

Penanaman halia hitam menggunakan sistem hidroponik *ebb-flow*

(*Ebb-flow hydroponic system for cultivation of black ginger*)

Yaseer Suhaimi Mohd, Rosalizan Md Saleh, Mirfat Ahmad Hasan Salahuddin, Samsiah Jusoh dan Suhana Safari

Kata kunci: halia hitam, hidroponik, sistem *ebb-flow*, rizom, tanpa tanah

Pengenalan

Sistem penanaman hidroponik *ebb-flow* atau dikenali juga sebagai sistem pasang surut merupakan salah satu kaedah inovatif dalam penanaman tanpa tanah. Ia sesuai untuk pelbagai jenis tanaman seperti sayur-sayuran berdaun, buah-buahan jangka masa singkat, umbisi dan herba, menjadikannya pilihan ideal untuk pertanian bandar dan skala komersial. Halia hitam atau *Kaempferia parviflora* juga dikenali sebagai “black ginger” merupakan tumbuhan herba yang semakin mendapat perhatian kerana khasiat perubatannya yang luar biasa dan tinggi nilai komersial. Berasal daripada keluarga Zingiberaceae, halia hitam ini unik kerana rizomnya yang berwarna ungu gelap hingga hitam, kaya dengan sebatian bioaktif dan minyak pati yang memberikan manfaat antioksidan, antiradang dan antimikrob. Selain digunakan dalam perubatan tradisional, halia hitam juga digunakan dalam industri kecantikan dan kesihatan, menjadikannya tanaman bernilai tinggi untuk dikomersialkan.

Penanaman halia hitam menggunakan sistem hidroponik *ebb-flow* merupakan pendekatan moden dan inovatif yang menggabungkan kelebihan teknologi tanpa tanah dengan potensi tinggi tanaman herba ini. Dengan adanya kawalan persekitaran, sistem ini dapat meminimumkan serangan penyakit dan meningkatkan efisiensi penggunaan air serta nutrien. Penanaman secara hidroponik memungkinkan penghasilan halia hitam dalam skala komersial dengan ruang terhad, menjadikannya pilihan berpotensi untuk memenuhi permintaan pasaran terhadap produk bernilai tinggi ini. Sistem hidroponik *ebb-flow* ini boleh dijadikan kaedah alternatif dalam meningkatkan hasil rizom dan menghasilkan sebatian fitokimia dengan konsisten.

Sistem penanaman hidroponik *ebb-flow*

Sistem hidroponik *ebb-flow* merupakan salah satu cabang disiplin penanaman secara hidroponik. Teknologi *ebb-flow* ini telah diaplikasi untuk tanaman bunga, sayuran berdaun dan buah-buahan. Sistem ini berfungsi dengan mengalirkan larutan nutrien daripada tangki air ke kawasan akar tanaman secara berkala, diikuti dengan proses penyaliran semula ke tangki yang memastikan akar mendapat pengudaraan yang mencukupi. Dalam sistem ini, air baja dikitar semula dan digunakan berulang kali sekali gus memberikan penjimatan penggunaan air. Dengan kelebihan penggunaan air dan nutrien lebih cekap, sistem hidroponik *ebb-flow* memberikan peluang kepada petani untuk

meningkatkan produktiviti sambil mengurangkan kesan alam sekitar. Kebiasaannya, sistem hidroponik *ebb-flow* memerlukan modal tinggi untuk dibangunkan. Justeru, tanaman bernilai tinggi dipilih sekiranya, pengusaha ingin mengaplikasikan sistem ini. Inovasi penyelidikan MARDI telah berjaya membangunkan sistem hidroponik *ebb-flow* berkos rendah untuk pengeluaran tanaman halia hitam berhasil tinggi dengan kandungan fitokimia yang konsisten (*Gambar 1*).



Gambar 1. Sistem hidroponik ebb-flow penanaman kunyit hitam berkos rendah

Beberapa kelebihan penanaman halia hitam secara *ebb-flow* ini dapat diuraikan seperti berikut:

Meningkatkan hasil tanaman

Pengeluaran halia hitam menggunakan sistem hidroponik *ebb-flow* dapat meningkatkan kepadatan tanaman sehingga 12 pokok/m² berbanding dengan penanaman konvensional 8 pokok/m² dan sistem fertigasi 6 pokok/m².

Meningkatkan pengeluaran rizom

Peningkatan kepadatan tanaman dapat meningkatkan pengeluaran rizom sehingga 6.6 kg/m² berbanding dengan sistem konvensional 1 kg/m² dan sistem fertigasi 3.3 kg/m².

Penjimatan sumber air bersih

Sistem hidroponik *ebb-flow* dapat merawat dan mengitar larutan baja untuk dialirkan semula kepada tanaman yang dapat menjimatkan penggunaan air. Sistem fertigasi dengan kapasiti 1,000 polibeg halia hitam memerlukan 2,700 L setiap 14 hari. Manakala sistem hidroponik menggunakan 2,700 L setiap 60 hari.

Pengurangan kos pengeluaran

Analisis ekonomi menunjukkan purata kos pengeluaran halia hitam menggunakan sistem hidroponik ialah RM24.50/kg dengan pulangan modal dalam tempoh 2.23 tahun berbanding dengan RM38.53/kg dan tempoh pulangan modal selama 3.45 bagi kaedah konvensional (1 ekar). Secara keseluruhannya, kelebihan teknologi ini adalah dapat

meningkatkan hasil pengeluaran, meningkatkan kepadatan tanaman, penjimatan sumber air bersih, mengurangkan kos pengeluaran dan memenuhi permintaan pasaran untuk sumber bahan mentah halia hitam. Di samping itu, teknologi berpotensi untuk membuka peluang pengeluaran berskala besar dan berterusan seterusnya memberikan manfaat yang signifikan kepada pengusaha dan industri herba secara keseluruhan.

Struktur pelindung hujan (SPH)

Penanaman halia hitam secara hidroponik *ebb-flow* boleh dilaksanakan di bawah struktur pelindung hujan (SPH) dengan atau tanpa jaring kalis serangga. Struktur ini direka untuk mengurangkan risiko kerosakan tanaman daripada hujan berlebihan yang mengakibatkan kerosakan fizikal dan serangan penyakit seperti reput batang *Fusarium*, sekali gus mengurangkan penggunaan racun kulat. Penanaman di bawah SPH sudah dipraktikkan terutama bagi komoditi sayur-sayuran dan bunga-bunga. Bumbung SPH mestilah diperbuat daripada bahan lut sinar telus cahaya yang mempunyai keupayaan menapis sinaran ultraungu (UV) dengan jangka hayat sehingga lima tahun. Bumbung plastik perlu dicuci sekurang-kurangnya dua kali setahun supaya tanaman mendapat cahaya matahari yang mencukupi untuk tumbesaran yang baik. Anggaran kos pembinaan seunit SPH berdimensi 30 m × 6 m × 2.4 m berkerangka besi bergalvani adalah sekitar RM18,700, manakala kos pembinaan SPH berkerangka kayu dianggarkan kurang 40% daripada kos SPH berkerangka besi bergalvani.

Medium tanaman

Medium tanaman yang disyorkan untuk penanaman halia hitam adalah campuran 50% habuk sabut kelapa dan 50% sekam padi bakar. Melalui kajian MARDI, penggunaan medium campuran tersebut sebagai medium tanaman memberikan tumbesaran dan hasil halia hitam yang tinggi selain mudah diperolehi dan lebih mesra alam. Medium perlu dimasukkan ke dalam polibeg bersaiz 16" × 16" dan lubang lebih air ditebuk pada aras ketinggian 5 cm dari dasar polibeg. Polibeg kemudiannya dimasukkan ke dalam bekas yang mengandungi larutan nutrien untuk tanaman.

Penyediaan bahan tanaman dan penanaman

Rizom halia hitam matang berusia lapan bulan ke atas digunakan sebagai rizom benih. Rizom halia hitam dipotong menjadi rizom benih dengan berat 30 g setiap satu. Rizom benih dirawat menggunakan larutan kuprum (Cu) pada kadar 2 mL/L air dan kemudian dituskan. Rizom benih kemudiannya direndam dengan larutan hormon 6-Benzyl-amino-purine (BAP) pada kepekatan 5 mg/L bagi menggalakkan percambahan tunas dan disimpan pada suhu bilik 25 – 28 °C selama 14 hari. Penggunaan 5 mg/L hormon BAP dapat meningkatkan peratusan percambahan rizom benih sehingga 31%. Manakala larutan Cu pula dapat mencegah pembiakan bakteria pada bahan tanaman. Selepas 14 hari, 2 – 3 tunas dapat diperhatikan pada

rizom benih dan sedia untuk ditanam. Sebelum menanam, medium tanaman di dalam polibeg perlu dibilas dengan air bersih sehingga air yang keluar daripada lubang lebih air di polibeg menjadi jernih.

Penyediaan baja dan pembajaan

Tumbuhan memerlukan 16 unsur nutrien untuk tumbesaran sempurna yang dibahagikan kepada unsur makro iaitu unsur diperlukan dengan kuantiti banyak dan unsur mikro iaitu unsur diperlukan dalam kuantiti sedikit. Unsur makro termasuklah karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), 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), kuprum (Cu) dan molibdenum (Mo). Kepekatan unsur-unsur ini di dalam tumbuhan berbeza antara satu dengan lain, tetapi secara amnya unsur H, C dan O lebih tinggi daripada unsur N, P, K, Ca, Mg dan S. Unsur-unsur mikro tersangat kecil timbangannya, tetapi diperlukan dan sangat penting bagi tumbesaran dan kesuburan tanaman.

Baja hidroponik tanaman halia hitam terbahagi kepada dua bahagian iaitu stok A dan B. Formulasi baja halia hitam merangkumi kesemua unsur nutrien lengkap diperlukan oleh tanaman. Baja ditimbang berasingan dilarutkan di dalam air bersih satu persatu. Komponen baja kemudiannya dijadikan stok baja (pati baja) bahagian A dan bahagian B di dalam 100 L air secara berasingan. Larutan stok disyorkan supaya sentiasa tersedia dan sedia untuk dicairkan ke dalam tangki larutan baja apabila diperlukan. Tanaman halia hitam memerlukan larutan nutrien dengan kepekatan tertentu di beberapa peringkat tumbesaran. Kepekatan larutan nutrien diukur menggunakan alat pengukur konduktiviti elektrik (EC). Penentuan EC mesti dilakukan setiap kali bancuhan dibuat atau apabila pertukaran EC perlu dilakukan sekurang-kurangnya sekali seminggu.

Konduktiviti elektrik (EC) yang disyorkan bagi tanaman halia hitam ialah 1,800 – 2,400 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Selepas selesai kerja-kerja menanam rizom benih, air tanpa baja dipam masuk ke dalam bekas tanaman hidroponik sekali sehari selama tiga hari bagi menggalakkan proses pertumbuhan akar pada rizom benih. Selepas rizom benih berakar atau pada hari keempat, pokok halia hitam diberikan larutan baja dengan kepekatan 1,800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sehingga berusia tiga minggu. Selepas tiga minggu, kepekatan baja dinaikkan menjadi 2,000 – 2,400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sehingga tamat musim penanaman (*Gambar 2*). Selain itu, faktor penting dalam pengeluaran tanaman adalah aras keasidan (pH) larutan nutrien dan medium tanaman. Bagi tanaman halia hitam secara hidroponik *ebb-flow*, pH medium dan larutan nutrien disyorkan sama seperti tanaman lain (cili, tomato, keledak atau halia) iaitu 5.5 – 6.5. Nilai pH ditentukan menggunakan alat pengukur pH atau kertas litmus.



Gambar 2. Tanaman kunyit hitam secara hidroponik ebb-flow

Penuaian

Hasil rizom halia hitam boleh dituai bermula sekitar 240 hari atau lapan bulan selepas ditanam di dalam polibeg (*Gambar 3*). Hasil rizom yang boleh dicapai oleh pengusaha ialah 0.5 kg/pokok apabila menggunakan hidroponik *ebb-flow* berbanding dengan penanaman secara konvensional dengan hasil rizom sekitar 0.125 kg/pokok. Teknologi penanaman halia hitam secara hidroponik *ebb-flow* terbukti dapat meningkatkan hasil rizom halia hitam sehingga empat kali ganda berbanding dengan penanaman secara konvensional. Prestasi ini haruslah dicapai bagi memastikan pengusaha mendapat keuntungan pelaburan dalam masa singkat. Walau bagaimanapun, hasil melebihi prestasi minimum ini boleh diperoleh dengan pengurusan tanaman yang betul dan cekap.



Gambar 3. Hasil rizom kunyit hitam berusia 8 bulan ditanam secara hidroponik ebb-flow

Pengurusan sisa tanaman

Sisa tanaman selepas tuaian termasuk batang, daun dan akar dicabut keluar daripada polibeg dan dimusnahkan. Kawasan penanaman pula perlu dibersihkan dan direhatkan dengan mengosongkan kawasan tanpa sebarang aktiviti penanaman selama dua minggu sebelum aktiviti penyemaian penanaman baharu dilakukan. Proses merehatkan kawasan dapat mengelakkan plot penanaman daripada menjadi perumah kepada patogen penyakit dan perosak.

Pengurusan serangga perosak dan penyakit

Penanaman halia hitam secara hidroponik *ebb-flow* mempunyai risiko kerosakan akibat serangan serangga perosak dan penyakit. Antara serangga perosak utama tanaman halia hitam ialah ulat penggulung daun (*Erionata thrax*), *asian magpie moth* (*Nyctemera baulus*), *stinging slug caterpillar* (famili Limacodidae) dan *garden snail* (*Helix aspersa*). Selain itu, tanaman halia hitam boleh dijangkiti penyakit reput lembik bakteria (*Erwinia* spp.), *Alternaria leaf blight* dan bintik daun *Curvularia*. Kebiasaannya, serangan perosak dan penyakit dikawal menggunakan kaedah kultur, fizikal dan biologi. Walau bagaimanapun, kawalan serangga perosak dan penyakit dilakukan secara bersepadu menggunakan racun mesra alam. Kaedah yang betul dapat mengurangkan kadar infestasi perosak dan jangkitan penyakit. Serangga perosak boleh dikawal melalui semburan racun serangga atau menggunakan *Bacillus thuringiensis* yang terbukti berkesan dalam mengawal ulat penggulung daun. Amalan kultur dan fizikal yang baik seperti pembersihan kawasan penanaman daripada sisa-sisa tanaman terkena serangan reput lembik bakteria dan bintik daun *Curvularia* dapat mengurangkan risiko jangkitan di ladang bagi meningkatkan hasil rizom halia hitam. Pengusaha tanaman halia hitam perlu sentiasa menjaga tanaman daripada serangan serangga perosak dan jangkitan penyakit. Sebaiknya pengusaha harus berupaya mengenal pasti serangga perosak dan jenis penyakit halia hitam agar tindakan pencegahan dan kawalan dapat dilakukan dengan segera. Selain itu, penggunaan bahan tanaman yang sihat dan bebas penyakit juga memainkan peranan penting dalam mengurangkan risiko kerosakan halia hitam semasa peringkat penanaman.

Kandungan sebatian fitokimia

Rizom halia hitam mengandungi pelbagai khasiat yang datangnya daripada sebatian fitokimia. Sebatian fitokimia utama dalam rizom halia hitam adalah fenolik dan flavonoid dengan 4,5,7-trimethoxyflavone merupakan sebatian tertinggi. Hasil kajian MARDI menunjukkan kandungan fitokimia ini menyumbang kepada aktiviti antioksidan halia hitam. Sebatian fitokimia ini memberikan halia hitam ciri-ciri perubatan seperti antioksidan, antiradang dan antimikrob. Penanaman halia hitam di dalam sistem hidroponik *ebb-flow* memberikan hasil tinggi dan kandungan sebatian fitokimia konsisten. *Jadual 1* menunjukkan perbandingan kandungan sebatian fitokimia dalam rizom antara sistem hidroponik *ebb-flow* dan konvensional tanah.

Kesimpulan

Penanaman halia hitam secara hidroponik *ebb-flow* terbukti sebagai pendekatan kaedah moden dan efisien untuk meningkatkan hasil tanaman, mengoptimumkan penggunaan air, serta mengurangkan kos pengeluaran. Dengan kawalan nutrien dan persekitaran yang lebih baik, sistem ini membolehkan pertumbuhan rizom yang lebih berkualiti serta kandungan fitokimia yang lebih tinggi berbanding dengan kaedah konvensional. Dari segi ekonomi, hidroponik *ebb-flow* menawarkan kos pengeluaran yang lebih rendah dan pulangan modal lebih cepat berbanding dengan kaedah konvensional. Dengan hasil rizom yang lebih tinggi (0.5 kg/pokok berbanding dengan 0.125 kg/pokok dalam kaedah konvensional), kaedah ini sesuai untuk pengeluaran berskala komersial. Tambahan pula, kandungan sebatian fitokimia yang konsisten dalam halia hitam yang ditanam menggunakan sistem ini menjadikannya pilihan terbaik bagi industri perubatan dan kesihatan. Oleh itu, teknologi hidroponik *ebb-flow* berpotensi besar untuk meningkatkan produktiviti, mengekalkan kualiti tanaman serta menyokong pertanian lestari dan berdaya saing di pasaran global.

Penghargaan

Penghargaan dan terima kasih kepada Pusat Penyelidikan Tanaman Industri serta kepada mereka yang terlibat secara langsung dan tidak langsung dalam penyelidikan dan penghasilan artikel Buletin Teknologi MARDI ini. Penulis ingin menyampaikan penghargaan kepada MARDI atas peruntukan projek aplikasi pertanian moden secara aeroponik dan hidroponik untuk meningkatkan produktiviti dan kualiti tanaman kontan (K-ICA56) yang telah disalurkan.

Bibliografi

- De Rijck, G., & Schrevens, E. (1998). Distribution of nutrient and water in rockwool slabs. *Scientia Horticulturae*, 72, 277–285.
- Verdonck, O., Penninck, R., & De Boodt, M. (1983). The physical properties of horticultural substrates. *Acta Horticulturae*, 150, 155–160.
- Whipps, J. M. (1992). Status of biological disease control in horticulture. *Biocontrol Science and Technology*, 2, 3–24.
- Yaseer Suhaimi, M., Mohamad, A. M., & Mahamud, S. (2009). Planting containerized ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) using fertigation. Proceeding of 20th Malaysian Society of Plant Physiology Conference. 24 – 26 Julai 2009, Port Dickson, m.s. 10 – 11. Malaysian Society of Plant Physiology (MSPP).
- Yaseer Suhaimi, M., Mohamad, A. M., & Omar, T. (2013). Teknologi penanaman cili padi secara fertigasi berasaskan tanah. *Buletin Teknologi MARDI*, Bil. 4, 23–27.
- Yaseer Suhaimi, M. (2020). Penanaman timun secara fertigasi berasaskan tanah. *Buletin Teknologi MARDI*, Bil. 18, 99–104.
- Yaseer Suhaimi, M. (2020). Penanaman pisang secara fertigasi berasaskan tanah. *Buletin Teknologi MARDI*, Bil. 18, 77–82.

Ringkasan

Sistem hidroponik *ebb-flow* merupakan kaedah inovatif dalam pertanian tanpa tanah yang sesuai untuk pelbagai tanaman termasuk halia hitam (*Kaempferia parviflora*). Halia hitam semakin mendapat perhatian kerana khasiat perubatannya serta nilai komersial yang tinggi. Kaedah hidroponik *ebb-flow* membolehkan kawalan persekitaran yang lebih baik, meningkatkan hasil tanaman serta mengoptimumkan penggunaan air dan nutrien. Sistem ini meningkatkan kepadatan tanaman hingga 12 pokok/m² serta mampu menghasilkan rizom 6.6 kg/m² berbanding dengan 1 kg/m² dalam sistem konvensional. Penggunaan kaedah ini membolehkan tanaman dituai selepas 240 hari dengan pengeluaran hasil empat kali ganda lebih tinggi (0.5 kg/pokok) berbanding dengan konvensional (0.125 kg/pokok). Dari segi ekonomi, kos pengeluaran halia hitam melalui hidroponik ialah RM24.50/kg dengan tempoh pulangan modal 2.23 tahun, lebih baik berbanding dengan RM38.53/kg dalam sistem konvensional.

Summary

The *ebb-flow* hydroponic system is an innovative soilless farming method suitable for various crops including black ginger (*Kaempferia parviflora*). Black ginger is gaining attention due to its medicinal properties and high commercial value. The *ebb-flow* hydroponic method allows for better environmental control, increases crop yield and optimizes water and nutrient usage. This system increases plant density up to 12 plants/m² and able to produce 6.6 kg of rhizomes per m² compared to 1 kg/m² in conventional systems. Utilisation of this method allows crops to be harvested after 240 days with a yield four times higher (0.5 kg/plant) than the conventional method (0.125 kg/plant). Economically, the production cost of black ginger through hydroponics is RM24.50/kg, with a return on investment (ROI) period of 2.23 years, which is more favorable compared to RM38.53/kg in conventional systems.

Pengarang

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

Rosalizan Md Saleh (Dr.), Mirfat Ahmad Hasan Salahuddin (Dr.) dan Samsiah Jusoh (Dr.)
Pusat Penyelidikan Tanaman Industri, Ibu Pejabat MARDI
Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

Suhana Safari
Pusat Penyelidikan Sosio Ekonomi, Risiko Pasaran dan Agribisnes
Ibu Pejabat MARDI, Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor