



Membangun Ruang Pendingin yang Lebih Baik untuk Penyimpanan Benih

Oleh Zachary Price, Penasehat Teknis Senior ECHO Asia

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

Prinsip-prinsip Penyimpanan Benih yang Perlu Dipertimbangkan

Saat merencanakan untuk membangun “Ruang Pendingin” atau “Ruang Penyimpanan Benih” guna melestarikan daya hidup benih, pertama-tama kita harus mempertimbangkan prinsip-prinsip penyimpanan benih yang optimal. Di dalam Catatan *ECHO Asia #14* (Juli 2012), kami membagikan hasil dari perbandingan vakum disegel vs. pendinginan, dan menyoroti pentingnya pengendalian kelembaban dan pengendalian suhu di ruang penyimpanan benih. Kami menemukan bahwa pengendalian kelembaban (vakum disegel) lebih efektif dalam menjaga daya hidup benih ketimbang pengendalian suhu (pendinginan). Berdasarkan pengalaman ECHO Asia benih paling baik disimpan di daerah tropis dengan menggunakan vakum disegel setelah pengeringan (untuk menjaga kadar air benih tetap rendah), kemudian benih yang sudah dikemas itu disimpan dalam suhu dingin. Saat merancang sebuah ruangan pendingin untuk kondisi penyimpanan benih yang optimal, insulasi yang baik dan pendinginan sangatlah penting; meskipun demikian tanpa adanya penghalang kelembaban yang tepat, proses pendinginan akan menarik uap air dari luar dan menciptakan kondensasi, yang menyebabkan meningkatnya kadar air. Dalam kasus di mana benih juga tidak disimpan dalam kantong tertutup, atau segel pada tas vakum itu rusak, kelembaban tambahan ini juga dapat merusak benih.

Berbagai bahan yang berbeda dapat digunakan untuk membangun ruangan pendingin yang efisien sekaligus mampu mempertahankan daya hidup benih. Bertanyalah pada diri sendiri, “Bahan lokal apa saja yang memiliki daya insulasi tinggi dan tidak menyerap kelembaban?” Di kebanyakan situasi, jawaban terhadap pertanyaan ini akan mencakup kombinasi berbagai bahan. Misalnya, jika Anda mengetahui bahan alami yang mampu menginsulasi dengan baik tetapi bahan itu menyerap kelembaban, jamur, dan/atau pembusukan, penghalang kelembaban (seperti plastik) mungkin dapat digunakan baik di dalam maupun di luar bangunan. Pertimbangkan juga lantai dan dinding saat memikirkan tentang kelembaban dan insulasi; lantai sama pentingnya untuk dilindungi dari retensi kelembaban dan kehilangan suhu.

Perhatikan bahwa jika Anda membangun sebuah ruangan pendingin di dalam iklim yang lembab, hampir tidak mungkin menjaga agar sama sekali tidak ada kelembaban yang berhasil masuk ke dalam ruangan Anda. Saat Anda mendinginkan ruangan, tingkat kelembaban akan meningkat dan bahan-bahan alami akan menyerap dan mempertahankan kelembaban tersebut. Persen kelembaban relatif dapat dianggap sebagai jumlah nyata

kelembaban yang ada pada volume udara tertentu dalam perbandingannya dengan jumlah kelembaban yang bisa ditampung oleh volume udara yang ada, dalam suhu lingkungan pada waktu itu. Udara hangat bisa menahan uap air lebih banyak daripada udara yang lebih dingin. Persen kelembaban relatif biasanya berbanding terbalik dengan suhu; saat suhu menurun, jumlah kelembaban yang dapat ditahan oleh udara sekitar (ambien) juga menurun sehingga kelembaban relatif menjadi naik karena volume udara tersebut lebih jenuh daripada volume di suhu yang lebih tinggi. Inilah sebabnya mengapa wadah penyimpanan yang sangat dingin, seperti lemari es, memiliki kelembaban relatif yang sangat tinggi, yang bisa merusak benih yang tidak terlindungi. Benih adalah organisme hidup sehingga benih akan menyeimbangkan dirinya ke kelembaban relatif sekitarnya bahkan setelah dikeringkan sampai mencapai nilai optimum kandungan kelembaban benih 3-10%. Menggunakan kulkas untuk menyimpan benih akan mengurangi daya hidup benih karena kandungan kelembaban kulkas yang tinggi. Benih yang disimpan dalam wadah vakum disegel akan mempunyai daya hidup yang lebih baik saat disimpan di dalam kulkas, namun kondisi penyimpanan yang seperti ini pun masih belum optimal karena tingginya kelembaban relatif.

[Catatan: Untuk informasi lebih lanjut tentang kelembaban relatif, lihat http://ocw.usu.edu/Forest_Range_and_Wildlife_Sciences/Wildland_Fire_Management_and_Planning/Unit_4_Temperature-Moisture_Relationship_4.html]

Jika Anda membangun ruang pendingin yang menempel pada atau terletak di antara bangunan-bangunan lainnya, pertimbangkan untuk menempatkannya di lokasi yang akan memaksimalkan efisiensinya. Di belahan bumi utara, sudut barat daya bangunan manapun yang tidak memiliki pohon peneduh akan menjadi bagian terpanas dari bangunan itu. Demikian juga, di belahan bumi utara, sudut barat laut dari bangunan manapun yang tidak diteduhi pepohonan akan menjadi bagian paling panas dari bangunan tersebut. Di belahan bumi utara, yang paling efisien adalah membangun di sisi timur laut bangunan, sedangkan di belahan bumi selatan yang paling efisien adalah membangun di sisi tenggara bangunan. Menanam pohon peneduh juga bisa membantu menurunkan suhu. Hindari jendela, karena cahaya alami matahari akan mendorong benih untuk melakukan metabolisme nutrisi sebagai persiapan memasuki perkecambahan sehingga mengurangi masa simpan benih tersebut.

Ruang Pendingin ECHO Asia

ECHO Asia memproduksi dan mendistribusikan benih dalam jumlah dan varietas yang semakin meningkat. Baru-baru ini kami harus memodifikasi ruang pendingin dan menambahkan kamar kedua untuk meningkatkan kapasitas dan menambah efisiensi ruang penyimpanan.

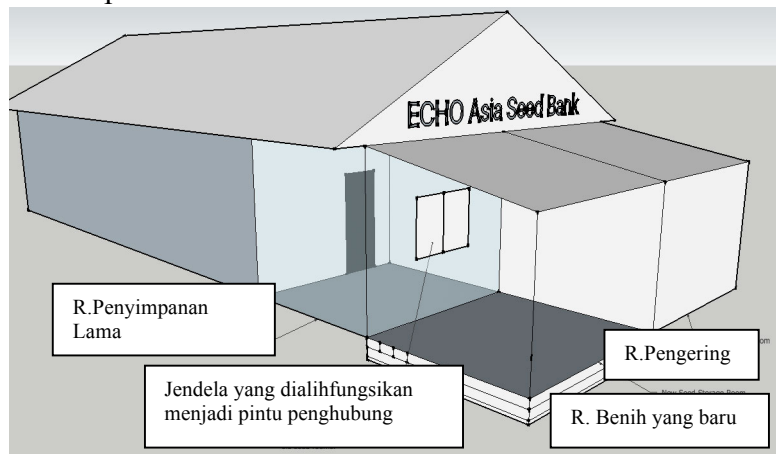
Ruang penyimpanan benih sebelumnya terletak di sebuah bangunan dengan atap logam dan plafon terbuat dari ubin yang ditempel pada langit-langit yang rendah. Ruangan ini adalah sudut dari sebuah bangunan yang didirikan untuk keperluan lain sehingga sejak awal ada dua buah jendela di kedua dindingnya. Kami memasang insulasi *fiberglass* di atas langit-langit ubin dan melapisi dinding dengan lembaran Styrofoam setebal 50mm. Ruangan ini didinginkan dengan sebuah AC 9265 BTU/h yang kami



(Dari kiri ke kanan): kawasan penyimpanan benih di ruang lama, bata ringan AAC dari dekat, ruang pendingin baru saat sedang-dibangun, dan ruang pendingin baru saat temboknya sudah selesai tetapi belum dipasang insulasi.

modifikasi menggunakan [CoolBot yang dibeli dari Storeitcold.com](http://Storeitcold.com). *CoolBot* membantu modifikasi yang mudah dilakukan sendiri, untuk memasangnya tidak dibutuhkan keahlian khusus serta tidak membatalkan garansi AC. *CoolBot* ini menggantikan termostat internal dan memungkinkan mesin pendingin udara menjadi lebih dingin. Dengan AC dan *CoolBot*, kami bermaksud mempertahankan agar suhu di ruang penyimpanan benih berada di sekitar 10 - 16 derajat Celcius.

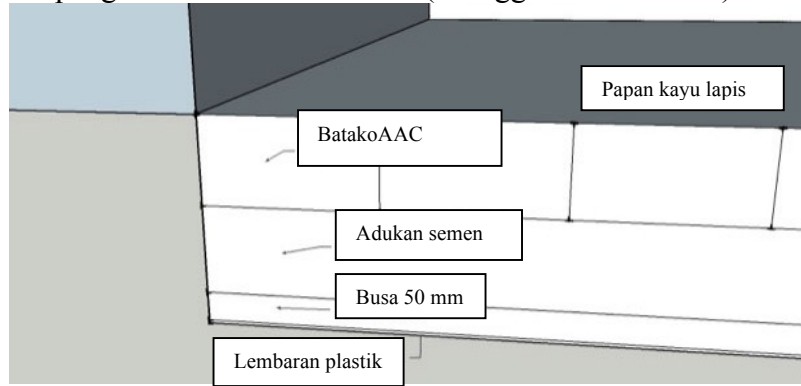
Kami juga memasang sebuah *dehumidifier* (penurun kelembaban) di dalam ruangan tersebut untuk membantu mengatur jumlah kondensasi yang timbul akibat suhu dingin. Ruang pendingin ini bekerja dengan baik, namun tidak terlalu efisien (karena sebenarnya merupakan perubahan dari ruang yang sebelumnya dibangun untuk keperluan yang berbeda). Ruang ini juga tidak dapat mendinginkan ruangan secara teratur di bawah 15°C, serta memiliki kondensasi yang sangat besar yang kemudian menumpuk dan menetes setetes demi setetes dari ubin di langit-langit. Kami tahu bahwa langit-langitnya tidak cukup terinsulasi sehingga tidak bisa mencegah terbentuknya titik embun udara sekitar di langit-langit ruangan, selain itu langit-langitnya juga tidak kedap air. Saat air mengembun di atas ubin langit-langit, air itu menggenang dan menemukan jalan masuk ke dalam ruangan sehingga semakin meningkatkan kelembaban di dalam ruangan.



Gambar 1. Desain ruang penyimpanan yang baru, bersambungan dengan ruang yang lama.

Ruang yang baru dibangun berdekatan dengan ruang pendingin yang sudah ada (Gambar 1). Ruang baru ini dasarnya dari kerikil yang dihancurkan kemudian dilapisi dengan lapisan plastik yang bertindak sebagai penghalang uap. Kami meletakkan lembaran busa “*styrofoam*” 2” (50mm) di atas lapisan plastik untuk bertindak sebagai penghalang

uap tambahan, lalu menuangkan lempengan semen konvensional (setinggi 4" atau 10 cm) di atas busa tersebut (Gambar 2). Untuk lapisan berikutnya, kami menggunakan bata ringan yang diautoklaf (*autoclaved aerated concrete/AAC*), produk pracetak yang diproduksi menjadi bata ringan yang sangat tertutup, sangat ringan, menyediakan insulasi, dan



Gambar 2: lantai untuk ruangan baru dibangun berlapis, lembaran plastik, styrofoam, semen dan bata ringan AAC, dan selempar papan kayu lapis.

tahan cendawan. Di Thailand, AAC semakin banyak tersedia sebagai bahan bangunan yang sangat terinsulasi, bahan yang

mudah digunakan yang terbuat dari semen, aluminium, dan agen lainnya yang mengalami reaksi kimia untuk membentuk gelembung hidrogen, yang terjebak dalam semen dan menghasilkan sebuah balok yang sangat berpori, dan sangat terinsulasi. Kami meletakkan lapisan bata ringan ini di atas lantai semen, menutup semuanya dengan lembaran plastik dan kayu lapis sehingga berat bisa tersebar merata (guna menghindari pecahnya AAC yang rapuh).



(Dari atas ke bawah): Ruang pendingin ini dijalankan menggunakan satu AC dan sebuah Coolbot, ruangan diberi insulasi menggunakan semprotan busa

Ruangan ini menggunakan konstruksi tiang dan dinding tradisional dengan empat tiang yang terbuat dari rangka besi di isi adukan semen tradisional di keempat sudutnya. Kami menggunakan bata ringan untuk membangun dinding baru ruang pendingin itu, dan untuk melapisi dinding lama yang menyekat ruang lama dan baru. Atap dari asbestos dengan rangka logam menyatukan semua tembok dan tiang itu. Kami menyemprotkan busa insulasi setebal 25 mm di keempat dinding dan menyemprotkan busa setebal 50mm dasar langit-langit, sehingga dinding maupun langit-langit terinsulasi dengan baik dan tidak bisa ditembus oleh kelembaban (intinya, penghalang uap sekaligus insulasi dalam satu paket).

Satu unit AC *split* 15.000 BTU/h ditambah *CoolBot* dipasang sebagai penyedia pendinginan. Dengan menggunakan AC baru dan *CoolBot* maka ruangan ini

dengan mudah dapat menjaga agar suhu berada di sekitar 4°C .

Agar ruangan menjadi lebih efisien, saat membuat ruangan baru ini, kami juga sekaligus merombak kamar pendingin yang lama. Kami mengganti pintu plastik berongga

yang lama dengan dengan pintu PVC padat (*polyvinyl chloride*) untuk memberikan insulasi dan penghalang kelembaban yang lebih baik. Kami menghilangkan jendelanya. Salah satu jendela diubah menjadi pintu penghubung ke kamar pendingin yang baru dan jendela lainnya diisi penuh dengan bata ringan AAC. Kami menyemprot langit-langit dengan semprotan busa insulasi setebal 50mm, sedangkan dinding disemprot dengan busa insulasi setebal 25mm untuk meningkatkan efisiensi dan menyediakan penghalang kelembaban. Ruang yang telah direnovasi ini biasanya dijaga agar suhunya sekitar 16 ° C. Ruang ini bertindak sebagai pengunci udara ke ruang yang lebih dingin dan sebagai ruang penyimpanan persediaan sementara. Juga menyediakan ruang kerja bagi staf Bank Benih untuk melakukan inventori dan membuat benih dengan vakum disegel.

Hasil-hasil

Sejak ruang penyimpanan benih baru ini digunakan, anggota-anggota staf ECHO Asia telah memperhatikan beberapa perbedaannya dengan ruang penyimpanan benih yang lama. Selain sekarang ada dua unit AC dan bukan hanya satu, secara keseluruhan di Bank Benih tidak ada peningkatan biaya listrik per bulan yang cukup signifikan. Sejak mengisi ruangan baru dan membuat perubahan pada ruangan lama, kami tidak lagi melihat ada tanda-tanda munculnya air akibat pengembunan. Rendahnya kelembaban di dalam ruangan membuat anggota staf tidak lagi harus menjalankan *dehumidifier* di tempat penyimpanan benih. Akhirnya, karena adanya insulasi maka ruang penyimpanan ini jauh lebih dingin daripada ruangan yang lama, dan bahkan ruangan yang lama pun

sekarang menjadi lebih dingin dari sebelumnya – dengan demikian tersedia ruang yang lebih aman untuk melindungi benih-benih di ECHO Asia.

Bahan Bangunan	Bath Thailand	USD
Busa Insulasi (termasuk biaya pekerja)	□ 23,929.00	\$ 683.69
Kayu untuk konstruksi Ruang Pendinginan	□ 24,282.00	\$ 693.77
Bata ringan AAC	□ 7,800.00	\$ 222.86
Bahan Bangunan lainnya (Sebagian b adalah triplek, semen, plastik, dll.)	□ 26,351.00	\$ 752.89
Kabel instalasi listrik baru	□ 1,527.00	\$ 43.63
Pintu Ruang Pendingin	□ 517.00	\$ 14.77
AC (Penyejuk Ruangan)	□ 19,490.00	\$ 556.86
CoolBot	□ 8,750.00	\$ 250.00
Biaya mengecat ruang pendingin baru	□ 800.00	\$ 22.86
Saluran pembuangan Ruang Pendingin	□ 31.00	\$ 0.89
TOTAL	□ 113,477.00	\$ 3242.20

Biaya

Tabel 1 berisi informasi

Tabel 1. Biaya pembuatan ruang penyimpanan dalam Dolar Amerika (USD) dan Bath (Thailand). Penggunaan dan harga bahan-bahan beragam sesuai konteks setempat.

tentang biaya yang dibutuhkan untuk membangun ruangan pendingin yang baru ini. Item khusus yang paling mahal adalah unit pendingin udara/AC, insulasi busa (termasuk tenaga kerja yang memasangnya), dan semen bata ringan AAC. Kami tidak mempromosikan pembuatan desain ruangan berpendingin ini untuk digunakan oleh para petani secara perorangan, tetapi ditujukan untuk kegiatan nirlaba atau kegiatan yang berukuran yang lebih besar. Ada beberapa bahan yang mungkin bisa diganti dengan yang tersedia secara lokal dan lebih terjangkau, misalnya menggunakan pintu kayu dan melukisnya dengan cat lateks (untuk mencegah kelembaban), menggunakan lembaran busa dan bukannya insulasi busa, dan menggunakan batu bata dan

plester tradisional, dan bukan menggunakan bata ringan AAC.

Rekomendasi Lanjutan

Ruang penyimpanan benih dengan kapasitas sebesar ini tidak akan cocok untuk segala situasi. Namun, prinsip, gagasan, dan bahan-bahan yang disebutkan dalam artikel ini dapat menawarkan solusi awal untuk komunitas bank benih nirlaba yang bekerja dalam konteks serupa. Jika Anda ingin membangun ruang pendingin, pertama-tama pertimbangkan dulu apa saja yang dibutuhkan dalam situasi Anda dan materi apa saja yang tersedia dalam konteks Anda. Kemudian putuskan bagaimana Anda bisa membuat tempat yang aman untuk benih Anda.

Untuk membaca lebih lanjut tentang penelitian ECHO Asia yang berkelanjutan tentang metode penyimpanan benih yang tepat, silakan lihat tautan berikut ini:

- ECHO Asia Note 14: Vacuum Sealing versus Refrigeration: http://c.ymcdn.com/sites/members.echocommunity.org/resource/collection/0ADF35ED-72B3-44AA-92B5-D50F9B4A741D/EAN_14_-_July_2012.pdf
- 2015 Cambodia Seed Saving Workshop: <http://www.echocommunity.org/en/resources/b3b28c0a-efbf-46fe-a63c-2c223dc70a86>
- 2014 Thailand Seed Banking Workshop: https://echocommunity.site-ym.com/?Asia_SeedWorkshop
- YouTube Video: A Low-Cost Germination Chamber in Earthbag House Seed Bank in NE Cambodia: <https://www.youtube.com/watch?v=Ao5M7OLsGTY>

Sumber:

Croft, M., Bicksler, A., Manson, J., Burnette, R. Vacuum Sealing vs. Refrigeration: Which is the Most Effective Way to Store Seeds? (2012). ECHO. Retrieved from http://c.ymcdn.com/sites/members.echocommunity.org/resource/collection/0adf35ed-72b3-44aa-92b5-d50f9b4a741d/EAN_14_-_July_2012.pdf?hhSearchTerms=%22vacuum+and+sealing%22

Schnitzler, S. Sustainability and the Built Environment. (2006. U.C. Davis. Retrieved from https://extension.ucdavis.edu/sites/default/files/auto_aerated_concrete.pdf