

Suminar, E. · D.S. Sobarna · S. Mubarok · Sulistyaningsih · A. Setiawan

Pertumbuhan tunas kunyit tinggi kurkumin pada berbagai jenis sitokinin dan auksin secara *in vitro*

Sari Kunyit merupakan salah satu tanaman yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai bahan baku obat tradisional, bumbu dapur, serta zat pewarna alami, sehingga kebutuhannya mengalami peningkatan setiap tahunnya. Penyediaan bibit yang memiliki produktivitas tinggi dalam jumlah banyak dapat dilakukan dengan metode kultur *in vitro*, namun perlu optimasi media yang sesuai. Penelitian ini bertujuan untuk mencari komposisi zat pengatur tumbuh yang dapat memberikan pertumbuhan planlet yang lebih vigor. Rancangan percobaan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap. Perlakuan terdiri dari penggunaan sitokinin dan auksin pada eksplan kunyit yang diulang tiga kali. Media Murashige and Skoog digunakan sebagai media dasar dengan perlakuan kombinasi antara tipe dan konsentrasi sitokinin (9 mg L^{-1} benzyl amino purine; $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ Thidiazuron; $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ Zeatin) dengan auksin ($0,01 \text{ mg L}^{-1}$ dan 1 mg L^{-1} Naphthalene Acetic Acid). Pengamatan dilakukan terhadap perubah jumlah tunas, tinggi tunas, dan jumlah daun pada 12 minggu setelah tanam. Hasil percobaan menunjukkan bahwa 9 mg L^{-1} benzyl amino purine + $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ Naphthalene Acetic Acid berpengaruh terhadap tinggi tunas dan jumlah daun. Media dengan penambahan $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ Thidiazuron + $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ Naphthalene Acetic Acid menghasilkan jumlah tunas yang lebih banyak, dan plantlet dari media $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ Thidiazuron + $0,01 \text{ mg L}^{-1}$ Naphthalene Acetic Acid memiliki jumlah stomata yang tertinggi.

Kata kunci: BAP · *In vitro* · Kunyit · NAA · TDZ · Zeatin

Growth of shoots of high curcumin turmeric on various types of cytokinins and auxins in vitro

Abstract. Turmeric is a plant that is widely used as raw material for traditional medicines, spices, and natural dye, so that their needs increased every year. Supply of high productivity seedlings in large quantities can use *in vitro* culture, but it is necessary to optimize the appropriate media. This study aims to find the composition of plant growth regulators that can provide vigorous plantlet growth. The experimental design used completely randomized design. The treatments consisted of cytokinins and auxins in turmeric explants which were repeated three times. Murashige and Skoog media were used as base media. The treatments were combination of cytokinin types and concentrations (9 mg L^{-1} benzyl amino purine; 1.0 mg L^{-1} Thidiazuron; 0.1 mg L^{-1} Zeatin) with auxin concentrations (0.01 mg L^{-1} and 1 mg L^{-1} Naphthalene Acetic Acid). Observations were made on changes in the number of shoots, shoot height, and number of leaves at 12 weeks after planting. The results showed that 9 mg L^{-1} benzyl amino purine + 0.1 mg L^{-1} Naphthalene Acetic Acid affected shoot height and leaves number. Media with the addition of 1.0 mg L^{-1} Thidiazuron + 0.1 mg L^{-1} Naphthalene Acetic Acid produced a higher number of shoots. Media of 1.0 mg L^{-1} Thidiazuron + 0.01 mg L^{-1} Naphthalene Acetic Acid gave the highest planlet stomata.

Keywords: BAP · *In vitro* · NAA · TDZ · Turmeric

Diterima : 22 November 2020, Disetujui : 14 April 2021, Dipublikasikan : 16 April 2021
doi: <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v20i1.30705>

Suminar, E.¹ · D.S. Sobarna¹ · S. Mubarok¹ · Sulistyaningsih² · A. Setiawan³

¹Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

²Fakultas Farmasi, Universitas Padjadjaran

³Departemen Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

Korespondensi: erni.suminar@unpad.ac.id

Pendahuluan

Kunyit merupakan salah satu komoditas yang banyak digunakan sebagai bahan obat-obatan. Kunyit digunakan untuk berbagai pengobatan, seperti kanker (Giordano and Tommonaro, 2019) dan alzheimer (Thakur *et al.* 2019). Kunyit dapat mencegah aktivitas hormon pemicu kanker (Vutakuri, 2018). Kandungan curcumin dalam rhizome menentukan warna kunyit (Madhusankha *et al.*, 2018) yang berpotensi sebagai pewarna makanan, zat aditif makanan, dan pewarna tekstil (Hasan *et al.*, 2014)

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2019a) luas panen tanaman kunyit pada tahun 2019 mencapai 81.003.471 m² dengan persentase pertumbuhan pada tahun 2018 hingga 2019 mencapai 7,79 %, namun produktivitas kunyit mencapai 2,36 kg/m² dengan laju pertumbuhan pada tahun 2018 hingga 2019 mencapai -12,92% (Badan Pusat Sattaistik, 2019b) dan total produksi kunyit pada tahun yang sama mencapai 190.909.204 kg (Badan Pusat Statistik, 2019c). Adapun negara tujuan ekspor kunyit Indonesia adalah Asia (Bangladesh, Pakistan, Malaysia, Vietnam, India Singapura, Hongkong, Taiwan, Korea Selatan dan Jepang), Amerika Serikat, Timur Tengah (Arab Saudi dan Mesir), dan Eropa (Jerman dan Belanda).

Permintaan kunyit mengalami peningkatan setiap tahunnya, baik untuk memenuhi kebutuhan dalam maupun luar negeri, sehingga diperlukan peningkatan produksi diantaranya dengan perluasan areal pertanaman kunyit yang memerlukan benih unggul dalam jumlah yang banyak. Budidaya kunyit secara konvensional membutuhkan rimpang dalam jumlah banyak sebagai bahan tanamannya (Ugochukwu *et al.*, 2013), sedangkan perbanyakan kunyit secara konvensional memerlukan waktu 10-12 bulan atau 20-24 bulan untuk melakukan pemanenan (Rahardjo dan Rostiana, 2005). Penyediaan benih unggul dalam waktu yang singkat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan bibit kunyit. Salah satu alternatif penyediaan bibit menggunakan teknologi *in vitro*. Tanaman kunyit hasil kultur *in vitro* memiliki pertumbuhan vegetatif yang lebih vigor, bebas penyakit, dan meningkatkan produksi rhizome yang lebih seragam (Chitra, 2019).

Perbanyakan tanaman kunyit secara kultur *in vitro* telah banyak dilaporkan mampu

menghasilkan tingkat multiplikasi tunas yang baik. Auksin dalam bentuk *Naphthalene Acetic Acid* (NAA) diketahui dapat meningkatkan persentase hidup dan peningkatan bobot eksplan (Nurhidayati *et al.*, 2016). Penggunaan sitokinin *Benzyl Amino Purine* (BAP) 2 mg L⁻¹ pada kultur *in vitro* kunyit menghasilkan 5,2 tunas per eksplan (Gomathy *et al.*, 2014), selain itu penggunaan sitokinin dapat mempengaruhi karakteristik stomata pada plantlet *in vitro* (Sota *et al.*, 2019) yang dapat mempengaruhi pertumbuhan plantlet pada tahap *ex vitro*.

Bahan dan Metode

Waktu dan Tempat Percobaan. Waktu percobaan dilaksanakan pada bulan September 2017 sampai Maret 2018. Percobaan dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan Teknologi Benih, Fakultas Pertanian, Universitas Padja-djaran, Jatinangor.

Bahan. Bahan tanam yang digunakan berasal dari kunyit koleksi hasil perbanyakan secara vegetatif di lapangan (klon T1 dengan potensi curcumin lebih besar daripada varietas lainnya), sedangkan bahan lainnya yang digunakan adalah komposisi media Murashige dan Skoog (MS), agar-agar (pemedat), sukrosa (gula), zat pengatur tumbuh golongan sitokinin dan auksin, aquades steril, NaOH 1 N, HCl 1 N, dan alkohol 70%. Eksplan yang digunakan yaitu meristem tunas dari rimpang kunyit.

Metode Percobaan. Rancangan percobaan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap. Perlakuan terdiri dari penggunaan sitokinin dan NAA pada eksplan kunyit yang diulang tiga kali. Adapun perlakuanya sebagai berikut : 9 mg L⁻¹ BAP + 0,01 mg L⁻¹ NAA; 9 mg L⁻¹ BAP + 1 mg L⁻¹ NAA; 1,0 mg L⁻¹ Thidiazuron (TDZ) + 0,01 mg L⁻¹ NAA; 1,0 mg L⁻¹ TDZ + 1 mg L⁻¹ NAA; 0,1 mg L⁻¹ Zeatin + 0,01 mg L⁻¹ NAA; dan 0,1 mg L⁻¹ Zeatin + 1 mg L⁻¹ NAA. Pelaksanaan percobaan meliputi (1) Sterilisasi alat-alat, (2) Pembuatan media Murashige dan Skoog (MS), dengan berbagai komposisi zat tumbuh, (3) Penanaman eksplan, (4) Pengamatan yang dilakukan terhadap tinggi tunas, jumlah tunas, dan jumlah daun. pengamatan anatomis dilakukan secara mikroskopis pada jumlah stomata di jaringan daun (Johansen, 1940, dalam Antoniazzi *et al.*, 2014). Pengamatan dilakukan pada 12 minggu

setelah tanam (MST). Analisis data menggunakan uji Jarak Berganda Duncan (Duncan Multiple Range Test, DMRT) pada taraf nyata 5%.

Hasil dan Pembahasan

Tinggi Tunas per Eksplan. Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa perlakuan TDZ 1 mg L⁻¹ + NAA 0,1 mg L⁻¹ yang memiliki rata-rata tinggi tunas lebih rendah ($6,40 \pm 0,15$ cm) dibandingkan dengan perlakuan lainnya, namun jumlah tunas yang dihasilkannya lebih banyak.

Tabel 1. Data rata-rata tinggi tunas.

Sitokinin (mgL ⁻¹)	Auksin (mgL ⁻¹)	Tinggi tunas (cm)
BAP 9	NAA 0,01	$15,20 \pm 1,70$ bc
BAP 9	NAA 0,1	$16,20 \pm 0,85$ c
TDZ 1	NAA 0,01	$16,35 \pm 0,90$ c
TDZ 1	NAA 0,1	$6,40 \pm 0,15$ a
Zeatin 0,1	NAA 0,01	$7,28 \pm 0,65$ a
Zeatin 0,1	NAA 0,1	$12,83 \pm 1,50$ b

Keterangan : nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut DMRT taraf nyata 5%.

Perlakuan TDZ1 mg L⁻¹ + NAA 0,01 mg L⁻¹ cenderung lebih tinggi tunasnya tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan BAP 9 mg L⁻¹ + NAA0,01 mg L⁻¹ dan BAP 9 mg L⁻¹ + NAA 0,1 mg L⁻¹. Perlakuan NAA tidak konsisten dalam mempengaruhi tinggi tunas, terlihat pada Tabel 1 bahwa penambahan NAA dapat menyebabkan tunas lebih tinggi atau lebih rendah. Sitokinin pada konsentrasi yang tinggi memegang peranan penting dalam pembentukan tunas adventif (Lavakumaran and Thayamini, 2014) serta mempengaruhi aktivitas auksin yang mengatur perpanjangan sel (Street *et al.*, 2016). Penggunaan TDZ 1 mg L⁻¹ + NAA 0,1 mg L⁻¹ dan Zeatin 0,1 mg L⁻¹ + NAA 0,01 mg L⁻¹ menghasilkan tinggi tunas lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Babaei *et al.* (2014) dalam penelitiannya menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi sitokinin dan auksin dapat menurunkan tinggi tunas.

Jumlah Tunas. Berdasarkan Tabel 2, penggunaan sitokinin jenis TDZ pada konsentrasi 1 mg L⁻¹ + 0,1 mg L⁻¹ NAA menghasilkan rata-rata jumlah tunas yang lebih tinggi daripada perlakuan lainnya, namun tidak berbeda nyata dengan pemberian zeatin 0,1 mg

L⁻¹ + 0,1 mg L⁻¹ NAA. Faisalet *et al.* (2017) menyatakan bahwa penggunaan sitokinin dengan konsentrasi yang tinggi dikombinasikan dengan auksin rendah diperlukan dalam pembentukan tunas secara *in vitro* yang stabil secara genetik.

Tabel 2. Data rata-rata jumlah tunas pada 12MST

Sitokinin (mgL ⁻¹)	Auksin (mgL ⁻¹)	Jumlah tunas (buah)
BAP 9	NAA 0,01	$2,25 \pm 1,00$ a
BAP 9	NAA 0,1	$3,00 \pm 0,50$ ab
TDZ 1	NAA 0,01	$2,50 \pm 0,50$ a
TDZ 1	NAA 0,1	$6,00 \pm 0,50$ c
Zeatin 0,1	NAA 0,01	$3,00 \pm 1,00$ ab
Zeatin 0,1	NAA 0,1	$4,50 \pm 0,50$ bc

Keterangan : nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut DMRT taraf nyata 5%

Penggunaan TDZ 1 mg L⁻¹ + NAA 0,1 mg L⁻¹ dan Zeatin 0,1 mg L⁻¹ + 0,1 mg L⁻¹ NAA menghasilkan jumlah tunas yang lebih tinggi dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Pada percobaan ini rata-rata jumlah tunas yang dihasilkan dari kombinasi TDZ dengan NAA relatif lebih banyak daripada kombinasi zeatin dengan NAA, walaupun tidak berbeda nyata tetapi tunas-tunas yang dihasilkan lebih pendek. Penggunaan sitokinin jenis TDZ dengan konsentrasi yang rendah mampu meningkatkan tinggi tunas, namun pada konsentrasi yang tinggi justru akan menghambat pertumbuhan tunas. Gonbad *et al.* (2014) menyatakan bahwa sitokinin dapat mendorong multiplikasi tunas namun menghambat perpanjangan tunas. Sitokinin dapat menstimulasi multiplikasi tunas dengan menekan terjadinya dominansi apikal (George *et al.*, 2008).

Jumlah Daun. Penggunaan konsentrasi sitokinin jenis TDZ 1 mg L⁻¹ + NAA 0,01 mg L⁻¹ menghasilkan jumlah daun yang lebih rendah daripada perlakuan lainnya, namun tidak berbeda nyata dengan BAP 9 mg L⁻¹ + 0,01 mg L⁻¹ NAA (Tabel 3). Hal ini diduga pada konsentrasi sitokinin dan auksin yang tinggi tersebut ternyata rasio sitokinin dan auksin belum optimal merangsang pertumbuhan daun dengan baik.

Perlakuan yang paling efektif dan efisien terhadap peubah jumlah daun diperoleh dari perlakuan BAP 9 mg L⁻¹ + NAA 0,1 mg L⁻¹. Peningkatan jumlah daun cenderung sejalan dengan peningkatan jumlah tunas, hal ini berarti

semakin banyak tunas yang bermultiplikasi, maka semakin banyak jumlah daun yang dihasilkan. BAP merupakan golongan sitokinin yang berperan dalam merangsang pertumbuhan dan menunjang proses regenerasi tunas adventif (Singh *et al.*, 2014). Sitokinin berperan dalam pembelahan sel dan regenerasi tunas selama regenerasi *in vitro* (Kieber & Schaller 2014).

Tabel 3. Data rata-rata jumlah daun pada 12 MST.

Sitokinin (mgL ⁻¹)	Auksin (mgL ⁻¹)	Jumlah daun (helai)
BAP 9	NAA 0,01	6,25± 2,00 ab
BAP 9	NAA 0,1	10,25±1,00 cd
TDZ 1	NAA 0,01	5,25 ± 0,50 a
TDZ 1	NAA 0,1	12,50 ± 1,50 d
Zeatin 0,1	NAA 0,01	11,50 ± 1,00 d
Zeatin 0,1	NAA 0,1	8,25 ± 2,50 bc

Keterangan : nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut DMRT taraf nyata 5%

Jumlah Stomata. Tabel 4 menunjukkan bahwa penggunaan TDZ 1 mg L⁻¹ + NAA 0,01 mg L⁻¹ terdapat 24 stomata pada jaringan epidermis bagian bawah daun plantlet lebih tinggi daripada penggunaan sitokinin lainnya, diikuti dengan penggunaan zeatin 0,1 mgL⁻¹ + NAA 0,1 mgL⁻¹ sebanyak 10 stomata dan BAP 9 mgL⁻¹ + NAA 0,01 mgL⁻¹ sebanyak 9 stomata. Menurut Rai *et al.* (2015) menyatakan bahwa jumlah stomata yang lebih sedikit per satuan luas daun menunjukkan bahwa tunas tersebut memiliki stomata yang lebih besar dan ukuran stomata yang besar menyebabkan jumlah stomata lebih sedikit di tiap luas bidang pandang.

Tabel 4. Data rata-rata jumlah stomata pada jaringan daun.

Sitokinin (mgL ⁻¹)	Auksin (mgL ⁻¹)	Jumlah stomata
BAP 9	NAA 0,01	9
BAP 9	NAA 0,1	2
TDZ 1	NAA 0,01	24
TDZ 1	NAA 0,1	6
Zeatin 0,1	NAA 0,01	-
Zeatin 0,1	NAA 0,1	10

Keterangan : (-) tidak terdeteksi

Kesimpulan

1. Kombinasi TDZ 1 mg L⁻¹ + NAA 0,1 mg L⁻¹ menghasilkan rata-rata jumlah tunas dan jumlahdaun yang lebih banyak.
2. Kombinasi BAP9 mg L⁻¹ + NAA 0,01 mg L⁻¹ efektif menghasilkan tunas yang lebih panjang.
3. Kombinasi TDZ 1 mg L⁻¹ + NAA 0,01 mg L⁻¹ menghasilkan jumlah tunas paling rendah namun jumlah stomata paling tinggi.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada DRPM Universitas Padjadjaran atas Hibah Riset Fundamental HIU tahun 2017.

Daftar Pustaka

- Antoniazzi D., F. A. de Soza, A. B. Nascimento, F. A. Silveira, L. A. S. Pio, M. Pasqual, H. M. Magalhães. 2016. Growth regulators, DNA content and anatomy in vitro cultivated Curcuma longa seedlings. Afr. J. Biotechnol. Vol. 15(32), pp. 1711-1725.
- Babaei N., N.A.P. Abdullah, G. Shaleh, T.L. Abdullah. 2014. An efficient in vitro plantlet regeneration from shoot tip cultures of Curculigo latifolia, a Medicinal Plant. The Scientific World Journal. Volume 2014: 1-9.
- Badan Pusat Statistika. 2019a. Luas Panen Kunyit Menurut Provinsi, Tahun 2015-2019. <https://jabar.bps.go.id/indicator/157/178/1/luas-panen-tanaman-biofarmaka.html> (Diakses pada tanggal 30 Maret 2021).
- Badan Pusat Statistika. 2019b. Produktivitas Kunyit Menurut Provinsi, Tahun 2015-2019. <https://www.pertanian.go.id/home/index.php?show=repo&fileNum=352> (Diakses pada tanggal 30 Maret 2021).
- Badan Pusat Statistika. 2019c. Produksi Tanaman Biofarmaka (Obat) 2017-2019. <https://www.bps.go.id/indicator/55/63/1/produksi-tanaman-biofarmaka-obat-html> (Diakses pada tanggal 30 Maret 2021).

- Chitra, R. 2019. Comparative studies on growth and Yield of Conventional and Tissue culture plants of Turmeric (*Curcuma longa*) var. CO2.J. Hort. Sci. Vol. 14(2): 1-3.
- Faisal, M., N. Ahmad, M. Anis, A.A. Alatar and A.A. Qahtan. 2018. Auxin-cytokinin synergism in vitro for producing genetically stable plants of *Ruta graveolens* using shoot tip meristems. Saudi J.Bio. Sci. Vol. 25(2):273-277.
- George, E.F., M.A. Hall, G.J. De Clerk. 2008. Plant tissue culture procedure-background. In Plant Propagation by Tissue Culture; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany.
- Giordano, A. and G. Tommonaro. 2019. Curcumin and cancer. Nutrients.Vol. 11(2376): 1-20. <http://doi.org/10.3390/nu1102376>.
- Gomathy V., M. Anbazhagan, K. Arumungan. 2014. Effect of BAP on in vitro regeneration of *Curcuma longa* (Turmeric). Int.J. Research. Plant. Sci. Vol 4(1): 34-37.
- Gonbad, R.A., U.R. Sinniah, M.A. Aziz, and R. Mohamad. 2014. Influence of Cytokinins in Combination with GA3 on Shoot Multiplication and Elongation of Tea Clone Iran 100 (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze). The Scientific World Journal Vol. 2014. Article ID 943054:1-9.
- Hasan, Md.M., M.B. Hossain, A.Y.M.A. Azim, N.C. Ghosh, and Md.S. Reza. 2014. Application of purified curcumin as natural dye on cotton and polyester. Int.J. Engineering & Technology. Vol 14(5) : 17-23.
- Kieber, J.J. and G.E. Schaller. 2014. Cytokinins. The Arabidopsis Book. American Society of Plant Biologists.35 hal.
- Lavakumaran, L. and S. Thayamini. 2014. Effect of 6-benzyl-aminopurine and thidiazuron on in vitro about shoot organogenesis of *Aloe vera* (L.) Burm.f. Chilean J.Agric.Research vol.74(4): 497-501.
- Madhusanka, G.D.M.P., R.C.N. Thilakarathna, T. Liyanage, S.B. Navaratne. 2018. Analysis of curcumin in Sri Lankan and Indian turmeric rhizomes and investigating its impact on the colour. Int.J.Food & Sci. Vol. 3(4):3-5.
- Nurhidayati, T., A. Hamzah, dan T. Islami. 2016. Penggunaan modifikasi media Murashige and Skoog dan penambahan Naphthalene Acetic Acid pada perbanyakan kalus temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.). Publikasi Ilmiah Mahasiswa, 4(2).
- Rahardjo, M., dan O. Rostiana. 2005. *Budidaya Tanaman Kunyit*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Badan Penelitian Tanaman Obat dan Aromatika. Bogor, Indonesia.
- Rai, S.P., N. M. A. Wiendy, dan Krisantini. 2015. Optimasi produksi bibit tanaman kentang (*Solanum tuberosum*) kultivar Granola dengan Teknik Fotoautotrofik. Bul. Agrohorti 3(1):28-38.
- Singh, V., N.S. Chauhan, M. Singh, A. Idris, R. Madanaia, V. Panda, and C.S. Mohanty. 2014. Establishment of an efficient and rapid method of multiple shoot regeneration and a comparative phenolics profile in in vitro and greenhouse-grown plants of *Psophocarpus tetragonolobus* (L.) DC. Plant Signal Behav. Vol 9(10):1-8.
- Sota V., S. Themeli, Z. Zekaj, E. Kongjika. 2019. Exogenous cytokinin application induces changes in stomata and glandular trichomes parameters in rosmary plants regenerated in vitro. J.Microbiology & Biotechnology and Food Science. Vol. 9(1): 25-28.
- Street, I.H., D.E. Mathews, M.V. Yamburkenko, A. Sorooshzadeh, R.T. John, R. Swarup, J.M. Bennett, J.J. Kieber, and G. E. Schaller. 2016. Cytokinin acts through the auxin influx carrier AUX1 to regulate cell elongation in the root. Development. Vol. 143(21): 3982-3993.
- Thakur, M., R.Virk, P.S. Sangha, V. Saxena. 2019. The effect of turmeric on alzheimer's patients. J.Food Sci Nutr Res. Vol. 2(4): 347-353.
- Ugochukwu, S.C., S.E. Bob, O. Ozioma, E.B. Odii, I.C. Ijeoma, O. Olanike. 2013. Shoot proliferation of in vitro turmeric (*Curcuma longa* L.). World J. Agric.Sci Vol 9(3): 227-230.
- Vutakuri, N. 2018. Curcumin: Breast cancer therapeutic agent to replace allopathic treatments with extensive side effects. J.Young Investigator. Vol. 35(2):39-44.