



Catatan Penelitian: Membuat Campuran Media Pot yang Optimum bagi Petani dengan Sumber Daya Terbatas

Oleh Hannah Gray, Kalamazoo College &
Abram J. Bicksler, ECHO Asia Impact Center

[Catatan Editor: Untuk kepentingan Catatan ECHO Asia/ECHO Asia Note maka artikel ini telah dipadatkan dan dipersingkat. Jika Anda tertarik untuk memperoleh versi lebih lengkap dari penelitian ini, silahkan hubungi rgarofano@echonet.org. Hannah Gray adalah mahasiswa relawan dari Kalamazoo College yang melakukan Senior Independent Project di ECHO Asia Seed Bank dari Juni-Agustus 2012. Catatan ECHO Asia ini merupakan puncak penelitiannya tentang campuran media pot yang akan digunakan di ECHO Asia Seed Bank. Brock Mashburn, yang sekarang menjadi tenaga magang di ECHO Asia Intern, akan melanjutkan karya Hannah dalam upaya untuk memperbaiki hasil dan menarik berbagai kesimpulan yang bermanfaat.]

Pendahuluan

Di lingkungan tropis, menumbuhkan bibit tanaman bisa menjadi tugas yang sulit. Salah satu faktor utama yang perlu diperhatikan dalam kegiatan pembibitan adalah genangan air (Zhu, 2007). Selama musim hujan, tanah yang terlalu jenuh air bisa dengan mudah membuat sistem perakaran bibit mati lemas karena asupan oksigen dan mineral penting lainnya menjadi terbatas (Forcella, 2000). Bibit di tempat pembibitan yang ditanam dalam media pot bertanah padat lebih rentan terhadap efek negatif dari genangan air. Kebiasaan menggabungkan bahan-bahan semacam *perlite* dan *vermiculite* ke dalam campuran media pot memang dapat membantu mengatasi pemadatan tanah dan melancarkan drainase. Namun, harga *perlite* maupun *vermiculite* bisa sangat mahal bagi petani, terutama petani dengan sumber daya terbatas, seperti orang-orang yang menjadi fokus kerja Anda.

Sejak beberapa tahun terakhir, penelitian di bidang pembibitan telah difokuskan pada cara menemukan bahan campuran alternatif media pot yang menjamin keberhasilan, berkesinambungan, dan hemat-biaya. Berbagai usaha mencari alternatif ini sering dilakukan dengan memanfaatkan produk-produk limbah industri lainnya seperti: serutan kayu, kompos perkotaan, sekam padi, dan sabut kelapa (Arenas, 2002; Meerow 1994; Ahmad dkk., 2012). Sekam padi dan sabut kelapa yang berlimpah di Asia berpotensi untuk secara efektif menekan risiko genangan air pada saat dipakai sebagai pengganti bahan yang mahal seperti *perlite* atau *vermiculite*. Bahan sabut memiliki kapasitas tinggi untuk menahan air dalam serat-seratnya dan membentuk drainase yang baik melalui ruang berpori yang diciptakannya dalam substrat. Sekam padi juga merupakan hasil sampingan yang berlimpah dari industri penggilingan padi dan mudah diperoleh di lingkungan tropis. Sama seperti sabut, sekam padi juga menciptakan ruang berpori di dalam campuran media. Ruang berpori ini dibutuhkan untuk menciptakan drainase yang baik dan kemampuan ini tidak cepat menurun meskipun dalam jangka waktu lama.

Kedua bahan ini memberikan alternatif hemat-biaya sebagai pengganti gambut dalam campuran media pot untuk pembibitan.

Tujuan penelitian ini adalah meneliti campuran yang optimal untuk media pot, memanfaatkan bahan murah yang tersedia di Thailand Utara dan di lingkungan serupa di kawasan Asia. Untuk mengukur keberhasilan campuran media pot, kesehatan tanaman dan pertumbuhannya maka dilakukan evaluasi data lapang dengan mengukur klorosis/nekrosis, panjang kecambah, dan biomassa. Tindakan ini didukung dengan data laboratorium yang mengukur kesehatan dan kekuatan bibit melalui berbagai uji perkecambahan. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan apakah campuran media yang terbuat dari bahan-bahan lokal dapat menghasilkan tanaman dengan kualitas setara, atau bahkan lebih baik dibandingkan campuran media komersial.

Rancangan Percobaan

Kami menguji tujuh campuran media pot dari bahan-bahan yang diuji dengan menggunakan empat varietas benih: 'Chiang Dao' kacang lablab (*Lablab purpurpeus*), kelor (*Moringa oleifera*), labu (*Cucurbita moschata*), dan tomat (*Solanum lycopersicum*). Spesies benih ini dipilih karena nilai pentingnya bagi para petani dalam jejaring ECHO, serta untuk memberikan variasi.

Staf bank benih dan para penasihat ECHO Asia menetapkan bahan-bahan yang dijadikan campuran media pot dan rasionya berdasarkan pengalaman mereka terdahulu, ketersediaan bahan tersebut bagi petani, dan potensinya untuk menjadi campuran alternatif media komersial yang baik (Tabel 1). Keandalan campuran media pot diukur dengan mengevaluasi munculnya bibit, perkecambahan, dan persentase klorosis/nekrosis (perkiraan jumlah bibit yang menguning atau menjadi coklat pada skala 0 [tidak ada] sampai 100 [lengkap]) selama periode pertumbuhan 36 hari. Untuk melengkapi data perkecambahan yang didapat dari uji campuran media pot tersebut, dilakukan percobaan perkecambahan (di laboratorium) dengan delapan kali ulangan untuk masing-masing dari empat varietas di atas, dalam jangka waktu 20 hari. Dengan demikian akan terbentuk data dasar kekuatan benih berdasarkan perkecambahannya untuk dibandingkan dengan hasil kemunculan kecambah yang berasal dari campuran media pot.

Tabel 1. Campuran media pot dan rasio bahan yang digunakan dalam percobaan.

Nama	Bahan	Rasio
Komersial	Campuran Media Pot Komersial ¹ – kompos yang diinokulasi dengan jamur	1
UHDP	tanah, kompos ² , pupuk kandang ³	5:1:1
Marcia	sekam padi, cabikan sabut kelapa, kompos	1:1:1
Marcia Dimodifikasi	sekam padi, cabikan sabut kelapa	1:1
Berat	sekam padi, tanah, kompos	1:1:1
Ringan	sekam padi, potongan sabut kelapa, cabikan sabut kelapa	1:1:1
Arang-bio	Sekam padi hangus ⁴ , sekam padi, cabikan sabut kelapa	1:1:1

¹Staf ECHO Asia membeli campuran media pot komersial *Excellence Soil Brand Dr. Pornchai*, tanah liat berwarna gelap yang dalam pembuatannya ditambah dengan kultur jamur *Trichoderma* dan polisakarida chitosan, yang bertindak sebagai perlindungan biopestisida untuk benih dari Kamtieng Plant Market di Chiang Mai.

² Kompos, terbuat dari bahan pertanian yang umum tersedia seperti materi vegetatif, tanah, dan pupuk kandang, padat nutrisi dan dapat dibuat langsung di tempat (Menalled, 2005).

³ Pupuk kandang didapat dari kotoran sapi yang digembalakan bebas.

⁴ Sekam padi hangus berpotensi meningkatkan produktivitas tanaman serupa dengan yang telah dibuktikan oleh *arang-bio* berbahan dasar kayu (Graber, 2010). Namun, setelah penelitian lebih lanjut, kami menyadari bahwa sekam padi hangus tidak bisa secara resmi diperlakukan sebagai *arang-bio*, karena tidak dicampur dengan kompos dan tidak dibiarkan menua terpapar cuaca selama beberapa bulan (Lihat ECHO Asia Note # 9 Biochar: *An Organic House for Soil Microbes*. Tersedia di: <http://goo.gl/cP9C4L>).

Hasil Penelitian

1. Kecambah

Secara keseluruhan, tidak ada efek signifikan dari spesies, campuran media pot, atau interaksi antara spesies dan campuran media pot pada tingkat perkecambahan. Namun, angka tengah jumlah hari yang diperlukan sehingga tercapai 50% kecambah, secara signifikan bervariasi berdasarkan spesies.

2. Pertumbuhan Bibit

Pentingnya spesies tanaman, jenis campuran media pot, dan interaksi gabungan antara keduanya pada panjang kecambah berubah secara nyata selama proses pertumbuhan bibit (Gambar 1). Pada 10 dan 20 hari setelah tanam, tidak ada interaksi signifikan antara jenis campuran media pot dengan spesies tanaman. Pada 30 hari setelah tanam, spesies dan perlakuan pada campuran media pot (sebagai faktor-faktor independen) terus memberikan efek signifikan pada panjang bibit, dan efek interaksi antara keduanya menjadi cukup signifikan. Pada 30 hari pertumbuhan, perbedaan di antara jenis campuran media pot terlihat lebih jelas.

Campuran media pot komersial dan UHDP menunjukkan panjang bibit yang terbesar. Interaksi antara spesies dan jenis campuran media pot terlihat signifikan pada 30 hari, masing-masing spesies tanaman menunjukkan respon yang unik terhadap jenis campuran media pot. Hal ini berbeda dengan tanggapan yang bersifat umum terhadap campuran media pot pada interval-interval waktu sebelumnya.



(Dari atas ke bawah) **Gambar 1.** Bibit. **Gambar 2.** Mengukur pertumbuhan bibit. **Gambar 3.** Mengevaluasi klorosis/nekrosis

Campuran media komersial dan UHDP adalah dua dari campuran media yang menduduki peringkat teratas untuk masing-masing spesies tanaman, namun tingkat keunggulan campuran media yang satu terhadap campuran media lainnya bervariasi, bergantung pada spesies tanamannya. Untuk bibit kacang lablab, campuran UHDP yang menghasilkan bibit yang jauh lebih panjang dibandingkan dengan semua campuran lainnya. Panjang bibit kelor hanya terlihat lebih signifikan di dalam campuran media UHDP bila dibandingkan dengan bibit kelor yang ditumbuhkan dalam campuran media yang berat. Panjang bibit labu yang tumbuh dalam campuran media komersial tidak signifikan dibandingkan dengan bibit yang ditanam di semua campuran lainnya. Bibit labu yang ditumbuhkan di campuran media UHDP, hanya lebih panjang secara signifikan jika dibandingkan dengan bibit labu yang tumbuh di media arang-bio dan campuran-campuran berat. Bibit tomat yang ditanam di campuran UHDP dan campuran komersial sama-sama tumbuh baik dan secara signifikan lebih baik dibandingkan semua campuran lainnya. Namun, sekedar meneliti panjang kecambah tidak selalu dapat dipakai sebagai indikasi untuk kesehatan tanaman, karena etiolasi (penguluran batang tanaman) sering dapat menjadi tanda adanya penyebab stres lainnya, termasuk kurangnya cahaya.

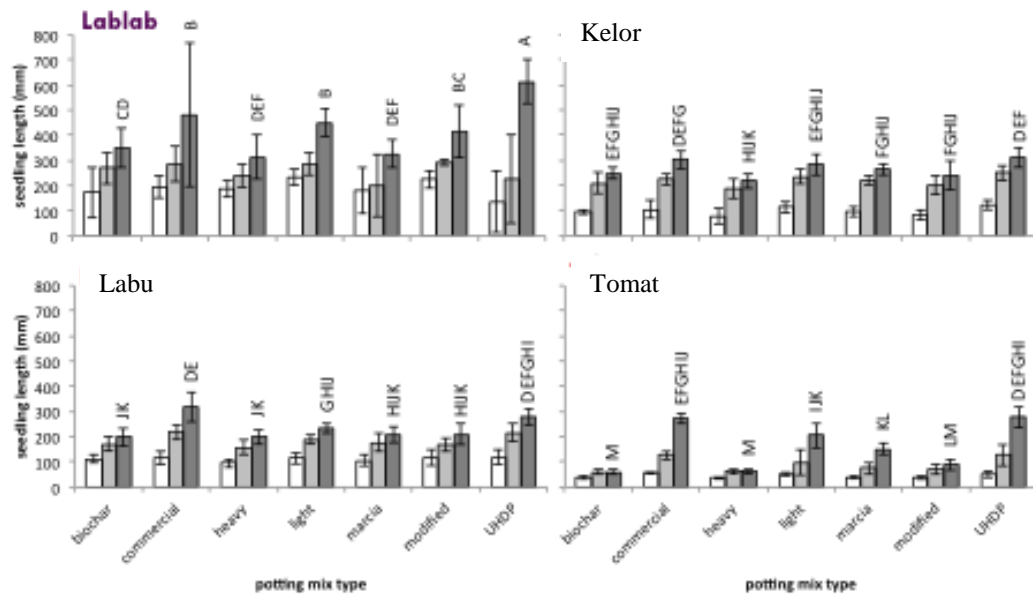
3. Kesehatan Bibit

Setelah hari pertumbuhan ke-36, bibit yang dipanen menunjukkan perbedaan nyata antara spesies dan jenis-jenis campuran media pot. Perbedaan ini ditunjukkan oleh semua variabel dependen: tinggi bibit, nekrosis, klorosis, massa basah, dan massa kering. Selain itu, semua variabel dependen pascapanen menunjukkan adanya interaksi signifikan antara spesies benih dan jenis campuran media pot.

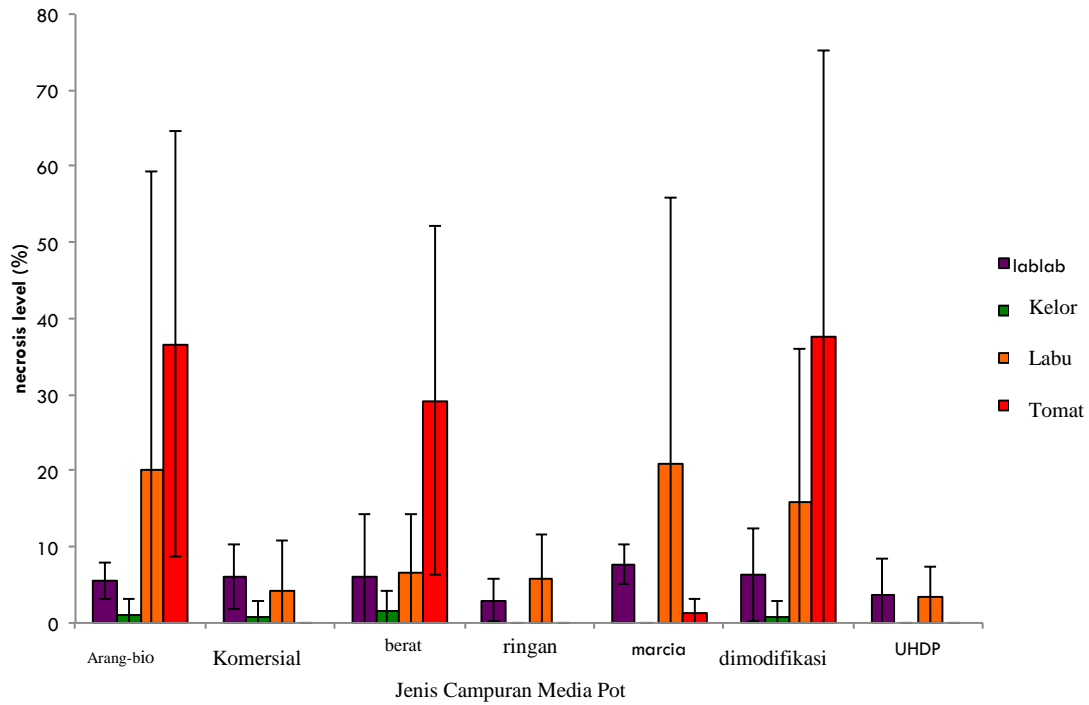
Interaksi antara spesies dan jenis campuran media pot menghasilkan variasi panjang kecambah yang signifikan pada saat panen. Kacang lablab yang tumbuh di dalam campuran UHDP lebih panjang secara signifikan dari semua bibit lain kecuali jika dibandingkan dengan kacang lablab yang tumbuh dalam campuran media komersial. Tomat memiliki kisaran panjang akhir yang sangat beragam. Jenis campuran media pot tunggal juga menghasilkan panjang kecambah yang beragam menurut spesies. Dalam campuran media pot UHDP, nilai tengah bibit kacang lablab secara signifikan lebih panjang dibandingkan tiga spesies lainnya. Tiga spesies yang lain itu memiliki perbedaan panjang yang tidak signifikan antara satu dengan yang lain. Campuran media yang telah dimodifikasi menghasilkan panjang bibit kacang lablab yang masuk dalam kisaran menengah untuk spesiesnya, dan menunjukkan hasil terendah untuk pertumbuhan bibit tomat.

Klorosis dan nekrosis digunakan sebagai pengukur kesehatan bibit sebelum panen. Tingkat klorosis dan nekrosis pada bibit bervariasi secara signifikan menurut spesies dan campuran media pot, serta menurut interaksi dari dua efek tersebut (Gambar 2). Pada bibit tomat dan labu, tingkat nekrosis dan klorosis tampak lebih bervariasi dibandingkan pada bibit kelor dan kacang lablab. Selanjutnya, secara rata-rata, kacang lablab dan kelor tidak pernah mencapai tingkat nekrosis lebih tinggi dari 10% atau tingkat klorosis lebih tinggi dari 25%. Labu dan tomat yang ditanam di campuran media pot tertentu dapat mencapai tingkat nekrosis lebih tinggi dari 20% dan tingkat klorosis lebih tinggi dari 40%.

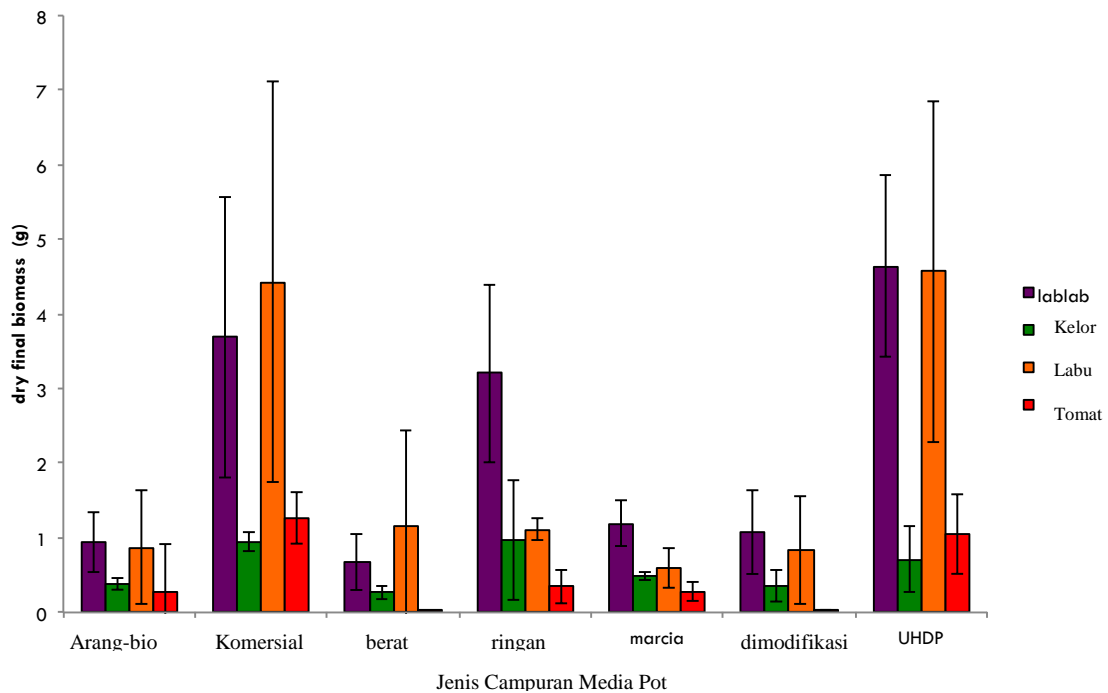
Biomassa kering bibit bervariasi secara signifikan menurut spesies, campuran media pot, dan interaksi antara spesies dengan campuran media pot (Gambar 3). Produktivitas primer bibit dari masing-masing spesies, yang diukur berdasarkan biomassa kering, bervariasi cukup kentara pada spesimen kacang lablab dan labu menurut perlakuan campuran media pot (Gambar 3). Pada kelor dan tomat, perbedaan perlakuan antara campuran media pot tidak menunjukkan hasil yang dramatis (Gambar 3). Kacang lablab dan labu yang ditumbuhkan di campuran media UHDP menghasilkan tingkat biomassa kering sebesar $4,6 \pm 0,5$ g dan $4,6 \pm 0,4$ g. Sebaliknya, bibit kelor dan tomat yang ditanam di campuran media UHDP biomassa keringnya jauh lebih rendah selama masa pertumbuhan 36 hari (secara berurut $0,7 \pm 0,4$ g dan $1,1 \pm 0,4$ g).



Gambar 1. Pengaruh campuran media pot, spesies dan waktu [10 (putih), 20 (abu-abu terang), dan 30 (abu-abu gelap) setelah tanam] terhadap panjang bibit (mm). Huruf yang berbeda di atas grafik batang menunjukkan pengaruh signifikan spesies pada tingkat perkecambahan secara keseluruhan, $F = 5,99$, $p = 0,0041$. Standar deviasi ± 1 SE dari nilai tengah.



Gambar 2. Pengaruh spesies benih dan campuran media pot pada tingkat nekrosis (%) ketika panen, 36 hari setelah tanam. Standar deviasi ± 1 SE dari nilai tengah.



Gambar 3. Pengaruh spesies benih dan campuran media pot pada biomassa kering (g) ketika panen, 36 hari setelah tanam. Standar deviasi ± 1 dari nilai tengah.

Ringkasan

Dalam studi ini, kami berusaha meneliti sampai sejauh mana variasi komposisi campuran media pot dan spesies tanaman memengaruhi perkecambahan dan kekuatan bibit-bibit yang ditumbuhkan dalam lingkungan pembibitan di kawasan tropis. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa sekam padi dan sabut kelapa merupakan tambahan atau substitusi yang tepat tanpa efek yang membahayakan untuk campuran media pot tradisional (Buck, 2010; Ahmed, 2012). Penambahan sekam padi dan sabut kelapa untuk campuran media pot dianggap akan meminimalkan risiko patogen dan pertumbuhan gulma serta meningkatkan porositas dan mencegah penggenangan air karena bahan-bahan tersebut adalah bahan yang terbebas dari materi tanah dan karena sifat-sifat fisik mereka (Olympios, 1999). Sekam padi hangus juga diindikasikan sebagai bahan yang dapat meningkatkan kualitas materi-materi tanpa tanah dan berkorelasi dengan meningkatnya kesuburan substrat media pot (Graber dkk., 2010).

Meskipun hasil-hasil penelitian kami ini tidak dapat mendukung atau menyanggah klaim di atas, hasil-hasil penelitian kami menunjukkan bahwa kualitas gizi substrat berbasis tanah mungkin lebih penting bagi pertumbuhan tanaman secara keseluruhan dibandingkan lingkungan yang relatif steril dan sifat fisik yang ditawarkan oleh substrat tanpa tanah yang telah kami gunakan dalam percobaan ini. Temuan ini memiliki konsekuensi penting, khususnya dalam lingkungan yang terbatas sumber dayanya sehingga sangat membatasi kemampuan untuk mendapatkan pupuk tambahan. Selama musim hujan, drainase yang buruk dari substrat dapat menurunkan tingkat perkecambahan biji karena meningkatkan kesempatan bagi benih untuk membusuk dan menghambat keseimbangan air dalam bibit (Zhu, 2007). Dalam merancang campuran media, perhatian utama kami adalah pada peran status air dalam substrat dalam memengaruhi pertumbuhan tanaman. Oleh sebab itu kami tidak memasukkan status kesuburan substrat ke dalam percobaan ini. Penambahan sekam padi dan sabut kelapa sebagai campuran berfungsi untuk meningkatkan kapasitas drainase dan mengurangi efek-efek negatif kejenuhan air pada tanaman muda. Data menunjukkan bahwa dalam studi lapangan ini, kapasitas drainase memainkan peran lebih kecil pada keberhasilan pertumbuhan bibit dibandingkan yang didalilkan sebelumnya. Meskipun demikian, hasil-hasil ini didasarkan pada pengaturan dan kebutuhan ECHO Asia Seed Bank di Thailand Utara dan utamanya diterapkan pada iklim subtropis khusus seperti yang terjadi di lokasi tersebut selama musim hujan.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa mulai hari ke-30, status hara menjadi faktor pembatas pertumbuhan tanaman. Di awal penelitian ini, jenis campuran media pot bukanlah penentu signifikan bagi pertumbuhan bibit. Artinya, untuk tanaman-tanaman yang hanya di pot dalam waktu singkat, campuran dengan status hara yang lebih rendah mungkin menjadi pilihan yang layak bagi petani dengan akses sumber daya yang terbatas. Oleh karena itu, seberapa lama waktu yang direncanakan akan dihabiskan dalam pembibitan merupakan faktor penting untuk dipertimbangkan saat memilih campuran media pot.

Meskipun penelitian ini tidak mengembangkan campuran media pot dengan menambahkan pupuk apapun, penelitian di masa depan perlu menjajaki efek penambahan pupuk yang terurai perlahan atau pupuk cair ke dalam campuran media pot, baik pupuk organik maupun buatan. Selain itu, penelitian selanjutnya bisa menambahkan bahan-bahan yang dapat meningkatkan drainase (sabut kelapa, dan sekam padi) ke dalam campuran UHDP untuk meningkatkan porositas. Penggunaan *osmocote* atau suplemen hara lainnya ke dalam campuran media pot merupakan hal yang umum dilakukan dalam industri pembibitan. Meskipun mungkin tidak ideal bagi masyarakat yang sumber dayanya terbatas, ada metode-metode pemupukan yang hemat-biaya, misalnya dengan menggunakan tulang yang digiling atau pakan yang terbuat dari darah, dan pupuk yang berasal dari kolam-kolam ikan yang dikuras airnya. Penambahan pupuk akan memungkinkan kita untuk menjajaki pengaruh variasi fisika-kimia, tanpa hadirnya variabel pengganggu yaitu perbedaan kandungan nutrisi antara campuran-campuran tersebut. Jika sumber daya keuangan memungkinkan, akan sangat bermafaat jika dilakukan penelitian sekunder yang mengukur kandungan hara yang tersimpan dalam sampel campuran media pot sebelum, selama dan setelah pertumbuhan suatu bibit tanaman. Dengan memperoleh data profil hara maka kita akan dapat melakukan penelitian lebih mendalam mengenai variasi status hara campuran media yang berbeda-beda dan melakukan penyesuaian variasi bahan-bahan berbasis tanah, dari angkatan percobaan yang satu ke percobaan lainnya. Dengan kembali menggunakan campuran media pot yang sama untuk penanaman kedua dan ketiga maka kita akan dapat mengukur kesuburan sebuah campuran media sesudah dipakai untuk jangka waktu yang lebih lama.

Sekam padi hangus turut dimasukkan dalam penelitian karena bahan ini mudah didapat dan banyak digunakan di kalangan industri pembibitan di Thailand; tetapi penelitian yang berkaitan dengan arang-bio menyarankan bahwa yang terbaik adalah menggunakan bahan hangus hanya setelah bahan tersebut sepenuhnya diberi hara dan tambahan substrat yang kaya mikroba, dijaga agar tetap lembab, dan dibiarkan menua sampai beberapa bulan sebelum digunakan. Bahan arang-bio yang digunakan dalam penelitian ini tidak dibiarkan menua selama berbulan-bulan sebelum digabungkan dengan campuran-campuran media pot yang digunakan. Jika digunakan secara tepat, penggunaan arang-bio dalam campuran media pot mungkin akan mendatangkan banyak manfaat bagi tanaman, termasuk: meningkatkan kapasitas menahan air, drainase, kapasitas tukar kation (KTK) untuk menahan hara, dan meningkatkan habitat bagi organisme mikroba. Semua kemampuan ini dapat turut menyumbang dalam menghasilkan campuran media pot ideal dalam keadaan sumber daya terbatas. Penelitian di masa depan harus berfokus pada penggabungan arang-bio (dengan atau tanpa ditambah substrat yang dibiarkan menua) ke dalam campuran yang tak berbasis tanah untuk digunakan sebagai media pot di tempat-tempat pembibitan.

Waktu pelaksanaan penelitian ini dibatasi hanya pada masa musim hujan di Thailand. Pengulangan penelitian yang dilakukan baik pada musim hujan dan musim kemarau pasti akan mendatangkan manfaat. Campuran-campuran media yang kurang menghasilkan tanaman yang subur dalam keadaan kelembaban tinggi, serta suhu yang relatif tinggi pada musim hujan mungkin akan dapat menunjukkan kinerja yang lebih baik pada bulan-bulan musim panas atau musim yang lebih dingin. Sama seperti bank Benih ECHO yang menumbuhkan tanaman yang berbeda dalam musim yang berbeda, maka metode untuk budidaya juga harus bervariasi sesuai perubahan pola iklim. Selain itu, penelitian ini akan

mendapat manfaat dari pengujian campuran-campuran yang dipandang berhasil dalam studi ini (seperti campuran media UHDP) dengan menggunakan berbagai spesies tanaman yang berbeda. Kami telah mencoba untuk menggunakan kisaran variasi tanaman yang luas untuk membangun data dasar kegunaan setiap campuran yang dapat diterapkan secara meluas. Penelitian lanjutan perlu difokuskan pada spesies-spesies tanaman yang secara khusus cocok untuk dipindahkan ke lapangan atau yang tumbuh subur jika lebih lama berada di tempat pembibitan. Jenis-jenis pohon, seperti kelor dan akasia, yang sering mengalami kesulitan jika ditumbuhkan di lapangan mulai dari penanaman benihnya akan mendapat manfaat dari penelitian jangka panjang tentang kesehatan dan pertumbuhannya di dalam campuran media pot. Kami mendasarkan penelitian ini dalam konteks *ECHO Asia Regional Seed Bank* dan berhasil menyajikan kesempatan unik untuk menjajaki alternatif-alternatif yang tepat khusus untuk petani dengan sumber daya terbatas. Inovasi di bank benih didasarkan pada teknik-teknik yang dapat diterapkan oleh komunitas-komunitas yang menjadi mitra LSM yang berjejaring dengan ECHO. Penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa campuran media yang murah, dengan menggunakan bahan-bahan yang mudah diperoleh dari lingkungan sekitar bisa menghasilkan tanaman yang sama sehatnya – atau lebih sehat – dibandingkan tanaman yang ditanam di dalam media pot komersial yang mahal harganya. Setiap petani kecil maupun anggota masyarakat yang suka menanam di pekarangan rumah dapat membuat campuran UHDP dengan hanya membutuhkan sedikit biaya dan tenaga ekstra. Dalam penelitian yang kami lakukan ini, kami menemukan bahwa campuran media UHDP adalah campuran optimal media pot bagi para petani dengan sumber daya terbatas di kawasan Thailand Utara.

Rujukan

- Ahmad, Iftikhar, T. Ahmad, A. Gulfam, dan M. Saleem. 2012. Growth and Flowering of Gerbera as Influenced by Various Horticultural Substrates. *Pakistan Journal of Botany* 44: 291–299.
- Antwi-Boasiako, C. dan R. Enninful. 2011. Effects of Growth Medium, a Hormone, and Stem-cutting Maturity and Length on Sprouting in *Moringa oleifera* Lam. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 86.6: 619–625. Web. 2 July 2012.
- Arenas, M., C.S. Vavrina, dan J.A. Cornell. 2002. Coir as an Alternative to Peat in Media for Tomato Transplant Production. *HortScience* 37.2: 309–312.
- Chavasit, V., R. Pisaphab, P. Sungpuag, S. Jittinandana, dan E. Wasantwisut. 2002. Changes in Beta-carotene and Vitamin A Contents of Vitamin A-rich Foods in Thailand During Preservation and Storage. *Journal of Food Science* 67.1: 375–379.
- Devkota, NR, dan B Rerkasem. 2000. Effects of Cutting on the Nitrogen Economy and Dry Matter Yield of Lablab Grown Under Monoculture and Intercropped with Maize in Northern Thailand. *Experimental Agriculture* 36: 459–468.
- Forcella, F., R.L. Benech Arnold, R. Sanchez, dan C.M. Ghera. 2000. Modeling Seedling Emergence. *Field Crops Research*. 67: 123-139
- Graber, E., Y.M. Harel, M. Kolton, E. Cytryn, A. Silber, D.R. David, L. Tsechansky, M. Borenshtein, Y. Elad. 2010. Biochar Impact on Development and Productivity of Pepper and Tomato Grown in Fertigated Soilless Media. *Plant and Soil* 337.1-2: 481–496.
- Herklots, G.A. 1972. *Vegetables in South-East Asia*. Hafner Press, New York.

- Meerow, A.W. 1994. Growth of Two Subtropical Ornamentals Using Coir (Coconut Mesocarp Pith) as a Peat Substitute. *HortScience* 29.12: 1484–1486.
- Menalled, F.D., D.D. Buhler, dan M. Liebman. 2005. Composted Swine Manure Effects on Germination and Early Growth of Crop and Weed Species Under Greenhouse Conditions. *Weed Technology*. 19: 784-789.
- Palada, MC. 1996. Moringa (*Moringa oleifera* Lam.): a Versatile Tree Crop with Horticultural Potential in the Subtropical United States. *HortScience* 31.5:794-797
- Rosset, P., R. Rice, dan M. Watts. 1999. Thailand and the World Tomato: Globalization, New Agricultural Countries (NACs) and the Agrarian Question. *International Journal of Sociology of Agriculture and Food* 8: 71–94.
- Zhu, H, J.M. Frantz, R.C. Derksen, C.R. Krause. 2007. Investigation of Drainage and Plant Growth from Nursery Container Substrate. *Applied Engineering in Agriculture* 23.3: 289–297.