

Kandungan Hormon Endogenous pada Tanaman Hortikultura

Endogenous Hormone Content in Horticultural Crops

Etik Wukir Tini*, Sakhidin, Saparso, Totok Agung Dwi Haryanto

*) Email korespondensi: etik.unsoed@gmail.com

Prodi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Jl. Dr. Soeparno No 61, Purwokerto 53123, Jawa Tengah, Indonesia.

ABSTRAK

Keanekaragaman plasma nutfah flora di Indonesia dapat digunakan sebagai sumber potensial zat pengatur tumbuh alami. Tujuan penelitian untuk mengetahui perbedaan kandungan auksin, sitokinin, dan giberelin berbagai ekstrak tanaman hortikultura: umbi bawang merah (*Allium ascalonicum*), bonggol pisang (*Musa x paradisiaca*), daun kelor (*Moringa oleifera*), biji jagung manis (*Zea mays*), dan kecambah kacang hijau (*Vigna radiata*). Penelitian dilakukan pada Juni 2019 sampai Februari 2020 di Laboratorium riset Universitas Jenderal Soedirman untuk preparasi sampel dan Laboratorium kimia, sedangkan Balai Besar Pascapanen Kementerian Pertanian Bogor untuk melakukan analisis kandungan auksin (IAA/Indole Acetic Acid), sitokinin (kinetin dan zeatin), dan giberelin (GA3/Gibberellic Acid). Rancangan percobaan yang digunakan RAL (Rancangan Acak Lengkap) dengan lima perlakuan dan empat ulangan. Data dianalisis dengan uji F dan uji lanjut Duncan Multiple Range Test (DMRT). Lima bahan yang dianalisis kandungan hormon endogenous yaitu umbi bawang merah (*Allium ascalonicum*), bonggol pisang (*Musa x paradisiaca*), daun kelor (*Moringa oleifera*), biji jagung manis (*Zea mays*), dan kecambah kacang hijau (*Vigna radiata*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa daun kelor mempunyai kandungan IAA yang paling tinggi yaitu 662,17 ppm. Kandungan kinetin terbanyak pada bonggol pisang dan daun kelor, masing-masing 178,82 ppm dan 161,37 ppm. Kandungan GA3 terbanyak terdapat pada umbi bawang merah yaitu 594,12 ppm. Hal ini menunjukkan keempat jenis tanaman tersebut berpotensi dijadikan sebagai sumber hormon nabati.

Kata kunci: hormon endogenous; auksin; giberelin; sitokinin.

ABSTRACT

Indonesia's flora germplasm diversity can be used as a potential source of natural growth regulators. The study's goal was to compare the auxin, cytokinin, and gibberellin content of various horticultural plant extracts: onion tubers (*Allium ascalonicum*), a banana weevil (*Musa x paradisiaca*), Moringa leaves (*Moringa oleifera*), sweet corn seeds (*Zea mays*), and green bean sprouts (*Vigna radiata*). The research was carried out at Jenderal Sudirman University's Research Laboratory from June 2019 to February 2020. The sample was prepared in the Chemical Laboratory of the Ministry of Agriculture's Postharvest Center in Bogor for analysis of auxin (IAA/Indole Acetic Acid), cytokinins (kinetin and zeatin), and gibberellins (GA3/ Gibberellic Acid). RAL (Completely Randomized Design) was used as the experimental design. The F test and Duncan Multiple Range Test (DMRT) were used to further examine the data. Endogenous hormone content was determined in five ingredients: shallot bulbs (*Allium ascalonicum*), banana hump (*Musa x paradisiaca*), Moringa leaves (*Moringa oleifera*), sweet corn seeds (*Zea mays*), and green bean sprouts (*Vigna radiata*). Moringa leaves had the highest IAA content, 662.17 ppm, according to the findings. Similarly, the highest kinetin content was found in banana weevil and Moringa leaves, with 178.82 ppm and 161.37 ppm, respectively. Shallot bulbs had the highest GA3 content, at 594.12 ppm. This demonstrates that the four plant types can be used as sources of plant hormones.

Keywords: endogenous hormones; auxin; giberelin; cytokinin.

I. PENDAHULUAN

Luas wilayah Indonesia sekitar 9 juta km² (2 juta km² daratan, dan 7 juta km² lautan). Luas wilayah Indonesia ini hanya sekitar 1,3% dari luas daratan dunia, namun mempunyai tingkat keragaman hayati yang tinggi (Kusmana dan Hikmat, 2015) dan Indonesia menyimpan 11% spesies tumbuhan dunia (Forest Word Indonesia-Global Forest World, 2001). Keragaman flora Indonesia tidak hanya terkandung dalam jumlah spesies tanaman yang ada tetapi juga jumlah subspecies, varietas sampai pada keragaman individu dalam populasi baik liar maupun domestikasi (Leunufna, 2011). Keragaman hayati yang ada di Indonesia dapat dimanfaatkan sebagai biostimulan atau zat pengatur tumbuh.

Biostimulan tanaman adalah zat atau mikroorganisme yang diberikan pada tanaman dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi nutrisi, toleransi stres abiotik dan atau kualitas tanaman, terlepas dari kandungan nutrisinya. Kategori biostimulan meliputi asam humat dan fulva, hidrolisis protein dan senyawa N lainnya, Ekstrak tanaman, chitosan dan bipolimer lainnya, senyawa inoorganik, jamur menguntungkan, dan bakteri menguntungkan (Du Jardin, 2015). Penggunaan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) dari bahan alami lebih ramah lingkungan dan aman untuk digunakan serta dikonsumsi. Produksi pangan untuk konsumsi yang aman dan sehat menggunakan produk yang berkelanjutan dan praktek pertanian yang ramah lingkungan memainkan peran penting dalam menentukan nilai pasar dan kandungan nutrisi (Aslam *et al.*, 2016).

Pengatur pertumbuhan merupakan senyawa organik bukan nutrisi yang jumlahnya sedikit yang dapat mendukung, menghambat, dan mengubah proses fisiologis tanaman. Saat ini yang sering digunakan merupakan ZPT sintetis, namun harganya relatif mahal dan sulit didapatkan karena ketersediaannya di pasaran jarang. Oleh karena itu beberapa ekstrak tanaman yang mengandung senyawa bioaktif dapat dieksplorasi untuk digunakan sebagai ZPT. Hal ini karena keragaman jenis tanaman sangat tersedia di Indonesia (Ulfa *et al.*, 2013). Sandra (2011) mengemukakan hal itu kecambah kacang hijau (*V. radiata*), pisang (*Musa x paradisiaca*), bawang (*A. ascalonicum*) mengandung auksin; buncis (*P. vulgaris*) mengandung sitokinin; air kelapa (*C. nucifera*) mengandung auksin, sitokinin dan gibberelin, biji jagung (*Z. mays*) mengandung gibberelin, dan daun kelor (*M. oleifera*) mengandung sitokinin jenis zeatin (Emongour, 2014).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Ginartha *et al.*, (2012), menunjukkan bahwa persentase keberhasilan stek cabai rawit (*Capsicum frutescens* L) meningkat dengan penggunaan Rotoone F dan ekstrak umbi bawang merah yaitu 62,5%. Hal ini karena kandungan auksin jenis NAA di Rootone F dan kandungan auksin alami (IBA) di umbi bawang merah. Menurut Masangwa *et al.*, (2017), bahwa aplikasi campuran dari *Allium*, biji jambu air, dan biji *Agapanthus* yang diekstrak dengan air dengan konsentrasi 5 mg L⁻¹ meningkatkan daya kecambah kacang tunggal lebih dari 90% dibandingkan kontrol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak jeruk (*Citrus aurantifolia*) dengan 80% metanol berkonsentrasi 1 mg mL⁻¹ menghambat perkecambahan biji selada (Nawanopparatsakul *et al.*, 2012). Ekstrak biji jagung memberikan kualitas terbaik pada pertumbuhan bibit kentang berdasarkan persentase bibit hidup (100%), tinggi bibit (15,87 cm), jumlah daun (9,40 daun) dan panjang bibit akar (13,39 cm) dibanding kontrol persentase bibit hidup (74,44%), tinggi

bibit (3,66 cm), jumlah daun (4,27 daun) dan panjang akar (4,83 cm) (Ulfa *et al.*, 2013). Kombinasi Rootone F dan ekstrak bawang merah meningkatkan persentase keberhasilan stek batang cabai 62,5% dibanding kontrol 18,4% (Ginartha dan Nyana, 2012). Pertumbuhan bawang merah per petak tertinggi 1,208 kg dengan aplikasi ekstrak biji jagung manis dibanding aplikasi ekstrak jagung kuning, ekstrak jagung pulut dan tanpa aplikasi (Asrijal *et al.*, 2018).

Aplikasi ekstrak daun kelor yang disemprotkan pada tanaman tomat sejak 2 minggu pindah tanam sampai masak secara fisiologi akan meningkatkan tinggi tanaman, bahan kering tanaman dan berat buah segar berurutan sebagai berikut 84,0 cm; 46,4 g tanaman⁻¹; dan 31,88 ton ha⁻¹ dibandingkan kontrol yang hanya 33,8 cm; 32,8 g tanaman⁻¹; 13,22 ton ha⁻¹ (Culver *et al.*, 2012). Menurut Emongour (2014), ekstrak daun kelor memiliki potensi untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kacang buncis sehingga dapat dijadikan sebagai zat pengatur tumbuh alami yang mengandung zeatin, dihydrozeatin dan isopentyladenine yang merupakan sumber sitokinin endogen yang murah.

Bahan organik yang digunakan dalam penelitian ini adalah umbi bawang merah (*A. ascalonicum*), bonggol pisang (*Musa x paradisiaca*), daun kelor (*M. oleifera*), biji jagung manis (*Z. mays*), dan kecambah kacang hijau (*V. radiata*) karena mudah didapatkan di Indonesia dan mengandung ZPT alami. Tujuan penelitian untuk mendapatkan informasi tentang perbedaan kandungan hormon endogenous yang berada dalam umbi bawang merah, bonggol pisang, daun kelor, biji jagung manis, dan kecambah kacang hijau sehingga dapat diaplikasikan sebagai hormon endogen.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada Juni 2019 sampai Februari 2020 di Laboratorium Riset Terpadu, Universitas Jenderal Soedirman dan Laboratorium Kimia, Balai Besar Pascapanen, Kementerian Pertanian, Bogor. Penelitian disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima sampel dan empat ulangan. Data dianalisis dengan uji F dan uji lanjut Duncan Multiple Range Test (DMRT). Sampel yang digunakan merupakan bagian organ tanaman dari lima jenis tanaman yang berbeda dengan empat ulangan. Sampel tersebut adalah umbi bawang merah (*A. ascalonicum*), bonggol pisang (*Musa x paradisiaca*), daun kelor (*M. oleifera*), biji jagung manis (*Z. mays*), dan kecambah kacang hijau (*V. radiata*). Umbi bawang merah yang digunakan dua minggu setelah panen, bonggol pisang yang digunakan var raja bandung, daun kelor berasal dari tangkai ke 3 sampai 5 dan berumur $\pm$ 35 hari setelah muncul (Banu *et al.* 2015), biji jagung manis yang berumur 80 hari setelah tanam, dan kecambah kacang hijau yang berukuran 0,5 sampai 2 cm (Sunandar *et al.*, 2017).

Kelima sampel tersebut dikeringkan pada *freeze dryer* di Laboratorium Riset Terpadu Universitas Jenderal Soedirman. Pengeringan dilakukan selama 26 jam 10 menit (pada sampel umbi bawang merah, biji jagung manis, dan kecambah kacang hijau), 19 jam 10 menit pada bonggol pisang, dan 25 jam 40 menit daun kelor. Selanjutnya dilakukan analisis kandungan hormon endogenous yang meliputi auksin (IAA), sitokinin (kinetin dan zeatin), dan giberelin (GA₃) di laboratorium kimia, Balai Besar Pascapanen Kementerian Pertanian Bogor.

Prosedur pengukuran kandungan hormon (auksin, sitokinin, dan giberelin) sebagai berikut. Sampel kering sebanyak 5 - 10 g diekstrak dengan 50 mL Etil asetat kemudian dimaserasi 24 jam lalu saring. Larutan disentrifuge, dipisahkan cairan jernih selanjutnya dimasukan dalam labu evaporasi. Sampel dievaporasi pada suhu maksimal 60°C sampai sampel kering, lalu ditambah 10 ml etanol. Sampel disaring dengan *syringe filter* 0 45 µm, kemudian dimasukkan dalam botol vial berukuran 1,5 mL lalu diinjek ke dalam HPLC (*High Pressure Liquid Chromatography*). HPLC menggunakan Detector DAD (UV- VIS) dan kolom C18 Agilent 250 mm, 5 mm. Volume injek 20 µl pada suhu 10°C, suhu kolom *ambient*, kecepatan alir 1 mL / menit. Panjang gelombang yang digunakan untuk analisis auksin 280 nm, sitokinin 265 nm, dan giberelin 210 nm. Fase gerak menggunakan methanol : 0,1% Asam Format pada pH 3,2 (1:9). *Retention time* (waktu retensi) IAA 6,07 menit; kinetin 5,9 menit; zeatin 4,457 menit; dan GA₃ 4,606 menit. Rumus kandungan hormon dengan HPLC = luas area contoh dibagi luas area standar dikalikan konsentrasi standar dikalikan volume ekstrak dan dibagi bobot sampel, (Harborne, 1973).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

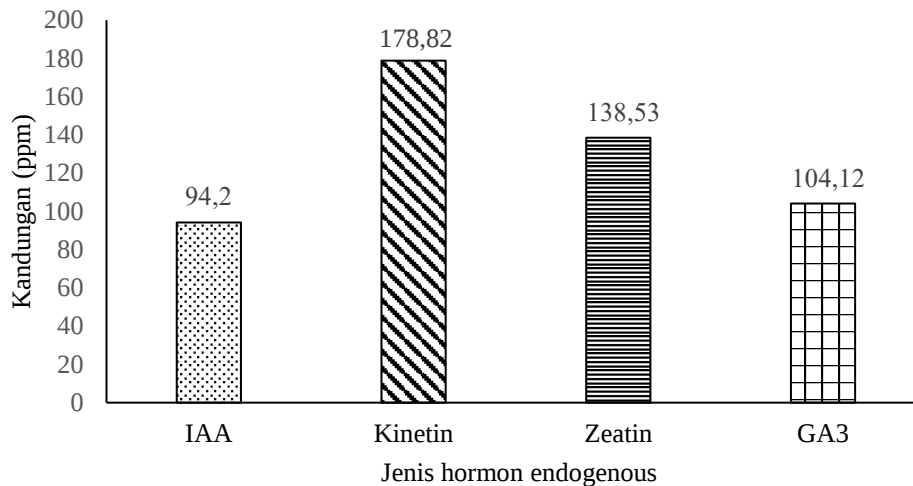
Hasil penelitian menunjukkan kandungan hormon endogenous dari lima jenis tanaman dengan urutan kandungan hormon endogenous paling tinggi adalah IAA pada daun kelor, kinetin pada bonggol pisang dan daun kelor, kandungan zeatin pada bonggol pisang dan kandungan GA₃ pada umbi bawang merah. Setiap bagian tanaman dari beberapa tanaman memiliki kandungan hormon endogenous yang bervariasi. Umbi bawang merah memiliki kandungan IAA 251,76 ppm; kinetin 75,54 ppm; zeatin 23,77 ppm; dan GA₃ 594,12 ppm (Tabel 1). Kandungan GA₃ umbi bawang merah paling tinggi dibandingkan bonggol pisang, daun kelor, biji jagung manis, dan kecambah kacang hijau, ditunjukkan pada Gambar 1.

Tabel 1. Kandungan hormon endogenous pada lima jenis tanaman.

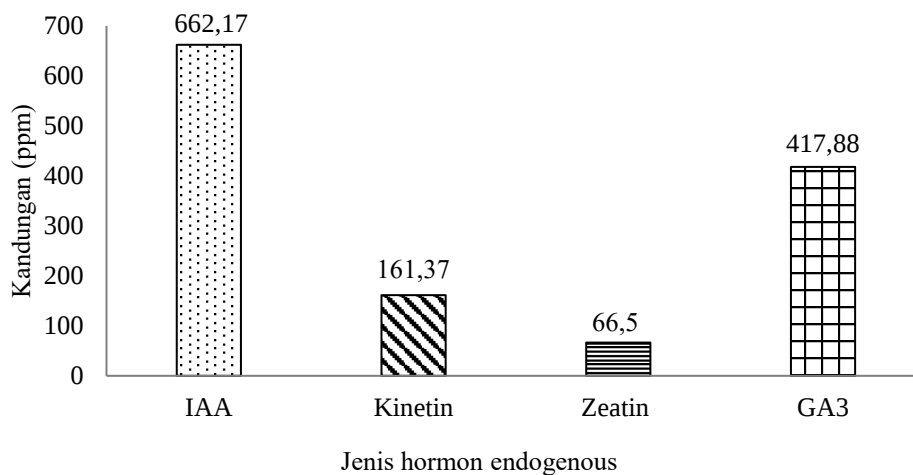
No	Jenis Bahan Organik	Auksin/IAA (ppm)	Kinetin (ppm)	Zeatin (ppm)	Giberelin/GA ₃ (ppm)
1	Umbi bawang merah	251,76 b	75,54 c	23,77 e	594,12 a
2	Bonggol pisang	94,20 c	178,82 a	138,53 a	104,12 d
3	Daun Kelor	662,17 a	161,37 a	66,50 c	417,88 b
4	Biji jagung manis	62,20 c	128,25 b	45,76 d	269,75 c
5	Kecambah kacang hijau	227,37 b	125,00 b	95,45 b	371,56 b

Angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama tiap perkembangan bunga dan buah tidak berbeda nyata pada uji F pada taraf 5%.

Bonggol pisang memiliki kandungan IAA 94,2 ppm; kinetin 178,82 ppm; zeatin 138,53 ppm; dan GA₃ 104,12 ppm. Bonggol pisang dan daun kelor memiliki kandungan kinetin paling tinggi dibandingkan lainnya (Gambar 1). Kandungan zeatin juga paling tinggi dibandingkan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan sitokinin jenis kinetin dan zeatin banyak terdapat pada sink (bonggol pisang), sesuai dengan Kieber, (2018), bahwa sitokinin tipe trans zeatin disintesis dalam akar yang diangkut ke tunas melalui xylem, dan sitokinin tipe iP (isopentyl) disintesis dalam tunas yang diangkut ke akar melalui xylem.



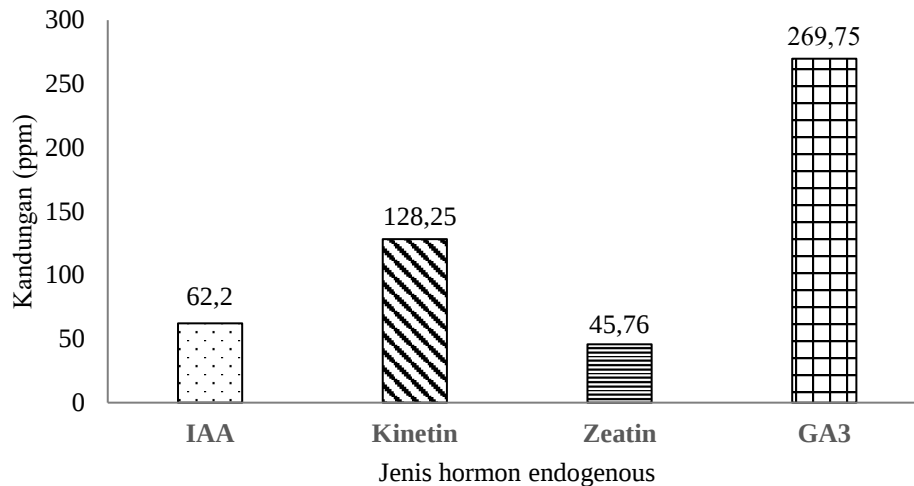
Gambar 1. Kandungan hormon endogenous bonggol pisang.



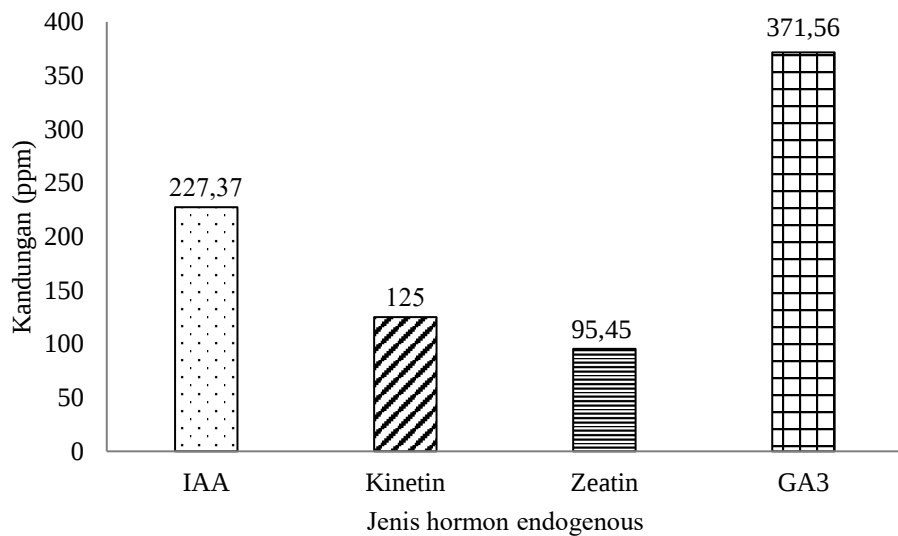
Gambar 2. Kandungan hormon endogenous daun kelor.

Gambar 2 menunjukkan bahwa daun kelor memiliki kandungan IAA 662,17 ppm; kinetin 161,37 ppm; zeatin 55,5 ppm; dan GA₃ 417,88 ppm. Daun kelor memiliki kandungan IAA dan kinetin paling tinggi dibandingkan lainnya. Emongor (2015), menunjukkan bahwa di moringa, ada hormon zeatin dalam konsentrasi 5 mcg dan 200 mcg g⁻¹ material. Fuglie (2000), menegaskan bahwa hormon sitokinin dari ekstrak daun moringa segar meningkatkan hasil panen.

Biji jagung manis mengandung IAA 62,20 ppm; kinetin 128,25 ppm; zeatin 45,76 ppm; dan GA₃ 269,75 ppm (Gambar 3). Biji jagung manis memiliki kandungan GA₃ yang paling tinggi dibanding kandungan IAA dan sitokinin. Menurut Ulfa *et al.*, (2013), aplikasi ekstrak biji jagung sebagai regulator pertumbuhan eksogen memberi kualitas terbaik bibit kentang berdasarkan parameter persentase umur kentang bibit (100%), tinggi bibit (15,87 cm), jumlah daun (9,40 lembar) dan panjang akar (13,39 cm).



Gambar 3. Kandungan hormon endogenous biji jagung manis.



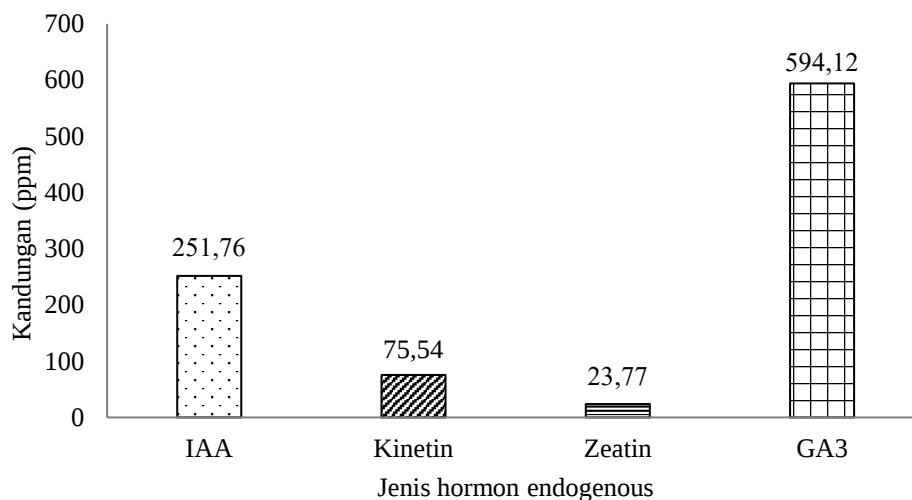
Gambar 4. Kandungan hormon endogenous kecambah kacang hijau.

Gambar 4 menunjukkan bahwa kecambah kacang hijau memiliki kandungan IAA 227,37 ppm; kinetin 125 ppm; zeatin 95,45 ppm; dan GA₃ 371,56 ppm. Kandungan hormon endogenous pada kecambah kacang hijau tidak ada yang tertinggi dibandingkan lainnya. Kandungan GA₃ dalam kecambah hijau lebih tinggi dibanding hormon lainnya karena saat biji dormansi diinduksi oleh Asam Absisat dan biji berkecambah diinduksi oleh giberelin (Yamaguchi *et al.* 998). Selain memiliki hormon endogenous, ekstrak kecambah (*Phaseolus radiatus* L.) memiliki kandungan fitokimia seperti flavonoid, saponin, dan triterpenoid (Moniharapon *et al.* 2016). Biji kacang mengandung klorinate dalam bentuk IAA [4-chloroindole-3-acetic acid (4-Cl-IAA)] sangat banyak (Tivendale *et al.*, 2012), Peran 4-Cl-IAA digunakan selama pengembangan buah (Ljung, 2013).

Bawang merah mempunyai kandungan IAA 251,76 ppm; kinetin 75,54 ppm; zeatin 23,77 ppm; dan GA₃ 594,12 ppm (Gambar 5). Konsentrasi ekstrak bawang merah 1% memberikan hasil paling baik terhadap pertumbuhan akar stek tanaman buah tin (Sofwan *et*

al., 2018). Konsentrasi ekstrak bawang merah 15 mL L⁻¹ paling baik meningkatkan tinggi tunas 2,95 cm dan jumlah akar 2,33 dibanding perlakuan lainnya pada setek tanaman mucuna (Muslimah *et al.*, 2015).

Hormon auksin tanaman memicu pertumbuhan kompleks dan proses perkembangan. Mekanisme molekuler yang mendasarinya adalah aksi memfasilitasi peralihan cepat antara represi transkripsional dan aktivasi gen melalui degradasi auksin yang bergantung pada represor transkripsi. Jalur pensinyalan auksin di dalam inti sel terdiri dari sejumlah kecil komponen inti. Empat auksin asli telah diidentifikasi di tanaman, dengan asam indol-3-asetat (IAA) menjadi yang paling melimpah bentuk (Lavy dan Estelle, 2016). Triptofan adalah substrat utama untuk biosintesis IAA (Ljung, 2013).



Gambar 5. Kandungan hormon endogenous bawang merah.

Auksin mempengaruhi semua aspek pertumbuhan sel, termasuk perpanjangan sel, pembelahan dan diferensiasi sel (Takatsuka dan Umeda, 2014). Indole-3-acetic acid (IAA), auksin utama pada tanaman tingkat tinggi, memiliki efek mendalam pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman. biosintesis auksin lokal memainkan peran penting dalam banyak proses perkembangan termasuk gametogenesis, embriogenesis, pertumbuhan semai, pola vaskular, dan perkembangan bunga (Zhao, 2010).

Biosintesis auksin diatur oleh sinyal lingkungan dan perkembangan. Ketika tanaman dipindahkan dari kondisi pertumbuhan normal ke kondisi naungan, tingkat auksin dan biosintesis akan berbeda (Tao *et al.*, 2008). Mungkin karena komplikasi dari pengangkutan auksin polar, perlakuan IAA eksogen dan produksi berlebih auksin berbeda secara fenotip (Zhao, 2010) sehingga kandungan IAA pada setiap bagian tanaman akan berbeda seperti terlihat pada Tabel 1.

Menurut Davière dan Achard (2013), biosintesis GA terjadi pada embrio kotiledon, buah-buahan, dan biji-bijian. Berbeda dengan auksin, giberelin yang diaplikasikan pada satu bagian tanaman dapat memiliki efek pengaturan pada semua bagian lainnya. GA bergerak dalam pola yang sama dengan sistem translokasi karbohidrat dengan kecepatan yang sama (5 cm jam⁻¹) dengan arah acropetal atau basipetal.

Menurut Gupta dan Chakrabarty (2013), giberelin (GA) adalah pengatur pertumbuhan tanaman endogen, memiliki senyawa tetracyclic, diterpenoid. Giberelin yang disintesis melalui jalur terpenoid dalam kompartemen sel yang beda (plastid, retikulum endoplasma, dan sitoplasma) dan memerlukan 3 enzim yaitu, terpena sintase (TPSs), sitokrom P450 monooxygenase (P450s) dan 2-oxoglutarate dependent dehidrogenase (2 ODDs), untuk biosintesis bioaktif GA dari GGDP (geranylgeranyl diphosphate ent-CDP) pada tumbuhan. GA banyak terdapat dalam jaringan yang sedang tumbuh ujung batang, daun muda, dan bunga. Fungsi GA dalam perkembangan tanaman adalah untuk perkecambahan biji, pemanjangan batang, pengembangan jaringan meristem dan diferensiasi organ bunga.

Sitokinin disintesis dalam akar dan kemudian diangkut ke pucuk (Kieber dan Schaller, 2016) Sitokinin diangkut dari akar ke tunas melalui xilem terutama sebagai trans zeatin riboside (*t* Z-ribosida) dan dari tunas ke akar melalui floem terutama sebagai sitokinin tipe-*iP* atau isopentyl adenin (Kudo *et al.*, 2010). Hubungan antara suhu, ion Kalsium dan pensinyalan sitokinin dalam bentuk protein yang berbeda dan fosfoprotein terletak di kloroplas Cerny *et al.*, (2010). Pensinyalan reseptor sitokinin mengontrol perkecambahan biji (Mazid *et al.*, 2011).

IV. KESIMPULAN

Daun kelor mempunyai kandungan IAA yang paling tinggi, yaitu 662,17 ppm. Sedangkan bonggol pisang mempunyai kandungan kinetin terbanyak, yaitu 178,82 ppm walaupun tidak berbeda jauh dengan daun kelor sebesar 161,37 ppm. Kandungan zeatin terbanyak dalam bonggol pisang sebesar 138,53 ppm, dan kandungan GA₃ terbanyak terdapat pada umbi bawang merah sebesar 594,12 ppm. Kandungan hormon endogenous yang terdapat dalam beberapa tanaman di Indonesia tersebut dapat dimanfaatkan untuk zat pengatur tumbuh alami untuk diaplikasikan pada tanaman budidaya sehingga lebih menjamin keamanan pangan.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat melalui Lembaga Penelitian dan Pengabdian Universitas Jenderal Soedirman yang telah memberikan dana penelitian skim Penelitian Disertasi Doktor Tahun Anggaran 2020 melalui Surat Keputusan Ketua DRPM No: 136/SP2H/LT/DRPM/2020.

VI. REFERENSI

- Aslam M, B Sultana, F Anwar, and H Munir. (2016). Foliar Spray of Selected Plant Growth Regulator Affected The Biochemical and Antioxiandt Attributes of Spinach in A Field Experiment. *Turk J Agric For* 40: 136-145.
- Asrijal, E Syam'un, Y Musa, M. Riadi. (2018). Effect of Multiple of Plant Growth Regulator from Free Clean Maize to Growth and Production of Red Onion (*Allium ascalonicum* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* (Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci) 7(5): 1824-1835.

- Aisyah S, Mardiansyah, Arlita T. (2016). Aplikasi Berbagai Jenis Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) terhadap Pertumbuhan Semai Gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk). *Jom Faperta* Vol. 3 No. 1 Februari 2016. Universitas Riau: Pekanbaru.
- Bakry BA, Ibrahim FM, Abdallah MMS, El-Bassiouny. (2016). Effect of Banana Peel Extract or Tryptophan on Growth, Yield and Some Biochemical Aspects of Quiona Plants under Water Deficit. *IJPRIF (International Journal of PharmTech Research)* 9(8): 276-287. ISSN: 0974-4304.
- Chase Organic. (2019). *Seaweed extract handbook SM6 SM8 Plant Growth Stimulants*. Riverdene Business Park Molesey Road, Hersham Surrey KT124RG UK.
- Culver M, Fanuel T, and Chiteka AZ. (2012). Effect of *Moringa* Extract on Growth and Yield of Tomato. *Greener Journal of Agriculture Sciences* 2 (5):207-211.
- Cerny M., Dycka, F., Bobělov, J., Brzobohaty, B. (2010). Early cytokinin response proteins and phosphoproteins of *Arabidopsis thaliana* identified by proteome and phosphoproteome profiling. *Journal of Experimental Botany*, 62(3): 921-937.
- Davière J.M., Achard P. 2013. Gibberellin signaling in plants. *Development*: 140:1147-1151.
- Du Jardin P. (2015). Review: Plant Biostimulants: Definition, Concept, Main Categories, and Regulation. *Sci. Hort.* 196:3-14. Doi 10.1016/j.scienta.2015.09.02.
- Emongor VE. (2015). Effect of *Moringa (Moringa oleifera)* Leaf Extract on Growth, yield and Yield Components of Snap Beans (*Phaseolus vulgaris*). *British Journal of Applied Science & Technology* 6(2): 114-122.
- Fuglie LJ. (2000). *New uses of moringa studied in Nicaragua*. ECHO Development Notes # 6-8, June, 2000.
- Forest Watch Indonesia/Global Forest Watch. (2001). Potret keadaan hutan Indonesia, Bogor, Indonesia Forest Watch Indonesia dan Washington D.C. Global Forest Watch Edisi Ketiga. 117 hal.
- Ginarta IMAD, Nyana IDN. (2012). Effect of Rootone-F and Natural Plant Growth Regulator From Several Plant Extract to the Vegetatif Growth of Chilli Pepper (*Capsicum frutescens* L) Cutting Stem. *Sustainable Agriculture and Environment*: 1-4.
- Gupta, R., Chakrabarty, S. K. (2013). Gibberellic acid in plant. *Plant Signal Behaviour*, 8:9, e25504, DOI:10.4161/psb.25504.
- Hanafy MS, Saadawy FM, Milad SMN, Ali RM. (2012). Effect of Some Natural Extracts on Growth and Chemical Constituents of *Schefflera arboricola* Plants. *Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants* 4 (1): 26-33.
- Hartati, S. (2010). Pengaruh macam ekstrak bahan organik dan ZPT terhadap pertumbuhan planlet anggrek hasil silangan. *Caraka Tani* 25 (1): 101-105.
- Kieber J.J., Schaller, G. E. (2018). Cytokinin signaling in plant development. *Development* 145, 1-7, dev149344. doi:10.1242/dev.149344. Published by The Company of Biologists Ltd.
- Kudo T., Kiba, T, Sakakibara H. (2010). Metabolism and long distance translocation of cytokinin. *J. Integr Plant Biol* 52, 53-60.

- Kusmana C, Hikmat A. (2015). Keanekaragaman Hayati Flora di Indonesia. Biodiversity of Flora in Indonesia. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan* 5(2): 187-198.
- Lavy M, M Estelle. (2016). *Mechanisms of auxin signalling*. Development 143, 3226-3229. doi:10.1242/dev.131870. Published by The Company of Biologists Ltd.
- Leunufna S. (2007). Kriopreservasi untuk Konservasi Plasma Nutfah Tanaman: Peluang Pemanfaatannya di Indonesia. *Jurnal Agro Biogen* 3(2):80-88.
- Ljung K. (2013). Auxin metabolism and homeostasis during plant development. *Development* 140, 943-950. doi:10.1242/dev.086363. Published by The Company of Biologists Ltd.
- Matysiak K., Adamczewski K. (2009). Regulatory wzrostu i rozwoju 3.roślin – kierunki badań w Polsce i na świecie, *Postępy w ochronie roślin*, 49 (4):1810–1816.
- Mazid M., Khan T.A., Mohammad F. (2011). Cytokinins, A classical multifaceted hormone in plant system. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 7 (4):347-368.
- Muslimah Y., M Jalil, W Hadiano, T. Sarwanidas, & A Hasan. (2015). Pengaruh KONSentrasi Ekstrak Bawang Merah dan Media Tanam terhadap Pertumbuhan Stek Mucuna (*Mucuna bracteata*). *Jurnal Agrotek Lestari* 1: (1): 47-54.
- Nawanopparatsakul S, Phuanphong P, Kitcharoen N. (2012). Effect of Citrus Extraction on Plant Growth Inhibition by Lettuce (*Lactuca sativa* L) Seed Germination and Seedling Length Bioassay. *JPBMS (Journal of Pharmaceutical and Biomedical Science)* 22(25): 1-4. ISSN: 2230-7885.
- Moniharapon P.J., de Queljoe E., Simbala H. (2016). Identifikasi Fitokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Tauge (*Phaseolus radiatus* L.) *Pharmacon* 5 (4): 130-136. ISSN 2302 – 2493.
- Quint M, Gray WM. (2006). Auxin signalling. *Current Opinion in Plant Biology* 9(5):448-53. DOI: 10.1016/j.pbi.2006.07.006.
- Rachman SD, Mukhtari Z, Soedjanaatmadja RUMS. (2017). Alga Merah (*Gracilaria coronopifolia*) sebagai Sumber Fitohormon Sitokinin yang Potensial. *Chimica et Natura Acta* Vol. 5 No. 3, Desember 2017: 124-131. p-ISSN: 2355-0864 e-ISSN: 2541-2574. DOI: <https://doi.org/10.24198/cna.v5.n3.16060>.
- Sandra E. (2011). *Plant hormones and growth*, accessed October 25, 2011, Bogor (in Indonesian).
- Sunandar, Anggraeni N, Faizin ANA, Ikhwan, A. (2017). Kuantifikasi Metabolit Sekunder pada Ekstrak Kecambah Kacang Hijau, Kacang Tunggak, dan Kacang Tanah dengan Teknik GC-MS. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi 2017. Hal 677-683.
- Sedayu BB, Basmal J, Utomo BSB. (2013). Identification of Growth Promoting Hormones in The Sap of *Eucheuma cottonii*. *JPB Kelautan dan Perikanan* 8 (1): 1–8.
- Sofwan N., Ovi Faelasofa K.D., Triatmoko A.H, Iftitah S.N. (2018). Optimalisasi ZPT (Zat Pengatur Tumbuh) Alami Ekstrak Bawang Merah (*Allium cepa* fa. ascalonicum) sebagai Pemacu Pertumbuhan Akar Stek Buah Tin (*Ficus carica*). *Jurnal Ilmu Pertanian Tropika dan Subtropika* 3 (2): 46-48 (2018).

- Takatsuka H, Umeda, M. (2014). Hormonal control of cell division and elongation along differentiation trajectories in roots. *J. Exp. Bot.* 65, 2633-2643. doi:10.1093/jxb/ert485.
- Tao Y, Ferrer JL, Ljung K, Pojer F, Hong F, Long JA, Li L, Moreno, JE, Bowman BE, Ivans LJ, Cheng Y, Lim J, Zhao Y, Ballare CL, Sandberg G, Noel JP, Chory J. (2008). Rapid synthesis of auxin via a new tryptophan-dependent pathway is required for shade avoidance in plants. *Cell*. 2008;133:164–76.
- Tivendale N.D., Davidson S. E., Davies, N. W., Smith, J. A., Dalmais, M., Bendahmane A. I., Quittenden L. J., Sutton L., Bala R. K., Le Signor, C. (2012). Biosynthesis of the halogenated auxin, 4-chloroindole-3-acetic acid. *Plant Physiol.* 159, 1055-1063.
- Ulfa F, EL Sengin, Baharuddin, SA Syaiful, NR Sennang, Rafiuddin, Nurfaida, & Ifayani, (2013). Potential of Plant Extract as Growth Exogenous Regulator of Potato Seeds. *International Jurnal of Agriculture System (IJAS)* 1(2): 98-103.
- Widyati E. (2016). Peranan fitohormon pada pertumbuhan tanaman dan implikasinya terhadap pengelolaan hutan. *Galam* 2(1): 1-13. Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Banjarbaru.
- Yamaguchi S., Smith, M.W., Brown, R.G., Kamiya, Y., Sun, T. (1998). Phytochrome regulation and differential expression of gibberellins 3beta-hydroxylase genes in germinating Arabidopsis seeds. *Plant Cell*, 10: 2115– 2126.
- Zhao Y. (2010). Auxin biosynthesis and its role in plant development. *Annu Rev Plant Biol.* 2010 Jun 2; 61: 49–64. doi: 10.1146/annurev-arplant-042809-112308.