



Menciptakan Pengering Benih Hemat Biaya untuk digunakan di Bank Benih Lokal

Oleh Abram J. Bicksler, Ph.D., Direktur ECHO Asia Impact Center

Penerjemah Bahasa Indonesia: Tyas Budi Utami, ECHO Asia Foundation, Thailand

Pengantar dan Latar Belakang

Tindakan menyimpan benih yang dihasilkan oleh pertanian sendiri dapat menjadi cara yang hemat biaya untuk memperoleh benih guna ditanam di masa depan dan membantu menjaga keanekaragaman hayati tanaman di planet ini. Entahkah benih simpanan itu Anda tanam sendiri, diberikan kepada teman dan tetangga, atau disebar kepada orang lain melalui organisasi Anda; kemampuan untuk memanen, membersihkan, mempersiapkan, mengeringkan, dan menyimpan benih secara efektif merupakan hal penting supaya Anda dapat membantu mempertahankan perkecambah dan kelangsungan hidup benih. Tulisan ini akan berfokus pada pentingnya pengeringan benih sampai tercapainya kadar air yang tepat di dalam benih, serta memberikan rincian tentang dua pengering benih berbiaya rendah yang telah kami buat dan gunakan di Bank Benih ECHO Asia/ECHO Asia Impact Center Seed Bank.

Definisi

- Biji ortodoks/*orthodox seed* adalah biji/benih yang toleran terhadap kekeringan dan dapat disimpan dalam kondisi apa adanya.
- Biji rekalsitran/*recalcitrant seeds* adalah benih yang akan kehilangan kapasitas berkecambahnya dengan cepat ketika terkena udara kering, seringnya dalam jangka waktu sepuluh hari setelah panen.
- Kadar air dalam benih/*seed moisture content* adalah jumlah air yang ada dalam biji; biasanya dinyatakan dalam persentase (%).
- Penentuan kadar air benih/*seed moisture content determination* dilakukan dengan menggunakan prediksi kadar air seimbang (lihat istilah berikutnya), atau dengan menggunakan alat pengukur kelembapan benih, atau melalui pengambilan sampel destruktif (misalnya dengan menggunakan oven untuk menguap habis semua air yang ada di dalam biji). Lihat Rao.dkk., 2006 untuk informasi lebih lanjut.
- Kandungan kadar air setimbang/*Equilibrium moisture content* mengacu pada bagaimana benih yang ditinggalkan dalam kondisi lingkungan akan menyeimbangkan diri dengan kelembapan relatif di lingkungan, mereka mengubah kadar air di dalam biji (dinyatakan dalam %).
- Pengeringan benih/*seed drying* adalah pengurangan kadar air benih ke tingkat yang disarankan untuk penyimpanan benih, menggunakan metode non-destruktif. Biji dikeringkan pada tingkat eksponensial sampai tercapainya kandungan kadar air seimbang.
- Daya hidup benih/*seed viability* adalah ukuran persentase berapa banyak benih yang akan berkecambah setelah disimpan. Semakin besar daya hidup benih Anda, semakin sedikit benih yang dibutuhkan untuk mencapai jumlah tanaman yang diinginkan di ladang atau di tempat pembibitan.



Gambar 1: Area pra-pengeringan menggunakan plastik buram untuk mencegah kerusakan akibat terik matahari namun tetap mempertahankan benih agar kering.

Kondisi Pengeringan Optimum

Biji ortodoks yang cukup kering akan mampu mempertahankan kelangsungan hidupnya dan disimpan dalam jangka waktu yang lebih lama di bank benih. Secara umum, biji ortodoks harus dikeringkan hingga kandungan kadar airnya mencapai 3% - 7% untuk penyimpanan jangka panjang, meskipun beberapa biji (seperti kedelai) mungkin akan mengalami penurunan daya hidup jika kadar airnya berada di bawah 8%. Secara realistis, kami di Bank Benih ECHO Asia Impact Centre jarang mampu mengeringkan biji di bawah kadar air 10% selama musim hujan karena tingkat kelembapan relatif bisa mencapai 70-80%.

Biji rekalsitran, yang meliputi sejumlah besar spesies pohon dan buah tropis, tidak boleh dikeringkan atau terkena udara kering, dan oleh sebab itu mereka berada di luar lingkup tulisan ini. Bagaimana menentukan kadar air untuk benih ortodoks juga tidak dibahas dalam tulisan ini, tetapi ada banyak sumber daya *online* yang baik, yang bisa membantu memastikan kandungan kadar air benih untuk spesies tertentu, serta memberikan cara melakukan perhitungan ilmiah kandungan air yang sesungguhnya ada di dalam benih. Lihat panduan yang sangat baik dalam Manual Penanganan Bibit FAO/*Manual of Seed Handling in Genebanks*, Bab III dan IV, untuk informasi lebih lanjut (Rao.dkk 2006).

Harap dicatat bahwa benih bisa menjadi rusak selama pengeringan jika dikeringkan terlalu cepat atau dikeringkan pada suhu yang terlalu tinggi. Secara umum, pastikan bahwa suhu pengeringan tidak melebihi 41°C (105°F) untuk biji pepohonan atau biji yang kandungan minyaknya tinggi, dan 54°C (130°F) untuk sebagian besar benih ortodoks lainnya. Pra-pengeringan di lingkungan yang sedikit teduh dan terlindung dari angin dan hujan dapat membantu mengurangi waktu yang diperlukan dalam pengeringan benih. Gambar 1 dan 2 menunjukkan area pra-pengeringan ECHO Asia, di tutup dengan plastik buram dan di dalam kabinet pra-pengeringan yang

dibuat sesuai kebutuhan.

Harap dicatat bahwa benih bisa menjadi rusak selama pengeringan jika dikeringkan terlalu cepat atau dikeringkan pada suhu yang terlalu tinggi. Secara umum, pastikan bahwa suhu pengeringan tidak melebihi 41°C (105°F) untuk biji pepohonan atau biji yang kandungan minyaknya tinggi, dan 54°C (130°F) untuk sebagian besar benih ortodoks lainnya. Pra-pengeringan di lingkungan yang sedikit teduh dan terlindung dari angin dan hujan dapat membantu mengurangi waktu yang diperlukan dalam pengering benih. Gambar 1 dan 2 menunjukkan area pra-pengeringan ECHO Asia, di tutup dengan plastik buram dan di dalam kabinet pra-pengeringan yang dibuat sesuai kebutuhan.

Praktik-praktik Terbaik ECHO Asia dalam Menjalankan Bank Benih

ECHO Asia mulai bereksperimen dengan praktik terbaik dalam penyimpanan benih untuk kawasan tropis ketika bank benih kami didirikan pada tahun 2009. Kami telah melakukan berbagai pekerjaan kecil dengan teknik yang tepat dan murah untuk daerah tropis dan sub-tropis, sehingga kami mulai melakukan penelitian sendiri. Setelah melakukan berbagai kajian tulisan sesama rekan dan memperoleh banyak umpan balik dan pengamatan dari para staf, kami pun menyatakan praktik-praktik terbaik yang sesuai untuk LSM dan organisasi-organisasi yang memiliki bank benih, yang merupakan jembatan peralihan antara bank benih tingkat komunitas dengan benih internasional atau bank gen. Sebagian besar dari praktik terbaik ini telah dirangkum dalam Catatan Teknis ECHO #63/ *Technical Note #63* (Motis 2010). Kami menyarankan agar Anda:

- Memulai dengan tanah dan tanaman sehat, yang lebih mampu menahan serangan hama serangga dan penyakit, dan lebih mungkin menghasilkan bibit yang sehat untuk generasi mendatang.
- Sebelum memanen pastikan bahwa benih sudah matang dan sudah mencapai perkembangan penuh.
- Panen biji calon benih secara terus menerus saat telah mencapai perkembangan penuh, untuk menghindari adanya hama, kerusakan, insiden penyakit, atau hilang akibat kejadian tak terduga lainnya.
- Bersihkan semua biji secara menyeluruh untuk membuang sekam, serangga, polong, dll. yang dapat menjadi tempat berlindung serangga dan penyakit.
- Buang semua benih yang rusak atau sakit.
- Keringkan benih sampai mencapai kandungan kadar air yang disarankan.
- Segera simpan benih dalam wadah yang tertutup rapat (lihat *ECHO Asia Note# 14- Croft. dkk., 2012; Croft. dkk., 2013; dan Lawrence.dkk., 2017*)



Gambar 2: Rak pra-pengeringan digunakan untuk pra-pengeringan biji dalam lingkungan yang bisa dikontrol sebelum biji dimasukkan ke dalam pengering benih.

- Simpan biji dalam wadah vakum disegel dalam kondisi suhu rendah (Lihat *ECHO Asia Note #14- Croft. dkk., 2012*)

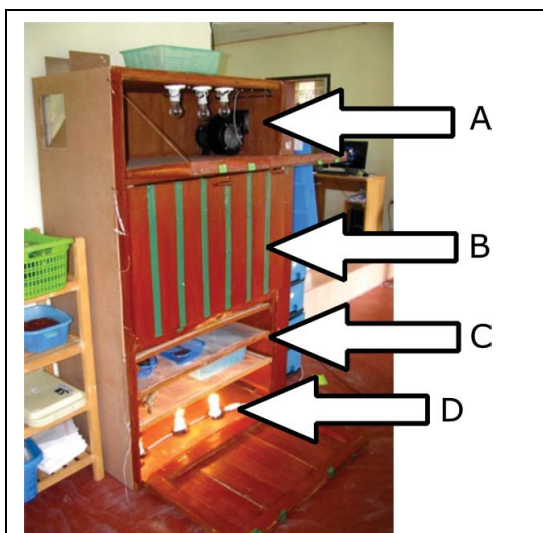
Tulisan ini menjelaskan cara membuat pengering benih berbiaya rendah untuk menghilangkan kadar air benih dan dengan demikian meningkatkan daya hidup/viabilitas benih yang disimpan. Namun, jika Anda bermaksud menggunakan waktu dan

uang untuk mengeringkan benih, maka setelah dikeringkan Anda harus segera menyimpannya dalam wadah yang tertutup rapat atau kedap udara. Jika dibiarkan tergeletak di luar, benih kering akan kembali menyerap uap air dari udara luar. Daya hidup dan perkecambahan benih tetap pada posisi tertinggi ketika biji dengan kadar air rendah disimpan dalam wadah vakum disegel dan berada pada lingkungan bersuhu rendah.

Membuat Pengering Benih

Pengering benih yang efektif akan terdiri atas sebuah sumber panas, alat untuk mengatur sumber panas agar tidak terlalu panas, wadah atau kotak untuk mempertahankan panas, tempat untuk meletakkan benih, kipas untuk mengatur aliran udara (pilihan), dan ventilasi untuk melepaskan udara lembab (pilihan). Pada dasarnya, udara panas dari unsur pemanas mengalir ke atas karena konveksi atau disirkulasikan di sekitar ruang tertutup menggunakan kipas; elemen pemanas ini diatur agar berada pada suhu tertentu agar tidak merusak benih. Saat udara hangat bergerak memasuki ruangan, benih akan melepaskan kelembapan karena udara hangat menahan lebih banyak uap air daripada udara dingin. Jika ruangan sangat kedap udara, pengering benih Anda akan lebih efisien jika diberi ventilasi untuk mengeluarkan udara yang hangat dan lembab karena biji akan menyetimbangkan ke kelembaban relatif lingkungan.

Waktu pengeringan dan kemampuan untuk mengurangi kadar air benih akan bervariasi tergantung pada seberapa efisien-nya pengering, sumber pemanas, jumlah benih yang dikeringkan, jenis benih yang dikeringkan, dan kondisi lingkungan/ambien. Di Thailand Utara, selama musim hujan kami kesulitan mengeringkan benih bahkan sekalipun kami menggunakan pengering benih, tetapi selama musim

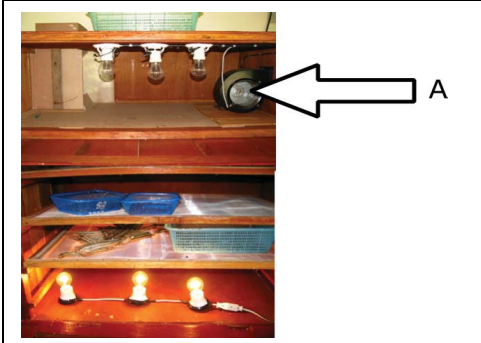


Gambar 3: Pengering Benih ECHO Asia #1 menggunakan kayu lokal, lampu neon, rak buatan sendiri, kipas, dan ruang pemanasan.

- A. Kompartemen pengering disertai lampu tambahan dan kipas diletakkan di kiri jauh
- B. Kompartemen pengering tambahan.
- C. Kompartemen pengering benih menggunakan rak dari kasa.
- D. Lampu neon memberikan sinarnya

kemarau

yang sangat kering, pengering benih justru nyaris tidak diperlukan. Mempelajari cara mengeringkan benih dengan benar membutuhkan uji-coba, dan merupakan seni sekaligus sains. Dengan waktu dan pengalaman, Staf Bank Benih ECHO Asia berhasil mengembangkan kecakapan handal untuk mengeringkan benih dan memperkirakan kadar air benih.



Gambar 4: Pengering Benih ECHO #1 dari dekat. Menggunakan kayu lokal, bolam neon, rak buatan sendiri, squirrel fan dan ruang pemanas. A. Kompartemen pengeringan dengan lampu tambahan dan kipas angin; kipas angin diletakkan di kiri jauh.



Gambar 5: Rak-rak dilihat dari dekat dan sejumlah polong biji-bijian berukuran besar di Pengering Benih#1



Gambar 6: Pengering Benih ECHO Asia #1 menunjukkan rak buatan sendiri, bolam lampu, kipas untuk mengalirkan udara sebelum ada tambahan ventilasi. Kipas ini meniup udara yang sudah panas dari atas ke bawah untuk mensirkulasi-ulang udara panas.

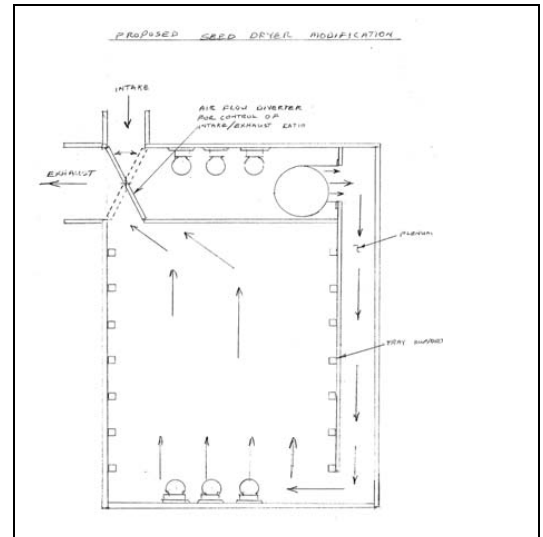
Bergantung pada jenisnya, pengering benih dapat memainkan peran tambahan yang penting di Pusat Sumberdaya Petani Skala Kecil/Small Farm Resource Centre atau di bank benih. Saat termostat digunakan di ruang tertutup yang diinsulasi maka pengering tersebut dapat menjadi lemari perkecambahan benih. Pengering benih yang memiliki aliran udara dan panas yang mencukupi dapat digunakan untuk mengeringkan biomasa lainnya untuk keperluan penelitian atau komersial (mis. Pengering Benih #3 buatan kami, yang merupakan kabinet perkecambahan benih yang telah dimodifikasi. Penge

ring ini juga dapat digunakan untuk mengeringkan kelor dan bahan tanaman lainnya untuk keperluan penelitian atau untuk membuat bubuk bagi kebutuhan nutrisi tambahan). Dengan sedikit kreativitas, pengering benih dapat dibuat dari bahan yang umum tersedia dan dapat dipakai untuk berbagai tujuan!

Selama delapan tahun terakhir, ECHO Asia telah membangun tiga pengering benih. Di bawah ini kami membuat ulasan mendalam tentang masing-masing pengering benih tersebut. Secara umum, pengering benih membutuhkan lima atau enam komponen utama. 1. Sumber panas/pemanas, bisa berupa elemen pemanas atau bola lampu. Bola lampu pijar paling banyak mengeluarkan panas, tetapi Anda juga dapat menggunakan lampu neon. Dibutuhkan listrik untuk menyalakan lampu. 2. Cara mengatur tingkat panas dapat dilakukan dengan menggunakan

termostat atau dengan menggunakan pengatur waktu (*timer*) listrik sederhana. Termostat adalah metode yang disukai, karena dapat mengatur suhu secara akurat; namun Anda juga bisa menggunakan pengatur waktu (*timer*) jika Anda bisa menyediakan waktu yang diperlukan untuk mengukur suhu di dalam pengering benih

dan menyesuaikan siklus pemanasan/pendinginan lampu melalui fungsi matikan/nyalakan (*on/off*) pada *timer*. Anda juga perlu memperhatikan perubahan suhu lingkungan. 3. Sangat penting untuk mempunyai wadah atau kotak yang dipakai untuk menyimpan benih dan yang mampu menyimpan panas untuk memastikan bahwa benih tidak kembali menyetimbangkan diri ke kelembaban udara lingkungan, dan bahwa unsur pemanas digunakan secara efisien. 4. Kasa/jaring bekerja dengan baik untuk menahan benih agar tetap di dalam wadah. Anda bisa menggunakan materi apa saja yang memungkinkan udara dapat mengalir dengan baik; kami berhasil membuat kasa yang dapat dilepas dari bahan yang biasa dipakai untuk kasa pintu. Kasa harus diatur sedemikian rupa untuk memungkinkan aliran udara maksimum di dalam ruangan. Menyusun kasa secara berlapis seperti rak juga terbukti berfungsi dengan baik. Benih perlu disebar tidak lebih dari satu lapisan pada kasa. Hal ini dilakukan untuk memungkinkan sirkulasi udara yang baik dan untuk memaksimalkan pengeringan. 5. Kipas kecil yang mensirkulasi udara hangat dapat membantu mempercepat waktu pengeringan, memaksimalkan efisiensi, dan memastikan pengeringan lebih seragam; Anda dapat menggunakan kipas arus AC yang terhubung langsung ke sumber listrik utama, atau



Gambar 7: Rencana modifikasi Pengering benih#1, termasuk penambahan penyedot udara dan kipas exhaust (mengeluarkan udara)



Gambar 8: Pengering Benih ECHO Asia #2 dengan semua rak dalam kondisi ditutup. A. Termostat dan kipas ventilasi. B. Rak-rak pengering.



Gambar 9: Memandang ke bawah ke dalam Pengering Benih #2. Tidak semua lampu pijar dibutuhkan untuk menciptakan panas yang diinginkan.

berlapis seperti rak juga terbukti berfungsi dengan baik. Benih perlu disebar tidak lebih dari satu lapisan pada kasa. Hal ini dilakukan untuk memungkinkan sirkulasi udara yang baik dan untuk memaksimalkan pengeringan. 5. Kipas kecil yang mensirkulasi udara hangat dapat membantu mempercepat waktu pengeringan, memaksimalkan efisiensi, dan memastikan pengeringan lebih seragam; Anda dapat menggunakan kipas arus AC yang terhubung langsung ke sumber listrik utama, atau

kipas komputer- arus DC yang terhubung ke konverter DC. Meskipun bermanfaat, kipas tidak mutlak diperlukan jika unsur pemanas terletak di bawah kasa dan konveksi dapat membawa udara hangat ke atas melalui lapisan-



Gambar 10: Menunjukkan perangkat keras dari rak-rak yang bisa dipindah pada Pengering Benih #2



Gambar 11: Dari dekat—termostat, kipas angin dan rak-rak yang dipindah pada Pengering Benih #2



Gambar 12: rak-rak dari jarak dekat, menggunakan materi kasa pada Pengering benih #2

lebih ringkas dan efisien (Gambar 8). Pengering pertama yang dibuat dengan menggunakan kayu lokal ternyata rawan mengalami retakan namun pengering yang ini dibangun menggunakan kayu yang dikeringkan dan kayu lapis. Kami juga menggunakan perangkat keras yang lebih tahan dan rak yang lebih rapat (untuk membuat desain lebih ringkas). Seperti pengering pertama, yang satu ini juga menggunakan bola lampu untuk sumber pemanas (Gambar 9), termostat, dan kipas arus DC-komputer untuk mensirkulasikan udara (Gambar 10).

Pengering Benih #1 tidak dapat berpindah-pindah namun pengering yang ini memiliki roda yang memungkinkan kita untuk memindahkannya ketempat yang diinginkan. Perangkat kerasnya berkualitas tinggi (Gambar 11) dan pengoperasiannya lancar tetapi agak sulit untuk mengeluarkannya dari kabinet saat perlu dibersihkan (Gambar 12).

Kami telah membangun desain ketiga (Pengering Benih #3), tetapi belum menggunakannya secara meluas. Ini adalah desain modular, berdasarkan gagasan dari kabinet perkecambahan benih (Gambar 13) yang telah dibuat oleh ECHO Asia dan telah dipromosikan (lihat EAN #8 (Bicksler 2011) serta [YouTube video ECHO](#)). Pengering benih ini pada dasarnya adalah kabinet perkecambahan biji yang ditambah dengan termostat (Gambar 14) untuk mengontrol suhu secara tepat, ventilasi untuk memungkinkan pelepasan udara yang telah tersaturasi, kipas arus DC-komputer untuk mensirkulasikan udara di dalam kabinet (Gambar 15), dan rak yang sudah ada dan dilubangi di beberapa titik untuk membantu sirkulasi udara (Gambar 16). Keuntungan dari desain ini adalah bahwa: 1) dapat berfungsi ganda sebagai wadah

lapisan rak kasa. 6. Ventilasi yang dapat dibuka

dan ditutup tidak benar-benar diperlukan (terutama jika kabinet atau kotak Anda tidak terlalu kedap udara), tetapi dapat membantu jika biji/benih memiliki kadar air yang sangat tinggi. Saat udara hangat menyerap kelembapan dari biji, maka udara hangat itu akan kehilangan kemampuannya untuk menahan lebih banyak uap air, dan membuat bagian dalam ruangan menjadi lembab. Tindakan membuka ventilasi secara berkala akan memungkinkan lebih banyak udara lembap keluar dan menggantinya dengan udara segar. Jika Anda tidak memiliki ventilasi, tindakan ini juga dapat dilakukan dengan membuka pintu kompartemen atau rak sesering yang dibutuhkan.

Model Pengering Benih ECHO Asia

Mesin pengering Bank Benih ECHO Asia yang pertama (kita sebut saja Pengering Benih #1) adalah kotak kayu berukuran sangat besar dengan rak-rak yang diatur dengan jarak sekitar 8 inci (17 cm) terpisah dari satu sama lain (Gambar 3, 4, dan 5). Pengering ini menggunakan lampu neon yang diletakkan di bagian bawah dan di bagian atas untuk memanaskan udara (Gambar 3). Pengering ini cukup kasar, tetapi berat, dan kayunya menjadi retak-retak seiring waktu karena menggunakan kayu lokal yang tidak dikeringkan di tempat pengeringan.

Kami kemudian memodifikasinya supaya bisa memasukkan sistem ventilasi (yang jarang kami gunakan), termostat untuk mengontrol suhu dengan lebih baik, kipas dan lebih banyak lampu neon untuk mencoba mengalirkan lebih banyak udara (Gambar 4) dari bagian atas ruangan lalu turun ke bagian bawah ruangan. Desain ini juga memadukan area pemanasan terpisah di bagian atas untuk memanaskan dan menukar udara (Gambar 6 dan 7).

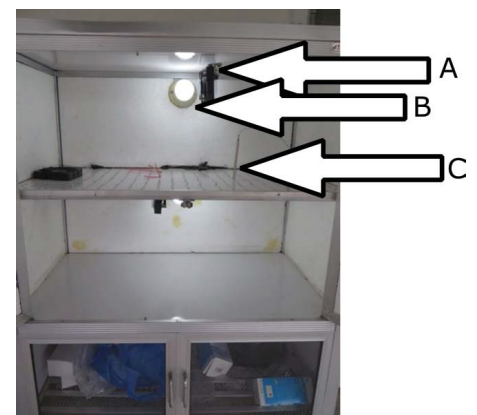
Mesin pengering Bank Benih ECHO Asia (Pengering Benih #2) dibuat enam tahun setelah yang pertama. Kami menggunakan prinsip yang sama, tetapi dengan sejumlah perubahan/modifikasi untuk membuatnya



Gambar 13: Pengering Benih Modular #3 dengan desain asli berdasarkan Ruang Perkecambahan Benih ECHO Asia.



Gambar 14: Termostat untuk mengatur suhu pemanasan di Pengering Benih #3



Gambar 15: Pengering Benih #3 menunjukkan: A. Kipas untuk sirkulasi udara. B. lampu neon untuk pemanasan. C. Termostat.

perkecambahan biji, dan 2) dengan insulasi yang sudah ada sebelumnya, kabinet ini sangat efisien dalam menjaga panas. Kekurangannya adalah ukurannya terbatas pada ukuran lemari dapur yang sudah ada, yang sebelumnya digunakan dalam konstruksi.

Tabel 1. Tanggapan Staf ECHO Terhadap Pro dan Kontra Pengering Benih #1 dan #2, serta parameter mereka untuk Pengering Benih Ideal di Masa Depan

Pengering Benih #1	Pengering Benih#2	Pengering Benih Ideal
Pro:	Pro:	
Tampaknya kipas tidak dibutuhkan untuk mengeringkan benih.	Dibuat dari kayu yang tahan lama dan ringan	Dibuat dari kayu yang tahan lama dan ringan
Rak-rak buatan sendiri yang mudah dilepas dan dipindahkan.	Mudah dipindahkan	Tidak membutuhkan kipas
Mudah dibersihkan	Bagus untuk tahap akhir saat membersihkan dan mengeringkan	Unsur-unsur pemanas di dasar kabinet
Rak-rak lebar yang terpisah cukup jauh satu dari yang lain memudahkan kita menaruh wadah atau polong benih ke dalam pengering		Mudah dipindahkan
Bolam lampu di bagian paling bawah memberikan panas yang cukup tanpa bantuan kipas		Sebagian rak diletakkan dengan jarak yang jauh satu dari yang lain dan sebagian lagi diatur dalam jarak yang berdekatan sehingga memberikan pilihan sesuai benih/wadah (biji atau polong)
		Ada akses area di bagian bawah sehingga mudah untuk membersihkan kotoran atau jatuhan
		Bagian atas yang bisa digeser/diangkat jika ada sesuatu yang perlu diperbaiki.
Kontra:	Kontra:	
Satu kabinet dan pintu-pintunya berat	Sulit membersihkan kotoran dan jatuhan di dasar kabinet	
Sulit dipindahkan	Sulit memindahkan rak-raknya	
Kipasnya berisik	Mahal (perangkat keras buatan Jerman)	
Rak kurang kuat	Tidak bisa memasukkan polong berukuran besar (karena jarak antar rak terlalu dekat).	

Tanggapan Staf Tentang Desain

Anggota staf bank Benih ECHO Asia memberikan umpan balik berikut ini tentang desain dan pengoperasian Pengering Benih #1 dan Pengering Benih #2. Mereka juga membagikan pendapat mereka tentang parameter pengering benih yang ideal (Tabel 1). Kami ingin menggabungkan beberapa fitur terbaik dari kedua pengering ini untuk menciptakan pengering benih baru di masa depan.

Kesimpulan

Sebuah kabinet pengeringan benih yang efektif dan berkualitas tinggi dapat dibuat dari bahan lokal dengan biaya dan tenaga kerja yang sangat hemat. Pengering benih yang seperti ini membantu mengurangi kadar air benih, meningkatkan daya hidup benih dan efektivitas teknik penyimpanan benih. Meningkatnya kemampuan menyimpan benih dan daya hidup benih akan mengurangi kebutuhan untuk membeli benih, meningkatkan swasembada dan kelangsungan kehidupan para petani dan komunitasnya, dan membantu dalam perjuangan untuk melindungi keanekaragaman hayati berbagai benih tanaman di planet ini.

Pustaka

Bicksler, A. J. 2011. Build your own seed germination cabinet for testing seed viability. ECHO Asia Note #8. Chiang Mai, Thailand: ECHO Asia Impact Center. Available: https://echocommunity.site-ym.com/resource/collection/f6ffa3bf-02ef-4fe3-b180-f391c063e31a/Build_Your_Own_Seed_Germination_Cabinet.pdf?hhSearchTerms=%22seed+and+germinati on+and+chamber%22

Croft, M., A. Bicksler, J. Manson, and R. Burnette. 2013. Comparison of appropriate seed storage techniques for germplasm conservation in mountainous sub-tropical climates with resource constraints. *Journal of Experimental Agriculture* 49(2): 279-294). Tersedia di: <https://doi.org/10.1017/S0014479712001251>

Croft, M., A. Bicksler, J. Manson, and R. Burnette. 2012. Vacuum sealing vs. refrigeration: Which is the most effective way to store seeds? ECHO Asia Note #14. Chiang Mai, Thailand: ECHO Asia Impact Center. Available: https://echocommunity.site-ym.com/resource/collection/f6ffa3bf-02ef-4fe3-b180-f391c063e31a/Vacuum_Sealing_vs._Refrigeration.pdf?hhSearchTerms=%22vacuum+and+sealing%22

Lawrence, B., A. J. Bicksler, and K. Duncan. 2017. Local treatments and vacuum sealing as novel control strategies for stored seed pests in the tropics. *Agronomy for Sustainable Development* 37(6). Available: http://www.readcube.com/articles/10.1007/s13593-017-0415-0?author_access_token=uN-



Gambar 16: Dari dekat—lampu pijar, kipas, dan termostat pada Pengering Benih #3

FiK_4ipUlq2j42FEN2ve4RwlQNchNByi7wbcMAY67zSU-9amVPgTYDazyD8j-9zSvju4ZM-
wMzrOGPko6i0wsoLpDHCzrESMcOwetljU1ebzVs0WGFJ8WqIndFf8AGDJpqMkAe_ahcOaAlly0Lg%3D%3D

Motis, T. 2010. Seed saving steps and technologies. ECHO Technical Note #63. N. Ft. Myers, FL: ECHO, Inc. *Tersedia di*: https://echocommunity.site-ym.com/resource/collection/27a14b94-efe8-4d8a-bb83-36a61f414e3b/TN_63_Seed_Saving--Steps_&Technologies.pdf?hhSearchTerms=%22seed+and+saving+and+steps%22

Rao, N. K., J. Hanson, M. E. Dulloo, K. Ghosh, D. Nowell, and M. Larinde. 2006. Manual of Seed Handling in Genebanks. Handbooks for Genebanks Number 8. Rome: FAO. *Available*: <http://www.biodiversityinternational.org/e-library/publications/detail/manual-of-seed-handling-in-genebanks/>