata tinggi tebu mutasi terendah adalah 16 mM 5 jam dengan rata-rata 209,5 cm. Pengukuran tinggi dihasilkan tinggi mutan lebih rendah dibanding kontrol, terhambatnya pertumbuhan yang terlihat pada tinggi tanaman diduga akibat perlakuan pemberian EMS sebagai mutagen yang menyebabkan perubahan struktur DNA tanaman. Hal ini menunjukkan pengaruh sensitivitas mutagen EMS terjadi pada tahap perkembangan tanaman. Gaul (1997) menyatakan terhambatnya pertumbuhan tanaman diakibatkan adanya gangguan fisiologis akibat aksi mutagen. Hasil karakter vegetatif yang bervariasi seperti penurunan sifat kuantitatif tanaman diduga disebabkan oleh mutasi acak akibat aksi mutagen. *Ethyl methane sulphonate* menyebabkan mutasi titik melalui transisi pada DNA, melalui perubahan pasangan basa nukleotida yang mengakibatkan perubahan asam amino (Chopra, 2005).

Terhambatnya pertumbuhan tinggi tanaman tebu mutan, juga berpengaruh terhadap jumlah ruas yang dihasilkan. Berdasarkan hasil perhitungan, jumlah ruas batang yang dihasilkan tebu mutan lebih sedikit dibandingkan tebu kontrol (Gambar 2). Akan tetapi, hasil uji Duncan jumlah ruas tebu menunjukkan hasil tidak berbeda nyata. Tebu kontrol memiliki rata-rata jumlah ruas terbanyak (6), sedangkan tebu mutan 16 mM 5 jam memiliki rata-rata jumlah ruas paling sedikit (5). Rendahnya jumlah ruas tebu mutan dibandingkan tebu kontrol selain disebabkan oleh pemberian EMS sebagai agen mutasi yang berpengaruh terhadap penurunan sifat kuantitatif tanaman mutan. Terdapat faktor lain yang mempengaruhi selama proses pertumbuhan tanaman tebu. Menurut Sudiarto (1982) panjang ruas batang tebu sangat dipengaruhi oleh faktor luar seperti iklim, kesuburan tanah, keadaan air dan penyakit. Jika faktor luar ini tidak dipenuhi, maka pertumbuhan tanaman tidak akan sempurna.

Anakan tebu merupakan variabel yang penting dalam usaha peningkatan produktivitas tebu. Semakin banyak anakan tebu yang terbentuk, maka hasil tebu akan semakin melimpah. Anakan tebu terbentuk di sekeliling batang utama (Rokhman dkk., 2014). Berdasarkan hasil pengukuran jumlah anakan, tebu mutan lebih banyak menghasilkan anakan dibandingkan tebu kontrol. Pada (Gambar 3) jumlah anakan terbanyak terdapat pada perlakuan mutasi 16 mM 5 jam dengan rata-rata jumlah anakan sebanyak 10,4, sedangkan rata-rata jumlah anakan paling sedikit yaitu perlakuan kontrol sebesar 6,2. Hal ini menunjukkan bahwa mutasi EMS 16 mM pada semua lama perendaman berpengaruh meningkatkan jumlah anakan tanaman tebu. Khuluq dan Hamida (2013) mengatakan pertunasan atau keluarnya anakan tebu dimulai sejak tanaman berumur 5 minggu sampai 3 bulan. Kemudian pada minggu ke 20 akan terjadi penurunan sekitar 25-50% akibat anakan yang mati.

Batang tanaman tebu merupakan bagian terpenting karena mengandung nira, pada batang tebu mengandung jaringan parenkim berdinding tebal yang banyak mengandung cairan. Pertumbuhan batang tebu merupakan stadium terpenting yang sangat menentukan besarnya bobot tebu (Supriyadi, 2002). Hasil pengukuran diameter batang menunjukkan bahwa diameter batang tebu mutan lebih besar dibandingkan tebu kontrol. Hasil ini dapat dilihat pada (Gambar 4) bahwa rata-rata diameter batang terbesar terdapat pada perlakuan mutasi 16 mM 5 jam sebesar 2,36 cm, kemudian perlakuan 16 mM 10 jam dengan rata-rata diameter batang 2,34 cm, perlakuan kontrol dengan rata-rata diameter batang sebesar 2,2 cm, perlakuan 8 mM 5 jam sebesar 2,18 cm, dan rata-rata diameter batang terkecil terdapat pada perlakuan 8 mM 10 jam dengan rata-rata diameter batang 2,14 cm. Hal ini menunjukkan bahwa mutasi EMS 16 mM pada semua lama perendaman berpengaruh meningkatkan diameter batang tanaman tebu. Batang tanaman tebu ini akan terus mengalami pertambahan ukuran seiring dengan bertambahnya umur tanaman akibat pembelahan dan perbesaran sel yang bersifat *irreversible* (tidak dapat terbalikan) (Aryulina dkk., 2006).

Pada penelitian ini, selain melakukan pengamatan pertumbuhan tanaman tebu juga dianalisis kandungan biokimia berupa kandungan sukrosa dan gula reduksi pada daun tebu. Tujuan analisis sukrosa daun adalah untuk mengetahui besar kandungan sukrosa pada daun tebu, yang merupakan lokasi sintesis (pembentukan) sukrosa. Sukrosa merupakan hasil utama dalam proses fotosintesis yang dihasilkan dari asimilasi karbon (C) yang terjadi di daun (Kim *et al.*, 2000), dan berfungsi sebagai sumber energi yang akan ditranslokasikan melalui jaringan floem menuju jaringan yang sedang tumbuh (Salisbury dan Ross, 1995).

Berdasarkan hasil analisis kandungan sukrosa daun pada tanaman tebu menunjukkan bahwa tebu yang dimutasi dengan EMS menghasilkan sukrosa yang lebih tinggi dibandingkan tebu kontrol. Pada uji rata-rata (Gambar 5) menunjukkan rata-rata

kandungan sukrosa daun tertinggi terdapat pada tebu mutasi 16 mM 5 jam (2,6 mg/g), dan rata-rata kandungan sukrosa daun terendah terdapat pada perlakuan kontrol (1,34 mg/g).

Hasil analisis kandungan sukrosa ini menunjukkan bahwa tebu-tebu mutan lebih banyak menghasilkan sukrosa dibandingkan tebu kontrol. Hasil ini diduga enzim-enzim yang terlibat dalam pembentukan sukrosa terutama SPS meningkat aktifitasnya. Miswar dkk (2007) mengatakan SPS adalah 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) mengatakan besar kecilnya aktivitas SPS menentukan kandungan sukrosa daun. Dan berkorelasi positif dengan rasio sukrosa : pati daun (Galtier *et al.*, 1995). Hal ini diduga terjadi akibat pemberian perlakuan mutasi EMS yang menyebabkan adanya perubahan genetik pada tanaman tebu mutan yang berpengaruh positif terhadap meningkatnya sintesis sukrosa didaun tanaman tebu.

Besarnya jumlah sukrosa yang dapat disimpan pada batang sangat ditentukan oleh selisih antara proses sintesis dan degradasi sukrosa. Metabolisme sukrosa diatur oleh beberapa enzim seperti *sucrose synthase* (SS), *sucrose phosphate synthase* (SPS), dan *invertase* (Int) (Lontom, 2008). Sukrosa disintesis di dalam sitosol yang dikatalisis oleh *sucrose phosphate synthase* (SPS). SPS termasuk enzim utama yang menentukan tanaman dalam sintesis sukrosa. Enzim ini mengkatalisis pembentukan sucrose-6-phosphate (suc6P) dari *fructose-6-phosphate* (F6P) dan *uridine-5-diphospho glucose* (UDPG). Selanjutnya *phosphate* pada suc6P diputus oleh *sucrose phosphate phosphatase* (SPP) sehingga dihasilkan sukrosa. *Sucrose synthase* (SS) dilaporkan turut berperan dalam biosintesis sukrosa, akan tetapi seberapa besar perannya belum diketahui pasti (Strum, 1999). Sedangkan enzim *invertase* lebih berperan dalam mengubah kandungan sukrosa menjadi gula fruktosa dan glukosa (Hatch *et al.*, 1963).

Gula reduksi merupakan golongan gula (karbohidrat) 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) (Sukarno, 2012). 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. Berdasarkan hasil analisis gula reduksi daun tanaman tebu menunjukkan bahwa gula reduksi daun tebu mutan lebih tinggi dibandingkan gula reduksi tebu kontrol. Tampak pada (Gambar 6) bahwa perlakuan 16 mM 5 jam menghasilkan rata-rata kandungan gula reduksi daun tertinggi yaitu sebesar 20,14 mg/g, dan rata-rata kandungan gula reduksi daun terendah terdapat pada perlakuan kontrol sebesar 6,89 mg/g.

Hasil ini menunjukkan bahwa pemecahan karbohidrat menjadi senyawa yang lebih sederhana cukup tinggi terutama pada tebu mutan yang menghasilkan gula reduksi lebih tinggi dibanding tebu kontrol. Hal ini diduga terjadi peningkatan aktifitas enzim-enzim yang terlibat dalam perombakan karbohidrat akibat perlakuan mutasi EMS yang diberikan pada tebu mutan. Sukarno (2012) mengatakan umumnya gula pereduksi yang dihasilkan berhubungan erat dengan aktifitas enzim, dimana semakin tinggi aktifitas enzim maka semakin tinggi pula gula pereduksi yang dihasilkan. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa perlakuan mutasi *Ethyle Methane Sulphonate* (EMS) berpengaruh positif dalam meningkatkan aktifitas enzim dalam menghasilkan gula pereduksi pada daun tebu mutan.

KESIMPULAN

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

1. Mutasi menggunakan EMS (*ethyle methane sulphonate*) cenderung menurunkan tinggi dan jumlah ruas tanaman tebu mutan. Akan tetapi, cenderung meningkatkan diameter batang dan jumlah anakan tanaman tebu mutan.
2. Mutasi menggunakan EMS (*ethyle methane sulphonate*) menyebabkan peningkatan kandungan sukrosa dan gula reduksi pada daun tebu yang dimutasi. Rata-rata kandungan rata-rata kandungan sukrosa daun tertinggi terdapat pada tebu mutan perlakuan 16 mM 5 jam sebesar 2,6 mg/g. Rata-rata kandungan gula reduksi daun tertinggi terdapat pada tebu mutan perlakuan 16 mM 5 jam sebesar 20,14 mg/g.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada DP2M Kemenristek Dikti yang telah mendanai penelitian ini melalui Skim Strategis Nasional No.272/UN/25.3.1/LT/2015.

DAFTAR PUSTAKA

- Aryulina, D., M. Choirul., dan M. Syalinaf. 2006. *Biologi 3*. Esis. Jakarta.
- Chopra, V.L. 2005. Mutagenesis : Investigating The Proses and Prosscencing Tne Outcome for Crop Improvement. *Curr Sci*, 89 :353-359.
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2013. *Peningkatan Produksi dan Produktivitas Gula dalam Mewujudkan Ketahanan Pangan Nasional*. Disampaikan dalam acara Semiloka Gula Nasional 2013. Bogor.
- Galtier, N., C.H. Foyer., E. Murchie., R. Alred., P. Quick., T.A. Voelker., C. Thepenier., G. Lasceve., and T. Betsche. 1995. Effect of Light and Atmospheric Carbon Dioxide Enrichment on Photosynthesis and Carbon Partitioning in Leaves Tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) Plants Overexpression *Sucrose Phosphate Synthase*. *Exp. Bot*, 46 :1335-1344.
- Gaul, H. 1997. Mutagen Effects in the First Generation After Seed Treatment, Cytological Effects In Manual On Mutation Breeding. *IAEA*, 91-95.
- Grof, C.P.L., J.L. Huber., S.D. McNeil., L.E. Lunn and J.A. Campbell. 1998. A Modified Assay Method Show Leaf Sucrose Phosphate Synthase Activity is Correlated With Leaf Sucrose Content Across A Range Of Sugarcane Varieties. *Plant Physiol*, 25 :499-502.
- Hatch, M.D and K.T. Glasziou. 1963. Sugar Accumulation Cycle in Sugarcane. II. Relationship of Invertase Activity to Sugar Content and Growth Rate in Storage Tissue of Plants Grown in Controlled Environments. *Plant Physiol*, 38:344-348.
- Khuluq, A.D dan Hamida. 2014. Peningkatan Produktivitas Rendemen Tebu Melalui Rekayasa Fisiologi Pertunasan. *Perspektif*, 13 :13-24.
- Kim, J.Y., A. Mahe., J. Brangeon and J. L. Prioul. 2000. A Maize Vacuolar Invertase (IVR2) is Induced by Water Stress, Organ/tissue Specificity and Diurnal Modulation of Expression. *Plant Physiol*, 124 :71-84.
- Koch, A.C., S. Ramgareeb., S. J. Snyman., M. P. Watt and R. S. Rutherford. 2009. Pursuing Herbicide Tolerance In

- Sugarcane : Screening Germplasm and Induction Through Mutagenesis. *S A Sugarcane Technol Ass*, 82 :629-632.
- Medina., F.I.S, E. Amano and S. Tano. 2005. *Mutation Breeding Manual*. Japan : Forum for Nuclear Cooperation in Asia (FNCA).
- Micke, A and B. Donini. 1996. Induced mutation. p. 52–77. In M.D. Hayward, N.O. Bosemark, and I. Romagosa (Eds.). *Plant Breeding Principles and Prospects*. Chapman & Hall, London.
- Miswar. 2001. Aktifitas Enzim Metabolisme Sukrosa dan Perubahan Sintesis Protein Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.) Pada Kondisi Cekaman Garam (NaCl) Tinggi. *Laporan Penelitian*. Universitas Jember.
- Miswar, S. Bambang., H. Trihandoyo dan M. Sri Ayu. 2007. Peranan Sucrose Phosphate Synthase (SPS) dan Acid Invertase (AI) Internoda Tebu (*Saccharum officinarum* L.) dalam Akumulasi Sukrosa. *Agritrop*, 26 :187-193.
- Mulyono, Daru. 2011. Kebijakan Pengembangan Industri Bibit Tebu Unggul Untuk Menunjang Program Swasembada Gula Nasional. *Sains dan Teknologi Indonesia*, 1 : 60-64.
- Purwati, R.D., Sudjindro, E. Kartini, dan Sudarsono. 2008. Keragaman Genetik Varian Abaka yang Diinduksi dengan *Ethyle Methane Sulfonate* (EMS). *Littri*, 14 :16-24.
- Priyono dan Susilo. A.W. 2002. Respons Regenerasi In Vitro Eksplan Sisik Mikro Kerk Lily (*Lilium longiflorum*) Terhadap *Ethyle Methane Sulfonate* (EMS). *Ilmu Dasar*, 3 :74-79.
- Rohman, 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 :89 – 96.
- Sastrosumarjo, S. 2006. *Sitogenetika Tanaman*. IPB Press. Bogor.
- Shah, K., H. Din, R. Muhammad and Y. Zafar. 2009. Development of Sugarcane Mutants Through in vitro Mutagenesis. *Biological Science*, 3 :1123-1125.
- Soeranto, H dan T. M. Nakanishi. 2003. Obtaining Induced Mutations of Drought Tolerance in Sorghum. *Radioisotopes*, 52.
- Sturm, A. 1999. Invertases Primary Structures, Function, and Roles in Plant Development and Sucrose Partitioning. *Plant Physiol*, 121:1-7.
- Sudiatso, S. 1982. *Bertanam Tebu*. Departemen Agronomi. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sukarno, Eko. 2012. *Gula Reduksi*. [Http://www.GULA REDUKSI ~Eko Suka Zone.htm/](http://www.GULA REDUKSI ~Eko Suka Zone.htm/). [Diakses pada tanggal 21 Mei 2015].
- Supriyadi, A. 1992. *Rendemen Tebu*. Kanisius. Yogyakarta.