

PENGARUH CEKAMAN GARAM SECARA *IN VITRO* PADA KADAR KLOOROFIL DAN KARAKTER EKSPRESI PLANLET SAWI CAISIM

Endang Nurcahyani^{1*}, Indah Stellawati², Zulkifli², Suratman²

¹Prodi Biologi Terapan, Fakultas MIPA, Universitas Lampung, Bandar Lampung, 35145

²Prodi Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Lampung, Bandar Lampung, 35145

email korespondensi : endang.nurcahyani@fmipa.unila.ac.id

Diterima
30.03.2022

Direvisi
15.04.2022

Dipublikasikan
21.04.2022

© Penulis 2022

PISSN 2540-8224
EISSN 2540-8267



Penerbit:
Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung

ABSTRAK

Pengembangan budidaya sawi memiliki prospek baik untuk mendukung upaya peningkatan pendapatan petani, peningkatan gizi masyarakat, dan pengembangan agribisnis secara luas. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui konsentrasi NaCl yang efektif untuk seleksi planlet sawi caisim dalam kondisi cekaman garam secara *in vitro*, serta mengetahui karakter ekspresinya. Rancangan penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari faktor tunggal yaitu konsentrasi NaCl dengan 5 taraf perlakuan: 0%; 0,25%; 0,50%; 0,75%; dan 1% dengan 5 kali ulangan. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi NaCl yang efektif adalah konsentrasi 0,50%. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi NaCl, maka ukuran planlet yang tumbuh semakin kecil dengan tinggi planlet yang semakin rendah, ukuran daun yang semakin kecil dengan visualisasi warna daun menjadi hijau kekuningan, akar planlet yang semakin panjang, serta kandungan klorofil a, b, dan klorofil total yang semakin menurun.

Kata kunci: caisim, klorofil, salinitas

ABSTRACT

The development of mustard cultivation has good prospects to support efforts to increase farmers' income, improve community nutrition, and broaden agribusiness development. The purpose of this study was to determine the effective concentration of NaCl for the selection of caisim mustard plantlets under salt stress conditions *in vitro*, and to determine the character of its expression. This research design was prepared using a completely randomized design (CRD) consisting of a single factor, namely the concentration of NaCl with 5 treatment levels: 0%; 0.25%; 0.50%; 0.75%; and 1% with 5 replications. The results showed that the effective concentration of NaCl was a concentration of 0.50%. The characterization results showed that the higher the concentration of NaCl, the smaller the plantlet size with the lower plantlet height, the smaller the leaf size with the visualization of the leaf color becoming yellowish green, the plantlet roots getting longer, and the content of chlorophyll a, b, and decreased total chlorophyll.

Keywords: mustard green, chlorofil, salinity

PENDAHULUAN

Tanaman sawi caisim sudah dikenal oleh masyarakat Indonesia. Konsumsi sayuran ini semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk, meningkatnya daya beli, akses yang mudah untuk menemukan sayuran ini (seperti di pasar), serta banyaknya manfaat yang terkandung di dalamnya untuk memenuhi berbagai nutrisi dan gizi yang dibutuhkan oleh tubuh. Caisim juga sebagai sayuran yang berserat dapat memperbaiki dan memperlancar pencernaan, memperbaiki fungsi kerja ginjal dan pembersih darah, sehingga caisim banyak digemari oleh masyarakat Indonesia (Haryanto dkk., 2007).

Pengembangan budidaya sawi memiliki prospek baik untuk mendukung upaya peningkatan pendapatan petani, peningkatan gizi masyarakat, perluasan kesempatan kerja, pengembangan agribisnis, peningkatan pendapatan negara melalui pengurangan impor dan memacu laju pertumbuhan ekspor. Kelayakan pengembangan budidaya sawi antara lain ditunjukkan oleh adanya keunggulan komparatif kondisi wilayah tropis Indonesia yang sangat cocok untuk komoditas tersebut (Saranga, 2000).

Salinitas merupakan ancaman utama bagi pertanian modern yang dapat mengakibatkan penghambatan dan penurunan pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Isayenkov and Maathuis, 2019). Salinitas merupakan faktor pembatas abiotik utama dalam menghambat atau menurunkan pertumbuhan dan produksi tanaman. Salinitas yang tinggi dapat menurunkan produksi tanaman, khususnya di daerah yang kering atau dengan tingkat kelembapan yang rendah, sehingga menyebabkan ketidakseimbangan ion/hara, tekanan osmotik, dan oksidatif dalam jaringan tanaman, menghambat sintesis pigmen fotosintesis dan proses fotosintesis, serta menurunkan air tanah atau meningkatkan konsentrasi ion dalam jaringan tanaman ke suatu tingkatan yang dapat merusak metabolisme (El-Ramady *et al.*, 2018). Beberapa lahan pertanian konvensional menunjukkan kadar salinitas yang cukup tinggi dan mempunyai pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan. Faktor-faktor yang mempengaruhi salinitas pada lahan pertanian konvensional umumnya terjadi karena pemberian pupuk, pestisida, pengolahan lahan, dan input lainnya (Muliawan, dkk., 2016).

Pada penelitian ini, digunakan metode perbanyak tanaman secara *in vitro* untuk menguji resistensi tanaman dalam kondisi cekaman garam. Menurut Ardiana (2009), metode secara *in vitro* digunakan untuk mengetahui respon kalus terhadap cekaman salinitas. Medium eksplan dapat dikondisikan mengandung kadar garam dengan konsentrasi tertentu yang dapat

menimbulkan stress pada eksplan. Kondisi tersebut akan merubah pola metabolisme sel kalus sehingga sel akan beradaptasi untuk membelah dan bertahan pada kondisi di bawah tekanan garam. Menurut Riffiani (2010), penggunaan NaCl sebagai faktor atau komponen penyeleksi dapat mensimulasikan cekaman lingkungan berupa cekaman garam. NaCl merupakan jenis garam yang sangat mempengaruhi salinitas air laut sehingga akan sangat efektif, jika menggunakan NaCl dalam seleksi cekaman salinitas.

Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui konsentrasi NaCl yang efektif untuk seleksi planlet sawi caisim (*Brassica rapa L.*) dalam kondisi cekaman garam secara in vitro dan mengetahui pengaruhnya terhadap klorofil dan karakter ekspresi planlet sawi caisim (*Brassica rapa L.*).

METODE

Alat dan Bahan

Alat-alat yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu *Laminar Air Flow* (LAF merk Esco), autoklaf, pinset, pisau, aluminium foil, Erlenmeyer, gelas Beaker, gelas ukur, cawan petri, panci, botol kultur, kompor, plastik, kertas label, neraca analitik, tabung reaksi, rak tabung reaksi, mikropipet, pipet tip, corong, batang pengaduk, bunsen, tisu, dan spektrofotometri UV-Vis (Shimadzu UV 80). Bahan-bahan yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu biji sawi caisim (*Brassica rapa L.*), larutan NaCl dalam berbagai konsentrasi (0%, 0,25%, 0,50%, 0,75%, dan 1% b/v), medium *Murashige and Skoog* (MS), alkohol 96%, *bayclin*, sukrosa, spritus, *kalium hidroksida* (KOH), *asam klorida* (HCl), dan akuades. Pereaksi yang digunakan merupakan pereaksi PA.

Prosedur

Sterilisasi Alat dan Bahan

Pada penelitian ini digunakan sterilisasi fisik, yaitu fisik basah dan fisik kering. Fisik basah menggunakan alat sterilisasi berupa autoklaf dengan suhu tinggi (120 °C), terutama untuk sterilisasi media tanam dan air, sedangkan fisik kering menggunakan alat sterilisasi berupa oven dengan suhu tinggi (120 °C), terutama untuk sterilisasi peralatan gelas dan logam selama 30 menit.

Persiapan Medium

Penelitian ini menggunakan medium MS dengan penambahan NaCl dalam berbagai konsentrasi. Masing-masing perlakuan penambahan NaCl diukur sesuai dengan konsentrasi yang dibutuhkan. Pembuatan medium MS sebanyak 1 L dilakukan dengan menimbang medium dasar MS use ready sebanyak 4,43 g kemudian memasukkannya ke dalam labu takar berukuran 1 L. Setelah itu, akuades ditambahkan hingga larutan mencapai batas 1 L dan mengatur pH larutan hingga 5,5 dengan cara penambahan KOH 1 N atau HCL 1 N. Setelah itu, larutan dipindahkan ke dalam wadah yang lebih besar untuk kemudian ditambahkan agar-agar sebanyak 7 g/L dan sukrosa sebanyak 30 g/L. Selanjutnya, larutan tersebut dipanaskan pada hot plate sambil diaduk hingga mendidih untuk melarutkan agar-agar. Setelah mendidih, larutan dituangkan ke dalam botol kultur sebanyak 20 mL/botol kultur untuk kemudian dilakukan penambahan NaCl sesuai konsentrasi setiap perlakuan (0%, 0,25%, 0,50%, 0,75%, dan 1% b/v) ke dalam medium MS tersebut. Sebelum digunakan, medium terlebih dahulu disterilisasi pada autoklaf dan diinkubasi selama 7 hari pada ruangan dengan suhu kamar (25 °C) untuk memastikan ada atau tidaknya kontaminasi medium (Nurchayani, dkk., 2019).

Sterilisasi Eksplan

Tahapan sterilisasi eksplan dimulai dengan terlebih dahulu merendam eksplan biji sawi caisim dalam akuades steril selama 15 menit. Kemudian eksplan dimasukkan ke dalam larutan bayclin 30% (v/v) dan dikocok selama 1 menit. Selanjutnya, eksplan tersebut dibilas dengan akuades steril sampai tak berbuih lagi. Setelah itu, eksplan dikeluarkan dari wadah Erlenmeyer dan dimasukkan ke dalam cawan petri steril dan ditutup untuk siap ditanam di kotak Laminar Air Flow (LAF).

Penanaman dan Pengamatan Ekspresi Eksplan

Eksplan yang sudah steril tersebut selanjutnya ditanam pada medium penelitian (MS+NaCl) yang sudah disiapkan dalam botol kultur. Penginokulasian eksplan biji sawi caisim yang dilakukan di dalam kotak LAF menggunakan alat tanam berupa pinset. Setiap botol kultur berisi 10 biji sawi caisim, sehingga diperoleh 250 eksplan biji sawi caisim dalam 25 unit percobaan (25 botol kultur). Setelah eksplan berhasil ditanam, eksplan diinkubasi hingga tumbuh menjadi planlet di ruang inkubasi (Nurchayani, dkk., 2020).

Pengamatan utama pada penelitian ini meliputi tinggi tunas dan panjang akar pada planlet sawi caisim dalam berbagai perlakuan konsentrasi NaCl (% b/v). Pengukuran tinggi planlet diukur menggunakan alat ukur berupa penggaris pada setiap planlet dalam medium penelitian (MS+NaCl) dalam berbagai konsentrasi.

Analisis Klorofil

Kandungan klorofil dianalisis menggunakan metode Miazek (2002) dengan alat spektrofotometer Shimadzu UV 80. Bahan yang dianalisis kandungan klorofilnya yaitu bagian daun planlet sawi caisim setelah mendapat perlakuan penambahan NaCl dalam medium MS dengan seluruh konsentrasi perlakuan dalam penelitian ini. Daun planlet sawi caisim ditimbang terlebih dahulu sebanyak 0,1 gram, kemudian digerus menggunakan mortar dan alu dan ditambahkan 10 mL alkohol 95%. Setelah itu, larutan disaring menggunakan kertas Whatman no. 1, kemudian dimasukkan ke dalam flakon dan ditutup dengan rapat.

Selanjutnya, dilakukan analisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Larutan sampel dan larutan standar (alkohol 95%) diambil sebanyak 1 mL dan dimasukkan ke dalam kuvet untuk dianalisis dan dilihat kandungan klorofilnya dengan pembacaan serapan pada panjang gelombang 648 nm dan 664 nm. Setiap sampel diulang sebanyak 5 kali ulangan. Kandungan klorofil yang diperoleh akan dinyatakan dalam satuan miligram (mg) yang diekstraksi dan dihitung berdasarkan persamaan berikut.

$$\text{Klorofil a} = 13,36 A_{664} - 5,19 A_{648} \quad (\text{V/W} \times 1000)$$

$$\text{Klorofil b} = 27,43 A_{648} - 8,12 A_{644} \quad (\text{V/W} \times 1000)$$

$$\text{Klorofil total} = 5,24 A_{644} + 22,24 A_{648} \quad (\text{V/W} \times 1000)$$

Keterangan:

V = Volume alkohol 95%

W = Berat daun sawi caisim yang diekstrak

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Planlet

Hasil analisis data tinggi planlet sawi caisim dengan perlakuan NaCl dalam berbagai konsentrasi ditampilkan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Efek perlakuan NaCl terhadap tinggi planlet sawi caisim 28 hari setelah tanam

Konsentrasi NaCl (% b/v)	Tinggi Planlet (cm) $\bar{Y} \pm SE$
0	$8,06 \pm 0,66^a$
0,25	$6,50 \pm 0,22^{ac}$
0,50	$7,16 \pm 0,26^{ac}$
0,75	$5,70 \pm 0,30^{bc}$
1	$6,24 \pm 0,49^{bc}$

Keterangan:

\bar{Y} = Nilai rata-rata tinggi planlet

SE = Standar Error

Nilai yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda pada taraf nyata 5%

Data yang ditampilkan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa rata-rata tinggi planlet cenderung mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya konsentrasi NaCl. Planlet sawi caisim yang memiliki rata-rata pertumbuhan yang lebih tinggi dari perlakuan lainnya yaitu planlet sawi caisim dalam perlakuan kontrol (konsentrasi NaCl 0% b/v) dan perlakuan konsentrasi NaCl 0,50% b/v. Planlet sawi caisim yang memiliki rata-rata pertumbuhan yang lebih rendah dari perlakuan lainnya yaitu planlet sawi caisim dalam perlakuan konsentrasi NaCl 0,25% b/v, perlakuan konsentrasi NaCl 1% b/v, dan yang paling rendah yaitu perlakuan konsentrasi NaCl 0,75% b/v. Hal ini membuktikan bahwa cekaman garam berpengaruh terhadap parameter vegetatif pertumbuhan tanaman yaitu tinggi tanaman karena menyebabkan terjadinya penurunan rata-rata tinggi tanaman seiring dengan peningkatan konsentrasi NaCl (% b/v).

Hal ini sesuai dengan penjelasan oleh Taufiq dan Purwaningrahyu (2014) dalam Ashari, dkk (2020) bahwa pada umumnya, tanaman yang tumbuh pada medium tanam dengan tingkat salinitas yang lebih tinggi akan menyebabkan hasil pertumbuhan tinggi tanaman yang lebih rendah, karena salinitas dapat menyebabkan pertumbuhan vegetatif tanaman menjadi terhambat. Setiap tanaman memiliki tingkat toleransi yang berbeda terhadap tingkat salinitas. Tanaman dapat mentoleransi kadar garam dengan tetap menghasilkan pertumbuhan yang optimum dan mampu bertahan sampai batas toleransi tertentu hingga tingkat beracun bagi tanaman tersebut. Jangka waktu terjadinya respon dapat terjadi dalam hitungan hari, minggu, atau bulan, bergantung pada spesies dan tingkat salinitas (Purwaningrahyu, 2016). Tanaman sawi caisim

termasuk jenis tanaman yang memiliki tingkat toleransi terhadap cekaman salinitas yang relatif tinggi, tanaman sawi caisim masih dapat tumbuh dengan baik pada kisaran 8000 ppm NaCl melalui mekanisme sintesis senyawa glukosinolat untuk mengatasi pengaruh cekaman garam terhadap tekanan osmotik. Mekanisme ini akan terus berlanjut sampai ambang batas toleransi tertentu, dalam penelitian ini, pada konsentrasi 0,5% b/v tanaman sawi caisim dapat bertahan hidup dan menghasilkan pertumbuhan tinggi tanaman yang paling optimum, kemudian diikuti dengan penurunan tinggi tanaman pada konsentrasi NaCl yang semakin tinggi hingga konsentrasi 1%.

Panjang Akar

Hasil analisis data panjang akar planlet sawi caisim dengan perlakuan NaCl dalam berbagai konsentrasi ditampilkan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Efek perlakuan NaCl terhadap panjang akar sawi caisim 28 hari setelah tanam

Konsentrasi NaCl (% b/v)	Panjang Akar (cm) $\bar{Y} \pm SE$
0	7.00 ± 0.47^a
0,25	7.20 ± 0.33^{ac}
0,50	7.22 ± 0.45^{ac}
0,75	9.14 ± 0.63^{ac}
1	9.40 ± 0.71^{bc}

Keterangan:

\bar{Y} = Nilai rata-rata panjang akar

SE = Standar Error

Nilai yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda pada taraf nyata 5%

Data yang ditampilkan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata panjang akar cenderung mengalami kenaikan seiring dengan meningkatnya konsentrasi NaCl. Planlet sawi caisim yang memiliki rata-rata panjang akar yang lebih tinggi dari perlakuan lainnya yaitu planlet sawi caisim dalam perlakuan konsentrasi NaCl 1% b/v dan perlakuan konsentrasi NaCl 0,75% b/v. Planlet sawi caisim yang memiliki rata-rata pertumbuhan yang lebih rendah dari perlakuan lainnya yaitu planlet sawi caisim dalam perlakuan konsentrasi NaCl 0,25% b/v, perlakuan konsentrasi NaCl 0,50% b/v, dan yang paling rendah yaitu perlakuan kontrol (konsentrasi NaCl 0% b/v). Hal ini

membuktikan bahwa cekaman garam berpengaruh terhadap parameter vegetatif pertumbuhan tanaman yaitu panjang akar tanaman karena menyebabkan terjadinya peningkatan rata-rata panjang akar seiring dengan peningkatan konsentrasi NaCl (% b/v).

Secara umum, cekaman garam dapat memengaruhi pembentukan dan perkembangan akar, terutama rambut akar (Wang *et al.*, 2008). Pada penelitian ini diperoleh hasil pertumbuhan panjang akar yang bervariasi pada setiap planlet dalam perlakuan yang berbeda. Panjang akar yang dihasilkan cenderung lebih panjang dan tipis serta dengan rambut akar yang bervariasi seiring dengan meningkatnya konsentrasi NaCl. Hal ini sesuai dengan penjelasan oleh Prabowo dan Rachmawati (2020) bahwa dalam kondisi tercekam tanaman akan berusaha untuk mempertahankan hidup melalui adaptasi terhadap lingkungan sekitar tempat tumbuhnya. Salah satunya dengan memaksimalkan pertumbuhan akar yang bertujuan untuk meningkatkan penyerapan air dan menyeimbangkan tekanan turgor. Cekaman garam juga dapat menyebabkan tanaman lebih banyak mendistribusikan fotosintat ke bagian akar tanaman untuk memaksimalkan penyerapan unsur-unsur hara dan air yang terkandung dalam medium tanam.

Analisis Kandungan Klorofil

Daun sebagai organ fotosintetik utama dapat dijadikan sebagai acuan untuk melihat apakah suatu tanaman mengalami keracunan garam melalui pengukuran kadar klorofil yang terkandung di dalamnya. Perubahan pigmen hijau daun dapat diukur menggunakan spektrofotometer (Purwaningrahyu, 2016). Pengukuran kadar klorofil dalam penelitian ini menggunakan metode Miazek (2002), dengan mengukur kadar klorofil a, klorofil b, dan klorofil total pada planlet sawi caisim 28 hari setelah tanam.

Klorofil a

Hasil analisis data kandungan klorofil a planlet sawi caisim dengan perlakuan NaCl dalam berbagai konsentrasi ditampilkan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Efek perlakuan NaCl terhadap klorofil a planlet sawi caisim 28 hari setelah tanam

Konsentrasi NaCl (% b/v)	Klorofil a (mg/g jaringan) $\bar{Y} \pm SE$
0	0.91 ± 0.08^a

0,25	1.13 ± 0.06^{ab}
0,50	0.96 ± 0.05^{ab}
0,75	0.57 ± 0.06^{bc}
1	0.40 ± 0.03^{bc}

Keterangan:

\bar{Y} = Nilai rata-rata kandungan klorofil a planlet sawi caisim

SE = Standar Error

Nilai yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda pada taraf nyata 5%

Klorofil b

Hasil analisis data kandungan klorofil b planlet sawi caisim dengan perlakuan NaCl dalam berbagai konsentrasi ditampilkan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Efek perlakuan NaCl terhadap klorofil b planlet sawi caisim 28 hari setelah tanam

Konsentrasi NaCl (% b/v)	Klorofil b (mg/g jaringan) $\bar{Y} \pm SE$
0	0.577 ± 0.031^a
0,25	0.633 ± 0.062^{ab}
0,50	0.565 ± 0.008^{ab}
0,75	0.405 ± 0.031^{bc}
1	0.288 ± 0.004^{bc}

Keterangan:

\bar{Y} = Nilai rata-rata kandungan klorofil b planlet sawi caisim

SE = Standar Error

Nilai yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda pada taraf nyata 5%

Klorofil Total

Hasil analisis data kandungan klorofil total planlet sawi caisim dengan perlakuan NaCl dalam berbagai konsentrasi ditampilkan pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Efek perlakuan NaCl terhadap klorofil total planlet sawi caisim 28 hari setelah tanam

Konsentrasi NaCl (% b/v)	Klorofil total (mg/g jaringan) $\bar{Y} \pm SE$
0	1.415 ± 0.104^a

0,25	1.665 ± 0.106^{ab}
0,50	1.477 ± 0.003^{ab}
0,75	0.910 ± 0.088^{bc}
1	0.699 ± 0.014^{bc}

Keterangan:

\bar{Y} = Nilai rata-rata kandungan klorofil total planlet sawi caisim

SE = Standar Error

Nilai yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda pada taraf nyata 5%

Berdasarkan Tabel 5 terlihat bahwa peningkatan kadar salinitas yang ditunjukkan dengan meningkatnya konsentrasi NaCl maka kadar klorofil total yang diperoleh meningkat sampai kadar salinitas 0,25%, dan kemudian kadar klorofil menurun pada peningkatan kadar salinitas selanjutnya (0,50%-1% b/v). Hal ini menunjukkan adanya pengaruh kadar salinitas terhadap klorofil. Hasil ini juga sama dengan penelitian yang diperoleh oleh Purwaningrahayu (2016) yang menunjukkan kadar salinitas sangat memengaruhi kadar klorofil yang terakumulasi pada suatu tanaman. Hal ini juga terbukti dari hasil penelitian mengenai kadar klorofil yang dilakukan oleh Weisany *et al.*, (2011) terhadap daun kedelai, Stepien & Klobus (2006) terhadap mentimun, dan Misra & Gupta (2005) terhadap tanaman *Phaseolus aureus* yang menunjukkan bahwa terjadi penurunan kadar klorofil a, klorofil b, dan klorofil total pada tanaman yang telah diteliti.

Penurunan kadar klorofil dapat terjadi akibat peningkatan degradasi klorofil dan hambatan sintesis pigmen. Selain itu, salinitas yang tinggi juga dapat menurunkan ketersediaan nitrogen yang juga menjadi salah satu penyebab menurunnya kandungan klorofil pada suatu tanaman yang tumbuh dalam kondisi tersebut (Purwaningrahayu, 2016).

KESIMPULAN

Konsentrasi NaCl yang efektif untuk mensimulasikan kondisi cekaman garam dalam seleksi planlet sawi caisim secara *in vitro* adalah konsentrasi 0,50% pada parameter pertumbuhan tinggi tanaman, konsentrasi 1% pada parameter pertumbuhan panjang akar, dan konsentrasi 0,25% pada parameter pengukuran kadar klorofil a, b, dan total. Hasil karakterisasi planlet sawi caisim yang ditumbuhkan dalam kondisi cekaman garam secara *in vitro* menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi NaCl, maka ukuran planlet semakin kecil dengan tinggi yang semakin rendah,

akar yang semakin panjang, serta kandungan klorofil a, klorofil b, dan klorofil total yang semakin menurun.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiana, D. (2009). Teknik Pemberian Benzil Amino Purin untuk Memacu Pertumbuhan Kalus dan Tunas pada Kotiledon Melon (*Cucumis melo* L.). *Buletin Teknik Pertanian*, 14 (2): 50-53.
- Ashari, A., Nurcahyani, E., Hardoko, I. Q., dan Zulkifli. (2020). Analisis Kandungan Prolin Planlet Jeruk Keprok Batu 55 (*Citrus reticulata* Blanco Var. *Crenatifolia*) setelah Diinduksi Larutan Atonik dalam Kondisi Cekaman Kekeringan secara *In Vitro*. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 3 (01): 69-78.
- El-Ramady, H., Alshaal, T., Elhawat, N., Ghazi, A., Elsakhawy, T., Omara, A. E., El-Nahrawy, S., Elmahrouk, M., Abdalla, N., Domokos-Szabolcsy, E., & Schnug, E. (2018). *Plant Nutrients and Their Roles Under Salin Soil Conditions*. Springer Nature Singapore Pte Ltd. Hal 297-324.
- Haryanto, W., Suhartini, E., & Rahayu, E. (2007). *Teknik Penanaman Sawi dan Selada*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Isayenkov, S. V. & Maathuis, F. J. (2019). Plant Salinity Stress: Many Unanswered Questions Remain. *Frontiers in Plant Science*, 10 (80): 1-11.
- Miazek, K. (2002). *Chlorophyll Extraction From Harvested Plant Material*. Supervisor. Ha. Inz. Stainslaw Lekadowicz.
- Misra, N. & Gupta, A.K. (2005). Effect Of Salt Stress On Proline Metabolism In Two High Yielding Genotypes Of Green Gram. *Plant Science*. Vol, 169(2): 331-339.
- Muliawan, N.R.E, Sampurno, J., Jumarang, M.I. (2016). Identifikasi Nilai Salinitas Pada Lahan Pertanian di Daerah Jungkat Berdasarkan Metode Daya Hantar Listrik (DHL), *Prisma Fisika*, IV. 02 (2016): 69 – 72.
- Nurcahyani, E., Mutmainah, N, A., Farisi, S., Agistrina, R. (2019). Analisis Kandungan Karbohidrat Terlarut Total Planlet Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) Menggunakan Metode Fenol-Sulfur Secara *In Vitro*. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 4 (1) : 73-80
- Nurcahyani, E., Rahmadani, D. D., Wahyuningsih, S., & Mahfut. (2020). Analisis Kadar Klorofil pada Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) Terinduksi *Indole Acetic Acid* (IAA) secara *In Vitro*. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 5 (1): 15-23.
- Prabowo, I., dan Rachmawati, D. (2020). Respons Fisiologis dan Anatomi Akar Tanaman Bayam (*Amaranthus tricolor* L.) terhadap Cekaman NaCl. *Jurnal Penelitian Saintek*, 25(1): 36-43.
- Purwaningrahayu, R. D. (2016). Karakter Morfofisiologi Dan Agronomi Kedelai Toleran Salinitas. *Jurnal IPTEK Tanaman Pangan*, 11(1): 35-48.

- Riffiani, R. 2010. Isolasi Bakteri Pendegradasi Phenanthrene dari Batanta Salawati Raja Ampat Papua. *Jurnal Biologi Indonesia*, 6 (2): 153-161.
- Saranga, P. 2000. *Penerapan Pertanian Organik (Organic Farming)*. Akademi Penyuluhan Pertanian. Gowa.
- Stepien, P. dan Klobus, G. (2006). Water Relations And Photosynthesis In Cucumis sativus L. Leaves Under Salt Stress. *Biologia Plantarum*, 50(4): 610-616.
- Taufiq, A., & Purwaningrahayu. (2014). *Pengaruh Cekaman Salin Terhadap Keragaan Varietas Kacang Hijau Pada Fase Perkecambahan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Wang, Y., Zhang, W., Li, K., Sun, F., Han, C., Wang, Y., dan Li, X. (2008). Salt-Induced Plasticity Of Root Hair Development Is Caused By Ion Disequilibrium In Arabidopsis Thaliana. *J. Plant Res*, 121: 87–96.
- Weisany, W., Sohrabi, Y., Heidari, G., Siosemardeh, A., dan Ghassemi-Golezani, K. (2011). Physiological Responses Of Soybean (*Glycine max* L.) To Zinc Application Under Salinity Stress. *Australian Journal of Crop Science*, 5: 1441- 1447.