

## Translokasi asimilat tanaman jagung (*Zea mays* L.) hasil persilangan varietas Elos dan Sukmaraga pada cekaman garam

*Assimilates translocation of maize (*Zea mays* L.) varieties crossbreed Elos and Sukmaraga on salt stress*

Marchel Putra Garfansa<sup>1</sup>, Kelik Perdana Windra Sukma<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Prodi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Madura

\*Email korespondensi: kelikperdanaws@uim.ac.id

Diterima: 11 Januari 2021 / Disetujui: 25 Maret 2021

### ABSTRACT

*The high level of salt solubility is the most influential factor on output and input, so the need for efforts to understand adaptation strategies is quite important to increase agricultural production, especially on saline soils. The aim of this research was to study the translocation of maize assimilate in NaCl stress to increase agricultural production on soils with salinity soil conditions. This research was conducted from March - June 2020 on agricultural land located in Duko Timur Village, Larangan District, Pamekasan Regency. altitude 131 m above sea level, average temperature 24 - 31 °C. The study used split plot design by placing two kinds of reciprocal yielding varieties on the main plot, namely: ES; and SE; and the dose of salt stress as subplots, including 0 mMol; 50 mMol / L is equivalent to 2.9 g L<sup>-1</sup> g / L; 100 mMol / L is equivalent to 5.8 g / L; 150 mMol / L equivalent to 8.7 g / L; and 200 mMol / L equivalent to 11.6 g / L. The adaptability of maize due to the influence of salinity causes a decrease in the formation of assimilates that occurs in the two cross varieties. The difference in this ability can be seen from the morphological appearance of the plants and the yields of the two varieties.*

**Keywords:** abiotic stress, corn production, variety, salinity.

### ABSTRAK

*Tingginya tingkat kelarutan garam merupakan faktor yang paling berpengaruh pada output dan input sehingga perlunya usaha dalam memahami strategi adaptasi cukup penting untuk meningkatkan produksi pertanian terlebih pada tanah salin. Tujuan penelitian adalah mempelajari translokasi asimilat jagung pada cekaman NaCl untuk meningkatkan produksi pertanian pada tanah dengan kondisi tanah salinitas. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Maret – Juni 2020 di lahan pertanian yang terletak di Desa Duko Timur, Kecamatan Larangan, Kabupaten Pamekasan. ketinggian tempat 131 m dpl, suhu rata-rata 24 – 31 °C. Penelitian menggunakan Rancangan perlakuan Petak Terbagi (RPT) dengan menempatkan dua macam varietas hasil resiprokal pada petak utama (main plot), yaitu : ES; dan SE; serta dosis cekaman garam sebagai anak petak (subplot) antara lain 0 mMol; 50 mMol/L setara dengan 2,9 g/L; 100 mMol/L setara dengan 5,8 g/L; 150 mMol/L setara dengan 8,7 g/L; dan 200 mMol/L setara dengan 11,6 g/L. Kemampuan adaptasi jagung akibat pengaruh salinitas menyebabkan penurunan pada pembentukan asimilat yang terjadi pada kedua varietas hasil persilangan. Perbedaan kemampuan ini dapat dilihat dari tampilan morfologis tanaman serta hasil panen dari kedua varietas tersebut.*

**Kata kunci:** cekaman abiotik, produksi jagung, salinitas, varietas.

### PENDAHULUAN

Salinitas merupakan faktor pembatas produksi tanaman (Fowler 2004). Mekanisme adaptasi tanaman pada lahan salin perlu dipelajari untuk merancang strategi dalam peningkatan produksinya (Ismail et al., 2014). Tumbuhan mampu menghasilkan berbagai mekanisme adaptasi secara internal maupun eksternal untuk beadaptasi pada lahan salin. Pada tanaman serealia, akar tanaman menjadi terganggu pada tingkat salinitas mencapai 40 nM NaCl (Munns dan Tester, 2008). Tanah yang memiliki tingkat salinitas tinggi menyebabkan tanaman keracunan ion natrium (Na<sup>+</sup>) dan Klorida (Cl<sup>-</sup>) menyebabkan terjadinya cekaman ion dan

osmotik (Byrt et al., 2018). Chen et al., (2017) menyebutkan kondisi NaCl berlebih menyebabkan proses fotosintesis serta pengangkutan air oleh akar dan hara nutrisi akan terhambat.

Salah satu tanaman yang banyak dibudidayakan di Pulau Madura adalah tanaman jagung. Tanaman Jagung merupakan tanaman populer, baik sebagai sayuran segar maupun olahan di beberapa negara diseluruh dunia. Di Indonesia, jagung merupakan bahan pokok kedua setelah beras yang digunakan sebagai sumber karbohidrat serta digunakan sebagai bahan baku industri dan pakan ternak (Hidayat et al., 2018). Data menyebutkan bahwa terjadi peningkatan 3,91% dari tahun 2017 dengan jumlah produksi

sebesar 30,1 juta ton pada tahun 2018 (Kementrian pertanian, 2019).

Provinsi Jawa Timur penyumbang produksi jagung terbanyak di Indonesia yaitu 6,5 juta ton atau sebesar 22%. Pulau Madura memiliki lahan tanam jagung terbesar di Jawa Timur yaitu 325 ribu hektar tetapi produktifitasnya hanya sekitar 1,4 ton/Ha. Produktivitas yang rendah disebabkan oleh lahan yang kurang subur, curah hujan yang rendah, dan penggunaan benih lokal yang tanpa seleksi (Roesmarkam dan Sa'adah, 2009). Hasil analisis pemodelan kesesuaian lahan berdasarkan potensi agroekosistem (Made., 2010), wilayah yang sesuai untuk budidaya jagung untuk Kabupaten Pamekasan mencapai 37.547,2 ha atau 45,9% dari luas Kabupaten Pamekasan, sedangkan untuk daerah yang kurang sesuai mencapai 25.197,0 ha atau 30,8% dan daerah yang sangat sesuai mencapai 18,6% dari wilayah Pamekasan (15.188,4 ha). Bangkalan daerah yang sangat sesuai untuk budidaya jagung mencapai 14.001,8 ha atau 10,8% dari luas Kabupaten Bangkalan, sedangkan Kabupaten Sumenep daerah yang sesuai mencapai 55,8% dari luas wilayah Sumenep (67.772,7 ha), daerah yang kurang sesuai mencapai 25,3% (30.757,4 ha). Belum ada data spasial yang menunjukkan secara spesifik luasan lahan yang tercekam salinitas akan tetapi dampaknya telah dirasakan oleh petani. Sekitar 65-87% kerugian panen di akibatkan adanya lahan salinitas bahkan pada tanaman padi mencapai 90% (Rachman et al., 2018).

Beberapa jagung lokal Madura telah diketahui toleran terhadap salinitas diantaranya Sholihah & Saputro (2016) dan Sukma et al., (2018) menyebutkan varietas Manding, Duko, Elos, Dheber, dan Guluk-Guluk memiliki potensi sebagai jagung tahan atau toleran salinitas. Varietas Elos telah disilangkan dengan varietas Sukmaraga secara resiprokal. Tujuan penelitian adalah mempelajari translokasi asimilat pada tanaman hibrida tersebut pada cekaman garam. Translokasi asimilat ini berhubungan dengan besaran produksi jagung.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian telah dilaksanakan pada bulan Maret 2020 sampai dengan Juni 2020 di Desa Duko Timur, Kecamatan Larangan, Kabupaten Pamekasan. Alat yang digunakan adalah alat penanaman dan alat ukur. Bahan yang digunakan adalah F1 Hasil Persilangan Elos dan Sukmaraga, garam, pupuk Urea, pupuk NPK, dan air.

Penelitian menggunakan Rancangan perlakuan Petak Terbagi (RPT) dengan menempatkan dua macam varietas hasil resiprokal pada petak utama (main plot), yaitu: ♀Elos x ♂Sukmaraga (ES); dan ♀Sukmaraga x ♂Elos (SE); serta dosis cekaman garam sebagai anak petak (subplot) antara lain 0 mMol; 50 mMol/L setara dengan 2,9 g/L; 100 mMol/L setara dengan 5,8 g/L; 150 mMol/L setara dengan 8,7 g/L; dan 200 mMol/L setara dengan 11,6 g/L.

Parameter yang diamati meliputi panjang daun, jumlah daun, kadar klorofil daun, jumlah biji pertongkol, bobot 100 biji, dan produksi per hektar. Data hasil pengamatan dianalisis dengan menggunakan analisis Ragam (Uji F) pada taraf 5%.

Bila terdapat pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Zorb et al., (2019) menyatakan bahwa tanaman sereal umumnya telah mengalami cekaman pada kondisi kelarutan NaCl setara dengan 40 mM (Zorb et al., 2019). Kondisi cekaman NaCl ini menyebabkan perubahan ukuran organ tanaman. Hasil pengukuran panjang daun (Tabel 1) menunjukkan bahwa hibrida ES sudah menunjukkan perbedaan signifikan sejak 28 hst, sedangkan SE baru menunjukkan perbedaan nyata pada 42 hst. Penambahan tingkat cekaman garam secara umum menurunkan panjang daun kedua hibrida, tetapi SE menunjukkan tingkat ketahanan yang lebih baik dibanding ES.

Selain panjang daun penambahan tingkat cekaman garam juga menurunkan jumlah daun (Tabel 2). Penurunan jumlah daun hibrida ES pada cekaman garam lebih besar dibanding hibrida SE, menunjukkan bahwa hibrida SE lebih tahan terhadap cekaman garam dibanding hibrida ES.

Penurunan ukuran maupun jumlah daun dikarenakan terganggunya serapan air. Garam (NaCl) yang terlarut dalam air menyebabkan tanaman mengalami defisiensi air akibat adanya penurunan potensial air. Perbedaan potensial air lingkungan dengan potensial air yang ada di akar, mengakibatkan tanaman kekurangan air walaupun air di lingkungan tersebut tersedia dalam jumlah banyak. Penurunan penyerapan air juga berpengaruh penurunan penyerapan hara (Saede et al., 2018), menyebabkan metabolisme terhambat dan pertumbuhan terhambat. Chen et al. (2017) menyebutkan terhambatnya jumlah dan ukuran daun merupakan gejala gangguan pertumbuhan tanaman. Iskandar (2007) menyebutkan jumlah daun yang banyak maka asimilat yang diperolehpun akan semakin meningkat.

Selain panjang dan jumlah daun, perlakuan garam juga mempengaruhi kadar klorofil. Tabel 3 menunjukkan NaCl menurunkan kandungan klorofil b dan total pada daun var. ES dan var. SE. Kandungan klorofil a kedua hibrida berbeda tidak nyata dengan perlakuan cekaman garam.

Kandungan klorofil berkaitan dengan proses fotosintesis pada tanaman. dengan semakin turunnya kadar klorofil maka hasil fotosintesis (asimilat) juga semakin menurun. Asimilat dari hasil fotosintesis akan ditranslokasikan ke organ-organ tumbuhan untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Asimilat yang ditranslokasikan ke bagian vegetatif tidaklah sama dengan besarnya asimilat yang ditranslokasikan ke bagian penyimpan makanan pada tanaman (Rustikawati, 2014). Marschner (2012) menyatakan besarnya asimilat yang dihasilkan oleh tanaman dapat diketahui melalui hasil pengukuran parameter pertumbuhan seperti panjang dan jumlah daun tanaman. Kastono (2005) menyatakan semakin tingginya jumlah dan panjang daun tanaman mengindikasikan semakin besarnya hasil fotosintesis. Meng et al., (2016) menjelaskan bahwa adanya gangguan daun yang berukuran kecil berhubungan dengan karakteristik dinding sel yang berubah sebagai respon terhadap cekaman garam bersamaan dengan perubahan komposisi kimia.

Penurunan asimilat fotosintesis tersebut juga berpengaruh pada penurunan jumlah asimilat pada organ penyimpanan. Pada pengamatan berat biji, jumlah biji, dan hasil panen menunjukkan adanya interaksi pada dua varietas yang di uji (Tabel 4). Peningkatan kadar NaCl pada varietas ES menurunkan berat 100 biji sebanyak 55% pada NaCl 200 mM. Penambahan NaCl dari kontrol sampai 100 mM menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Hal ini menunjukkan pada varietas ES hanya memiliki batasan salinitas sampai 100 mM. Perbedaan persentase dalam menahan tingkat salinitas oleh setiap varietas jagung tersebut menginformasikan kergaman jagung dalam beradaptasi terhadap cekaman salinitas.

Berbeda dengan varietas SE yang menunjukkan hasil berat 100 biji yang tidak berbeda nyata untuk semua perlakuan. Pada varietas SE pada hasil panen per hektar

adalah tidak berbeda nyata untuk semua perlakuan yang mengindikasikan bahwa tidak adanya pengaruh yang signifikan pada peningkatan dosis NaCl yang dilakukan. Hasil tersebut juga membuktikan bahwa salinitas tidak mempengaruhi produksi hasil untuk varietas SE. Hal ini dibuktikan dengan tidak adanya perbedaan yang nyata pada jumlah daun dan panjang daun pada varietas SE. Tingginya jumlah daun dan panjang daun pada masa pertumbuhan vegetatif akan berdampak pada laju fotosintesis daun sehingga akan mempengaruhi hasil fotosintat yang lebih tinggi pula dibandingkan dengan tanaman yang lebih sedikit jumlah dan panjang daunnya, menurut Sitompul dan Guritno (1995) yang menyatakan bahwa jumlah radiasi yang diintersepsi oleh tanaman dipengaruhi luas daun total karena cahaya matahari yang dapat mempengaruhi fotosintat yang dihasilkan.

Tabel 1. Panjang daun tanaman jagung dengan perlakuan cekaman garam (NaCl).

| HST | Perlakuan | Kadar NaCl |         |         |        |         |
|-----|-----------|------------|---------|---------|--------|---------|
|     |           | 0 mM       | 50 mM   | 100mM   | 150mM  | 200 mM  |
| 28  | ES        | 56 b       | 56,4 b  | 57,2 b  | 45 a   | 43,6 a  |
|     | SE        | 44,2 a     | 40,4 a  | 39 a    | 46 a   | 43,4 a  |
| 35  | ES        | 69 c       | 63,4 b  | 58 ab   | 52,4 a | 55,6 ab |
|     | SE        | 54,8 a     | 49,8 a  | 54,2 a  | 52,8 a | 55,4 a  |
| 42  | ES        | 89 b       | 87,2 ab | 83,2 ab | 77,6 a | 76,2 a  |
|     | SE        | 64,2 abc   | 57 ab   | 67,8 bc | 72 c   | 53,6 a  |

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris berbeda tidak nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%, hst = hari setelah tanam.

Tabel 2. Jumlah daun tanaman jagung dengan perlakuan cekaman garam (NaCl)

| HST | Perlakuan | Kadar NaCl |         |         |         |        |
|-----|-----------|------------|---------|---------|---------|--------|
|     |           | 0 mM       | 50 mM   | 100mM   | 150mM   | 200 mM |
| 28  | ES        | 8,4 ab     | 8,6 bc  | 9,2 c   | 45 a    | 8 ab   |
|     | SE        | 11 b       | 10,2 a  | 10,0 a  | 46 a    | 9,4 a  |
| 35  | ES        | 9,2 b      | 9,8 b   | 9,4 b   | 52,4 a  | 6,8 a  |
|     | SE        | 12,2 b     | 11,8 ab | 11 ab   | 52,8 a  | 10,0 a |
| 42  | ES        | 11,8 b     | 9 ab    | 9,8 ab  | 77,6 a  | 8,0 a  |
|     | SE        | 12,8 b     | 12,6 b  | 11,9 ab | 11,8 ab | 11,2 a |

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris berbeda tidak nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%, hst = hari setelah tanam.

Tabel 3. Kandungan klorofil daun tanaman jagung pada perlakuan NaCl

| Varietas | [NaCl] | Klorofil a | Klorofil b | Klorofil Total |
|----------|--------|------------|------------|----------------|
| ES       | 0 mM   | 16,63      | 17,21 b    | 33,8 c         |
|          | 50 mM  | 17,33      | 15,29 ab   | 32,59 bc       |
|          | 100 mM | 14,53      | 17,30 b    | 31,80 bc       |
|          | 150 mM | 16,83      | 13,15 a    | 29,95 b        |
|          | 200 mM | 15,77      | 11,11 a    | 26,85 a        |
| SE       | 0 mM   | 17,69      | 15,9 b     | 33,56 b        |
|          | 50 mM  | 17,65      | 15,79 ab   | 33,41 b        |
|          | 100 mM | 16,48      | 13,46 a    | 29,90 a        |
|          | 150 mM | 16,67      | 12,45 a    | 29,09 a        |
|          | 200 mM | 15,91      | 11,18 a    | 27,07 a        |

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom berbeda tidak nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%.

Table 4. Parameter biji dan produksi tanaman jagung hibrida pada perlakuan NaCl

| Parameter           | Var | Kadar NaCl |          |          |          |          |
|---------------------|-----|------------|----------|----------|----------|----------|
|                     |     | 0 mM       | 50 mM    | 100 mM   | 150 mM   | 200 Mm   |
| Jumlah biji         | ES  | 264 b      | 258,2 b  | 233,8 ab | 190,2 ab | 116 a    |
|                     | SE  | 292,8 b    | 280,6 ab | 242,2 ab | 214,4 ab | 168 a    |
| Berat 100 biji      | ES  | 15,4 c     | 14,6 c   | 13,2 bc  | 11,2 ab  | 6,8 a    |
|                     | SE  | 19 a       | 17 a     | 16,4 a   | 14,8 a   | 14,4 a   |
| Berat biji/ tongkol | ES  | 40,6 b     | 37,6 b   | 30,b b   | 21,3 b   | 7,8 a    |
|                     | SE  | 55,6 a     | 43,8 a   | 39,7 a   | 31,7 a   | 24,1 a   |
| Produksi/ Ha        | ES  | 2645,4 b   | 2455,8 b | 2373,4 b | 2255,4 b | 628,2 a  |
|                     | SE  | 3074,8 a   | 2200,6 a | 2243,4 a | 2211,2 a | 2549,8 a |

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris berbeda tidak nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%.

Diketahui bahwa fotosintat menghasilkan asimilat dan asimilat merupakan energi, dan energi tersebut digunakan untuk tiga kegiatan yaitu: (1) digunakan sebagai energi pertumbuhan tanaman, (2) sebagian lagi akan disimpan sebagai cadangan makanan, dan (3) sebagian energi akan disimpan sebagai sink yang merupakan bentuk hasil ekonomis tanaman. Kalium dapat berperan dalam memacu penyerapan air sebagai akibat hadirnya ion K<sup>+</sup>, sehingga akan dapat memacu meningkatnya tekanan turgor sel yang mengakibatkan proses membuka dan menutupnya stomata (Iskandar, 2007).

Membukanya stomata tersebut, akan memacu berlangsungnya proses asimilasi tanaman yang pada akhirnya akan berdampak pada banyaknya asimilat yang dihasilkan. Hal ini berarti semakin luas dan lebar penampang daun maka hasil fotosintat yang dihasilkan juga akan semakin tinggi pula. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan kedua varietas dalam menghadapi stress salinitas salinitas adalah berbeda bagaimana setiap varietas merespon lingkungan tersebut dalam memenuhi kebutuhan unsur haranya. Menurut Ashari (1995) menyatakan bahwa tanaman membutuhkan nutrisi untuk bisa tumbuh normal dengan dosis yang berbeda untuk setiap jenis tanaman sehingga menghasilkan pertumbuhan tanaman yang berbeda pula. Keberadaan daun yang merupakan sebagai organ penyusun tanaman dalam menerima dan menyerap cahaya serta fungsinya sebagai tempat terjadinya proses fotosintesis. Hasil fotosintat yang tidak maksimal dipengaruhi oleh luas daun yang menyebabkan radiasi matahari yang dapat ditangkap oleh tanaman tersebut secara maksimal atau tidak, sehingga berpengaruh pada proses fotosintesis. Tingginya jumlah daun dan bobot kering total tanaman mengindikasikan semakin besarnya hasil fotosintesis. Akumulasi fotosintat ke organ tanaman (daun, batang dan akar) memacu laju pertumbuhan tanaman dan akumulasi fotosintat ke bagian yang akan dipanen menjadi lebih banyak. Berdasarkan pengamatan hasil panen, dapat disimpulkan bahwa varietas SE dapat mengakumulasi fotosintat lebih baik dibandingkan ES, hal tersebut dapat terjadi karena fotosintat yang dihasilkan tanaman berbeda-beda. Fotosintat yang dihasilkan tanaman akan diakumulasikan pada bagian tanaman yang memerlukan, pada masa vegetatif akan banyak diakumulasikan ke arah organ vegetatif seperti untuk pembentukan daun dan batang, sementara pada fase generatif akan diakumulasikan ke bagian generatif tanaman seperti

bunga dan biji. Adanya varietas toleran disebabkan kemampuan tanaman tersebut dalam menyerap anion dan kation walaupun dalam kondisi tercekam (Munns et al., 2019)

### KESIMPULAN

Cekaman salinitas menurunkan translokasi asimilat tanaman jagung Varietas SE dan ES ditandai dengan penurunan ukuran dan kadar klorofil daun, berat biji dan produksi per hektar.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kami ucapkan kepada pihak DRPM KEMENRISTEK /BRIN yang memberikan dana Penelitian Dosen Pemula tahun anggaran 2020.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ashari, S. (1995). Hortikultura Aspek Budidaya. UI Press. Jakarta.
- Byrt, C. S., Munns, R., Burton, R. A., Gilliam, M., & Wege, S. (2018). Root cell wall solutions for crop plants in saline soils. *Plant science*, 269, 47-55.
- Chen, J., Zhang, H., Zhang, X., & Tang, M. (2017). Arbuscular mycorrhizal symbiosis alleviates salt stress in black locust through improved photosynthesis, water status, and K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> homeostasis. *Frontiers in plant science*, 8, 1739.
- Deinlein, U., Stephan, A. B., Horie, T., Luo, W., Xu, G., & Schroeder, J. I. (2014). Plant salt-tolerance mechanisms. *Trends in plant science*, 19(6), 371-379.
- Hidayat, R., & Suwardi. 2(018). Respon tanaman jagung hibrida terhadap tingkat takaran pemberian nitrogen dan kepadatan populasi. *Prosiding Pekan Serealia Nasional*. 29(3), 260-268.
- Ismail, A., Takeda, S., & Nick, P. (2014). Life and death under salt stress: same players, different timing?. *Journal of Experimental Botany*, 65(12), 2963-2979.

- Iskandar, D. (2006). Pengaruh dosis pupuk N, P, dan K terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung manis di lahan kering. *Jurnal Saint dan Teknologi. IPTEK net. Hal*, 1-2.
- Kastono, D. (2005). Tanggapan pertumbuhan dan hasil kedelai hitam terhadap penggunaan pupuk organik dan biopestisida gulma siam (*Chromolaena odorata*). *Ilmu pertanian*, 12(2), 103-116.
- Made, U. (2010). Respons berbagai populasi tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt.) terhadap pemberian pupuk urea. *Agroland: Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian*, 17(2).
- Marschner, P. (2012). *Mineral Nutrition of Higher Plants Third Edition*. Elsevier Ltd. Oxford.
- Meng, S., Su, L., Li, Y., Wang, Y., Zhang, C., & Zhao, Z. (2016). Nitrate and ammonium contribute to the distinct nitrogen metabolism of *Populus simonii* during moderate salt stress. *PloS one*, 11(3), e0150354.
- Munns, R., & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 59, 651-681.
- Munns, R., Day, D. A., Fricke, W., Watt, M., Arsova, B., Barkla, B. J., ... & Tyerman, S. D. (2020). Energy costs of salt tolerance in crop plants. *New Phytologist*, 225(3), 1072-1090.
- Prasodjo, Suryana, U., Hidayat, H., Priyono, A., & Supriatna W. (2015). Sumber Daya Lahan Pertanian Indonesia Luas, Penyebaran, dan Potensi Ketersediaan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta. IAARD Press.
- Putri, P.H., G.W.A. Susanto, A. Taufiq. (2017). Toleransi genotipe kedelai terhadap salinitas. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 1(3), 233-242.
- Rachman, A., Dariah, A., & Sutono, S. (2018). Pengelolaan sawah salin berkadar garam tinggi. *Jakarta: IAARD Press: Jakarta*.
- Rustikawati, R., Simarmata, M., Turmudi, E., & Herison, C. (2014). Penentuan kadar garam kultur hara untuk seleksi toleransi salinitas pada padi lokal Bengkulu. *Akta Agrosia*, 17(2), 101-107.
- Saade, S., Negrão, S., Plett, D., Garnett, T., & Tester, M. (2018). Genomic and genetic studies of abiotic stress tolerance in barley. In *The barley genome* (pp. 259-286). Springer, Cham.
- Sitompul, S. M., & Guritno, B. (1995). Analisis pertumbuhan tanaman.
- Zorb, C., C.M. Geilfus, K.J. Dietz. (2019). Salinity and crop yield. *Plant Biol.* 21, 31-38.