

**PENAMPILAN AGRONOMI TANAMAN BAWANG MERAH VARIETAS LOKANANTA
HASIL INDUKSI MUTASI KOLKISIN PADA BEBERAPA MEDIA TANAM**

**AGRONOMICAL PERFORMANCE LOKANANTA VARIETY OF SHALLOT INDUCED BY
COLCHICINE ON SEVERAL PLANTING MEDIA**

Nanda Dwi Pramesti, Khavid Faozi, Fatichin, Ponendi Hidayat, Siti Nurchasanah*

PS. Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto
Jl. Dr. Suparno PO BOX 125 Purwokerto, Jawa Tengah, Indonesia 53122

*Korespondensi: sansan.unsoed@gmail.com

Diterima: 14 September 2023/Direvisi: 14 Desember 2024/Disetujui: 13 Mei 2024

ABSTRAK

Bawang merah merupakan komoditas hortikultura penting dan berpotensi dikembangkan sebagai tanaman obat. Produksi bawang merah masih fluktuatif karena menggunakan benih vegetatif pada budidayanya. Saat ini, masih sedikit varietas *true seed shallot* (TSS) yang beredar di masyarakat. Diperlukan keragaman TSS melalui mutasi dengan kolkisin dan didukung komposisi media tanam yang tepat. Percobaan bertujuan untuk mengetahui pengaruh dan memperoleh konsentrasi kolkisin dengan komposisi media terbaik terhadap penampilan bawang merah Lokananta. Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok dengan 2 faktor. Faktor pertama konsentrasi kolkisin yang terdiri dari konsentrasi 0%, 0,25%, 0,50%, dan 0,75%. Faktor kedua komposisi media tanam yang terdiri atas tanah + pupuk kandang kambing, tanah + arang sekam, dan tanah + arang sekam + pupuk kandang kambing. Variabel pengamatan yaitu persentase benih tumbuh (%), karakter agronomi dan hasil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi kolkisin dan komposisi media tanam berpengaruh terhadap tinggi tanaman, luas daun, jumlah daun, bobot tanaman kering, bobot umbi kering, bobot umbi kering eskip, luas daun, jumlah anakan, dan jumlah umbi. Konsentrasi kolkisin dengan komposisi media hanya berinteraksi pada bobot tanaman segar. Pemberian kolkisin 0,75% dengan komposisi media tanam tanah + pupuk kandang kambing (1:1) mampu meningkatkan bobot tanaman segar.

Kata kunci: Bawang merah, Kolkisin, Lokananta, Media tanam, Mutasi.

ABSTRACT

Shallot (*Allium ascalonicum* L) is an important horticultural sub-sector commodity and potential to be developed. Nevertheless, the production fluctuates due to the use of vegetative seeds in cultivation. Currently, there are still a few true seed shallot (TSS) varieties circulating for production. TSS diversity is needed by the colchicine mutation supported by a

proper planting media composition. The experiment aimed to determine the effect and obtain the best colchicine concentration with media composition on the performance of Lokananta shallot. The experiment used a randomized group design with two factors. The first factor was colchicine concentrations i.e. 0%, 0.25%, 0.50%, and 0.75%. The second factor was the composition of media i.e. soil + goat manure), soil + husk charcoal, and soil + husk charcoal + manure. The observations were the percentage of growing seeds (%), growth, and yield characteristics. The results showed that the concentration of colchicine and planting media affected on plant height, leaf area, number of leaves, dry plant weight, dry bulb weight, escaped dry bulb weight, number of tillers, and number of bulbs. Colchicine concentration with media composition only interacted on fresh plant weight with 0.75% colchicine with planting media soil + manure (1:1).

Keywords: Shallot, Colchicine, Lokananta, Media, mutation

PENDAHULUAN

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L) merupakan produk hortikultura yang sangat penting. Namun, produksi bawang merah masih fluktuatif sedangkan konsumsi terus meningkat. Konsumsi bawang merah skala rumah tangga naik 8,33% sejak tahun 2021 yaitu 790,63 ribu t (94,16% dari total konsumsi nasional) dan tahun 2022 mencapai 831,14 ribu ton (BPS, 2023).

Data produksi bawang merah nasional menunjukkan angka produksi rata-rata dibawah $<20 \text{ t ha}^{-1}$ yaitu 8,5 – 10 t (Kementerian Pertanian, 2014). Tahun 2022 hasil panen bawang merah Indonesia sebesar 1,97 juta t yang ternyata turun 1,51% dibandingkan tahun sebelumnya yang mencapai 2 juta t (Data Indonesia, 2022). Diperlukan teknologi budidaya bawang merah untuk mempertahankan produksi bawang merah.

Penggunaan benih bawang merah bermutu merupakan salah satu upaya dalam peningkatan produksi bawang merah. Penggunaan benih biji botani, *true seed of shallot* (TSS), mampu mengatasi permasalahan pada benih vegetatif (umbi) Saat ini masih sedikit varietas bawang merah yang dikembangkan melalui TSS.

Varietas bawang merah yang banyak dikenal dan dikembangkan TSS adalah Tuktuk dan Lokananta. Varietas Lokananta memiliki keunggulan aroma dan rasa yang khas namun memiliki ukuran umbi yang tergolong kecil. Konsumen Indonesia memiliki preferensi terhadap bawang merah padat, ukuran umbi sedang (diameter $\geq 2,5 \text{ cm}$), bentuk pipih agak bulat, rasa pedas dan memiliki aroma yang tajam saat digoreng dengan umur panen 63-66 hari (Adiyoga & Nurmalinda, 2012)

Terbatasnya sumber gen untuk karakter tertentu menjadi satu permasalahan pada pemuliaan konvensional (Maharijaya, 2011; Acquaah, 2015). Induksi mutasi dapat meningkatkan keragaman dan mendapatkan sifat yang diinginkan (Broertjes & van Harten 1988: Aida *et al.*, 2000; Hanafiah *et al.*, 2012: Manzoor *et al.*, 2019).

Kolkisin banyak dimanfaatkan sebagai mutagen karena mempunyai sifat tidak merusak tanaman (Ade & Rai, 2010; Lertsutthichawan *et al.*, 2017). Kolkisin berperan besar pada peningkatan keragaman genetik dan fenotipik tanaman (Xing *et al.*, 2011). Kolkisin menyebabkan penggandaan jumlah kromosom dengan menghalangi terbentuknya gelondong pembelahan, sehingga pada fase metafase

tidak terjadi pembelahan, melainkan terjadi penggandaan sehingga menyebabkan terbentuknya organisme poliploid yang dicirikan dengan produktivitas tinggi, buah besar, dan tidak berbiji (Yulia *et al.*, 2022). Aplikasi kolkisin diharapkan mampu memperbesar ukuran umbi sesuai dengan preferensi konsumen dan disertai dengan peningkatan produktivitasnya.

Penelitian pemberian kolkisin pada bawang merah telah dilakukan Putra & Andy (2019) yaitu induksi poliploidi pada bawang merah menggunakan konsentrasi kolkisin 0 ppm, 200 ppm, 300 ppm, dan 400 ppm. Penelitian Sari *et al.* (2019) aplikasi kolkisin biji bawang merah varietas Trisula dengan konsentrasi 0%; 0,25%; 0,50% dan 0,75%, dan Husain *et al.* (2022), induksi mutasi kolkisin umbi bawang merah varietas Tajuk dengan konsentrasi kolkisin 0,1%; 0,2%; 0,3%; 0,4% dan 0,5%.

Tanaman yang telah diberi perlakuan kolkisin membutuhkan komposisi media yang baik untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangannya hal ini karena bertambahnya jumlah kromosom menyebabkan penambahan ukuran organ tanaman, meningkatkan produktivitas, dan tinggi tanaman sehingga berpengaruh pada proses fotosintesis tanaman (Wu *et al.*, 2015). Penelitian yang dilakukan oleh Komariah *et al.* (2021) menjelaskan bahwa pada tanaman krisan yang telah diberi perlakuan kolkisin umumnya mengalami gangguan fisiologis sehingga membutuhkan media tanam yang optimal.

Percobaan ini bertujuan mengetahui pengaruh konsentrasi kolkisin dan komposisi media terhadap penampilan dan hasil tanaman bawang merah Lokananta serta mengetahui pengaruh konsentrasi kolkisin dengan komposisi media terbaik.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu Percobaan

Tempat percobaan di *Screen House Experimental Farm* PS. Agroteknologi Fak. Pertanian Universitas Jenderal Soedirman, Karangwangkal, Purwokerto Utara, ketinggian tempat ± 110 mdpl dari bulan Januari sampai Mei 2023.

Bahan dan Alat Percobaan

Percobaan ini menggunakan biji bawang merah Lokananta. Bahan lain yaitu kolkisin berbentuk serbuk (kolkisin for biochemistry dari Merck) dan aquades, pupuk NPK, ZA, SP-36, KCl, urea, pupuk kandang kambing, dan arang sekam. Peralatan dalam pembuatan larutan kolkisin yaitu pengaduk, gelas beaker, dan gelas ukur. Peralatan untuk penanaman dan pengamatan variable adalah *polybag*, lux meter, pH meter, *thermohyrometer*, penggaris, jangka sorong, SPAD, *Royal Horticultural Society (RHS) Colour Chart*, oven, dan timbangan analitik.

Rancangan Percobaan

Rancangan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan 2 faktor percobaan. Faktor pertama yaitu konsentrasi kolkisin dengan 4 taraf: k_0 0% konsentrasi kolkisin, k_1 0,25% konsentrasi kolkisin, k_2 0,50% konsentrasi kolkisin, dan k_3 0,75% konsentrasi kolkisin. Faktor kedua merupakan komposisi media tanam yaitu c_1 tanah + pupuk kandang kambing (1:1), c_2 tanah + arang sekam (1:1), dan c_3 tanah + arang sekam + pupuk kandang kambing (2:1:1) dengan 3 kali pengulangan. Total jumlah unit percobaan sebanyak 36 unit dengan 3 polibag tiap unit percobaan dan tiap polibag berisi 1 tanaman.

Pelaksanaan Percobaan

Pelaksanaan percobaan yang dilakukan meliputi persiapan, perlakuan benih mengacu penelitian Sari *et al.* (2019) yaitu dengan merendam benih selama 24 jam dalam larutan kolkisin sesuai konsentrasi yang telah ditentukan, penyemaian benih, persiapan media tanam, pemindahan benih yang tumbuh pada media dengan komposisi sesuai perlakuan, pemeliharaan dan pengamatan, dan panen.

Pengamatan

Variabel pengamatan meliputi persentase benih tumbuh (%), tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), jumlah anakan (satuan), kehijauan daun (unit), luas daun (cm²), jumlah umbi (satuan), diameter umbi (cm), bobot tanaman segar (g), bobot tanaman kering (g), bobot umbi kering eskip (g), bobot umbi kering (g), dan warna umbi.

Persentase benih tumbuh dihitung menggunakan rumus Sarioa *et al.* (2022) sebagai berikut:

$$PBT = \frac{\text{Jumlah benih tumbuh}}{\text{Jumlah total benih}}$$

Analisis Data

Analisis menggunakan ANOVA dengan taraf kepercayaan 95%. Hasil analisis yang menunjukkan keragaman dilanjutkan dengan uji *Least Significant Difference Test Methode* (LSD) pada taraf kepercayaan 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Berbagai Konsentrasi Kolkisin dengan Komposisi Media Tanam Terhadap Bawang Merah Lokananta

Pemberian berbagai konsentrasi kolkisin dengan berbagai komposisi media hanya berinteraksi terhadap bobot tanaman segar. Menurut Barrowi & Suwandi (2009) bahwa tidak ada interaksi antar perlakuan disebabkan masing-masing faktor tunggal lebih berpengaruh daripada faktor interaksinya.

Aplikasi berbagai komposisi media tanam terhadap bawang merah Lokananta yang direndam pada berbagai konsentrasi kolkisin berbeda antar perlakuan (Tabel 1). Komposisi media tanam yang ditambahkan arang sekam menunjukkan hasil terendah pada semua tanaman yang diberi perlakuan kolkisin. Komposisi media tanam C₁ dan C₃ memberikan hasil yang sama pada tanaman yang diberi kolkisin 0%; 0,25% dan 0,50%. Bobot segar tanaman terbesar ditunjukkan oleh konsentrasi 0,75% yang ditanam pada media tanam tanah yang ditambah dengan pupuk kandang kambing yaitu 55,20 g. Namun, bobot segar tanaman menurun pada konsentrasi kolkisin 0,75% yang ditanam pada media tanah + arang sekam + pupuk kandang kambing (C₃) sebesar 36,23 g dan pada media tanam tanah + arang sekam (C₂) sebesar 27,66 g.

Peningkatan ukuran organ pada tanaman akibat pemberian kolkisin menyebabkan tanaman membutuhkan unsur hara yang lebih banyak. Pupuk kandang kambing mampu mencukupi unsur hara tanaman untuk pertumbuhan tanaman bawang merah Lokananta yang sebelumnya yang diberi kolkisin. Hidayati *et al.* (2021) menyatakan bahwa unsur hara N tercukupi dari kotoran kambing selama pertumbuhan sehingga pertumbuhan tanaman dapat optimal.

Tabel 1. Interaksi konsentrasi kolkisin dan komposisi media terhadap bobot tanaman segar

Perlakuan	Komposisi media tanam		
	C ₁	C ₂	C ₃
0%	40,26 A b	26,13 B a	40,03 A a
0,25%	39,69 A b	20,20 B a	45,88 A a
0,50%	36,36 A b	30,85 B a	35,73 A a
0,75%	55,20 A a	27,66 B a	36,23 B a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kapital yang sama pada baris yang sama dan angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut LSD taraf kesalahan 5%. C₁ tanah + pupuk kandang kambing (1:1), C₂ tanah + arang sekam (1:1), dan C₃ tanah + arang sekam + pupuk kandang kambing (2:1:1).

Pengaruh Konsentrasi Kolkisin terhadap Penampilan dan Hasil Bawang Merah Lokananta

Persentase benih tumbuh

Tabel 2 menunjukkan bahwa pemberian kolkisin menurunkan persentase benih tumbuh. Benih yang tidak direndam dalam larutan kolkisin mempunyai persentase tumbuh tertinggi yaitu 78%. Berdasarkan deskripsi pada kemasan bahwa persen daya tumbuh minimum dari benih bawang merah varietas Lokananta yaitu 75% (Menteri Pertanian, 2017).

Hasil percobaan menunjukkan bahwa pemberian kolkisin menurunkan persentase benih tumbuh. Semakin tinggi konsentrasi kolkisin dalam larutan

perendaman semakin kecil persentase benih tumbuh. Persentase benih tumbuh dalam larutan kolkisin 0,25% dan 0,50% tidak berbeda. Perendaman benih dalam konsentrasi kolkisin 0,75% mengalami persentase benih tumbuh terendah yaitu 36,92% (lebih dari 50% benih mati). Persentase benih tumbuh dihitung sesuai Sarioa *et al.* (2022) yaitu dengan menumbuhkan sebanyak 100 benih bawang merah di petridish yang sebelumnya telah direndam dalam larutan konsentrasi kolkisin 0,25%; 0,50% dan 0,75% selama 24 jam. Benih yang tumbuh tiap perlakuan dihitung kemudian dibagi total jumlah benih yang ditumbuhkan.

Tabel 2. Pengaruh kolkisin terhadap persentase benih tumbuh

Konsentrasi kolkisin	Persentase benih tumbuh* ¹
0 %	78,00% a
0,25%	49,00% b
0,50%	52,55% b
0,75%	36,92% c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada LSD taraf 5%.

Percobaan Jala (2014) menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi kolkisin menyebabkan tingkat hidup tanaman perangkap lalat venus (*Dionaena*

muscipula) semakin rendah. Menurut Lv *et al.* (2021), kolkisin merupakan senyawa mutagen yang dapat menghambat perkecambahan dan pertumbuhan benih.

Penurunan persentase tanaman hidup akibat perlakuan kolkisin disebabkan karena sel tanaman rusak (Ajayi *et al.*, 2014).

Tinggi tanaman

Tinggi tanaman mengalami hambatan pertumbuhan pada awal pindah tanam sampai minggu ke 4 dan berangsur normal pada 6 minggu setelah tanam (MST) (Tabel 3). Kolkisin bersifat karsinogenik yang dapat menyebabkan tanaman keracunan sehingga sel rusak dan menyebabkan pertumbuhan dan perkembangan batang lambat (Sartika & Basuki, 2017).

Jumlah daun

Tabel 3 menunjukkan bahwa pemberian kolkisin menghambat penambahan helaian daun hanya pada awal pertumbuhan yaitu umur 2 MST sedangkan pada pengamatan 4 MST, 6 MST dan 8 MS konsentrasi yang diberikan menambah jumlah daun namun tidak berbeda nyata antar perlakuan.

Hal ini diduga karena toksisitas senyawa kolkisin bersifat toksik pada sel-sel tanaman sehingga pertumbuhan terhambat (Nofitahesti & Daryono, 2016). Sartika *et al.* (2020) menyatakan bahwa lambatnya pembelahan sel menyebabkan lambatnya pembentukan dan perkembangan primordial daun.

Jumlah anakan

Berdasarkan data pada Tabel 3, konsentrasi kolkisin tidak memengaruhi jumlah anakan. Jumlah tunas pada bawang merah berkaitan dengan jumlah anakan sehingga aplikasi kolkisin tersebut akan berpengaruh pada pertumbuhan tunas yang menghasilkan anakan. Jumlah tunas dapat meningkat apabila diberi perlakuan kolkisin dengan konsentrasi yang tepat. Menurut Parastaka & Nihayati (2019) kolkisin dapat menghambat pembelahan sel sehingga pertumbuhan tunas baru juga terhambat.

Tabel 3. Pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah anakan bawang merah Lokananta

Perlakuan		Tinggi tanaman (cm)			
		2 MST	4 MST	6 MST	8 MST
Konsentrasi kolkisin (%)	0	29,12 a	44,26 a	52,15 a	57,70 a
	0,25	25,53 b	40,41 b	49,19 a	55,67 a
	0,50	27,50 ab	41,56 b	51,74 a	57,37 a
	0,75	26,93 ab	41,48 b	52,30 a	59,37 a
Perlakuan		Jumlah daun (helai)			
		2 MST	4 MST	6 MST	8 MST
Konsentrasi kolkisin (%)	0	4,41 a	5,70 a	7,52 a	9,70 a
	0,25	3,85 b	5,26 a	6,78 a	8,96 a
	0,50	3,78 b	5,37 a	6,93 a	9,00 a
	0,75	3,89 b	5,52 a	7,44 a	9,19 a
Perlakuan		Jumlah anakan (satuan)			
		2 MST	4 MST	6 MST	8 MST
Konsentrasi kolkisin (%)	0	1,00 a	1,07 a	1,37 a	1,52 a
	0,25	1,00 a	1,11 a	1,44 a	1,63 a
	0,50	1,00 a	1,04 a	1,33 a	1,52 a
	0,75	1,00 a	1,00 a	1,30 a	1,52 a

Keterangan: Angka-angka dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada LSD taraf 5%.

Kehijauan daun dan luas daun

Pemberian kolkisin pada biji bawang merah Lokananta tidak mempengaruhi kehijauan daun (Tabel 4). Nilai kehijauan daun pada tanaman yang diberi perlakuan kolkisin cenderung lebih tinggi tetapi nilai kehijauan daun tidak berbeda nyata untuk setiap konsentrasi. Hal ini diduga perlakuan

kolkisin menyebabkan warna daun tanaman menjadi lebih hijau akibat aktifitas pembelahan yang aktif dilakukan kloroplas muda (Julianto *et al.*, 2022). Ukuran sel stomata pada tanaman poliploid lebih besar sehingga terdapat lebih banyak kloroplas pada sel penjaga (Aili *et al.*, 2016).

Tabel 4. Pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap kehijauan daun dan luas daun bawang merah Lokananta

Perlakuan	Karakter		
	Kehijauan daun (Unit)	Luas daun (cm ²)	
	0	53,69 a	40,36 b
Konsentrasi kolkisin (%)	0,25	55,42 a	39,54 b
	0,50	55,18 a	39,81 b
	0,75	54,71 a	46,74 a

Keterangan: Angka-angka dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada LSD taraf 5%.

Konsentrasi kolkisin mempengaruhi luas daun bawang merah Lokananta. Perlakuan konsentrasi 0,75% memberikan hasil luas daun yang paling besar yaitu 46,74 cm² (Tabel 4). Penambahan luas daun diduga terjadi karena adanya pembesaran sel yang mengakibatkan penggandaan kromosom (Manzoor *et al.*, 2018). Peningkatan jumlah kromosom menyebabkan ukuran sel meningkat yang kemudian diiringi dengan peningkatan volume jaringan dan organ (Susianti *et al.*, 2015).

penyusunan mikrotubula benang spindel sehingga mengakibatkan mitosis terhambat pada konsentrasi kolkisin yang terlalu tinggi.

Rata-rata diameter umbi pada konsentrasi kolkisin 0,75% cenderung memberikan hasil tertinggi yaitu 2,91 cm. Pembesaran diameter umbi diduga terjadi karena adanya pembesaran ukuran sel akibat perendaman kolkisin. Hal ini sesuai dengan pendapat Pradana & Hartatik (2019), pemberian kolkisin menyebabkan terjadinya penambahan ukuran dan inti sel sehingga fenotip membesar.

Jumlah umbi dan diameter umbi

Jumlah umbi dan diameter umbi bawang merah Lokananta tidak dipengaruhi oleh pemberian kolkisin (Tabel 5). Biji yang tidak direndam dalam larutan kolkisin memiliki jumlah umbi lebih banyak. Percobaan Bani *et al.* (2022) menunjukkan bahwa terjadi penurunan jumlah umbi bawang putih karena konsentrasi kolkisin yang tinggi. Hal ini terjadi karena terhambatnya proses

Bobot tanaman segar dan bobot tanaman kering

Hasil percobaan pada Tabel 5 menunjukkan bahwa konsentrasi kolkisin tidak berpengaruh terhadap karakter bobot tanaman segar namun konsentrasi kolkisin berpengaruh terhadap bobot tanaman kering. Berdasarkan hasil rata-rata, konsentrasi kolkisin 0,75%

menghasilkan bobot tanaman segar yang cenderung lebih besar yaitu 39,70%.

Kolkisin mempengaruhi sel organ sehingga ukuran morfologi tanaman

membesar. Fenomena ini didukung penelitian Mahyuni *et al.* (2015), daun yang lebih banyak menghasilkan bahan kering tanaman lebih banyak.

Tabel 5. Pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap hasil bawang merah Lokananta

Perlakuan	Karakter						
	Jumlah umbi	Diameter umbi (cm)	Bobot tanaman segar (g)	Bobot tanaman kering (g)	Bobot umbi kering (g)	Bobot umbi eskip (g)	
0	2,52 a	2,77 a	35,48 a	4,15 ab	3,12 a	21,98 a	
Konsentrasi Kolkisin (%)	0,25	2,22 a	2,77 a	35,26 a	4,29 a	3,06 ab	18,37 ab
0,50	2,04 a	2,64 a	30,98 a	3,48 b	2,46 b	15,49 b	
0,75	2,33 a	2,91 a	39,70 a	4,79 a	3,61 a	21,77 a	

Keterangan: Angka-angka dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda pada LSD taraf 5%.

Bobot umbi eskip dan bobot umbi kering

Tabel 5 menunjukkan konsentrasi kolkisin memengaruhi bobot umbi kering dan bobot umbi kering eskip pada percobaan yang dilakukan. Perlakuan konsentrasi kolkisin 0,75% menghasilkan bobot umbi kering tertinggi yaitu 3,61 g. Sebaliknya pada tanaman yang tidak diberi kolkisin menghasilkan bobot umbi eskip terbesar pada yaitu 21,98 g, namun hasilnya tidak berbeda dengan bobot umbi eskip yang diberi perlakuan kolkisin dengan konsentrasi 0,75%. Hal ini diduga karena peningkatan ukuran sel dan inti sel disebabkan karena penambahan jumlah kromosom dimana dengan adanya peningkatan tersebut menyebabkan ukuran organ dan jaringan bertambah seperti adanya peningkatan bobot umbi. Menurut Deninta *et al.* (2017), kolkisin menyebabkan terjadinya peningkatan pada proses pembelahan sel sehingga jumlah sel lebih banyak.

Pengaruh Komposisi Media Tanam terhadap Penampilan dan Hasil Bawang Merah Lokananta

Tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah anakan

Komposisi media tanam memengaruhi tinggi tanaman pada percobaan yang dilakukan. Penambahan pupuk kandang kambing mampu meningkatkan tinggi tanaman (62,14 cm). Peningkatan tersebut diduga unsur makro dan mikro pupuk kandang kambing lebih tinggi dibandingkan arang sekam.

Jumlah daun terbanyak (10,47 helai) diperoleh pada komposisi media dengan penambahan pupuk kandang kambing (C₁). Pupuk kandang kambing diduga menyediakan unsur hara yang lebih tinggi untuk tanaman termasuk di dalamnya unsur hara N. Selama masa pertumbuhan pupuk kandang kambing mampu mencukupi kebutuhan hara N sehingga tinggi tanaman meningkat (Azizah *et al.*, 2016). Kecukupan unsur hara NPK mempengaruhi tinggi tanaman yaitu dengan meningkatkan pertumbuhan ruas tanaman.

Perbedaan komposisi media tanam memengaruhi jumlah anakan pada 6 MST dan 8 MST. Pemberian media tanah + pupuk kandang kambing (C₁) memberikan

hasil terbaik yaitu sebesar 1,78. Tanah menjadi gembur dengan pemberian media yang ditambahkan dengan pupuk kandang kambing sehingga jumlah anakan cepat

meningkat. Anisyah *et al.* (2014) menyatakan bahwa proses pembentukan jumlah anakan yang berkembang menjadi umbi dipengaruhi unsur hara.

Tabel 6. Pengaruh komposisi media tanam terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah anakan bawang merah Lokananta

Perlakuan		Tinggi tanaman (cm)			
		2 MST	4 MST	6 MST	8 MST
Komposisi media tanam	C ₁	30,03 a	45,99 a	56,78 a	62,14 a
	C ₂	23,58 b	36,04 b	43,31 b	51,56 c
	C ₃	28,19 a	43,75 a	53,94 a	58,89 b
Perlakuan		Jumlah daun (helai)			
		2 MST	4 MST	6 MST	8 MST
Komposisi media tanam	C ₁	4,17 a	6,06 a	7,81 a	10,47 a
	C ₂	3,64 b	4,75 b	6,47 b	7,28 b
	C ₃	4,14 a	5,58 a	7,22 a	9,89 a
Perlakuan		Jumlah anakan (satuan)			
		2 MST	4 MST	6 MST	8 MST
Komposisi media tanam	C ₁	1,00 a	1,08 a	1,58 a	1,78 a
	C ₂	1,00 a	1,00 a	1,06 b	1,11 b
	C ₃	1,00 a	1,08 a	1,44 a	1,75 a

Keterangan: Angka-angka dengan abjad yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda pada LSD taraf 5%. C₁: tanah + pupuk kandang kambing (1:1), C₂: tanah + arang sekam (1:1), dan C₃: tanah + arang sekam + pupuk kandang kambing (2:1:1)

Kehijauan daun dan luas daun

Pupuk kandang kambing dan arang sekam yang ditambahkan pada media belum mencukupi kebutuhan N yang diperlukan untuk pembentukan klorofil dan penambahan luas daun pada percobaan yang dilakukan. Pemberian pupuk NPK (16:16:16) diaplikasikan pada saat tanam semai umur 21 HST dengan dosis 5 gr L⁻¹ dan setiap tanaman mendapat 2 kali semprotan. Pengaplikasian pupuk tunggal

urea, SP36, KCl, dan Za dilakukan sebanyak 2 kali. Pemupukan pertama diaplikasikan pada saat tanaman berumur 15 HST yaitu urea sebesar 0,471 g polybag⁻¹, SP 36 sebesar 0,314 g polybag⁻¹, KCl sebesar 0,628 g polybag⁻¹, dan ZA sebesar 0,314 g polybag⁻¹. Pemupukan kedua diaplikasikan pada saat tanaman berumur 35 HST yaitu SP 36 sebesar 0,157 g polybag⁻¹, KCl sebesar 0,314 g polybag⁻¹, dan ZA sebesar 0,314 g polybag⁻¹.

Tabel 7. Pengaruh komposisi media tanam terhadap kehijauan daun dan luas daun bawang merah Lokananta

Perlakuan		Parameter	
		Kehijauan daun (Unit)	Luas daun (cm ²)
Komposisi media tanam	C ₁	54,36 a	44,48 a
	C ₂	55,89 a	39,37 a
	C ₃	54,01 a	40,99 a

Keterangan: Angka-angka dengan abjad yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda pada LSD taraf 5%. C₁: tanah + pupuk kandang kambing (1:1), C₂: tanah + arang sekam (1:1), dan C₃: tanah + arang sekam + pupuk kandang kambing (2:1:1)

Unsur hara N memiliki peran penting untuk menaikkan kandungan klorofil daun Pramitasari *et al.* (2016) menjelaskan hara N merangsang pembentukan klorofil sehingga warna daun lebih hijau. Namun demikian komposisi media tidak mempengaruhi luas daun bawang merah yang diuji. Hal ini disebabkan karena suplai N akibat pemberian bahan organik masih kurang mencukupi kebutuhan. Menurut Syawal *et al.* (2019) tanaman yang hara nitrogennya tercukupi menghasilkan daun yang lebih luas dan lebih banyak mengandung klorofil.

Jumlah umbi dan diameter umbi

Hasil percobaan menunjukkan bahwa jumlah umbi dipengaruhi komposisi media tanam. Berdasarkan Tabel 8, komposisi media tanam tanah + pupuk kandang kambing (C_1) menghasilkan jumlah umbi paling tinggi yaitu sebanyak 2,67. Menurut Kania & Maghfoer (2018) Unsur hara N, P, K pada pupuk kandang kambing tinggi dan unsur K berguna dalam pembentukan umbi bawang merah.

Berdasarkan Tabel 8 menunjukkan bahwa diameter umbi tidak dipengaruhi oleh komposisi media tanam. Hal ini disebabkan karena hasil fotosintat banyak digunakan untuk pembentukan pada fase vegetatif dari pada perkembangan umbi. Menurut Gardner *et al.* (1991) hasil fotosintesis yang terbatas pada pembentukan umbi karena hasil fotosintat ditranslokasikan ke organ vegetatif seperti daun, untuk pemeliharaan, dan disimpan sebagai cadangan makanan.

Perlakuan tanah + pupuk kandang kambing (C_1) memiliki total jumlah daun (Tabel 6) dan luas daun (Tabel 7) tertinggi.

Bobot segar tanaman dan bobot kering tanaman

Berdasarkan hasil percobaan komposisi media mempengaruhi bobot tanaman segar. Penambahan pupuk kandang kambing (C_1) ke dalam media tanah memiliki bobot tanaman segar paling tinggi yaitu 42,88 g (Tabel 8).

Selanjutnya perbedaan komposisi media juga mempengaruhi bobot tanaman kering. Perlakuan tanah + pupuk kandang kambing (C_1) memiliki hasil BTK paling tinggi yaitu 4,93 g tanaman⁻¹ namun tidak berbeda dengan tanah + arang sekam + pupuk kandang kambing.

Bobot segar tanaman meningkat seiring dengan peningkatan penimbunan asimilat hasil fotosintesis yang optimal. Menurut Sitompul & Guritno (1995) bahwa absorpsi unsur hara dan hasil metabolisme serta volume air dalam tanaman mempengaruhi bobot segar tanaman. Selain itu, diduga unsur hara N, P, dan K dari pupuk kandang kambing yang diserap tanaman dapat menghasilkan pertumbuhan vegetatif yang baik sehingga bobot tanaman segar meningkat (Haryadi *et al.*, 2015).

Bobot tanaman kering dihasilkan dari hasil fotosintat. Menurut Anjarwati *et al.* (2017) peningkatan bobot tanaman kering sejalan dengan peningkatan pertumbuhan organ vegetatif tanaman.

Bobot umbi eskip dan bobot umbi kering

Hasil tertinggi untuk bobot umbi kering dan bobot umbi kering eskip diperoleh pada bawang merah yang ditanam pada media tanah + pupuk kandang kambing 1:1 (C_1) (Tabel 8).

Pemberian pupuk kandang kambing mengakibatkan media tanam menjadi gembur. Tanah yang gembur akan mempermudah pertumbuhan akar

sehingga penyerapan unsur hara dan air lebih optimal dan dapat menunjang pertumbuhan dan perkembangan serta menghasilkan produktivitas yang tinggi

(Andalasari *et al.*, 2017). Bobot umbi segar yang tinggi menyebabkan peningkatan bobot umbi kering oven.

Tabel 8. Hasil bawang merah bawang merah Lokananta pada berbagai komposisi media tanam

Perlakuan	Parameter						
	Jumlah umbi	Diameter umbi (cm)	Bobot tanaman segar (g)	Bobot tanaman kering (g)	Bobot umbi kering (g)	Bobot umbi eskip (g)	
Komposisi Media Tanam	C ₁	2,67 a	2,85 a	42,88 a	4,93 a	3,59 a	24,34 a
	C ₂	1,58 b	2,71 a	23,71 b	2,80 b	2,08 b	13,03 b
	C ₃	2,58 a	2,77 a	39,70 a	4,81 a	3,52 a	20,84 a

Keterangan: Angka-angka dengan abjad yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda pada LSD taraf 5%. C₁: tanah + pupuk kandang kambing (1:1), C₂: tanah + arang sekam (1:1), dan C₃: tanah + arang sekam + pupuk kandang kambing (2:1:1)

Warna umbi

Warna umbi dari biji tanpa direndam dalam kolkisin cenderung memiliki warna umbi ungu dengan warna yang tertera pada *RHS colour chart* 76B, 76A, dan 76B. Warna umbi dari biji yang diberi perlakuan kolkisin memiliki warna umbi ungu tua *RHS colour chart* N81A, N81B, N82A, dan N82B.

Menurut penelitian Susanti *et al.* (2015) menyatakan penambahan kolkisin dapat menghambat pembentukan mikrotubula sehingga tidak terbentuk dinding pemisah. Proses metabolisme yang terjadi adalah dalam pembentukan zat warna buah pada tanaman strawberi hasil induksi kolkisin memiliki warna luar buah yang lebih tua dibandingkan tanpa kolkisin.



Gambar 1. (A) Konsentrasi kolkisin 0% (RHS 76B) dan (B) Konsentrasi kolkisin 0,25% (RHS N81A)

SIMPULAN

1. Konsentrasi kolkisin dan komposisi media tanam berpengaruh terhadap tinggi tanaman, luas daun, jumlah daun, bobot tanaman kering, bobot umbi kering, bobot umbi kering eskip, luas daun, jumlah anakan, jumlah umbi.
2. Konsentrasi kolkisin dengan komposisi media berinteraksi pada bobot tanaman segar.
3. Pemberian kolkisin 0,75% dengan komposisi media tanam tanah + pupuk kandang kambing (1:1) menghasilkan penampilan terbaik.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada LPPM Universitas Jenderal Soedirman yang telah memberikan pendanaan untuk penelitian ini melalui skema Riset Peningkatan Kompetensi tahun anggaran 2022.

DAFTAR PUSTAKA

- Ade, R. & Rai, M.K. (2010). Review : Colchicine, current advances and future prospects. *Bioscience*, 2(2), pp.90–96.
<https://doi.org/10.13057/nusbiosci/n020207>
- Acquaah, G. (2015). Conventional plant breeding principle and techniques. *Advances in plant breeding strategies breeding biotechnology and molecular tools*. 1st Edition, pp115-158 Springer Publisher.
- Adiyoga, W. & Nurmalinda. (2012). Analisis konjoin preferensi konsumen terhadap atribut produk kentang, bawang merah, dan cabai merah. *J. Hort.*, 22(3): 292- 302.
<https://doi.org/10.21082/jhort.v22n3.2012.p292-302>
- Aili, E.N., Respatijarti, & Sugiharto, A.N. (2016). Pengaruh pemberian kolkisin terhadap penampilan fenotip galur inbrida jagung pakan (*Zea mays* L.) pada fase pertumbuhan vegetatif. *Jurnal Produksi Tanaman*, 4(5): 370-377.
- Ajayi, A.T., Ohunakin, A.O., Osekita, O.S., & Oki, O.C. (2014). Influence of colchicine treatments on character expression and yield traits in cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). *Global Journal of Science Frontier Research: C Biological Science*. 14: 14-20.
- Andalasari, T.D., Widagdo, S., Ramadiana, S., & Purwati, E. (2017). Pengaruh media tanam dan pupuk organik cair (POC) terhadap pertumbuhan dan produksi bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian: 28-34.
- Anisyah, F., Sipayung, R., & Hanum, C. (2014). Pertumbuhan dan produksi bawang merah dengan pemberian berbagai pupuk organik. *JurnalOnline Agroekoteknologi*, 2(2): 482-496.
- Aida, R., Kishimoto. S., Tanaka. Y and Shibata.M. (2000). Modification of flower color in torenia (*Torenia fournieri* Lind.) by genetic transformation. *Plant Science*, 153(1). pp. 33–42 doi: 10.1016/S0168-9452(99) 00239-3.
- Anjarwati, H., Sriyanto, W., & Setyastuti, P. (2017). Pengaruh macam media dan takaran pupuk kandang kambing terhadap pertumbuhan dan hasil sawi hijau (*Brassica rapa* L.). *Vegetalika*, 6(1): 35-45.
<https://doi.org/10.22146/veg.25983>
- Azizah, N., Haryono, G., & Tujiyanta. (2016). Respon macam pupuk organik dan macam mulsa terhadap hasil tanaman sawi caisim (*Brassica juncea* l.) var. Tosakan. *Jurnal Ilmu Pertanian Tropika dan Subtropika*, 1(1): 44 – 51.
- Bani, P.W., Naisumu, Y.G., Hamas, D.F., & Nahak, A.B. (2022). Identifikasi perubahan fenotip pada pertumbuhan dan hasil bawang putih lokal Eban (*Allium sativum* L.) yang diberi perlakuan kolkisin. *Jurnal Biologi Indonesia*, 18(1): 121-126.
<https://doi.org/10.47349/jbi/18012022/121>

- Barrowi & Suwandi. (2009). Memahami Percobaan Kuantitatif. Rineka Cipta: Jakarta.
- Broertjes, C. & A.M. van Harten. (1988). Applied mutation breeding for vegetatively propagated crops. *Book. Vol 12* (345pp). Elsevier Science Publishers B,V. Amsterdam-Oxford-New York_Tokyo.
- Data Indonesia. (2022). <https://dataindonesia.id/industri-perdagangan/detail/indonesia-produksi-bawang-merah-sebanyak-197-juta-ton-pada-2022>.
- Deninta, N., Onggo, T. M., & Kusumiyati, K. (2017). Pengaruh berbagai konsentrasi dan metode aplikasi hormon GA3 terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman brokoli kultivar Lucky di Lembang. *Indonesian Journal of Applied Sciences*, 7(2): 9–1. <https://doi.org/10.24198/ijas.v7i2.10710>
- Gardner, F.P., Pearce, R.B., & Mitchell, R.L. (1991). *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Penerbit UI Press: Jakarta.
- Hanafiah, D.S., Trikoesoemaningtyas., Yahya. S. & Wirnas. D. (2012). Penggunaan mikro irradiasi sinar gamma untuk meningkatkan keragaman genetik pada varietas kedelai argomulyo (*Glycine max* (L.) Merr. *Jurnal Natur Indonesia*, 14(1), p.80. <https://doi.org/10.31258/jnat.14.1.80-85>
- Haryadi, D., Yetti, H., & Yoseva, S. (2015). Pengaruh pemberian beberapa jenis pupuk terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kailan (*Brassica albolabra* L.). *Jurnal Online Mahasiswa Faperta*, 2(2): 1–10. <https://doi.org/10.33506/md.v10i2.292>
- Hidayati, S., Nurlina, N., & Purwanti, S. (2021). Uji Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi dengan Pemberian Macam Pupuk Organik dan Pupuk Nitrogen. *Jurnal Pertanian Cemara*, 18(2):81–89. <https://doi.org/10.24929/fp.v18i2.1638>
- Husain, Indriati. Tedy S, & Sutrisno Hadi P. (2022). Induksi mutasi menggunakan kolkisin pada umbi bawang merah (*Allium ascalonicum* l.) varietas Tajuk. *J. Hort. Indonesia*, 13(1):1-7 <https://doi.org/10.29244/jhi.13.1.1-7>
- Irozuru, C. E., Olugbodi, J. O., Arunsi, U. O., & Ladeji, O. (2021). Phytochemical screening and evaluation of antioxidant capacities of *Allium cepa*, *Allium sativum*, and *Monodora myristica* using in vitro and in vivo models, AROC in Food and Nutrition, 1(1),41-52. <https://doi.org/10.53858/arocfn01014152>
- Jala, A. (2014). Colchicine and duration time in survival rate and micropropagation of *Dionaea muscipula* Ellis. *African Journal of Plant Science*, 8(6): 291-297. <https://doi.org/10.5897/AJPS2014.1177>
- Julianto, R.P.D., Sumiati, A., & Agastya I.M.I. (2022). Pengaruh kolkisin terhadap optimalisasi minyak atsiri tanaman jahe (*Zingiber officinale* Rosc.). *Jurnal Buana Sains*, 22(3): 99-110.
- Kania, S. R. & Maghfoer, M.D. (2018). Pengaruh dosis pupuk kandang kambing dan waktu aplikasi pppr terhadap pertumbuhan dan hasil

- bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 6(3): 407-414.
<https://doi.org/10.33059/jupas.v6i2.1767>
- Komariah, A., Ria, E.R., Windy, Noertjahyani, Budiasih, & Masnenah, E. (2021). Agronomic characteristic polyploidy with different planting media. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 748(1): 1-10.
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/748/1/012037>
- Kementerian Pertanian. (2014). Laporan Kinerja Perdagangan Komoditas Pertanian. KEMENTAN Press> Jakarta.
- Kementerian Pertanian. (2020). Laporan Tahunan Direktorat Jendral Hortikultura Tahun 2018. Ditjen Hortikultura Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Lertsutthichawan, A. Ruamrungsri. S., Duangkongsan. W. & Saetiew. K., (2017). Induced mutation of *chrysanthemum* by colchicine. *International Journal of Agriculture technology*, 13(7), pp. 2325–2332.
- Lv, Z., Zhu, F., Jin, D., Wu, Y., & Wang, S. (2021). Seed Germination and Seedling Growth of *Dendrocalum brandisii* in vitro, and the Inhibitory Mechanism of Colchicine. *Frontiers in Plant Science*, 12, 784581.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2021.784581>
- Maharijaya, A. (2011). Pemuliaan dan bioteknologi tanaman cabai sebagai salah satu sayuran utama di Indonesia. Proceeding Olimpiade Karya Tulis Inovatif (OKTI 2011). Paris 8-9 Oktober 2011.
- Mahyuni, R., Girsang, E.S.B., & Hanafiah, D.S. (2015). Pengaruh pemberian kolkisin terhadap morfologi dan jumlah kromosom tanaman binahong (*Anredera cordifolia* (Ten) Steenis). *Jurnal Agroekoteknologi*, 4(1): 1815-1821.
- Manzoor, A. T. Ahmad, MA. Bashir, MMQ. Baig, AA. Quresh, MKN. Shah,& IA. Hafiz. (2018). Induction and Identification of Colchicine Induced Polyploidi in *Gladiolus grandiflorus*'' White Prosperity''. *Folia Horticultrae*, 30(2): 307-319.
<https://doi.org/10.2478/fhort-2018-0026>
- Manzoor, A., Ahmad, T., & Bashir, M.A. (2019). Studies on colchicine induced chromosome doubling for enhancement of quality traits in ornamental plants. *Plants*, 8(7), pp. 1–16.
<https://doi.org/10.3390/plants8070194>
- Menteri Pertanian. (2017). Keputusan Menteri Pertanian. Pemberian Tanda Daftar Varietas Tanaman Hortikultura. No. Publikasi: 059/Kpts/SR.120/D.2.7/6/2017.
- Nofitahesti, I. & Daryono, B.S. (2016). Karakter fenotip kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.) hasil produksi poliploidisasi dengan kolkisin. *Jurnal Sains dan Pendidikan Sains*, 5(2): 90-98.
- Putra, Bagus K., & Andy S. (2019). induksi poliploidi pada bawang merah (*Allium ascalonicum* l.) dengan pemberian kolkisin. *Jurnal Produksi Tanaman*. Vol. 7 No. 6, Juni 2019: 1053–1058.
- Pradana, D. A., & Hartatik, S. (2019). Pengaruh kolkisin terhadap karakter morfologi tanaman terung (*Solanum*

- melongena L.). *Berkala ilmiah pertanian*, 2(4),155-158. <https://doi.org/10.19184/bip.v2i4.16314>
- Pramitasari, H.E., Wardiyati, T., & Nawawi, M. (2016). Pengaruh dosis pupuk nitrogen dan tingkat kepadatan tanaman terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kailan (*Brassica oleracea* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 4(1): 49-56.
- Sari, Y., Sobir, M. Syukur, & Diny Dinarti. (2019). Induksi poliploid tss (*true shallot seed*) bawang merah varietas Trisula menggunakan kolkisin. *J. Hort. Indonesia*, Desember 2019, 10(3):145-153
<https://doi.org/10.29244/jhi.10.3.145-153>
- Sarioa, J., Kasmiyati, S., & Hastuti, S. P. (2022). Penghambatan Perkecambah dan Pertumbuhan Kecambah *Tagetes erecta* pada Media Mengandung Kromium Heksavalen. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 7(2),144-152.
<https://doi.org/10.14710/baf.7.2.2022.144-152>
- Sartika, D., Agustrina, R., Ernawati, E., & Irawan, B. (2020). The Role of Kolkisin in Multiplication of Planlet Banana Kepok Abu Poliploidi in Vitro. *Jurnal Natur Indonesia*, 18(2), 76-81.
- Sartika, T. V., & Basuki, N. (2017). Pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap perakitan putative mutan semangka (*Citrullus lanatus*). *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(10): 1669–1677.
- Sitompul, S.M. & Guritno, B. (1995). Analisis pertumbuhan tanaman. Gajah Mada University Press: Yogyakarta.
- Susanti, A., Aristya, G.R., Sutikno, & Kasiamdari, R.S. (2015). Karakterisasi morfologi dan anatomi stroberi (*Fragaria x ananassa* D. cv. Festival) hasil induksi kolkisin. *Jurnal Ilmiah Biologi*, 3(2): 66-75.
<https://doi.org/10.24252/bio.v3i2.929>
- Syawal, Y., Susilawati, & Ghinola, E. (2019). Pengaruh komposisi media tanam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah (*Allium cepa* L.Var Bima). *Majalah Ilmiah Sriwijaya*, 31(18): 1-7.
<https://doi.org/10.25181/jppt.v18i2.1068>
- Wu, F.H., Yu, X.D., Zhuang, N.S., Liu, G.D., & Liu, J.P. (2015). Induction and identification of *Stylosanthes guianensis* tetraploids. *Genetic Molecular Research*, 14(4): 12692-12698.
<https://doi.org/10.4238/2015.October.19.13>
- Xing, S.H., Guo X.B., Wang Q., Pan Q.W., Tian.Y.S., Liu. P., Zhao. J.Y., Wang. G.F., Sun. X.F., & Tang. K.X. (2011). Induction and flow cytometry identification of tetraploids from seed-derived explants through colchicine treatments in *Catharanthus roseus* (L.) G. Don. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 2011.
<https://doi.org/10.1155/2011/793198>