

# ***Assistance for Healthy Cultivation of Chili Plants on Sub-Optimal Land in Facing the Impact of Climate Change in Sumbawa Regency***

## **Pendampingan Budidaya Sehat Tanaman Cabai Pada Lahan Sub Optimal Menghadapi Dampak Perubahan Iklim di Kabupaten Sumbawa**

Ieke Wulan Ayu<sup>a\*</sup>, Ikhlas Suhada<sup>a</sup>, Wening Kusumawardani<sup>a</sup>, Ade Maryam Oklima<sup>a</sup>,  
Reyga Yhosa Novantara<sup>b</sup>, & Soemarno<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Samawa, Indonesia  
<sup>b</sup>Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Indonesia

---

### **Abstract**

Environmental stress is a major challenge in sustainable food production, because it can reduce crop productivity, specifically chilies on sub-optimal land. The use of liquid organic fertilizers containing complete macro and micro nutrients is highly needed, so that plants thrive and are healthy and are more resistant to pathogens. This activity aimed to improve the knowledge and skills of farmer group partners about healthy plant cultivation technology on sub-optimal land. Assistance activities were carried out for the Hasrat Indah farmer group in Kerato Village, Unter Iwes District, Sumbawa Regency, during July 2020 by using extension and training methods. The results of the activity indicated that this assistance activity can improve the farmers' knowledge about healthy cultivation of chilies, and the application of fertilizers at the right time by using liquid organic fertilizers. The successes achieved in the process of empowering farmers in this activity included increasing farmers' knowledge of soil health, healthy cultivation of chilies, and the application of using liquid organic fertilizers.

---

### **Abstrak**

Cekaman lingkungan merupakan tantangan utama dalam produksi pangan berkelanjutan, karena dapat mengurangi produktivitas tanaman, terutama pada tanaman cabe di lahan sub optimal. Penggunaan pupuk organik cair yang mengandung zat hara makro dan mikro lengkap sangat diperlukan agar tanaman tumbuh subur dan sehat serta lebih tahan terhadap patogen. Tujuan kegiatan adalah untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mitra kelompok tani terkait teknologi budidaya tanaman sehat di lahan sub optimal. Kegiatan pendampingan dilakukan pada kelompok tani Hasrat Indah di Desa Kerato Kecamatan Unter Iwes Kabupaten Sumbawa, selama bulan Juli 2020 dengan metode penyuluhan, dan pelatihan. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa melalui pendampingan dapat meningkatkan pengetahuan petani tentang budidaya sehat pada tanaman cabe, aplikasi pupuk pada waktu yang tepat dengan menggunakan pupuk organik cair. Keberhasilan pemberdayaan petani dalam kegiatan ini adalah petani mengetahui tentang kesehatan tanah, budidaya sehat tanaman cabe, dan aplikasi penggunaan pupuk organik cair.

© 2020 Author(s).

*Keywords:* Extension, Soil Health, Liquid Organic Fertilizer, Climate Change.

---

\* Corresponding author:

*E-mail address:* iekewulanayu002@gmail.com (Ieke Wulan Ayu)

## 1. Introduction

Peningkatan permintaan pangan yang sejalan dengan peningkatan populasi dunia yang pesat, mengakibatkan kekhawatiran tentang stabilitas lingkungan global. Perubahan kondisi lingkungan memberi tekanan langsung dan tidak langsung terhadap faktor abiotik (Vaughan *et al.*, 2018), terutama ketersediaan air, polusi udara, dan kesuburan tanah berdampak besar pada produktivitas tanaman pertanian (Arunanondchai *et al.*, 2018; Noya *et al.*, 2018).

Tekanan perubahan iklim akan sangat terasa melalui dampak terhadap ketersediaan dan kelangkaan air. Perubahan iklim diharapkan menghasilkan lebih sedikit kelembaban tanah, sehingga berdampak pada agroekosistem yang sudah terbatas air. Efek perubahan iklim dan variasi lingkungan terutama diperkirakan berdasarkan jumlah mantra stres, dampaknya pada kehidupan sehari-hari, dan kerusakan tanaman pertanian (FAO, 2018). Hasil pertanian sebagian besar menderita karena kondisi lingkungan yang merugikan, sebagian besar dinegara berkembang, oleh karena itu suhu tinggi dan kelebihan akumulasi CO<sub>2</sub> memaksa para ilmuwan untuk merancang strategi baru untuk mengatasi tantangan yang kurang dapat diprediksi (Rosenzweig *et al.*, 2014), untuk mengatasi keterbatasan ini dan jaminan keamanan pangan, ada kebutuhan untuk produksi budidaya tanaman cerdas iklim baru (Wheeler dan Von Braun, 2013). Pertumbuhan dan hasil tanaman sangat dipengaruhi oleh cekaman abiotik. Tanaman sering mengalami berbagai tekanan seperti genangan air, kekeringan, panas, dingin, dan salinitas dalam kondisi alami (Ashraf, 2018; Benevenuto *et al.*, 2017). Faktor abiotik juga termasuk intensitas cahaya, banjir, emisi gas, dan faktor fisik dan kimia yang menyebabkan lebih banyak tekanan (Suzuki *et al.*, 2014).

Peningkatan suhu akibat dampak perubahan iklim yang mempengaruhi produksi pertanian, termasuk Perubahan pada kondisi air, tanah, patogen, gulma, dan hama yang menyusun lingkungan produksi (Elias *et al.*, 2015). Peningkatan suhu memberikan beban terhadap sumberdaya dari segi kualitas dan kuantitas (Dettinger *et al.*, 2015; MacDonald *et al.*, 2015). Tren iklim mengarah pada pemanasan yang berkelanjutan, peningkatan suhu maksimum rata-rata, dan curah hujan yang lebih bervariasi, tidak dapat diprediksi, ekstrim, dan terbatas (USGCRP, 2017). Pengelolaan yang tepat dalam produksi tanaman dapat mengoptimalkan kinerja dengan meminimalkan dampak stres tanaman, seperti suhu ekstrim, kelembaban berlebih, hama, dan patogen, sekaligus meningkatkan kemanjuran biostimulan tanaman, yaitu mikroba dan non- zat mikroba yang dirancang untuk meningkatkan nutrisi tanaman dan toleransi tanaman atau ketahanan terhadap tekanan (Du Jardin, 2015).

Cabai adalah tanaman hortikultura penting di Kabupaten Sumbawa karena tanaman dapat berproduksi baik di lingkungan yang panas dan kering dan lebih sedikit menderita kerugian pascapanen dibandingkan dengan banyak tanaman berbuah berdaging lainnya. Pengembangan tanaman pangan terkendala oleh ketersediaan air terutama kesiapan petani dalam menghadapi fenomena Perubahan iklim (Ayu *et al.*, 2018). Air adalah faktor pembatas produksi tanaman pangan pada wilayah yang memiliki curah hujan, tidak mencukupi untuk memenuhi permintaan panen (Ayu *et al.*, 2013). Surplus hujan mulai terjadi pada bulan Januari sampai Maret dan deficit mulai bulan April sampai November (Ayu *et al.*, 2018).

Air sangat penting selama musim produksi untuk tanaman bernilai tinggi, seperti cabai. Selain itu, cabai sangat sensitif terhadap air yang terbatas dan berlebihan di zona perakaran, dengan periode dari berbunga hingga berbuah menjadi yang paling kritis, dengan demikian tanaman hortikultura, seperti cabai, sangat sensitif terhadap tekanan kelembaban dan menjaga kelembaban yang konsisten selama musim tanam sangat penting untuk memaksimalkan kualitas dan hasil buah (Walters *et al.*, 2004). Pengelolaan air pertanian adalah salah satu faktor terpenting yang dibutuhkan untuk mencapai produksi pangan berkelanjutan di seluruh dunia, terutama di daerah yang lebih kering (Valipour, 2013).

Desa Kerato merupakan salah satu lokasi sentra produksi sayur-mayur di Kecamatan Unter Iwes. Petani sayuran Desa Kerato mengusahakan beberapa jenis sayuran, salah satunya tanaman cabai. Petani cabai Desa Kerato, memiliki kendala dalam budidaya dan rentan terhadap kegagalan panen terutama yang diakibatkan oleh kekeringan, hama dan penyakit tanaman, sehingga terjadi penurunan produksi dan gagal panen. Petani cabai Desa Kerato, sebagian besar

merupakan petani yang memiliki modal kecil sehingga kegagalan panen, kekurangan hasil, penurunan kualitas dan meningkatnya hama dan penyakit membuat budidaya cabai tidak menguntungkan. Perubahan iklim menyebabkan berubahnya kondisi lingkungan yang berdampak terhadap kurang optimalnya pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Pada kondisi yang kurang optimum, pertumbuhan tanaman akan terganggu yang pada akhirnya menurunkan produksi dan kualitas hasil terutama pada lahan sub optimal (Ayu *et al.*, 2018). Meskipun cabai berakar kuat dalam budaya lokal, sistem pertanian yang mendukung produksinya dan plasma nutfah yang terlibat masih kurang dipelajari (Muñoz-Concha *et al.*, 2020). Tujuan kegiatan adalah untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mitra kelompok tani terkait teknologi budidaya tanaman sehat di lahan sub optimal.

## **2. Metode Pelaksanaan**

### *2.1. Tempat dan Waktu*

Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat dilaksanakan di Dusun Sering Atas, Desa Kerato, Kecamatan Unter Iwes Kabupaten Sumbawa, Propinsi NTB dari bulan Juli-Agustus, 2020, dengan mitra sasaran kegiatan adalah petani cabai

### *2.2. Metode Pengabdian*

Metode yang digunakan adalah: 1) Tahap persiapan, yang dilakukan dengan melakukan observasi terhadap teknik atau teknologi pada budidaya tanaman cabe dan wawancara untuk mendapatkan informasi terkait upaya yang dilakukan petani cabai menghadapi fenomena perubahan iklim; 2) Tahap pelaksanaan terdiri dari: a) Kegiatan sosialisasi dan penyuluhan, dengan: (i) metode ceramah, tentang pentingnya mengelola air dan tanah yang sehat dalam menghadapi fenomena perubahan iklim, pencegahan terhadap hama dan penyakit dan penggunaan pupuk organik cair yang mengandung zat hara makro dan mikro lengkap sangat diperlukan agar tanaman tumbuh subur dan sehat serta lebih tahan terhadap pathogen ; (iii) metode diskusi, yaitu pemateri dan peserta melakukan dialog yang membahas masalah upaya budidaya sehat tanaman cabai pada lahan sub optimal menghadapi dampak perubahan iklim; b) Kegiatan pelatihan aplikasi penggunaan pupuk organik cair pada tanaman cabai; 3) Tahap evaluasi digunakan untuk merespon sejauh mana tingkat pemahaman peserta terhadap kesehatan tanah, budidaya sehat tanaman cabe, dan aplikasi penggunaan pupuk organik cair.

## **3. Hasil dan Pembahasan**

### *3.1. Tahap Perencanaan dan Penyiapan Kelompok Mitra*

Persiapan kegiatan terdiri dari tahap perencanaan dan penyiapan kelompok mitra sasaran kegiatan. Tahap perencanaan diawali oleh kegiatan rapat perencanaan antara LPPM Universitas Samawa (UNSA), Tim dosen pengabdian kepada masyarakat Fakultas Pertanian UNSA. Kegiatan diawali dengan berkoordinasi dengan Pemerintah Desa Kerato, dalam rangka penentuan lokasi kegiatan dan kelompok yang akan mengikuti kegiatan. Hasil kegiatan berupa beberapa kesepakatan sebagai berikut: a) Kegiatan diikuti oleh kelompok petani Hasrat Indah yang merupakan, petani cabai; b) Pelaksanaan kegiatan dilakukan di rumah salah satu ketua kelompok, yaitu Bapak Maknun yang merupakan ketua kelompok tani Hasrat Indah. c) Kelompok yang dipilih menjadi kelompok percontohan dalam melakukan budidaya sehat pada tanaman cabai. Kegiatan selanjutnya adalah koordinasi bersama mitra yaitu PT. JIA Agro Indonesia, yang merupakan salah satu perusahaan nasional menyediakan produk dan menjual input usahatani sehat. Kegiatan selanjutnya adalah kegiatan rapat persiapan dengan pembahasan hasil-hasil observasi lapangan hasil lapangan terkait kendala yang dihadapi petani cabai di lapangan akibat fenomena perubahan iklim. Rapat dilakukan bersama tim pengabdian bersama Pemerintah Desa Kerato, penyuluh pertanian Desa Kerato, Bhabhinkamtibmas, dan Bhabinsa Desa Kerato.

### *3.2. Tahap Pelaksanaan*

Tahap pelaksanaan terdiri dari kegiatan: 1) Sosialisasi dan penyuluhan, serta kegiatan pelatihan (Gambar 1). Pada kegiatan sosialisasi dan penyuluhan petani diberikan pengetahuan tentang:

1) Pengelolaan air dalam menghadapi fenomena perubahan iklim. Kebutuhan air bagi tanaman sangat penting,

sehingga kekurangan atau kelebihan air dapat menyebabkan tanaman berada di titik kritis, yaitu tanaman akan mengalami penurunan, proses fisiologi yang dapat mempengaruhi produksi dan kualitas buah, sehingga sangat penting untuk diketahui periode pemberian air yang erat keterkaitannya dengan ketersediaan air didalam tanah. Pengelolaan lengas tanah secara efisien dapat dicapai melalui pengendalian berbagai proses aliran yang masuk kedalam tanah melalui penggunaan mulsa. Ayu *et al.* (2019) menjelaskan bahwa penggunaan mulsa dapat meningkatkan efisiensi dan memberikan kontribusi untuk adaptasi terhadap situasi evaporasi yang tinggi dan curah hujan tidak menentu yang memungkinkan air hujan dengan lambat mengalir di permukaan tanah, sehingga sebagian besar air hujan dapat berinfiltrasi ke dalam tanah yang berpori. Penggunaan mulsa plastik atau jerami dapat menekan perkembangan gulma, mengurangi kehilangan pupuk akibat penguapan, menekan perkembangan OPT. Selain itu petani mitra diperkenalkan tentang manajemen air dengan cara pengaturan jadwal dan pola tanam sesuai dengan ketersediaan air sepanjang tahun untuk menghasilkan pertanaman sepanjang tahun, sehingga mendorong petani lebih intensif memanfaatkan lahan dan meningkatkan produksi tanaman;

- 2) Budidaya tanaman pada tanah yang sehat. Petani diberikan pemahaman tentang bagaimana mengelola tanah yang lebih baik, regeneratif, dan berkelanjutan dengan memelihara beragam organisme tanah yang membantu mengendalikan penyakit tanaman, serangga dan hama gulma, membentuk asosiasi simbiosis yang menguntungkan dengan akar tanaman, mendaur ulang nutrisi tanaman yang penting, memperbaiki struktur tanah dengan dampak positif untuk air tanah dan kapasitas menahan unsur hara. Kandungan bahan organik yang terdapat didalam tanah akan mempengaruhi sifat tanah, secara tidak langsung akan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Bahan organik juga dapat membantu dalam penyerapan air dan sinar matahari sehingga tanah menjadi lebih subur. Tanah dengan bahan organik tinggi tidak mudah mengalami pemadatan dan pengerasan kondisi tersebut berpengaruh terhadap perkarang tanaman akan tumbuh dengan baik karena oksigen didalam tanah tersedia, sehingga dapat memperbaiki produksi tanaman pangan;
- 3) Pencegahan terhadap hama dan penyakit tanaman. Serangan hama dan penyakit termasuk faktor yang dapat menurunkan produksi dalam budidaya tanaman cabai. Penanganan hama dan penyakit menggunakan prinsip PHT atau penanganan hama dan penyakit terpadu dalam budidaya cabai secara sehat dilakukan dengan pengamatan rutin terhadap tanaman. Pengendalian yang dapat dilakukan pada budidaya sehat tanaman cabai, melalui: (a) Pengendalian mekanis, dilakukan dengan tindakan nyata untuk mengurangi hama dan penyakit. Cara ini dapat dikatakan sebagai cara tradisional, dikarenakan tidak menggunakan zat kimia namun menggunakan alat-alat seperti sabit, gunting tanaman dan lain sebagainya. Cara ini membutuhkan waktu yang lama, hasilnya pun tidak maksimal dikarenakan perkembangan hama dan penyakit pada tanaman yang menyebar luas; (b) Pengendalian biologis, dilakukan dengan menggunakan predator untuk memangsa para hama tersebut. Akan tetapi pengendalian secara biologis ini dapat dikatakan kurang maksimal, hal tersebut dikarenakan hewan predator yang kadang sulit ditemukan. Penggunaan jamur *Trichoderma* sp yang dicampurkan kedalam kompos/pupuk kandang. Fungsi jamur tersebut adalah untuk mencegah timbulnya hama dan penyakit yang berasal dari akar. Petani dianjurkan menggunakan pestisida nabati berbahan utama daun nimba (*Azadirachta indica*) yang berfungsi sebagai pestisida, fungisida dan bakterisida, diaplikasikan 5 hari sekali. Menanam tanaman refugia untuk mencegah serangan hama dan penyakit tanaman, sehingga hama dapat menekan serangan hama; (c) Pengendalian Kimia, pengendalian kimia diperkenalkan kepada petani, dengan cara memperkenalkan dampak negatif bagi lingkungan sekitar, salah satunya adalah menimbulkan polusi udara, sehingga petani lebih banyak di arahkan untuk mengurangi penggunaan bahan kimia dan lebih banyak menggunakan bahan-bahan yang banyak tersedia dialam;
- 4) Penggunaan pupuk organik cair. Keunggulan pupuk organik pada lahan pertanian yaitu dapat memperbaiki sifat kimia tanah, memperbaiki sifat fisika tanah, meningkatkan daya serap air, meningkatkan efektivitas mikroorganisme, dan meningkatkan produksi. Perlunya penambahan unsur silika pada tanah dikarenakan kandungan silika pada tanah selama tiga dekade terakhir mengalami penurunan. Pupuk silikat cair adalah pupuk cair yang terbuat dari bahan alami, yaitu batuan silikat atau vulkanik. Pemberian pupuk silikat cair dapat meningkatkan daya simpan buah cabe terhadap serangan hama penyakit.



a. Lahan Tanaman Cabai

b. Situasi Kegiatan Sosialisasi

c. Dialog Narasumber dan Mitra

Fig. 1. Sosialisasi di Mitra Kelompok Petani Hasrat Indah, Desa Kerato

### 3.3. Pelatihan Pembuatan Pupuk Organik

Kegiatan pelatihan merupakan kegiatan yang dilakukan setelah kegiatan sosialisasi. Kegiatan pelatihan berkaitan dengan upaya peningkatan pengetahuan, sikap dan ketrampilan masyarakat dalam pembuatan pupuk organik. Hayati kompos adalah kompos yang berbahan dasar kotoran hewan sapi/ ayam/kambing/sampah organik rumah tangga, arang sekam dengan adanya tambahan starter mikroorganisme yang disebut MOL (Mikro organisme Lokal).



a. Pemberian bantuan bibit Cabai pada mitra kelompok

b. Berakhirnya tahap sosialisasi

Fig. 2. Pemberian bantuan bibit dan kegiatan tahap sosialisasi

### 3.4. Evaluasi dan Monitoring

Tahap evaluasi pelaksanaan program bertujuan untuk mengukur tingkat keberhasilan kegiatan yang diterapkan. Evaluasi keseluruhan dilakukan setelah program atau kegiatan selesai dilaksanakan. Evaluasi dilakukan pada beberapa hal sebagai berikut: 1) Tingkat partisipasi mitra pada setiap kegiatan. Evaluasi terhadap tingkat partisipasi dilakukan pada setiap rangkaian kegiatan dengan cara memonitoring dan mengevaluasi jumlah kehadiran anggota kelompok mitra. Hasil evaluasi didapatkan bahwa peserta memiliki partisipasi yang tinggi yang dibuktikan oleh tingkat kehadiran peserta sampai berakhirnya seluruh rangkaian kegiatan. 2) Mitra memahami materi penyuluhan yang diberikan kepada petani, meliputi: (i) Pengelolaan air dalam menghadapi fenomena perubahan iklim; (ii) Budidaya tanaman pada tanah yang sehat; (iii) Pencegahan terhadap hama dan penyakit tanaman; (iv) Pelatihan pembuatan pupuk organik.

## 4. Kesimpulan

Kegiatan sosialisasi, pelatihan dan pendampingan dapat meningkatkan pengetahuan petani tentang budidaya sehat pada tanaman cabe. Keberhasilan pemberdayaan petani dalam kegiatan ini adalah petani mengetahui tentang pengelolaan air, kesehatan tanah, pencegahan hama dan penyakit tanaman, pelatihan pupuk organik. Keberhasilan di tunjukkan oleh perubahan dari tingkah laku yang antusias dalam setiap tahapan kegiatan, terutama pada saat tahapan pelatihan yang diikuti oleh praktek dilapangan.

## Acknowledgements

Terima kasih kepada LPPM Universitas Samawa, dan PT. JIA Agro Indonesia Cabang Sumbawa, serta semua pihak yang telah mendukung terlaksananya kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) di Desa Kerato, Kecamatan Unter Iwes Kabupaten Sumbawa.

## References

- Arunanondchai, P., Fei, C., Fisher, A., McCarl, B. A., Wang, W., & Yang, Y. (2018). How does climate change affect agriculture?. In *The Routledge Handbook of Agricultural Economics* (pp. 191-210). Routledge.
- Ashraf, M. A., Akbar, A., Askari, S. H., Iqbal, M., Rasheed, R., & Hussain, I. (2018). Recent advances in abiotic stress tolerance of plants through chemical priming: an overview. In *Advances in seed priming* (pp. 51-79). Springer, Singapore.
- Ayu, I.W., H.T. Sebayang, Soemarno & S.Prijono. (2018). *Assessment of Rice Water Requirement by Using CROPWAT Model in Sumbawa Regency, West Nusa Tenggara, Indonesia*. *Vegetos*, 31(2). DOI: 10.4172/2229-4473.1000409.
- Ayu, I. W., Prijono, S., & Sebayang, H. T. (2018). Simulation of climate change impact of soil moisture availability in the dry land corn fields of Sumbawa Regency, Nusa Tenggara Barat Province. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 8(80), 402-416.
- Ayu, I. W., Prijono, S., & Soemarno, S. (2013). Evaluasi Ketersediaan Air Tanah Lahan Kering di Kecamatan Unter Iwes, Sumbawa Besar. *Indonesian Journal of Environment and Sustainable Development*, 4(1).
- Benevenuto, R. F., Agapito-Tenfen, S. Z., Vilperte, V., Wikmark, O. G., van Rensburg, P. J., & Nodari, R. O. (2017). Molecular responses of genetically modified maize to abiotic stresses as determined through proteomic and metabolomic analyses. *PLoS One*, 12(2), e0173069.
- Dagdelen, N., Yilmaz, E., Sezgin, F., & Gurbuz, T. (2004). Effects of water stress at different growth stages on processing pepper (*Capsicum Annum* Cv. Kapija) yield water use and quality characteristics. *Pakistan Journal of Biological Sciences (Pakistan)*, 7, 2167–2172.
- Dettinger, M., Udall, B., & Georgakakos, A. (2015). Western water and climate change. *Ecological Applications*, 25(8), 2069-2093.
- Du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196, 3-14.
- Elias, E., Steele, C., Havstad, K., Steenwerth, K., Chambers, J., Deswood, H., Kerr, A., Rango, A., Schwartz, M., Stine, P. & Steele, R. (2015). Southwest Regional Climate Hub and California Subsidiary Hub assessment of climate change vulnerability and adaptation and mitigation strategies. *Washington, DC: US Department of Agriculture*. 76 p.
- FAO; UNICEF; WFP; WHO. (2018). *The State of Food Security and Nutrition in the World 2017: Building Resilience for Peace and Food Security*; Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO): Rome, Italy.
- MacDonald, G. M. (2010). Water, climate change, and sustainability in the southwest. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(50), 21256-21262.
- Munoz-Concha, D., Quinones, X., Hernandez, J. P., & Romero, S. (2020). Chili Pepper Landrace Survival and Family Farmers in Central Chile. *Agronomy*, 10(10), 1541.
- Noya, I., González-García, S., Bacenetti, J., Fiala, M., & Moreira, M. T. (2018). Environmental impacts of the cultivation-phase associated with agricultural crops for feed production. *Journal of Cleaner Production*, 172, 3721-3733.

- Rosenzweig, C., Elliott, J., Deryng, D., Ruane, A. C., Müller, C., Arneth, A., Boote, K.J., Folberth, C., Glotter, M., Khabarov, N. & Neumann, K. (2014). Assessing agricultural risks of climate change in the 21st century in a global gridded crop model intercomparison. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(9), 3268-3273.
- Suzuki, N., Rivero, R. M., Shulaev, V., Blumwald, E., & Mittler, R. (2014). Abiotic and biotic stress combinations. *New Phytologist*, 203(1), 32-43.
- USGCRP. (2017). Climate Science Special Report: Fourth National Climate Assessment, Volume 1; U.S. Global Change Research Program: Washington, DC, USA; p. 470.
- Valipour, M. (2013). Evolution of irrigation-equipped areas as share of cultivated areas. *Irrig. Drain. Syst. Eng*, 2(1), e114.
- Vaughan, M. M., Block, A., Christensen, S. A., Allen, L. H., & Schmelz, E. A. (2018). The effects of climate change associated abiotic stresses on maize phytochemical defenses. *Phytochemistry Reviews*, 17(1), 37-49.
- Walters, A. & Hughes, C. (2004). Chili Pepper Information Sheet for Afghanistan; Univ. California Regents: Davis, CA, USA, 2004; Available online: [http://afghanag.ucdavis.edu/a\\_horticulture/row-crops/peppers/IS\\_Chili\\_Peppers.pdf](http://afghanag.ucdavis.edu/a_horticulture/row-crops/peppers/IS_Chili_Peppers.pdf)
- Wheeler, T., & Von Braun, J. (2013). Climate change impacts on global food security. *Science*, 341(6145), 508-513.