

Pengaruh Perendaman Kolkisin Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Ciplukan (*Phisalis angulata* L.)

¹Ahmad Pratama, ²Kamsia Dorliana Sitanggang, ³Widya Lestari

^{1,2,3}Program Studi Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Labuhanbatu

corresponding author : ahmadpratama@gmail.com

Abstract

*This study aims to determine the effect of soaking colchicine on the growth and production of ciplukan (*Phisalis angulata* L.) plants. This research was conducted by PT. Asam Jawa Pangarungan Village, Torgamba District. South Labuhanbatu Regency. The research was carried out after the proposal seminar which began in February to June 2019. The research design used was a Non Factorial Randomized Block Design using 1 factor 3 treatment level, namely: K0 = ciplukan plants without colchicine, K1 = plants ciplukan with 0.25% colchicine for 24 hours, K2 = ciplukan with 0.625% colchicine for 24 hours, K3 = ciplukan with 1.25% colchicine for 24 hours. The parameters are Plant Height (cm), Leaf Width (cm), Flower Age Appears (days), Number of Planted Fruits, Planted Fruit Weight (grams). From some colchicine immersion (0.01%, 0.025%, 0.05%) for 24 hours. The highest average plant height for 8 MST was found in the immersion of 0.025%, 16.5 cm. The highest average leaf width for 11 MST was 0.025% soaking at 16.17 cm. At the average age, the highest interest was found in the control, namely 41.4 days. At the highest average number of fruits found in the immersion of 0.025%, 74 fruits. The highest average fruit weight was found in the immersion of 0.025%, 18.35%. So, from some colchicine immersion treatment, the best is at 0.025% immersion.*

Keywords: Ciplukan (*Phisalis angulata* L.), Colchicine, Polyploid

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perendaman kolkisin terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman ciplukan (*Phisalis angulata* L.). Penelitian ini dilaksanakan PT. Asam Jawa Desa Pangarungan Kecamatan Torgamba, Kabupaten Labuhanbatu Selatan. Penelitian ini dilaksanakan setelah seminar proposal yang di mulai pada bulan Februari sampai dengan Juni 2019. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) Non Faktorial dengan menggunakan 1 faktor 3 taraf perlakuan yaitu : K0 = tanaman ciplukan tanpa pemberian kolkisin, K1 = tanaman ciplukan dengan perendaman kolkisin 0,25 % selama 24 jam, K2 = tanaman ciplukan dengan perendaman kolkisin 0,625 % selama 24 jam, K3 = tanaman ciplukan dengan perendaman kolkisin 1,25 % selama 24 jam. Parameter yang Tinggi Tanaman (cm), Lebar Daun (cm), Umur Muncul Bunga (hari), Jumlah Buah Pertanaman, Berat Buah Pertanaman (gram). Dari beberapa perendaman kolkisin (0,01%, 0,025%, 0,05%) selama 24 jam. Pada rata-rata tinggi tanaman untuk 8 MST tertinggi terdapat pada perendaman 0,025% yaitu 16,5 cm. Pada rata-rata lebar daun tanaman untuk 11 MST tertinggi pada perendaman 0,025% yaitu 16,17 cm. Pada rata-rata umur muncul bunga yang tertinggi terdapat pada kontrol yaitu 41,4 hari. Pada rata-rata jumlah buah yang tertinggi terdapat pada perendaman 0,025% yaitu 74

buah. Pada rata-rata berat buah yang tertinggi terdapat pada perendaman 0,025% yaitu 18,35%. Jadi dari beberapa perlakuan perendaman kolkisin yang paling bagus terdapat pada perendaman 0,025%.

Kata kunci : Ciplukan (*Physalis angulata* L.), Kolkisin, Poliploid

Pendahuluan

Ciplukan (*Physalis angulata* L) merupakan salah satu tumbuhan herbal yang hidup semusim dan mempunyai tinggi sekitar 30-90 cm. Tumbuhan ciplukan biasanya tumbuh liar, mudah dijumpai ditempat yang terlindung, tanah agak lembab, di kebun, sawah, tepi jalan, tepih hutan yang terbuka dan disela-sela tanaman pokok yang disinari terik matahari. Herba ciplukan tumbuh liar di dataran rendah hingga 1800 meter di atas permukaan laut (Dalimartha, 2006). Backer dan Bakhuizen (1965), menyatakan bahwa terdapat tiga jenis tanaman ciplukan diantaranya yaitu *Physalis angulata* L., *Physalis minima* L, dan *Physalis peruviana* L. Ketiga jenis tersebut dibedakan berdasarkan karakter morfologis terutama pada warna batang, ada tidaknya rambut pada batang, ukuran mahkota, dan warna anther. Ciplukan (*Physalis angulata* L) merupakan tumbuhan yang berpotensi sebagai tanaman obat. Ekstrak minyak esensial dari tumbuhan ini dapat digunakan sebagai antifungal, antimikroba (Osho *et al.*, 2010). Ciplukan belum dibudidayakan oleh masyarakat, selama ini masih menjadi tumbuhan liar serta dianggap sebagai gulma oleh petani. Tumbuhan ini dapat dikembangkan sebagai bahan baku obat herbal.

Upaya pemuliaan tumbuhan ciplukan perlu dilakukan untuk memperoleh bibit dengan kualitas unggul sehingga dapat menghasilkan produktivitas maksimal (Freitas *et al.*, 2006). Ciplukan mengandung saponin, flavonoid (*luteolin*), polifenol, alkaloid, steroid, vitamin C, asam palmitat, dan asam stearat (Edeoga *et al.*, 2005). Tanaman ciplukan bersifat analgetik (penghilang nyeri), detoksikan (penetrasi racun), antibakteri, serta pengaktif fungsi kelenjar-kelenjar tubuh (Nayeemulla *et al.* 2006). Saponin dan alkaloid yang terkandung dalam ciplukan memberikan rasa pahit dan berkasiat sebagai anti tumor dan menghambat pertumbuhan kanker, terutama kanker usus besar (Lin *et al.*, 1992; Bastos *et al.*, 2006).

Mutasi genetik bertujuan untuk melakukan perbaikan genetik yang merupakan salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk peningkatan produktivitas ciplukan. Tahap awal dalam perbaikan genetik tanaman adalah perluasan keragaman genetik tanaman untuk memudahkan seleksi tanaman unggul (Hidayat, 1994). Untuk merakit varietas unggul tersebut, ketersediaan sumber genetik yang mempunyai keragaman tinggi sangat dibutuhkan. Semakin tinggi keragaman genetik plasma nutfah, maka semakin tinggi peluang untuk memperoleh varietas unggul baru yang mempunyai sifat yang diinginkan. Salah satu cara untuk memperluas keragaman genetik adalah mutagenesis menggunakan senyawa kimia (Wartana, 2014).

Beberapa penelitian yang dilakukan untuk perbaikan sifat tanaman yaitu dengan menggunakan mutasi genetik ini akan menimbulkan keragaman genetik. Apabila suatu karakter memiliki keragaman genetik cukup tinggi maka keragaman karakter tersebut antara individu dalam populasinya akan tinggi pula, sehingga seleksi akan lebih mudah untuk mendapatkan sifat-sifat yang diinginkan (Saragih, 2018) (Heliyanto *at al.*, 2000). Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mendapatkan benih yang berproduksi tinggi adalah dengan cara pembentukan tanaman poliploid. Ranney (2002), menyatakan bahwa poliploid memiliki peranan penting dalam evolusi tanaman dan dalam program pengembangan tanaman budi daya. Induksi tetraploid saat ini telah menjadi salah satu strategi peningkatan produksi dan kualitas tanaman budi

daya, diantaranya pada *Humulus lupulus* (Roy *et al.*, 2001), *Swainsona Formosa* (Zulkarnain, 2004), dan *Citrullus lanatus* (Omran *et al.*, 2008). Suryo (1995), mengemukakan bahwa poliploidi dapat diinduksi dengan senyawa kloralhidrat, kolkisin, dan etil-merkuri-klorid sulfanilamide. Dari semua senyawa tersebut, kolkisin yang paling banyak digunakan dan paling efektif karena mudah larut dalam air, sedangkan senyawa lainnya hanya dapat larut dalam gliserol. Larutan kolkisin pada konsentrasi tertentu menghalangi penyusunan mikrotubula benang spindel. Akibatnya pada pembelahan mitosis sel diploid, kromosom yang telah mengganda selama interfase gagal memisah pada anafase.

Menurut Mindari, *et al.*, (1998), perlakuan kolkisin dapat diaplikasikan dengan cara perendaman, pencelupan, penetesan, pengolesan, penyuntikan dan penyemprotan. Perlakuan tersebut dapat diberikan terhadap benih, akar kecambah, ujung batang planlet hasil biakan kultur-jaringan atau bunga Mansyurdin (2000) melaporkan bahwa penggandaan kromosom kecambah cabe keriting dapat diinduksi dengan 0,01% sampai 0,5% larutan kolkisin selama 24 jam. Makin tinggi konsentrasi kolkisin makin tinggi persentase sel yang tetraploid, tetapi persentase kematian kecambah makin tinggi pula. Keadaan tetraploid ($2n=4x=48$) terbentuk pada konsentrasi 0,01% dan 0,05%. Pada kolkisin 0,05% kebanyakan selsel ujung akar dan pucuknya tetraploid tetapi persentase kematian kecambah tinggi sedangkan pada kolkisin konsentrasi 0,01% beberapa selsel ujung akar dan pucuk masih ada yang diploid tetapi persentase kecambah yang mati tergolong rendah, berdasarkan hal itu masih diperlukan modifikasi konsentrasi kolkisin terutama antara 0,01% - 0,05%.

Pemeriksaan sitologis tanaman cabe keriting dan cabe rawit tetraploid yang telah dilakukan oleh Mansyurdin (2000) hanya pada ujung akar dari fase kecambah. Pemeriksaan kromosom anter tidak dilakukan sehingga tidak dapat dipastikan apakah gamet tanaman tersebut memiliki jumlah kromosom ganda atau normal (diploid). Selain itu, pengamatan morfologi tanaman cabe tetraploid untuk melihat pengaruh perlakuan kolkisin terhadap fenotip tanaman cabe tidak dilakukan. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perendaman kolkisin terhadap perkecambahan benih ciplukan dan pengaruh perendaman kolkisin terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman ciplukan.

Bahan dan Metode

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di PT. Asam Jawa Desa Pangarungan Kecamatan Torgamba. Penelittian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai dengan Juni 2019.

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih ciplukan, larutan mutagen kolkisin, air bersih, pupuk kompos, dan tanah. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas ukur, pinset, labu ukur, mikropipet, polybag, cangkul, bambu, tali pelastik, gembor, penggaris, kamera, buku, dan pulpen.

Metode penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) Non Faktorial dengan menggunakan 1 faktor 3 taraf perlakuan yaitu :

K0 = tanaman ciplukan tanpa pemberian kolkisin

K1 = tanaman ciplukan dengan perendaman kolkisin 0,25 % selama 24 jam

K2 = tanaman ciplukan dengan perendaman kolkisin 0,625 % selama 24 jam

K3 = tanaman ciplukan dengan perendaman kolkisin 1,25 % selama 24 jam

Analisis Data

Metode yang akan digunakan yaitu data yang diambil dari tinggi tanaman, luas daun, umur muncul bunga, jumlah buah pertanaman, berat buah pertanaman. Kemudian data di input dan dirata-ratakan dengan Microsoft exel 2007 kemudian di persentasikan dalam bentuk grafik, sampel diambil dari perlakuan yang diberi perendaman kolkisin.

Prosedur Penelitian

Perlakuan di berikan perendaman benih ciplukan pada larutan kolkisin yang terdiri atas konsentrasi 0,25%, 0,625%, 1,25% selama 24 jam. Setelah benih ciplukan selesai di rendam kolkisin selama 24 jam, kemudian benih di cuci sampai benar-benar bersih dengan menggunakan air bersih. Benih yang sudah benar-benar bersih kemudian langsung ditanam ke polybag yang sudah diisi media tanah dan pupuk kompos. Sumber penelitian konsentrasi larutan kolkisin saya ambil yang satu varietas dengan tanaman ciplukan yaitu tanaman cabe keriting.

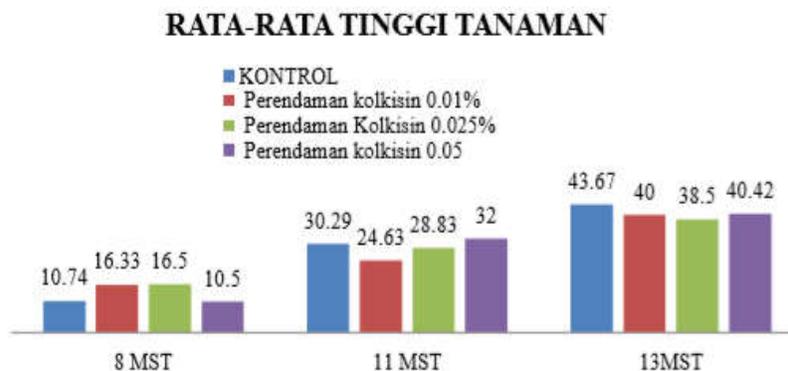
Parameter Penelitian

Pengamatan yang dilakukan adalah meliputi perkecambahan, tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah cabang, luas daun, jumlah bunga dan besar batang.

Hasil dan Pembahasan

Tinggi Tanaman (cm)

Rata – rata tinggi tanaman dengan perendaman kolkisin (0,25%, 0,625% , 0,125%) dan kontrol selama 24 jam dapat di lihat pada Gambar 1.2.



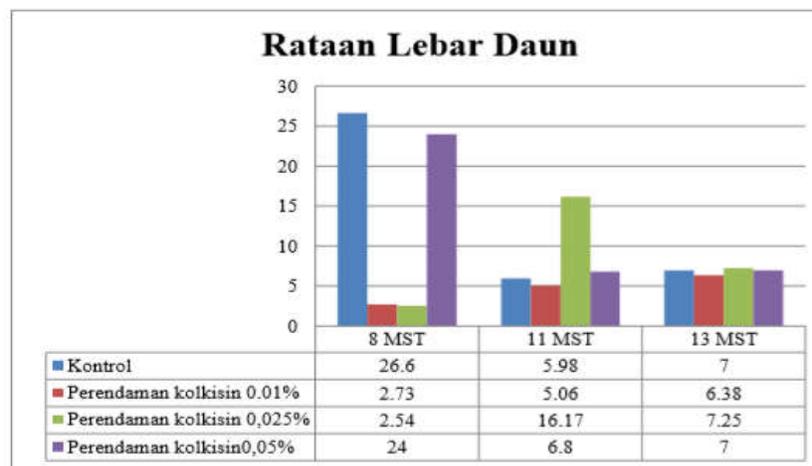
Gambar 1.2. Rata – Rata tinggiciplukan (cm)

Pada parameter data rata – rata tinggi tanaman yang direndam kolkisin dan kontrol pada umur 8 minggu setelah tanam dapat dilihat bahwa rata – rata tinggi tanaman tertinggi terdapat pada perendaman 0,025% yaitu 16,5 cm dan terendah pada perendaman 0,01% yaitu 10,5 cm, pada umur 11 minggu setelah tanam dapat dilihat bahwa rata – rata tinggi tanaman terdapat pada perendaman 0,05% yaitu 32 cm dan terendah pada perendaman 0.01% yaitu 24,63 cm dan pada umur 13 minggu setelah tanam dapat dilihat bahwa rata – rata tertinggi tanaman terdapat pada kontrol yaitu 43,67 cm dan sedangkan rata – rata tinggi tanaman terendah terdapat pada perendaman kolkisin 0,025% yaitu 38,5 cm. Salah satu penyebab terhambat nya tumbuh tanaman

diduga karena kolkhisin yang diberikan, sehingga dapat memperlambat laju pertumbuhan dan meningkatkan jumlah kromosom tanaman menjadi poliploid. Mindari *et al.*, (1998) menyatakan bahwa perlakuan kolkhisin berpengaruh terhadap tinggi tanaman tomat. Sedangkan penelitian perendaman kolkhisin yang dilakukan oleh Balkanjieva (2000) menunjukkan bahwa pada tanaman *Hordeum vulgare* autotriploid berukuran lebih pendek, tapi diameter batangnya lebih besar. Daun tumbuhan tetraploid menjadi lebih lebar, panjang dan lebih tebal.

Lebar daun (Cm)

Rata - rata lebar dau (cm) selama 24 jam, (0,01, 0,025, 0,05) % dan kontrol perendaman kolkhisin dengan beberapa konsentrasi, dapat di lihat pada Gambar 1.3.



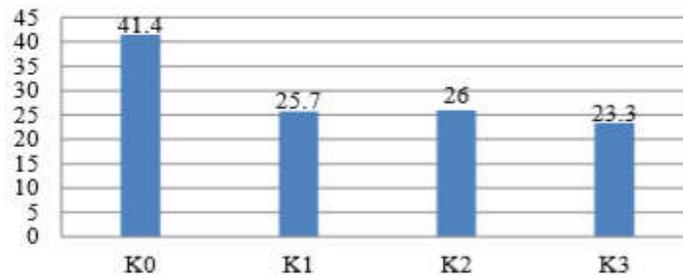
Gambar 1.3. Rata – rata lebar daun tanaman ciplukan

Pada parameter data rata – rata lebar daun tanaman yang direndam kolkhisin dan kontrol pada umur 8 minggu setelah tanam dapat dilihat bahwa rata – rata lebar daun tanaman terdapat pada kontrol yaitu 26,5 cm dan terendah pada perendaman 0,05% yaitu 2,4 cm, pada umur 11 minggu setelah tanam dapat dilihat bahwa rata – rata lebar daun tanaman terdapat pada perlakuan kolkhisin 0,025% yaitu 6,17 cm dan terendah pada perendaman 0.01% yaitu 5,06 cm dan pada umur 13 minggu setelah tanam dapat dilihat bahwa rata – rata lebar daun tanaman terdapat pada perlakuan kolkhisin 0.025% yaitu 7,25. Hal ini senada dengan pendapat Haryanti *et al.*, (2009) mengungkapkan adanya ciri morfologi yang berbeda pada tanaman poliploidi dibandingkan tanaman diploidnya. Pada tanaman poliploidi mempunyai sel yang ukurannya lebih besar hal ini disebabkan jumlah kromosom yang lebih banyak sehingga menghasilkan bagian tanaman seperti daun, bunga, buah maupun tanaman secara keseluruhan yang lebih besar.

Umur muncul bunga (hari)

Rata - rata umur muncul berbunga (hari) selama 24 jam, (0,01, 0,025, 0,05) % dan kontrol perendaman kolkhisin dengan beberapa konsentrasi, dapat di lihat pada Gambar 1.4.

UMUR MUNCUL BUNGA



Gambar 1.4. Rata – rata umur muncul bunga tanaman ciplukan

Pada pengamatan data rata – rata umur muncul bunga pada tanaman yang direndam kolkisin dan kontrol pada tanam dapat dilihat bahwa rata – rata umur berbunga tercepat terdapat pada kontrol yaitu 41,4 hari dan umur muncul bunga terlama pada perendaman kolkisin 0,05% yaitu 23,5. Dalam rata – rata umur berbunga pada penelitian tersebut dapat dilihat bahwa tanaman kontrol lebih cepat berbunga dibandingkan tanaman ciplukan yang dilakukan perendaman kolkisin diakibatkan karena tanaman yang dilakukan perendaman kolkisin bersifat poliploid sehingga dapat memperlambat laju pertumbuhan pada tanaman ciplukan tersebut. Puspita (2002) melaporkan bahwa konsentrasi kolkisin sangat berpengaruh nyata terhadap umur bunga tanaman melon. Lamanya umur berbunga akibat perlakuan kolkisin disebabkan karena terlambatnya pertumbuhan tanaman.

Jumlah Buah

Rata – rata jumlah buah selama 24 jam, (0,01, 0,025 , 0,05) % dan kontrol perendaman kolkisin dengan beberapa konsentrasi, dapat di lihat pada Gambar 1.5.



Gambar 1.5. Rata – rata jumlah buah tanaman ciplukan

Pada pengamatan data rata – rata jumlah buah pada tanaman yang direndam kolkisin dan kontrol pada tanam dapat dilihat bahwa rata – rata jumlah buah terdapat pada perlakuan 0,025% yaitu 74 dan terendah pada perendaman kolkisin 0,05% yaitu 45. Menurut Syaifudin *et al.*, (2013) umumnya penampakan tanaman dan produktivitas tanaman hasil poliploidisasi lebih baik, sehingga

secara ekonomis lebih menguntungkan. Pembentukan dan pengisian polong sangat mempengaruhi hasil kedelai edamame. Pada umumnya periode pengisian polong sangat dipengaruhi oleh unsur hara, air, dan cahaya yang tersedia. Pada akhir pertumbuhan di fase vegetatif akan terjadi penimbunan hasil proses fotosintesis pada organorgan tanaman seperti buah, biji, dan batang (Maryanto *et al.*, 2002)

Berat Buah Pertanaman

Rata – rata jumlah buah (g) selama 24 jam, (0,01, 0,025 , 0,05) % dan kontrol perendaman kolkisin dengan beberapa konsentrasi, dapat di lihat pada Gambar 1.6. dibawah ini :



Gambar 1.6. Rata – rata berat buah tanaman ciplukan (gram)

Pada pengamatan data rata – rata berat buah pada tanaman yang direndam kolkisin dan kontrol pada tanam dapat dilihat bahwa rata – rata berat buah terdapat pada perendaman 0,025 yaitu 18,35 gram dan berat buah terendah pada perendaman kolkisin 0,05% yaitu 5,5 gram. Maka proses pembentukan sel pada bagian tanaman dan pembentukan poliploid pada buah berjalan lebih cepat, sehingga ukuran buah yang dihasilkan menjadi lebih besar dari pada tanaman yang tidak diberi kolkisin. Ini dikarenakan sifat kolkisin yang berfungsi dalam menghambat pemisahan kromosom, sehingga mengakibatkan penambahan kromosom pada sel, sehingga tanaman akan menghasilkan buah dengan ukuran dan berat yang lebih baik. Hal ini sesuai dengan pendapat Daryono dan Rahmadani (2009) menyatakan bahwa, kolkisin berpengaruh menghentikan aktivitas benang-benang pengikat kromosom (spindel) sehingga kromosom yang telah membelah tidak memisahkan diri dalam anafase pada pembelahan sel.

Kesimpulan

Perendaman kolkisin terhadap tanaman ciplukan menunjukkan bahwa konsentrasi 0,025% lebih bagus di bandingkan perendaman kolkisin 0,01% dan 0,05%. Karena pada perendaman kolkisin 0,025% dapat menyebabkan terjadinya penggandaan jumlah kromosom pada tanaman ciplukan dari poliploid menjadi poliploidi.

Daftar Pustaka

- Backer CA. and RC. Bakhuizen van den Brink, Jr. 1965. *Flora of Java (Spermatophytes Only)*. Vol. II. N. V. P. Noordhoff-Groningen. Netherlands. Pp. 467-468.
- Bastos GNT. 2006. Antinociceptive effect of the aqueous extract obtained from roots of *Phisalis angulata* L. on mice. *Journal of Ethnopharmacology* :241-245
- Daryono dan Rahmadani, 2009. Karakter Fenotipe Tanaman Krisan (*Dendranthema grandiflorum*) Kultivar Big Yellow Hasil Perlakuan Kolkisin. UGM, Yogyakarta

- Edeoga, H. O., Okwu D. E., dan Mbaebre B. O., 2005. Phytochemical Constituent of Some Nigerian Medicinal Plant, *Afr Journal of Biotechnology*, 685-688.
- Freitas TA., Rodrigues ACC., and Osuna JTA. 2006. Cultivation of *Physalis L. and Anadenanthera colubrine* (Vell). Brennan Species of the *angulata* Brazilian Semi-Arid. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Botucatu*, 8:201-204.
- Halyanto, B., U. Setyo Budi, A. Kartamidjaja dan D. Sunardi. 2000. Studi parameter genetik hasil serta dan komponnya pada plasma mutfa rosela. *Jurnal Pertanian Tropika*. 8 (1): 82-87.
- Haryanti, S., Hastuti, R. B., Setiari, N., & Banowo, A. (2009). Pengaruh Kolkisin Terhadap Pertumbuhan, Ukuran Sel Metafase Dan Kandungan Protein Biji Tanaman Kacang Hijau (The Influence Of Kolkisin To Grow, Metafase Cell Size, *Vigna Radiata* (L) Wilczek). *Jurnal Penelitian Sains & Teknologi*, 10(2), 112– 120.
- Hidayat EB, Sonchus L. 1994. Siernonsma Js, Piluek k (eds) *Plant Resources of saouth east Asia No 8, Vegetable, Prosea, Bogor Indonesia*. 13: 260-262.
- Lin YSet *al.* 1992. Immunomodulatory activity of various fractions derived for *Phisalis angulata* L. extract. *The Amarican Journal of Chinese Medicine* (20):233-243.
- Mansyurdin. 2000. Penggandaan kromosom tanaman cabai keriting dan cabai rawit. Artikel Penelitian Doktor Muda. SPP/DPP Universitas Andalas Tahun 1999/2000.
- Maryanto, E., Suryati, D., & Setyowati, N. (2002). Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Galur Harapan Kedelai pada Kerapatan Tanam Berbeda. *Akta Agrosia*, 47–52.
- Mindari W.S., S. Tjondro W. dan P. Bambang. 1998. Pengaruh konsentrasi colchisine dan lama perendaman ujung-ujung batang kecambah terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.). *MIP UPN Veteran, Jawa Timur*. 8(18): 9197.
- Neyeemulla Shariff, M. S. Sudarshanal, S. Umesha, P. Hariprasad. 2006. *Antimicrobial activity of Rauwolfia tetraphylla and Physalis minima* leaf and callus extracts. *African Journal of Biotechnology* 5: 946-950.
- Omran S.A., J.M. Guerra-Sanz and J.A. Garrido Cárdenas. 2008. Methodology of tetraploid induction and expression of microsatellite alleles in triploid watermelon. Cucurbitaceae, Proceedings of the IXth EUCARPIA meeting on genetics and breeding of Cucurbitaceae (Pitrat M, ed), INRA, Avignon (France).
- Osho A., Adetunji T., Fayemi SO., and Moronkola DO. 2010. Antimicrobial Activity of Essential Oils of *Physalisangulata* L. *African Journal of Traditional, Complementary & Alternative Medicines*, 7(4): 303-306.
- Parker, J.R. 1995. *Genetics*. Harper Collins Pub: New York.
- Ranney, G. 2002. Poliploidy: From evolution to landscape plant improvement. North Carolina State University. Fletcher: 17
- Roy, A. T. Leggett G. A. Koutoulis. 2001. In vitro tetraploid induction and generation of tetraploids from mixoploids in hop (*Humulus lupulus* L.). *Plant Cell Rep* 20: 489–49.
- Saragih, S. H. Y. (2018). Induksi Mutasi Pada Bunga Matahari (*Helianthus annuus* L) Melalui Iradiasi Sinar Gamma. *Jurnal Agroplasma*, 2(1), 25–29.
- Syaiufudin, A., Ratnasari, E., & Isnawati, I. (2013). Pengaruh Pemberian Berbagai Konsentrasi Kolkhisin terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Cabai (*Capsicum annum*) Varietas Lado F1. *LenteraBio*, 2(2).
- Suryo, H. 1995. *Sitogenetika*. Gajah mada University Press. Yogyakarta.
- Wiantana, I Mode A. 2014. Induksi variasi cabai merah (*Capsicum annum* L.) dengan *Ethyl Methane Sulfonat* pada berbagai tingkat waktu perendaman. Tesis program pasca sarjana Universitas Udayana Denpasar.

Zulkarnain. 2004. The production of tetraploid *Swainsona formosa* By colchicines mutagenesis. *Zuriat*, 15(1) : 60-64.