

RESPON PERTUMBUHAN EKSPLAN GALUR MUTAN JAHE (*Zingiber officinale* Rosc.) PADA MEDIA MS DAN GAMBORG YANG DIPERKAYA DENGAN KINETIN

Ismiyati Sutarto dan Marina Yuniawati M.

Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi, BATAN

ABSTRAK

RESPON PERTUMBUHAN EKSPLAN GALUR MUTAN JAHE (*Zingiber officinale* Rosc.) PADA MEDIA MS DAN GAMBORG YANG DIPERKAYA DENGAN KINETIN. Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) dapat diperbanyak melalui teknik kultur jaringan untuk mendapatkan bahan tanaman secara masal dalam waktu yang lebih cepat dan bebas penyakit. Media kultur yang tepat diperlukan untuk meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan eksplan. Pemberian sitokinin pada dosis tertentu dapat mendorong pembentukan tunas. Penelitian dilaksanakan di laboratorium kultur jaringan Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi, Jakarta dari bulan Agustus sampai dengan Oktober 2006. Tujuan penelitian adalah menentukan jenis media Murashige dan Skoog (MS) dan Gamborg dengan pemberian konsentrasi kinetin yang tepat pada pertumbuhan eksplan galur mutan jahe secara *in vitro*. Penelitian disusun dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dalam percobaan faktorial yang terdiri dari 3 faktor dengan 3 ulangan. Faktor pertama adalah sumber eksplan jahe (galur mutan A dan B), faktor kedua adalah jenis media dasar (MS dan Gamborg) dan faktor ketiga adalah konsentrasi Kinetin (tanpa kinetin, 1 dan 2 ppm). Setiap unit perlakuan pada setiap ulangan terdiri dari 5 botol dan setiap botol terdiri dari 1 eksplan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan tinggi, jumlah daun, jumlah tunas dan warna daun yang lebih baik diperoleh dari galur mutan B, sedangkan akar terpanjang diperoleh dari galur mutan A. Penggunaan media MS dapat mendorong penambahan tinggi eksplan, jumlah akar, dan panjang akar serta memperbaiki warna daun. Media Gamborg memberikan hasil yang lebih baik terhadap penambahan jumlah daun dan jumlah tunas pada eksplan. Penggunaan media kultur tanpa kinetin dapat memacu penambahan tinggi eksplan, panjang akar dan memperbaiki warna daun. Kinetin dengan dosis 1 ppm dapat memacu penambahan jumlah tunas. Pemberian kinetin dengan konsentrasi 2 ppm memacu penambahan jumlah daun dan jumlah akar. Interaksi antara galur mutan dan media kultur menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap penambahan tinggi eksplan, jumlah akar, panjang akar dan penampakan warna daun. Di antara galur mutan, media kultur dan konsentrasi kinetin juga terlihat interaksi yang nyata pada penambahan jumlah akar.

ABSTRAK

RESPONSE FOR EXPLANT GROWTH OF GINGER (*Zingiber officinale* Rosc.) MUTANT LINES ON MS AND GAMBORG MEDIA ENRICHED WITH KINETIN. Mass propagation in ginger can be done through tissue culture technique in order to obtain uniform and disease free plant materials in a shorter time. A proper culture medium is required for growing and developing ginger explants. Application of cytokinin in a certain concentration could promote shoot formation. The research was conducted at tissue culture laboratory of Center for Application of Isotopes and Irradiation Technology, Jakarta from August to October 2006, and was aimed to determine the application of MS and Gamborg media enriched with different concentration of kinetin on explant growth of ginger mutant lines. This experiment was arranged in a completely randomized design with 3 factors and 3 replications. The first factor was ginger mutant lines (A and B), the second factor was basal medium (MS and Gamborg), and the third factor was kinetin concentration (untreated, 1 and 2 ppm). Each unit of treatment in the same replication consisted of 5 flasks, and every flask was filled with one explant sized 0.5 cm height. Better explant growth indicated by explant height, greener color, number of leaves and shoots was obtained from line B. Whereas the longest root was showed by line A. Application of MS medium stimulated plant height, number and length of root, and greener leaves. Gamborg medium increased leaf and shoot number. Application of 1 and 2 ppm kinetin could stimulate the number of shoots, leaves and roots respectively. Longer roots and greener leaves were showed by explants grown in medium without kinetin.

PENDAHULUAN

Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) merupakan komoditas ekspor tanaman rempah dan obat Indonesia yang memberikan peranan penting

dalam penyerapan tenaga kerja dan penerimaan devisa negara. Pada tahun 1998, ekspor jahe Indonesia mencapai 32.807 ton dengan nilai nominal US \$ 9.286.161. Tahun 2003 turun menjadi 7.470 ton dengan nilai US \$ 3.930.317

karena mutu yang tidak memenuhi standar. Namun permintaan jahe mengalami peningkatan setiap tahun (1).

Ekspor jahe di negara tujuan terutama Jepang, beberapa kali terjadi penolakan karena tingginya cemaran mikroorganisme. Bibit jahe yang biasa diperbanyak melalui rimpang mengandung risiko tercemari berbagai macam patogen, terutama oleh bakteri, jamur dan nematoda. Beberapa patogen bahkan dapat merusak bibit karena *toksin* yang dihasilkan dalam jaringan rimpangnya (1).

Pemuliaan tanaman jahe secara konvensional berupa persilangan untuk mendapatkan varietas baru jarang dilakukan karena tanaman jahe sulit untuk berbunga. Di samping itu dalam budidaya jahe yang optimal diperlukan bahan tanaman dengan jaminan produksi dan mutu yang baik serta stabil dengan cara menerapkan budidaya anjuran. Antisipasi dapat dilakukan dengan meningkatkan teknik budidaya di antaranya dengan penggunaan bahan tanaman bebas penyakit yang berasal dari varietas unggul, yaitu dengan aplikasi teknik kultur jaringan. Menurut Gunawan (2), kegunaan utama dari teknik kultur jaringan adalah untuk mendapatkan tanaman baru dalam jumlah banyak dalam waktu relatif singkat, yang mempunyai sifat fisiologi dan morfologi sama dengan tanaman induknya. Eksplan yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari jahe Gajah tanpa radiasi dan jahe mutan dengan dosis radiasi gamma 3 Gy.

Penggunaan media kultur sangat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan eksplan. Penggunaan media yang tepat dapat memberikan keuntungan jika kultur jaringan dilakukan untuk keperluan komersial. Hendaryono dan Wijayani (3) menyatakan bahwa medium dasar Murashige dan Skoog (MS) banyak digunakan untuk hampir semua macam tanaman, terutama tanaman *herbaceous*, media ini mengandung konsentrasi garam mineral yang tinggi dan senyawa N dalam bentuk NO_3^- dan NH_4^+ .

Menurut Gunawan (2), medium dasar Gamborg (B5) digunakan untuk kultur suspensi sel kedelai, *alfafa* dan *legume*. Media Gamborg jarang digunakan dalam perbanyakan tanaman pada kultur *in vitro*, media ini biasa digunakan dalam kultur suspensi sel tanaman untuk pembentukan kalus. Kalus merupakan kumpulan sel tanaman yang dapat tumbuh dan berubah menjadi tanaman yang lengkap. Media Gamborg digunakan untuk penumbuhan kalus pada kultur sel, sehingga pertambahan lebih dominan pada perbanyakan tunas pada eksplan. Pada medium

Gamborg, konsentrasi NH_4^+ yang digunakan rendah, karena konsentrasi yang lebih tinggi dari 2 mM menghambat pertumbuhan sel.

Media kultur perlu ditambahkan zat pengatur tumbuh (ZPT) misalnya sitokinin untuk menumbuhkan jaringan. Sitokinin berpengaruh terutama pada pembelahan sel dan diferensiasi jaringan. Pemberian sitokinin dengan kadar yang relatif tinggi menyebabkan diferensiasi kalus cenderung ke arah pembentukan primordia batang atau tunas (2). Pemberian sitokinin dengan dosis tertentu dapat mendorong pembentukan tunas pada eksplan yang merupakan tujuan perbanyakan tanaman melalui kultur jaringan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan jenis media MS dan Gamborg dengan pemberian konsentrasi kinetin yang tepat pada pertumbuhan mutan eksplan jahe Gajah (*Zingiber officinale* Rosc.) secara *in vitro*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan dari bulan Agustus sampai dengan Oktober 2006 di laboratorium kultur jaringan Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi, Jakarta.

Bahan yang digunakan adalah eksplan galur mutan jahe A dan B (var. Gajah yang diiradiasi sinar *gamma* dengan dosis 3 dan 6 Gy), media instan MS M5524 dan Gamborg G5768 produksi SIGMA, kinetin, NaOH 0,1 N, HCl 0,1 N, alkohol 96 %, spiritus, agar bakto, aquades dan sukrosa (yang berasal dari gula pasir). Alat yang digunakan dalam percobaan ini adalah: *autoclave*, timbangan analitik, *laminar air flow cabinet* (L AFC), oven, pH meter, pengaduk magnetik, botol kultur, selotip bening 5 cm dan 1,25 cm, *aluminium foil*, plastik, karet gelang, tissue, *scalpel*, pinset, lampu spiritus, cawan petri, gelas ukur, tabung erlenmeyer, pipet, sprayer, pengaduk, kertas label dan alat tulis.

Penelitian ini disusun dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial yang terdiri dari 3 faktor dengan 3 ulangan. Faktor pertama adalah sumber eksplan jahe (galur mutan A dan B), faktor kedua adalah jenis media kultur (MS dan Gamborg) dan faktor ketiga adalah pemberian Kinetin (0, 1, dan 2 ppm). Setiap unit perlakuan pada setiap ulangan terdiri dari 5 botol yang setiap botol terdiri dari 1 eksplan.

Media kultur yang digunakan dalam percobaan ini adalah MS dan Gamborg instan tanpa vitamin yang belum dilengkapi sukrosa dan agar yang setiap perlakuan dibuat 500 ml. Pembuatan media MS dilakukan dengan

menimbang media instan sebanyak 2,15 g dan ditambahkan sukrosa sebanyak 15 g. Sedangkan untuk media Gamborg ditimbang sebanyak 1,53 g dengan sukrosa sebanyak 10 g. Kinetin ditambahkan sesuai dengan perlakuan yang telah ditentukan (tanpa kinetin, 1 ppm dan 2 ppm). Media sesuai perlakuan dimasukkan ke dalam botol yang telah diberikan agar bakto sebanyak 4,5 g dan ditambahkan aquadest hingga 500 ml dengan pH 5,8. Media disterilkan dengan menggunakan *autoclave* pada suhu 121°C pada tekanan 15 psi selama 15 menit, kemudian dituang ke botol kultur steril sebanyak ± 25 ml.

Penanaman dilakukan di dalam L AFC dengan menggunakan tunas planlet jahe sebagai sumber eksplan. Alat tanam yang telah dioven di pindahkan ke dalam L AFC yang terlebih dahulu dibersihkan dengan alkohol 96 %. Setiap eksplan ditanam dengan posisi tegak dalam botol kultur yang telah berisi media sesuai dengan perlakuan, kemudian ditutup rapat dengan selotip ukuran 5 cm dan dibalut dengan selotip ukuran 1,25 cm. Botol kultur yang telah berisi eksplan dimasukkan ke dalam ruang tumbuh dengan penyinaran cahaya lampu TL (*fluorecent*) 40 watt selama 16 jam/hari dengan suhu 20-24 °C.

Pengamatan dilakukan setiap minggu mulai 1 minggu setelah tanam (MST) sampai 8 MST. Parameter yang diamati adalah : persentase eksplan yang tumbuh, persentase kultur yang terkontaminasi, tinggi eksplan, jumlah daun, jumlah tunas, jumlah akar, panjang akar dan warna daun.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rata-rata persentase daya tumbuh eksplan jahe selama pengamatan cenderung mengalami penurunan pada setiap minggu. Rata-rata persentase daya tumbuh yang diperoleh dalam penelitian ini sangat tinggi yaitu lebih dari 99 %. Persentase daya tumbuh terendah (99,16 %) ditunjukkan pada eksplan yang diberi kinetin 2 ppm dan yang tertinggi (99,86 %) terdapat pada eksplan dengan perlakuan kinetin 1 ppm. Kombinasi perlakuan eksplan dengan media yang paling banyak memberikan persentase tumbuh terlihat pada galur mutan A yang ditumbuhkan pada media MS (99,81 %) dan yang terendah (99,07 %) ditunjukkan pada galur mutan A yang ditumbuhkan pada media Gamborg (Tabel 1).

Adanya kontaminasi menyebabkan berkurangnya persentase daya tumbuh walaupun tidak terdapat eksplan yang mati. Kontaminasi dapat berasal dari eksplan secara eksternal

maupun internal, mikroorganismenya yang masuk ke dalam media kultur, botol kultur dan alat tanam yang kurang steril, lingkungan kerja dan kecerobohan dalam pelaksanaan (2). Menurut Hasanah *dkk* (4), rimpang jahe mengandung risiko tercemari berbagai macam patogen, terutama bakteri *Pseudomonas solanacearum* di samping jamur dan nematoda.

Tabel 1. Pengaruh galur mutan jahe, media kultur dan kinetin terhadap persentase daya tumbuh (%) eksplan jahe pada 8 MST.

Kinetin (ppm)	Galur mutan A		Galur mutan B		Rata-rata
	MS	Gamborg	MS	Gamborg	
0	100,00	98,33	100,00	99,44	99,44
1	100,00	100,00	99,44	100,00	99,86
2	99,44	98,88	99,44	98,88	99,16
Rata-rata	99,81	99,07	99,62	99,44	t.n

Keterangan : MST = minggu setelah tanam

Tinggi Eksplan

Pada umur 8 MST terlihat perbedaan yang sangat nyata dalam pertambahan tinggi eksplan jahe. Eksplan terendah (2,54 cm) diperlihatkan pada galur mutan B yang ditanam pada media Gamborg dengan konsentrasi kinetin 1 ppm. Sedangkan eksplan tertinggi (7,57 cm) diperoleh pada eksplan galur mutan B pada media MS tanpa pemberian kinetin (Tabel 2).

Tabel 2. Pengaruh galur mutan jahe, media kultur dan kinetin terhadap tinggi eksplan jahe (cm) pada 8 MST.

Kinetin (ppm)	Galur mutan A		Galur Mutan B		Rata-rata
	MS	Gamborg	MS	Gamborg	
0	6,17 b	3,76 d	7,57 a	3,22 d	5,18
1	3,59 d	3,96 d	7,47 a	2,54 d	4,39
2	6,11 bc	3,79 d	6,24 ab	3,58 d	4,93
Rata-rata	5,29	3,84	7,09	3,11	
KK (%)	11,85				

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada semua kolom tidak berbeda nyata pada DMRT taraf 5 %, MST : Minggu Setelah Tanam, KK : Koefisien Keragaman

Galur mutan B menunjukkan tinggi eksplan yang tertinggi (5,10 cm) dengan perbedaan yang sangat nyata dibandingkan Galur mutan A (4,56 cm) (Tabel 2a). Iradiasi sinar *gamma* pada dosis 3 Gy dapat memacu pertambahan tinggi eksplan pada galur mutan B. Soeminto (6) menyatakan bahwa iradiasi dengan dosis rendah dapat digunakan untuk merangsang pertumbuhan tanaman terutama pertambahan tinggi.

Tabel 2a. Pengaruh tunggal galur mutan jahe, media kultur dan kinetin terhadap tinggi eksplan jahe (cm) pada 8 MST.

Perlakuan	Pengaruh Tunggal	Rata-rata
Sumber eksplan	Galur mutan A	4,56 b
	Galur mutan B	5,10 a
Media	MS	6,19 a
	Gamborg	3,47 b
Kinetin (ppm)	0	5,18 a
	1	4,39 b
	2	4,93 ab
KK (%)	11,85	

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT taraf 5 %, MST : Minggu Setelah Tanam, KK : Koefisien Keragaman

Tinggi eksplan pada media kultur tanpa kinetin menunjukkan hasil yang lebih baik (5,18 cm) dan berbeda nyata dari pada media dengan penambahan kinetin 1 ppm (4,39 cm) tetapi tidak berbeda nyata dengan penambahan kinetin 2 ppm (4,93 cm) (Tabel 3a). Pertambahan tinggi pada eksplan tidak lepas dengan adanya pertambahan panjang batang pada eksplan. Salisbury dan Ross (7) menyatakan bahwa batang dan akar yang memanjang tidak membutuhkan penambahan sitokinin, apabila kandungan sitokinin dalam jaringannya sudah mencukupi. Penambahan konsentrasi kinetin tidak berpengaruh pada pertambahan tinggi eksplan karena *sitokinin eksogen* dapat menghambat pertumbuhan dengan menyebabkan konsentrasi kinetin di dalam jaringan menjadi berlebihan.

Pertambahan tinggi eksplan yang paling baik terlihat oleh eksplan yang ditanam pada media MS (6,19 cm) dan berbeda nyata dibandingkan media Gamborg (3,47 cm) (Tabel 2a). Hal ini sejalan dengan laporan Mariska dan Syahid (8) bahwa jenis media dan komposisinya sangat menentukan dalam keberhasilan perbanyakan tanaman melalui kultur jaringan. Media yang umum digunakan adalah MS yang diperkaya dengan berbagai senyawa organik, vitamin dan ZPT. Menurut Hendaryono dan Wijayani (3), medium dasar MS mempunyai garam mineral yang tinggi. Media Gamborg digunakan untuk penumbuhan kalus pada kultur sel, sehingga pertambahan lebih dominan kepada perbanyakan tunas yang muncul dibanding dengan pertambahan tinggi pada eksplan.

Jumlah Daun

Galur mutan B yang ditanam pada media Gamborg dengan penambahan kinetin 1 ppm memperlihatkan jumlah daun yang terbanyak

(13,40 helai). Jumlah daun yang paling sedikit terdapat pada eksplan var. Gajah yang ditumbuhkan pada media MS dengan konsentrasi kinetin 1 ppm (3,93 helai). Eksplan galur mutan B memperlihatkan jumlah daun yang lebih banyak dan berbeda nyata dibandingkan eksplan galur mutan A (Tabel 3).

Tabel 3. Pengaruh galur mutan jahe, media kultur dan kinetin terhadap jumlah daun (helai) pada 8 MST.

Kinetin (ppm)	Galur mutan A		Galur mutan B		Rata-rata
	MS	Gamborg	MS	Gamborg	
0	5,13 e	7,27 e	8,40 de	12,05 bc	8,21
1	3,93 e	7,60 e	10,50 c	13,40 a	8,86
2	6,60 e	7,05 e	10,03 cd	12,58 b	9,07
Rata-rata	4,55	7,31	9,63	12,68	
KK (%)	15,79				

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada semua kolom tidak berbeda nyata pada DMRT taraf 5 %, MST : Minggu Setelah Tanam, KK : Koefisien Keragaman

Galur mutan B memberikan jumlah daun terbanyak (11,15 helai) dengan perbedaan yang sangat nyata dibandingkan galur mutan A (5,93 helai) (Tabel 3a). Tampaknya iradiasi sinar *gamma* pada dosis 3 Gy dapat meningkatkan pertambahan jumlah daun pada galur mutan B. Soedomo (9) menyatakan bahwa iradiasi sinar *gamma* dapat mempengaruhi pertambahan jumlah daun.

Tabel 3a. Pengaruh tunggal galur mutan jahe, media kultur dan kinetin terhadap jumlah daun (helai) pada 8 MST.

Perlakuan	Pengaruh Tunggal	Rata-rata
Sumber eksplan	Galur mutan A	5,93 b
	Galur mutan B	11,15 a
Media	MS	7,09 b
	Gamborg	9,94 a
Kinetin (ppm)	0	8,21 b
	1	8,86 b
	2	9,07 ab
KK (%)	15,79	

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT taraf 5 %, MST : Minggu Setelah Tanam, KK : Koefisien Keragaman

Penambahan kinetin ke dalam media kultur tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata terhadap pertambahan jumlah daun pada eksplan (Tabel 3a). Penambahan kinetin dengan konsentrasi 2 ppm pada media kultur

menunjukkan pertambahan jumlah daun yang lebih banyak (9,07 helai) dibanding dengan konsentrasi 1 ppm (8,86 helai) dan tanpa kinetin (8,21 helai). Penggunaan kinetin dengan konsentrasi yang lebih tinggi dapat memacu pertumbuhan daun muda untuk dijadikan wadah fotosintat. Sitokinin memacu kemampuan jaringan muda sebagai wadah penampungan bagi pengangkutan floem seperti yang terjadi pada bertambahnya jumlah daun. Menurut Salisbury dan Ross (7), daun yang diberi kinetin dari hasil metabolit daun lain yang berdekatan dan tidak diberi perlakuan dapat bermigrasi melalui *floem* menuju daun yang diberi perlakuan dan tertimbun disana. Daun muda dapat mengambil hara dari daun yang lebih tua, antara lain karena daun muda kaya sitokinin.

Penggunaan media Gamborg menghasilkan jumlah daun terbanyak (9,94 helai) dan berbeda nyata dibandingkan dengan media MS (7,09 helai) (Tabel 3a). Bertambahnya jumlah daun seiring dengan bertambahnya jumlah tunas pada eksplan karena media Gamborg digunakan untuk menumbuhkan kalus pada kultur sel, sehingga tunas yang terbentuk lebih banyak bila dibandingkan dengan media MS. Menurut Haryadi (10), daun merupakan salah satu organ yang penting bagi tanaman, mengingat dari fungsinya yaitu sebagai tempat fotosintesis. Pertumbuhan daun dipengaruhi oleh banyaknya tunas. Bila laju pertumbuhan dan pembentukan jaringan berjalan cepat maka pertumbuhan tunas dan daun juga akan berjalan lancar.

Jumlah Tunas

Jumlah tunas terendah (1,13) terlihat pada eksplan galur mutan A yang ditanam dalam media MS dengan konsentrasi kinetin 1 ppm. Penanaman eksplan galur mutan B pada media Gamborg dengan dosis kinetin 1 ppm menghasilkan jumlah tunas terbanyak (7,87) (Tabel 4).

Tabel 4. Pengaruh galur mutan jahe, media kultur dan kinetin terhadap jumlah tunas pada 8 MST.

Kinetin (ppm)	Galur mutan A		Galur mutan B		Rata-rata
	MS	Gamborg	MS	Gamborg	
0	1,67 e	2,62 de	2,40 e	6,98 a	3,42
1	1,13 e	2,13 e	3,93 bc	7,87 a	3,77
2	2,47 e	3,18 cd	3,90 c	4,78 b	3,58
Rata-rata	1,76	2,64	3,41	6,54	
KK (%)	16,15				

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada semua kolom tidak berbeda nyata pada DMRT taraf 5 %, MST : Minggu Setelah Tanam, KK : Koefisien Keragaman

Pertambahan jumlah tunas eksplan galur mutan B lebih banyak (4,97) dan berbeda sangat nyata dari pada eksplan galur mutan A (2,20) (Tabel 4a). Hal ini disebabkan karena timbulnya rangsangan pada pertambahan jumlah tunas oleh mutan jahe yang diiradiasi sinar *gamma* dengan dosis 6 Gy.

Tabel 4a. Pengaruh tunggal sumber eksplan jahe, media kultur dan kinetin terhadap jumlah tunas pada 8 MST.

Perlakuan	Pengaruh Tunggal	Rata-rata
Sumber eksplan	Galur mutan A	2,20 b
	Galur Mutan B	4,97 a
Media	MS	2,58 b
	Gamborg	4,57 a
Kinetin (ppm)	0	3,42 b
	1	3,77 a
	2	3,58 b
KK (%)	16,15	

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT taraf 5 %, MST : Minggu Setelah Tanam, KK : Koefisien Keragaman

Eksplan yang ditumbuhkan pada medium Gamborg menghasilkan jumlah tunas yang lebih banyak (4,57) dan berbeda sangat nyata bila dibanding eksplan yang ditumbuhkan pada media MS (2,58) (Tabel 4a). Pertambahan tunas disebabkan karena media Gamborg biasa digunakan untuk pertumbuhan kalus dalam suspensi sel tanaman, sehingga pertambahan yang dihasilkan lebih banyak pembentukan jumlah tunas seperti pertambahan kalus dalam suspensi sel. Menurut Gunawan (2), dalam media Gamborg digunakan konsentrasi NH_4^+ yang rendah, karena konsentrasi yang lebih tinggi dari 2 mM menghambat pertumbuhan sel.

Peningkatan jumlah tunas biasanya disertai dengan meningkatnya jumlah daun. Ini dibuktikan pada jumlah tunas dan jumlah daun galur mutan B yang ditanam pada media Gamborg dengan konsentrasi kinetin 1 ppm memberikan hasil terbanyak dan berbeda nyata dibandingkan dengan kombinasi galur, media dan konsentrasi kinetin 1 dan 2 ppm.

Jumlah Akar

Perbedaan yang sangat nyata dapat dilihat pada kombinasi galur dengan media kultur. Galur mutan B yang ditumbuhkan pada media Gamborg dengan konsentrasi kinetin 1 ppm memberikan jumlah akar yang paling sedikit (4,60). Jumlah

akar yang paling banyak (24,27) terdapat pada eksplan galur mutan A yang ditanam pada media MS dengan pemberian dosis kinetin 2 ppm (Tabel 5).

Tabel 5. Pengaruh galur mutan jahe, media kultur dan kinetin terhadap jumlah akar pada 8 MST.

Kinetin (ppm)	Galur mutan A		Galur mutan B		Rata-rata
	MS	Gamborg	MS	Gamborg	
0	17,20 c	11,60 cd	14,27 c	5,00 e	12,02
1	11,47 d	12,53 c	22,33 a	4,60 e	12,73
2	24,27 a	12,93 c	20,80 ab	6,60 e	16,15
Rata-rata	17,65	12,35	19,13	5,40	
KK (%)	13,58				

Keterangan : Nilai rataan yang diikuti huruf yang sama pada semua kolom tidak berbeda nyata pada DMRT taraf 5 %, MST : Minggu Setelah Tanam, KK : Koefisien Keragaman

Pertambahan jumlah akar pada eksplan yang ditanam pada media MS menunjukkan pertambahan akar lebih banyak (18,39) dengan perbedaan yang sangat nyata dibandingkan eksplan yang ditumbuhkan pada media Gamborg (8,87) (Tabel 5a). Pertambahan akar tak lepas dari ketersediaan P, Mg dan Ca yang lebih banyak dalam media kultur MS. P berfungsi untuk pertumbuhan dan perkembangan akar, dengan penambahan Mg penyerapan P oleh tanaman dapat meningkat (3), sedangkan Ca berfungsi untuk pembentukan bulu akar (11).

Tabel 5a. Pengaruh tunggal galur mutan jahe, media kultur dan kinetin terhadap jumlah akar 8 MST.

Perlakuan	Pengaruh Tunggal	Rata-rata
Sumber eksplan	Galur mutan A	15,00 a
	Galur Mutan B	12,26 b
Media	MS	18,39 a
	Gamborg	8,87 b
Kinetin (ppm)	0	12,02 b
	1	12,73 b
	2	16,15 a
KK (%)	13,58	

Keterangan : Nilai rataan yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT taraf 5 %, MST : Minggu Setelah Tanam, KK : Koefisien Keragaman

Pemberian kinetin dengan konsentrasi 2 ppm memacu pertambahan jumlah akar eksplan jahe yang lebih banyak (16,15) dan berbeda nyata dibandingkan dengan pemberian kinetin 1 ppm (12,73) dan tanpa kinetin (12,02) (Tabel 6a). Salisbury dan Ross (7) menyatakan bahwa sitokinin paling banyak terdapat pada organ muda

dan di ujung akar, sintesis sitokinin hampir dapat dipastikan terjadi di ujung akar, sebab jika akar dipotong mendatar, sitokinin mengalir keluar dari xilem potongan bawah akar tersebut.

Galur mutan B menghasilkan jumlah akar yang lebih sedikit (12,26) dan berbeda nyata bila dibandingkan dengan eksplan var. Gajah (15,00) (Tabel 6a). Terhambatnya pertambahan jumlah akar dapat meningkat dengan makin tingginya dosis iradiasi gamma yang diberikan.

Warna Daun

Eksplan galur mutan B yang ditumbuhkan pada media MS tanpa kinetin memperlihatkan perbedaan yang nyata terhadap warna daun dengan skor tertinggi (4,20) dan skor warna daun terendah (2,80) terlihat pada eksplan galur mutan A yang ditumbuhkan pada media MS dengan konsentrasi kinetin 1 ppm (Tabel 6).

Galur mutan B yang ditanam pada media MS tanpa kinetin menghasilkan skor warna daun yang lebih baik (4,20) dan berbeda nyata dibandingkan dengan kombinasi galur, media dan konsentrasi kinetin yang lain (Tabel 6). Media kultur yang mempengaruhi warna daun tak lepas dari adanya kandungan unsur N dan Mg. Unsur N dan Mg berperan dalam produksi klorofil untuk pembentukan hijau daun, pembentukan lemak, dan persenyawaan lainnya (11).

Tabel 6. Pengaruh galur mutan jahe, media kultur dan kinetin terhadap warna daun pada 8 MST.

Kinetin (ppm)	Galur mutan A		Galur mutan B		Rata-rata
	MS	Gamborg	MS	Gamborg	
0	3,27 b	3,29 b	4,20 a	3,35 b	3,53
1	2,80 b	3,27 b	3,28 b	2,87 b	3,06
2	3,10 b	3,42 b	3,07 b	3,11 b	3,18
Rata-rata	3,06	3,33	3,52	3,11	
KK (%)	12,10				

Keterangan : Nilai rataan yang diikuti huruf yang sama pada semua kolom tidak berbeda nyata pada DMRT taraf 5 %, MST : Minggu Setelah Tanam, KK : Koefisien Keragaman

Kinetin dengan dosis 1 ppm pada media kultur menghasilkan skor yang terendah (3,06) dan berbeda nyata dibandingkan dengan tanpa kinetin (3,53), namun tidak berbeda nyata dibandingkan kinetin 2 ppm (3,18) dalam ekspresi warna daun, sedangkan media kultur yang tidak ditambahkan kinetin menunjukkan hasil warna daun yang lebih baik (Tabel 6a).

Tabel 6a. Pengaruh tunggal galur mutan jahe, media kultur dan kinetin terhadap warna daun pada 8 MST.

Perlakuan	Pengaruh Tunggal	Rata-rata
Sumber eksplan	Galur mutan A	3,19 a
	Galur Mutan B	3,31 a
Media	MS	3,29 a
	Gamborg	3,22 a
Kinetin (ppm)	0	3,53 a
	1	3,06 b
	2	3,18 b
KK (%)	12,10	

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT taraf 5 %, MST : Minggu Setelah Tanam, KK : Koefisien Keragaman

Secara umum warna daun yang ditunjukkan pada eksplan adalah hijau muda, sedangkan warna hijau tua terlihat pada eksplan galur mutan B yang ditumbuhkan pada media MS tanpa pemberian kinetin. Daun muda banyak mengandung sitokinin, pemberian dosis kinetin 1 dan 2 ppm pada media kultur tidak memberikan hasil lebih baik dibanding tanpa pemberian kinetin. Adanya *sitokinin endogen* yang telah mencukupi kebutuhan, tidak adanya interaksi ZPT *endogen* dengan *eksogen*, atau belum adanya respon antara eksplan dengan kinetin yang ditambahkan merupakan faktor yang mempengaruhi efektif atau tidaknya pemberian kinetin pada media kultur. Gunawan (2) menyatakan bahwa penggunaan dan pemilihan jenis dan konsentrasi ZPT tergantung pada : tipe pertumbuhan dan perkembangan yang dikehendaki, tingkat taraf ZPT *endogen*, kemampuan jaringan mensintesa ZPT, interaksi zat pengatur tumbuh *endogen* dan *eksogen*. Menurut Salisbury dan Ross (7), waktu yang dibutuhkan untuk melihat hasil kerja yang ditunjukkan oleh penambahan sitokinin dalam organ tanaman lebih lama dibandingkan dengan munculnya efek auksin atau giberelin.

Eksresi warna daun tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antara eksplan galur mutan B dengan eksplan jahe var. Gajah (Tabel 6a). Eksplan galur mutan B menunjukkan rata-rata warna daun yang lebih baik (3,31) bila dibandingkan eksplan galur mutan A (3,19). Tanaman mutan memiliki daya tahan yang lebih baik terhadap serangan patogen dan kekeringa, serta dapat menghasilkan pererubahan warna bunga dan daun yang lebih baik sehingga diperoleh mutan komersial (12).

Panjang Akar

Hasil analisis dengan menggunakan uji lanjut DMRT (Tabel 7) menunjukkan bahwa akar yang terpendek (3,13 cm) diperoleh dari galur mutan B yang ditanam pada media Gamborg dengan pemberian kinetin 1 ppm. Akar terpanjang (7,96 cm) ditunjukkan galur mutan B yang ditanam pada media MS tanpa pemberian kinetin.

Tabel 7. Pengaruh galur mutan jahe, media kultur dan kinetin terhadap panjang akar (cm) pada 8 MST.

Kinetin (ppm)	Galur mutan A		Galur mutan B		Rata-rata
	MS	Gamborg	MS	Gamborg	
0	7,55 ab	4,94 e	7,96 a	3,42 e	5,97
1	5,04 e	5,65 de	6,91 bc	3,13 e	5,18
2	6,29 cd	4,77 e	7,50 b	4,20 e	5,69
Rata-rata	6,29	5,12	7,46	3,58	
KK (%)	27,46				

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada semua kolom tidak berbeda nyata pada DMRT taraf 5 %, MST : Minggu Setelah Tanam, KK: Koefisien Keragaman

Galur mutan B pada umur 8 MST menghasilkan panjang akar yang lebih pendek (5,52 cm) dan tidak berbeda nyata bila dibandingkan dengan eksplan galur mutan A (5,70 cm) (Tabel 7a). Hal tersebut menunjukkan bahwa pemberian iradiasi gamma dengan dosis 6 Gy tidak memacu pertambahan panjang akar eksplan jahe. Penyimpangan yang terjadi pada galur mutan B terhadap perpanjangan akar dapat juga disebabkan karena bahan kimia pada media kultur. Soedjono (12) menyatakan bahwa pada teknik kultur *in vitro*, dalam kenyataannya ditemukan penyimpangan setelah terjadi regenerasi sel. Keragaman dapat terjadi karena dalam pembiakan vegetatif melalui kultur *in vitro* digunakan media dengan bahan kimia murni, atau lingkungan yang mengalami gangguan.

Tabel 7a. Pengaruh tunggal galur mutan jahe, media kultur dan kinetin terhadap panjang akar pada 8 MST.

Perlakuan	Pengaruh Tunggal	Rata-rata
Sumber ksplan	Galur mutan A	5,70 a
	Galur Mutan B	5,52 a
Media	MS	6,87 a
	Gamborg	4,35 b
Kinetin (ppm)	0	5,97 a
	1	5,18 a
	2	5,69 a
KK (%)	27,46	

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT taraf 5 %, MST : Minggu Setelah Tanam, KK: Koefisien Keragaman

Eksplan yang ditanam pada media MS memiliki akar terpanjang (6,87 cm) dan berbeda nyata bila dibandingkan dengan eksplan yang ditanam pada media Gamborg (4,35 cm) (Tabel 7a). Minimnya kandungan P dan Ca pada media kultur Gamborg menyebabkan pertumbuhan panjang akar pada eksplan jahe tidak sebaik eksplan yang ditanam pada media MS. Media Gamborg mengandung P dan Ca yang lebih rendah bila dibandingkan dengan media MS, sehingga akar tidak dapat tumbuh dengan baik pada media Gamborg. Marsono dan Sigit (11) menyatakan, pemanjangan akar akan terhambat pada tanaman yang kekurangan unsur fosfor, sehingga akan mengganggu pertumbuhan dan perkembangan akar dalam penyerapan hara pada media tanam.

Penambahan kinetin pada media kultur tidak memperlihatkan perberbedaan yang nyata terhadap panjang akar eksplan jahe (Tabel 7a). Walaupun demikian, eksplan yang ditumbuhkan dalam media tanpa kinetin menghasilkan akar terpanjang (5,97 cm) dibandingkan dengan penambahan kinetin 1 ppm (5,18 cm) dan 2 ppm (5,69 cm). Hal tersebut disebabkan karena kandungan sitokinin *endogen* yang tersedia sudah dapat memacu perpanjangan akar pada eksplan. Salisbury dan Ross (7) menyatakan bahwa pemanjangan dapat terhambat jika irisan jaringan batang atau akar ditumbuhkan secara *in vitro* dengan ditambahkan sitokinin. Irisan jaringan batang dan akar biasanya menjadi lebih tebal karena terjadi pembesaran sel kearah samping, sehingga keseluruhan bobot basah irisan jaringan yang diberi sitokinin tidak banyak berbeda dengan kontrol.

Eksplan galur mutan B secara umum memberikan hasil lebih baik dibandingkan dengan eksplan galur mutan A. Eksplan galur mutan B menunjukkan pertambahan rata-rata tinggi tanaman, panjang akar, jumlah daun dan jumlah tunas yang lebih banyak serta warna daun yang terbaik dibandingkan dengan perlakuan eksplan jahe var. Gajah. Keuntungan dari mutasi induksi pada tanaman yang diperbanyak secara vegetatif adalah kemampuan untuk merubah satu atau lebih karakter dari kultivar tanpa merubah genotip yang lain. Eksplan galur mutan A memiliki rata-rata jumlah akar tertinggi jika dibandingkan dengan perlakuan eksplan galur mutan B. Radiasi sinar gamma menyebabkan kerusakan fisiologis pada pertumbuhan akar sehingga jumlah akar lebih sedikit pada tanaman yang diiradiasi.

Penggunaan media kultur MS secara umum menunjukkan hasil yang lebih baik terhadap pertumbuhan eksplan jahe daripada media

Gamborg. Pengaruh tersebut dapat dilihat dengan pertambahan tinggi eksplan, jumlah akar, dan panjang akar serta warna daun yang lebih baik pada media MS. Pertumbuhan dan perkembangan eksplan tak lepas dari ketersediaan N, P, Mg, dan Ca dalam media tanam (3; 11). Menurut Mariska dan Syahid (8), Media yang umum digunakan untuk tanaman *herbaceus* adalah MS, karena media MS diperkaya dengan berbagai senyawa organik dan garam mineral yang tinggi. Media Gamborg digunakan untuk penumbuhan kalus pada kultur sel, sehingga pertambahan lebih dominan kepada perbanyakan tunas yang muncul seperti halnya pertambahan kalus dalam suspensi sel.

Tujuan ditambahkannya hormon adalah untuk menginisiasi pertumbuhan eksplan yang diharapkan. Penggunaan hormon harus tepat karena bila diberikan melebihi kebutuhan dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Media yang tidak diberi kinetin secara umum memberikan hasil yang lebih baik pada tinggi eksplan, warna daun, dan panjang akar jika dibandingkan dengan media yang diberi kinetin 1 dan 2 ppm. Salisbury dan Ross (7) menyatakan bahwa organ tanaman membutuhkan hormon untuk tumbuh dan kandungan tersebut telah tersedia dalam jaringan. Tidak berpengaruhnya penambahan kinetin pada parameter ini karena penambahan sitokinin *eksogen* dapat menghambat pertumbuhan *in vitro* dan menyebabkan konsentrasi kinetin di dalam jaringan tanaman menjadi berlebih.

Penambahan kinetin 1 ppm pada media kultur dapat mempengaruhi pertambahan jumlah daun dan tunas pada eksplan. Sitokinin berfungsi untuk mendorong pembelahan sel (13). Pemberian kinetin dengan dosis 2 ppm memacu pertambahan jumlah akar yang lebih baik dibanding dengan konsentrasi 1 ppm dan tanpa kinetin. Pemberian kinetin dengan konsentrasi 2 dapat ppm memacu pertambahan jumlah akar eksplan jahe. Menurut Salisbury dan Ross (7), akar yang terbentuk membutuhkan banyak sitokinin. Kandungan sitokinin yang ditambahkan ke dalam media memacu pertambahan jumlah akar.

KESIMPULAN

Pertambahan tinggi eksplan, jumlah daun dan jumlah tunas serta warna daun yang lebih baik diperoleh pada galur mutan B. Akar terpanjang diperoleh pada galur mutan A.

Pertambahan tinggi eksplan, jumlah akar dan akar terpanjang serta warna daun yang lebih baik dihasilkan eksplan pada media kultur MS.

Sedangkan penambahan jumlah daun dan jumlah tunas terbanyak terdapat pada eksplan jahe yang ditanam pada media Gamborg.

Pertambahan tinggi eksplan dan panjang akar serta warna daun yang lebih baik ditunjukkan pada media kultur tanpa kinetin. Pertambahan jumlah tunas yang terbanyak dihasilkan pada media dengan penambahan konsentrasi kinetin 1 ppm, sedangkan penambahan jumlah daun, dan jumlah akar terbanyak dihasilkan media dengan penambahan konsentrasi kinetin 2 ppm.

Interaksi antar galur mutan dengan media kultur memberikan perbedaan nyata yang lebih baik pada pertumbuhan tinggi eksplan, jumlah akar, panjang akar dan warna daun yang lebih baik. Interaksi antara galur mutan, media kultur dengan konsentrasi kinetin menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap pertumbuhan jumlah akar pada eksplan jahe.

Galur mutan B yang ditumbuhkan pada media MS tanpa kinetin memberikan hasil yang lebih baik bila dibandingkan dengan kombinasi perlakuan galur, media dengan kinetin 1 dan 2 ppm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Sdr. Wisik Megantoro, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Jakarta yang telah berpartisipasi dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. ROSTIANA, O, N., BERMAWIE dan M. RAHARJO. 2006. Budidaya Tanaman Jahe. Sirkuler No. 11, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatika. <http://www.balittro.go.id>. [17 Juni 2006] (2005) hal. 4.
2. GUNAWAN, L.W., Teknik Kultur Jaringan Tumbuhan. Pusat Antar Universitas (PAU) Bioteknologi IPB, Bogor (1992) hal. 165.
3. HENDARYONO. D.S. P dan A. WIJAYANI, Teknik Kultur Jaringan, Kanisius, Yogyakarta (1994) hal. 139.
4. HASANAH. M.H. MOKO dan D. SITEPU, Persyaratan Bibit Jahe, Edisi Khusus. Littro VII (1) (1991) hal. 1-6.
5. YUSNITA, Kultur Jaringan, Cara Memperbanyak Tanaman Secara Efisien, Agromedia Pustaka, Tangerang. (2003) hal. 105.
6. SOEMINTO, B., Manfaat Tenaga Atom Untuk Kesejahteraan Manusia, CV. Karya Indah, Jakarta (1985) hal. 236.
7. SALISBURY, F.B dan C.W. ROSS, Fisiologi Tumbuhan, Jilid 3, ITB Bandung, Terjemahan D.R. Lukman dan Sumaryono (1995) hal. 343.
8. MARISKA, I dan S.F. SYAHID, Upaya Penyediaan Benih Tanaman Jahe Melalui Kultur Jaringan, Jurnal Litbang Pertanian XVII (1) (1998) hal 9 – 13.
9. SOEDOMO, P.R., Study Pendahuluan Iradiasi Sinar Gamma pada Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicun* L). Buletin Penelitian Hortikultura, Vol XVIII (2) (1989) hal 67 – 76.
10. HARYADI, S.S., Dasar-dasar Hortikultura, Jurusan Budidaya Pertanian. Fakultas Pertanian IPB, Bogor (1990) hal. 505.
11. MARSONO dan P. SIGIT, Pupuk Akar, Jenis dan Aplikasi, Penebar Swadaya. Jakarta, (2001) hal. 96.
12. SOEDJONO, S., Aplikasi Mutasi Induksi dan Variasi Somaklonal dalam Pemuliaan Tanaman, Jurnal Litbang Pertanian, 22, 2, BALITHI, Cianjur (2003) hal. 70 - 76.
13. WATTIMENA, G.A., Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) Tanaman. Pusat Antar Universitas, IPB, Bogor (1988) hal. 144.

1. HENRIETTA...
2. ...

3. ...

4. ...

5. ...

6. ...

7. ...

8. ...

9. ...

10. ...

11. ...

12. ...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...