

## Kesan kekerapan pengairan dan jumlah larutan nutrien terhadap tumbesaran dan hasil rizom di bawah sistem kultur tanpa tanah

(Effects of irrigation frequency and nutrient solution volume on the growth and yield of ginger cultivated using soilless culture system)

Yaseer Suhaimi Mohd

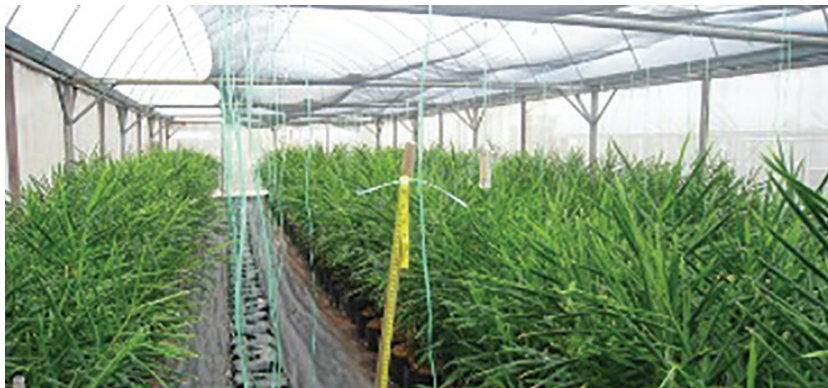
### Pengenalan

Halia (*Zingiber officinale* Roscoe) merupakan tanaman tropika dan subtropika yang tergolong dalam keluarga Zingiberaceae. Tanaman ini dikatakan berasal dari Asia Tenggara dan diperkenalkan di seluruh dunia. Halia adalah tanaman *perennial* dengan akar tebal atau rizom dengan batang tegak setinggi 1 atau 1.5 m di atas tanah berserta daun yang tirus. Tanaman halia menghasilkan bunga seperti orkid, dengan kelopak berwarna kuning kehijauan. Ia menghasilkan rizom beraroma yang bernilai tinggi di seluruh dunia sama ada sebagai rempah atau ubat herba. Halia biasanya dimakan sebagai halia muda dan halia matang atau tua. Rizom halia sering digunakan sebagai ramuan masakan mengandungi beberapa sebatian fitokimia yang menarik dan mempunyai khasiat untuk kesihatan. Sebatian 6-gingerol adalah sebatian fitokimia yang memberikan rasa pedas pada rizom halia. Selain itu, sebatian ini juga memiliki ciri-ciri antioksidan, antibarah, analgesik, antipiretik, antiradang, sitotoksik, antidiabetes, antiobesiti, antimual, antigestrik dan aktiviti antiproliferatif.

Walaupun tanaman ini mempunyai nilai komersial yang tinggi, maklumat mengenai aspek agronomi halia adalah terhad. Oleh itu, satu kajian agronomi bagi meningkatkan tumbesaran, hasil dan khasiat rizom perlu dijalankan bagi menggantikan pakej agronomi halia yang telah lapuk. Penambahbaikan aspek agronomi yang dilakukan hendaklah tidak meningkatkan kos pelaksanaan projek secara ketara atau kenaikan kos ini dapat diimbangi dengan peningkatan hasil. Sistem kultur tanpa tanah merupakan satu kaedah pengeluaran yang efisien dalam industri pertanian. Teknologi ini menunjukkan kadar tumbesaran lebih cepat dan memberikan hasil yang tinggi di kawasan yang terhad. Penanaman cili, tembikai wangi dan tomato menggunakan sistem kultur tanpa tanah menunjukkan peningkatan hasil 3 – 5 kali ganda berbanding dengan penanaman menggunakan kaedah konvensional. Faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman dalam kultur tanpa tanah adalah ketersediaan air, kandungan nutrien, kelembapan dan pengudaraan dalam medium.

Halia hidup subur di kawasan 1,500 m di atas permukaan laut dengan taburan hujan yang tinggi kerana tanaman ini memerlukan kuantiti air yang tinggi pada peringkat awal

pertumbuhan. Pertumbuhan tanaman halia terbukti optimum dengan kelembapan dan ketersediaan air yang berterusan pada zon akar tanaman. Kekekapan pengairan yang tinggi menyokong tumbesaran vegetatif, hasil dan kualiti hasil tanaman. Kecekapan sistem kultur tanpa tanah bergantung pada reka bentuk sistem, cara pengagihan nutrien dan air diuruskan. Objektif utama kajian ini adalah untuk menganalisis kesan kekekapan pengairan dan jumlah larutan nutrien terhadap tumbesaran dan hasil rizom halia di bawah sistem kultur tanpa tanah.



Gambar 1. Penanaman halia secara fertigasi

### **Penyediaan bahan tanaman**

Kajian ini telah dijalankan menggunakan sistem kultur tanpa tanah ataupun dikenali sebagai fertigasi. Halia Bentong berusia 10 bulan digunakan sebagai rizom benih. Rizom halia dipotong kecil dengan ukuran 7 cm panjang dan 100 g berat. Setiap rizom benih mempunyai 2 – 3 mata tunas dan dirawat dengan Propamocarb sebelum ditanam. Propamocarb adalah sejenis racun kulat yang bertindak secara sistematik untuk mengawal penyakit tanah, akar dan daun. Rizom benih ditanam sedalam 5 cm di dalam medium sabut kelapa. Aktiviti penanaman dilakukan di bawah struktur pelindung hujan (SPH) dengan jaring kalis serangga bersaiz 6 m x 18 m x 4 m.

### **Sistem pengairan fertigasi**

Teknologi fertigasi merupakan kaedah penanaman tanpa menggunakan tanah di mana baja di dalam bentuk larutan dialirkan melalui kaedah titisan terus ke zon akar tanaman. Tanaman halia ditanam di dalam polibeg tegak berwarna hitam bersaiz 60 cm x 40 cm menggunakan medium tanaman *cocopeat*. Manakala larutan baja dititiskan ke polibeg melalui sistem pengairan fertigasi yang terdiri daripada tangki air baja (2,700 L), pam air, pengatur masa, penapis, injap dan paip poli yang terdiri daripada paip utama, paip sekunder dan paip lateral serta tiub

mikro yang berfungsi membawa larutan nutrisi ke setiap beg tanaman. Dari segi susun atur tanaman, jarak di antara baris yang disyorkan ialah 150 cm manakala jarak di antara polibeg ialah 30 cm dan disusun sebaris bagi memudahkan kerja-kerja pengurusan tanaman. Sistem pengairan ini juga boleh diautomasikan dengan pemasangan pemasa (*timer*).

Rawatan eksperimen merangkumi tiga kekerapan pengairan iaitu dua kali sehari ( $K_2$ ), empat kali sehari ( $K_4$ ) dan enam kali sehari ( $K_6$ ) serta tiga jumlah larutan nutrisi ( $N_1 = 300$  mL,  $N_2 = 600$  mL dan  $N_3 = 1200$  mL). Reka bentuk eksperimen plot terpisah dengan tiga ulangan untuk setiap rawatan digunakan dalam eksperimen ini. Pengairan larutan nutrisi diaplikasikan melalui sistem pengairan titisan. Jumlah larutan nutrisi yang dialirkan untuk setiap kali kekerapan pengairan ialah 150 mL. Rawatan  $K_2$  dilakukan pada pukul 9.30 pagi dan 4.30 petang, sementara rawatan  $K_4$  dilakukan pada jam 9.30 pagi, 10.30 pagi, 12.30 tengah hari dan 4.30 petang, manakala  $K_6$  diberikan pada jam 9.30 pagi, 10.30 pagi, 11.30 pagi, 12.30 tengah hari, 1.30 petang dan 4.30 petang. Pengairan dijalankan hingga satu minggu sebelum penuaian dilakukan. Air pengairan yang digunakan adalah daripada air paip dengan nilai kekonduksian elektrik  $0.4 \mu\text{Sm}^{-1}$ .

### **Pengurusan agronomi**

Kepadatan tanaman bagi penanaman halia secara fertigasi ialah 12,000 pokok per hektar. Sebelum menanam, medium tanaman dalam polibeg dibilas dengan menitiskan air bersih menggunakan sistem pengairan fertigasi yang telah disediakan selama dua jam sehingga air jernih keluar daripada beg tanaman melalui lubang lebihan air. Selepas proses menanam rizom benih halia selesai, pengairan larutan nutrisi diberi mengikut rawatan yang ditetapkan. Tumbuhan memerlukan 16 unsur nutrisi untuk tumbesaran yang sempurna. Ia dibahagikan kepada unsur makro iaitu unsur yang diperlukan dengan kuantiti yang banyak dan unsur mikro iaitu unsur yang diperlukan dengan teramat sedikit. Unsur makro termasuklah nitrogen (N), fosforus (P), kalium (K), kalsium (Ca), sulfur (S) dan magnesium (Mg). Unsur-unsur mikro termasuklah besi (Fe), mangan (Mn), boron (B), zink (Zn), tembaga (Cu), natrium (Na), ammonium ( $\text{NH}_4$ ) dan molibdenum (Mo). Kepekatan unsur-unsur ini dalam tumbuhan berbeza antara satu dengan yang lain. Unsur-unsur mikro tersangat kecil timbangannya tetapi diperlukan dan sangat penting bagi tumbesaran dan kesuburan tanaman. Manakala unsur lain seperti oksigen, hidrogen dan karbon diperolehi daripada udara dan air. Unsur-unsur dalam sebatian ini akan diadun mengikut formulasi dan dilarutkan di dalam air menjadi larutan stok baja sebelum dibancuh ke dalam air untuk diagihkan ke setiap pokok dengan seragam.

Baja halia fertigasi terbahagi kepada dua bahagian iaitu stok A dan stok B. Larutan stok baja disediakan dengan kepekatan 100x ganda daripada yang diperlukan oleh pokok. Larutan ini juga disediakan dalam kepekatan 200x ganda untuk mengurangkan ruang menyimpan tangki larutan stok. Kalsium nitrat [ $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ] mestilah disediakan secara berasingan daripada sebatian yang mengandungi fosfat [ $\text{PO}_4$ ] dan sulfat [ $\text{SO}_4$ ] untuk mengelak berlakunya tindak balas kimia dan terjadinya pemendakan. Biasanya  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  dan zat ferum disatukan dan disediakan berasingan daripada sembilan sebatian lain. Larutan stok yang mengandungi [ $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ] dan zat ferum dilabelkan sebagai larutan stok A. Manakala larutan stok B mengandungi sebatian-sebatian lain seperti  $\text{KNO}_3$ , kalium dihidrogen fosfat [ $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ], magnesium sulfat [ $\text{MgSO}_4$ ], mangan sulfat [ $\text{MnSO}_4$ ], kuprum sulfat [ $\text{CuSO}_4$ ], zink sulfat [ $\text{ZnSO}_4$ ], asid borik, ammonium molibdat atau natrium molibdat. Sebatian stok A dan B yang ditimbang berasingan dan dilarutkan di dalam air yang bersih satu persatu. Adalah disyorkan supaya larutan stok (pati baja) sentiasa tersedia dan dicairkan di dalam tangki larutan nutrien apabila diperlukan. Perlu diingat bahawa semasa membuat larutan nutrien, kedua-dua larutan stok tidak boleh dicampurkan serentak ke dalam tangki air. Larutan stok hendaklah dituangkan satu persatu bagi mengelakkan berlakunya sebarang tindak balas kimia yang mewujudkan sebatian lain yang tidak larut.

Tanaman halia memerlukan larutan nutrien pada kepekatan yang tertentu di beberapa peringkat tumbesaran. Kepekatan larutan nutrien diukur menggunakan meter konduktiviti elektrik (EC). Penentuan EC mesti dilakukan setiap kali bancuhan dibuat atau apabila pertukaran EC diperlukan dan dilaksanakan sekurang-kurangnya sekali seminggu. Unit ukuran konduktiviti elektrik ialah  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Tahap kepekatan yang diperlukan bagi kebanyakan tumbuhan ialah EC 1.5 – 4.0. Bagi halia, EC yang disyorkan ialah 1.8 – 2.4. Pada umur pokok yang baru dipindahkan ke dalam polibeg, EC yang diberikan ialah 1.8. EC kemudiannya dinaikkan kepada 2.4 selepas minggu ketiga sehingga tamat musim penanaman.

Kejadian penimbunan sisa garam galian di dalam medium tanaman sering terjadi di kawasan tanah rendah tropika. Selepas 30 hari medium tanaman dalam polibeg perlu dibilas dengan air bersih. Ia dilakukan setiap 15 hari bagi melarutkan dan seterusnya menyalurkan timbunan garam-garam yang boleh menyebabkan toksik kepada tanaman. Proses pembilasan dilakukan dengan menghidupkan pam selama 1 jam tanpa berhenti dan membenarkan air bersih mengalir ke setiap pokok. Satu lagi faktor yang penting dalam pengeluaran tanaman adalah aras keasidan larutan nutrien yang dinamakan pH. Nilai pH ialah pengukuran asid atau alkali sesuatu larutan itu. Larutan itu berasid jika pHnya kurang daripada 7, neutral pada nilai 7 dan alkali jika nilai bacaanya lebih daripada 7. Bagi tanaman halia secara fertigasi, pH yang disyorkan ialah 5.5 – 6.5. Nilai pH dapat ditentukan dengan meter pH atau menggunakan kertas litmus.

Pokok perlu diperiksa setiap hari untuk mengesan penitis yang tersumbat. Pemeriksaan yang cekap boleh dilakukan antara jam 9.00 – 10.00 pagi bagi mengelakkan pokok layu daripada tidak mendapat larutan nutrien. Apabila penitis tersumbat, pokok akan layu. Biasanya pokok halia akan layu bermula daripada daun. Apabila ini terjadi, cabut penitis daripada mikro tiub dan bersihkan. Penggunaan penapis air lazimnya boleh mengurangkan masalah ini. Walau bagaimanapun, penapis air perlulah sentiasa dibersihkan dari semasa ke semasa untuk menjamin ia dapat berfungsi dengan baik. Penapis air daripada jenis cakera digunakan di dalam sistem pengairan fertigasi.

Penanaman halia secara fertigasi di bawah pelindung struktur hujan menghadapi beberapa masalah serangga perosak dan penyakit. Faktor-faktor seperti kebersihan persekitaran ladang, kebersihan sistem pengairan fertigasi dan amalan kultur oleh pengusaha dan pekerja ladang memainkan peranan penting dalam mencegah sebarang serangan serangga perosak dan penyakit. Serangan serangga perosak dan penyakit utama tanaman halia boleh dikawal dengan cara amalan kultur yang betul atau menggunakan racun perosak atau kedua-duanya sekali. Perlu ditingkatkan bahawa penyemburan racun perosak hanya digunakan apabila perlu sahaja dan semua tatasusila penggunaan racun kimia mestilah betul dan dipatuhi. Jenis-jenis serangga perosak dan penyakit utama tanaman halia serta kaedah pengawalannya ditunjukkan seperti dalam *Jadual 1*. Cara mengawal serangga perosak dan penyakit adalah dengan semburan racun serangga dan melaksanakan amalan kultur yang baik. Amalan kultur yang penting adalah pembersihan kawasan ladang daripada sisa-sisa tanaman seperti daun yang berpenyakit.

Jadual 1. Serangga perosak dan penyakit utama tanaman halia

Jenis perosak dan penyakit	Cara kawalan
Ulat pengorek ( <i>Udaspes folus</i> )	Sembur racun Permethrin
Layu bakteria ( <i>Pseudomonas solanacearum</i> )	Musnahkan pokok berserta polibeg dan medium yang berpenyakit. Gunakan rizom benih yang sihat
Bintik daun ( <i>Phyllosticta zaingibera</i> )	Sembur racun kulat Benomyl Daun berpenyakit dibuang
Penyakit akar ( <i>Fusarium oxysporum</i> )	Sembur racun Previcur N. Gunakan rizom benih yang sihat

### Prestasi tumbesaran halia

Halia boleh dituai seawal 4 – 6 bulan sebagai halia muda dan 8 – 9 bulan sebagai halia tua atau matang. Namun begitu, halia Bentong disarankan dituai sebagai halia tua kerana harganya yang lebih tinggi jika dijual sebagai halia tua berbanding dengan halia muda. Data kajian menunjukkan prestasi tumbesaran halia yang memberangsangkan dapat dicapai dengan aplikasi rawatan  $K_6N_3$  atau gabungan enam kali kekerapan pengairan dan 1,200 mL

Jadual 2. Pengaruh kekerapan pengairan dan jumlah larutan nutrien terhadap parameter tumbesaran tanaman halia setelah sembilan bulan tempoh penanaman

Kekerapan pengairan	Tinggi tanaman (cm)	Berat batang dan daun (g)	Bilangan batang	Diameter batang (c)	Nilai SPAD	Bilangan daun
K <sub>2</sub> N <sub>1</sub>	57 ± 2 <sup>f</sup>	560 ± 96 <sup>f</sup>	6 <sup>f</sup>	7 <sup>c</sup>	50 <sup>f</sup>	7 <sup>e</sup>
K <sub>2</sub> N <sub>2</sub>	77 ± 6 <sup>d</sup>	867 ± 130 <sup>d</sup>	9 <sup>e</sup>	8 <sup>b</sup>	52 <sup>e</sup>	10 <sup>c</sup>
K <sub>2</sub> N <sub>3</sub>	105 ± 11 <sup>b</sup>	1,120 ± 220 <sup>b</sup>	10 <sup>d</sup>	7 <sup>c</sup>	55 <sup>c</sup>	13 <sup>b</sup>
K <sub>4</sub> N <sub>1</sub>	60.5 ± 4 <sup>e</sup>	640 ± 109 <sup>e</sup>	9 <sup>e</sup>	8 <sup>b</sup>	52 <sup>e</sup>	8 <sup>d</sup>
K <sub>4</sub> N <sub>2</sub>	84 ± 8 <sup>c</sup>	885 ± 140 <sup>d</sup>	10 <sup>d</sup>	8 <sup>b</sup>	53 <sup>d</sup>	11 <sup>c</sup>
K <sub>4</sub> N <sub>3</sub>	114 ± 12 <sup>a</sup>	1,280 ± 240 <sup>b</sup>	11 <sup>c</sup>	9 <sup>a</sup>	56 <sup>c</sup>	14 <sup>a</sup>
K <sub>6</sub> N <sub>1</sub>	62.5 ± 5 <sup>e</sup>	680 ± 115 <sup>e</sup>	10 <sup>d</sup>	8 <sup>b</sup>	52 <sup>e</sup>	8 <sup>d</sup>
K <sub>6</sub> N <sub>2</sub>	86.25 ± 9 <sup>c</sup>	907.5 ± 123 <sup>c</sup>	12 <sup>b</sup>	8 <sup>b</sup>	54 <sup>d</sup>	11 <sup>c</sup>
K <sub>6</sub> N <sub>3</sub>	115 ± 16 <sup>a</sup>	1,360 ± 255 <sup>a</sup>	13 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	58 <sup>a</sup>	14 <sup>a</sup>
K <sub>2</sub>	80.6 ± 7 <sup>d</sup>	849 ± 125 <sup>d</sup>	8 <sup>e</sup>	7 <sup>c</sup>	52 <sup>e</sup>	10 <sup>c</sup>
K <sub>4</sub>	86.2 ± 9 <sup>c</sup>	935 ± 142 <sup>c</sup>	10 <sup>d</sup>	8 <sup>b</sup>	53 <sup>d</sup>	11 <sup>c</sup>
K <sub>6</sub>	87.92 ± 10 <sup>c</sup>	982.5 ± 159 <sup>c</sup>	12 <sup>b</sup>	8 <sup>b</sup>	54 <sup>d</sup>	11 <sup>c</sup>
N <sub>1</sub>	60.5 ± 4 <sup>e</sup>	626.67 ± 78 <sup>e</sup>	8 <sup>e</sup>	7 <sup>c</sup>	51 <sup>f</sup>	8 <sup>d</sup>
N <sub>2</sub>	82.6 ± 9 <sup>b</sup>	886.5 ± 165 <sup>d</sup>	11 <sup>c</sup>	8 <sup>b</sup>	53 <sup>d</sup>	10 <sup>c</sup>
N <sub>3</sub>	112 ± 12 <sup>a</sup>	1253 ± 222 <sup>b</sup>	11 <sup>c</sup>	8 <sup>b</sup>	56 <sup>b</sup>	14 <sup>a</sup>

larutan nutrien berbanding dengan rawatan lain (*Jadual 2*). Semua tanaman yang diberi pengairan dengan enam kali kekerapan sehari menghasilkan ketinggian tanaman yang lebih tinggi, berat basah batang serta daun yang lebih berat dan bilangan batang yang banyak, diikuti oleh medium yang diairi dengan 4 dan 2 kali kekerapan sehari. Begitu juga, aplikasi 1,200 mL larutan nutrien sehari memberikan tinggi, berat basah batang serta daun dan bilangan batang yang tinggi. Aplikasi rawatan K<sub>6</sub>N<sub>3</sub> memberikan ketersediaan air yang lebih baik pada zon akar untuk tanaman halia sekali gus memberikan tumbesaran yang baik. Tanaman halia mencapai tahap tumbesaran tertinggi dalam rawatan K<sub>6</sub>N<sub>3</sub> tetapi yang terendah dalam rawatan K<sub>2</sub>N<sub>1</sub>. Gabungan kekerapan pengairan sebanyak enam kali sehari dan 1,200 mL larutan nutrien adalah parameter terbaik untuk menanam halia dalam sistem kultur tanpa tanah. Secara keseluruhan, sekatan pengairan pada tanaman menurunkan tahap fotosintesis dan konduktansi stomata sekali gus mempengaruhi tumbesaran vegetatif tanaman halia. Kajian lain menunjukkan bahawa sekatan pengairan turut mengurangkan tumbesaran vegetatif tanaman buah delima, zaitun dan ceri. Tumbesaran vegetatif tanaman yang lebih rendah mengakibatkan penurunan hasil tanaman.

### Hasil rizom halia

*Jadual 3* menunjukkan interaksi kekerapan pengairan dan jumlah larutan nutrien terhadap hasil rizom dan nisbah berat rizom kepada batang setelah sembilan bulan tempoh penanaman.

Jadual 3. Pengaruh kekerapan pengairan dan jumlah larutan nutrien pada hasil rizom dan parameter nisbah berat rizom kepada batang

Kekerapan pengairan	Hasil rizom(g)	Nisbah berat rizom kepada pucuk
K <sub>2</sub> N <sub>1</sub>	632 ± 11k	1.13n
K <sub>2</sub> N <sub>2</sub>	1,510 ± 39g	1.74i
K <sub>2</sub> N <sub>3</sub>	3,800 ± 75c	3.39c
K <sub>4</sub> N <sub>1</sub>	870 ± 24j	1.36k
K <sub>4</sub> N <sub>2</sub>	1,240 ± 30h	1.40j
K <sub>4</sub> N <sub>3</sub>	4,820 ± 87b	3.77b
K <sub>6</sub> N <sub>1</sub>	910 ± 28i	1.34l
K <sub>6</sub> N <sub>2</sub>	2,290 ± 50e	2.52e
K <sub>6</sub> N <sub>3</sub>	5,560 ± 98a	4.09a
K <sub>2</sub>	1,980 ± 48f	2.33g
K <sub>4</sub>	2,310 ± 55e	2.47f
K <sub>6</sub>	2,920 ± 65d	2.97d
N <sub>1</sub>	804 ± 18j	1.28m
N <sub>2</sub>	1,680 ± 41g	1.90h
N <sub>3</sub>	4,726 ± 82b	3.77b

Terdapat perbezaan yang signifikan antara setiap rawatan dari segi hasil rizom setelah sembilan bulan tempoh penanaman. Tanaman halia daripada rawatan K<sub>6</sub>N<sub>3</sub> menghasilkan hasil rizom tertinggi berbanding dengan rawatan lain. Manakala rawatan K<sub>2</sub>N<sub>1</sub> menghasilkan hasil rizom terendah. Kekerapan pengairan sebanyak 4 – 6 kali sehari berjaya memberikan hasil rizom melebihi 1 kg dengan syarat jumlah larutan nutrien yang dibekalkan ialah 600 – 1,200 mL sehari. Penggunaan kekerapan pengairan pada kadar enam kali sehari menghasilkan hasil rizom yang lebih tinggi tanpa mengira jumlah larutan nutrien. Hasil yang sama juga diperhatikan pada tanaman tomato ceri yang menghasilkan hasil yang lebih tinggi, jumlah dan berat buah dengan penggunaan 1,500 mL air sehari.

Secara keseluruhan, kekerapan pengairan yang tinggi adalah lebih efisien untuk tumbesaran dan hasil rizom halia tanpa mengira faktor tahap larutan nutrien, dengan 4 – 6 kali sehari mempunyai kesan yang signifikan terhadap hasil rizom berbanding dengan dua kali sehari. Ini membuktikan bahawa kekerapan pengairan mempunyai pengaruh penting terhadap hasil rizom dalam sistem kultur tanpa tanah. Untuk tanaman yang ditanam di dalam sistem kultur tanpa tanah adalah penting untuk mempertimbangkan kecenderungan kebanyakan sistem akar tumbuh secara gravitropis untuk membentuk lapisan yang padat di bahagian bawah bekas tanaman. Keadaan ini dapat mewujudkan kawasan pertumbuhan kondusif yang meningkatkan pengudaraan pada medium dan mengurangkan pengeringan

permukaan dengan meningkatkan kelembapan yang lebih tinggi di dalam bekas tanaman. Peningkatan kelembapan ini mungkin salah satu sebab tanaman mempunyai hasil rizom yang lebih tinggi. Nisbah berat rizom kepada batang tertinggi diperoleh daripada rawatan  $K_6N_3$ . Nisbah berat rizom kepada batang terendah diperoleh daripada rawatan  $K_2N_1$ . Data eksperimen menunjukkan bahawa tanaman yang diberi pengairan pada kadar dua kali sehari mengurangkan nisbah berat rizom kepada batang secara drastik berbanding dengan pengairan empat dan enam kali sehari.

### **Kesimpulan**

Pemahaman tentang kekerapan pengairan dan jumlah larutan nutrien harian dapat meningkatkan tumbesaran tanaman serta memberi hasil rizom halia yang optimum secara konsisten. Kekerapan pengairan enam kali sehari adalah terbaik untuk memperoleh prestasi tumbesaran tanaman yang optimum dan hasil rizom yang tinggi. Larutan nutrien pada kadar 1,200 mL sehari adalah jumlah kuantiti yang terbaik untuk digunakan pada tanaman halia. Walau bagaimanapun, gabungan enam kali sehari kekerapan pengairan dan 1,200 mL larutan nutrien adalah parameter terbaik untuk menanam halia menggunakan sistem kultur tanpa tanah. Kajian ini menunjukkan bahawa kekerapan pengairan dan jumlah larutan nutrien yang konsisten dalam setiap pengairan mampu memberikan persekitaran yang kondusif untuk pertumbuhan tanaman halia.

### **Bibliografi**

- Intrigliolo, D.S., Nicolas, E., Bonet, L., Ferrer, P., Alarcón, J. J. dan Bartual, J. (2011). Water relations of field grown Pomegranate trees (*Punica granatum*) under different drip irrigation regimes. *Agricultural Water Management* 98: 691 – 696
- Livellara, N., Saavedra, F. dan Salgado, E. (2011). Plant based indicators for irrigation scheduling in young cherry trees. *Agricultural Water Management* 98: 684 – 690
- Pires, R.C M., Furlani, P.R., Ribeiro, R.V., Bodine J., Décio, S., Emílio, L., André L. dan Torre Neto, A. (2011). Irrigation frequency and substrate volume effects in the growth and yield of tomato plants under greenhouse conditions. *Scientia Agricola*, 68(4): 400 – 405
- Rodríguez, D., Reca, J., Martínez, J., López-Luque, R. dan Urrestarazu, M. (2015). Development of a New Control Algorithm for Automatic Irrigation Scheduling in Soilless Culture. *Applied Mathematics & Information Sciences* 9(1): 47 – 56



## **Ringkasan**

Halia atau nama saintifiknya *Zingiber officinale* Roscoe merupakan tanaman yang tergolong dalam keluarga Zingiberaceae. Penanaman halia menggunakan sistem kultur tanpa tanah atau fertigasi semakin mendapat permintaan yang tinggi kalangan usahawan tani. Pertumbuhan tanaman halia terbukti optimum dengan kelembapan dan ketersediaan air yang berterusan ke zon akar tanaman. Pemahaman tentang kekerapan pengairan dan jumlah larutan nutrien harian dapat meningkatkan tumbesaran tanaman serta menghasilkan hasil rizom halia yang optimum secara konsisten. Gabungan enam kali sehari kekerapan pengairan dan 1,200 mL larutan nutrien adalah parameter terbaik untuk menanam halia menggunakan sistem kultur tanpa tanah bagi prestasi tumbesaran dan hasil rizom yang optimum. Kajian ini menunjukkan bahawa kekerapan pengairan dan jumlah larutan nutrien yang konsisten dalam setiap pengairan mampu memberikan persekitaran yang kondusif untuk pertumbuhan tanaman halia.

## **Summary**

Ginger or its scientific name *Zingiber officinale* Roscoe is a plant that belongs to the family Zingiberaceae. Ginger cultivation using soilless culture system or fertigation is increasingly in demand among farmers. Ginger growth is proven to be optimal with constant moisture and air availability to the root zone of the plant. An understanding of irrigation frequency and amount of nutrient solution per day can increase crop growth and produce optimal ginger rhizome yields consistently. The combination of six times per day of irrigation frequencies and 1,200 mL of nutrient solution is the best parameter for planting ginger using a soilless culture system for optimal growth and rhizome yield. This study shows that consistent irrigation frequency and amount of nutrient solution in each irrigation can provide a conducive environment for ginger plants growth.

## **Pengarang**

Yaseer Suhaimi Mohd (Dr.)  
Pusat Penyelidikan Tanaman Industri  
Persiaran MARDI-UPM  
43400 Serdang, Selangor  
E-mel: ysuhaimi@mardi.gov.my