

BAB 2

Adaptasi Rancangan Rumah Tanaman untuk Iklim Tropika Basah

Di kawasan yang beriklim subtropika dengan empat musim, rumah tanaman memiliki peran penting sebagai fasilitas produksi sayuran daun, sayuran buah, dan bunga. Rumah tanaman memungkinkan pertumbuhan tanaman pada musim dingin karena suhu udara di dalamnya dapat dijaga agar tidak terlalu rendah. Rumah tanaman dapat dilengkapi pemanas dengan beragam sumber energi, seperti bahan bakar minyak, radiasi matahari, atau sumber energi lain. Penelitian aplikasi pemanas dan hubungannya dengan pengendalian lingkungan mikro dalam rumah tanaman telah banyak dilakukan sehingga referensi untuk teknologi ini banyak tersedia.

Sebaliknya, hanya sedikit penelitian mengenai aplikasi pendinginan pada rumah tanaman agar rumah tanaman dapat juga digunakan pada musim panas. Aplikasi prinsip pengendalian lingkungan pada rumah tanaman di kawasan yang beriklim tropika juga masih sangat sedikit. Selain itu, untuk pembangunan rumah tanaman di kawasan yang beriklim tropika yang panas dan lembab referensi berdasarkan hasil penelitian masih sangat terbatas.

Penggunaan rumah tanaman di kawasan yang beriklim tropika semakin banyak, yaitu sebagai bangunan perlindungan tanaman dalam budidaya sayuran daun, sayuran buah, dan bunga. Penggunaan rumah tanaman yang semakin banyak di kawasan yang beriklim tropika membutuhkan perhatian serius dari para peneliti. Penelitian dilakukan terutama untuk mengembangkan teknologi yang dapat mengatasi tingginya suhu udara dalam rumah tanaman. Selain tingginya suhu udara di dalam rumah tanaman, masalah lain adalah tingginya kelembaban udara serta seringnya kerusakan atap rumah tanaman akibat angin yang kencang.

Tingginya suhu udara di dalam rumah tanaman dapat mencapai tingkat yang memicu *stress* pada tanaman. Selanjutnya, tingginya kelembaban udara juga dapat mengganggu pertumbuhan tanaman karena merangsang pertumbuhan jamur yang menimbulkan penyakit pada tanaman. Oleh karena itu, konsep rumah tanaman untuk kawasan yang beriklim tropika basah perlu dikembangkan sesuai dengan kondisi iklim yang panas dan lembab tersebut. Hal ini akan meningkatkan efisiensi penggunaan energi dalam pengendalian iklim mikro di dalam rumah tanaman agar mendekati kondisi optimum bagi pertumbuhan tanaman.

2.1. Konsep dan Rancangan Rumah Tanaman

2.1.1. Konsep Rumah Tanaman untuk Iklim Tropika Basah

Di kawasan yang beriklim tropika basah, rumah tanaman berfungsi sebagai bangunan perlindungan tanaman baik pada budidaya tanaman dengan media tanah maupun dengan sistem

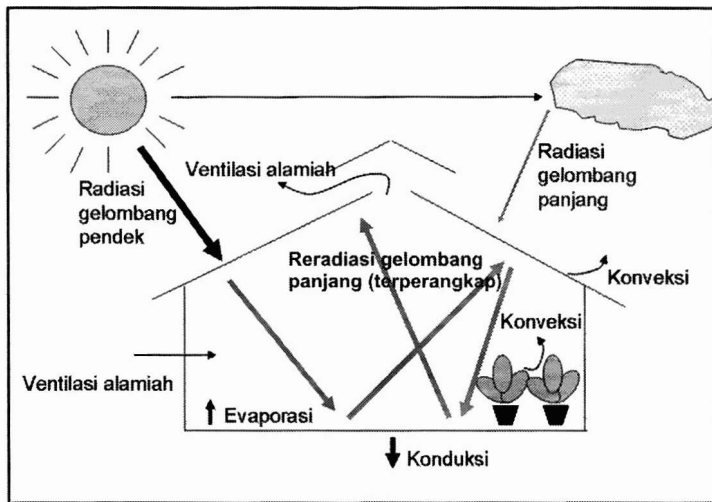
hidroponik. Untuk kawasan yang beriklim tropika basah seperti di Indonesia konsep rumah tanaman dengan *umbrella effect* dipandang lebih sesuai. Rumah tanaman lebih ditujukan untuk melindungi tanaman dari hujan, angin, dan hama. Selain itu, rumah tanaman dibangun untuk mengurangi intensitas radiasi matahari yang berlebihan, mengurangi penguapan air dari daun dan media, serta memudahkan perawatan tanaman.

Berdasarkan fungsi tersebut maka tidak tepat jika rancangan rumah tanaman di kawasan yang beriklim tropika basah menggunakan rancangan rumah tanaman subtropika yang umumnya dikembangkan dengan konsep *greenhouse effect*. Untuk kawasan yang beriklim tropika basah, rancangan rumah tanaman yang telah dikembangkan di kawasan yang beriklim subtropika perlu diadaptasi dengan konsep *umbrella effect* tersebut. Rancangan rumah tanaman untuk kawasan yang beriklim tropika basah sering disebut juga *adapted greenhouse*.

Menurut Rault (1988) perancangan rumah tanaman untuk kawasan yang beriklim tropika perlu memperhatikan kriteria berikut:

1. Bukaan rumah tanaman harus merupakan kombinasi yang baik antara bukaan untuk ventilasi dan perlindungan tanaman terhadap air hujan,
2. Kerangka konstruksi harus cukup kuat sebagai antisipasi terhadap kemungkinan angin kencang,
3. Biaya pembangunan harus cukup murah dan tata letaknya mempertimbangkan adanya kemungkinan untuk perluasan rumah tanaman.

Rumah tanaman dengan rancangan struktur bangunan yang sama tetapi dibangun di dua lokasi yang iklimnya berbeda akan memiliki perbedaan iklim mikro di dalamnya. Hal ini disebabkan adanya perbedaan laju dan/atau arah pertukaran panas yang terjadi antara bangunan rumah tanaman dengan lingkungan di sekitarnya. Bangunan rumah tanaman mengalami penambahan dan/atau kehilangan panas secara radiasi, konveksi, maupun konduksi, seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.1. Perpindahan panas ini terjadi melalui atap, dinding, ventilasi, peralatan, lantai, dan tanah di bawah rumah tanaman.

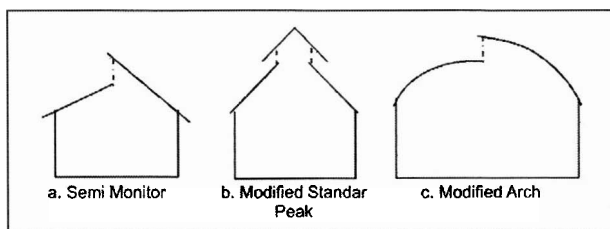


Gambar 2.1. Perpindahan panas yang terjadi di dalam rumah tanaman.

Prinsip-prinsip perpindahan panas dapat menjadi dasar dalam perancangan rumah tanaman. Dengan prinsip perpindahan panas tersebut prediksi kondisi lingkungan termal di dalam rumah

tanaman dapat dilakukan, yaitu menggunakan model matematika yang menerangkan keseimbangan panas pada rumah tanaman. Dengan demikian, sebelum rumah tanaman dibangun di suatu tempat, hubungan antara kondisi lingkungan termal di dalam rumah tanaman dengan elemen-elemen rancangan rumah tanaman dapat diketahui. Setelah mengetahui kondisi lingkungan termal tertentu yang akan dicapai, perancang dapat dengan lebih mudah membuat rancangan rumah tanaman.

Ketika rumah tanaman mulai diperkenalkan di kawasan yang beriklim tropika, terjadi adaptasi rancangan atap dari berbagai rumah tanaman yang umum digunakan di kawasan yang beriklim subtropika. Adaptasi tersebut menjadi tiga jenis rumah tanaman yang kemudian umum digunakan di kawasan yang beriklim tropika, yaitu semi monitor, *modified standard peak*, dan *modified arch*, sebagaimana disajikan dalam Gambar 2.2. Masing-masing tipe rumah tanaman tersebut dilengkapi dengan bukaan ventilasi pada bubungan. Bukaan ventilasi ini dibuat agar udara di dalam rumah tanaman yang suhunya lebih tinggi dibandingkan dengan udara luar dapat mengalir keluar melalui bukaan tersebut secara lancar.



Gambar 2.2. Bentuk rumah tanaman yang umum digunakan di kawasan yang beriklim tropika.

2.1.2. Rancangan Atap dan Orientasi Rumah Tanaman

Bentuk atap dan orientasi rumah tanaman berpengaruh terhadap iklim mikro di dalam rumah tanaman. Rancangan rumah tanaman yang paling sesuai dan banyak digunakan di kawasan yang beriklim tropika seperti Indonesia adalah *modified standard peak* dengan jumlah bentangan satu atau lebih. Tipe atap tersebut memungkinkan bukaan ventilasi pada bubungan rumah tanaman dapat dibuat dengan mudah dan strukturnya cukup stabil menahan angin yang kencang. Tipe *arch* dapat saja digunakan tetapi harus dimodifikasi dengan bukaan pada bubungan rumah tanaman. Untuk atap rumah tanaman yang datar, arah dan sudut kemiringan atap sangat penting. Hal ini menentukan besarnya radiasi matahari yang masuk ke dalam rumah tanaman. Sudut kemiringan atap tersebut menentukan sudut datang radiasi matahari yang menjadi komponen penentu proporsi radiasi matahari yang diteruskan oleh atap rumah tanaman.

Walls (1993) menyatakan penentuan sudut kemiringan atap rumah tanaman di kawasan yang beriklim subtropika mempertimbangkan sudut datang radiasi matahari pada atap rumah tanaman sepanjang tahun. Kemiringan atap dan tinggi dinding merupakan faktor penting yang menentukan kondisi termal di dalam rumah tanaman. Kemiringan atap yang disarankan adalah berkisar 27 - 30°. Penentuan sudut kemiringan atap yang optimal perlu mempertimbangkan radiasi matahari dan kecepatan angin di luar rumah tanaman (Sumarni, 2007).

Untuk kawasan yang beriklim tropika orientasi rumah tanaman sebaiknya memanjang ke timur dan barat sehingga atap

rumah tanaman menghadap ke utara dan selatan. Hal ini memungkinkan cahaya matahari dapat mengenai tanaman secara lebih merata sepanjang hari. Namun, perbedaan yang diakibatkan oleh perbedaan orientasi rumah tanaman ini tidak besar. Berdasarkan jumlah *span* atau bentangnya, rumah tanaman dibedakan menjadi tiga, yaitu rumah tanaman berbentang tunggal (*single-span*), rumah tanaman yang mempunyai dua bentang (*twin-span*), dan rumah tanaman dengan jumlah bentang lebih dari dua (*multi-span*).

2.1.3. Bahan Atap Rumah Tanaman

Selain bentuk atap, bahan konstruksi yang digunakan sebagai atap juga berpengaruh terhadap iklim mikro di dalam rumah tanaman. Untuk kawasan yang beriklim tropika basah, atap rumah tanaman sebaiknya tidak menggunakan kaca tetapi menggunakan bahan plastik film.

Sebetulnya, bahan kaca dapat bertahan lebih lama dibandingkan plastik film, yaitu dapat mencapai 25 tahun. Selain itu dapat mentransmisikan radiasi matahari yang dibutuhkan oleh tanaman untuk fotosintesis sebesar 71 - 92%. Tetapi, gelombang panjang akan terperangkap lebih banyak di dalam rumah tanaman dengan bahan penutup kaca dan mengakibatkan beban panas yang lebih besar daripada rumah tanaman dengan bahan penutup plastik film.

Polyethylene dengan *UV stabilizer* dapat menjadi pilihan karena memiliki umur pakai lebih lama dibandingkan *polyethylene* biasa. Pada *polyethylene* tanpa *UV-stabilizer*,

komponen ultraviolet pada radiasi matahari akan memicu proses degradasi fotokimia sehingga umur pakai plastik film menjadi lebih pendek. Untuk mengurangi intensitas radiasi matahari dapat digunakan *shading material*, antara lain berupa *net*.

Bahan konstruksi untuk rangka kuda-kuda, rangka dinding dan rangka penutup atap pada umumnya menggunakan bambu, kayu, atau besi. Pemilihan bahan konstruksi rumah tanaman sangat tergantung kepada nilai komoditas yang ditanam dan juga besarnya biaya dan keawetan konstruksi yang diinginkan.

Untuk jangka waktu pemakaian lebih dari sepuluh tahun sebaiknya rumah tanaman dibangun dengan rangka dari bahan besi. Untuk pemakaian kurang dari lima tahun sebaiknya digunakan rangka bambu. Kayu dapat dipilih untuk pemakaian diantara kedua jangka waktu tersebut. Kayu sering dipilih sebagai bahan konstruksi rumah tanaman. Material ini lebih kuat daripada bambu dan relatif lebih murah dibandingkan besi.

2.2. Adaptasi Rancangan Rumah Tanaman

Berbagai masalah terjadi pada budidaya tanaman di dalam rumah tanaman di kawasan yang beriklim tropika basah. Hal ini mendorong para peneliti dan perancang melakukan modifikasi terhadap rancangan rumah tanaman dari kawasan yang beriklim subtropika. Modifikasi ini telah banyak dilakukan dan menghasilkan rancangan yang sesuai dengan iklim tropika basah. Pada dasarnya *adapted greenhouse* memiliki bukaan ventilasi sangat besar dan ditutup dengan *screen* untuk meningkatkan laju

ventilasi dan mencegah masuknya hama (*insect*) ke dalam rumah tanaman (Harmanto *et al.*, 2007).

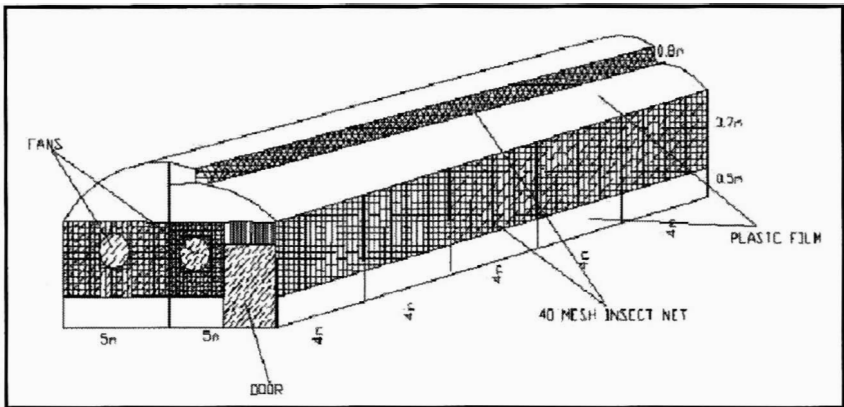
Pada bagian ini akan dipaparkan beberapa rancangan *adapted greenhouse* yang diajukan oleh para peneliti dan sebagian telah diujicoba. Meskipun terdapat perbedaan rancangan atap tetapi pada dasarnya, *adapted greenhouse* memiliki bukaan ventilasi sesuai dengan konsep rumah tanaman untuk kawasan yang beriklim tropika basah. Bukaan ventilasi pada *adapted greenhouse* terletak pada bagian bubungan dan/atau dinding.

2.2.1. Tunnel Greenhouse dengan Satu Sisi Bukaan Atap

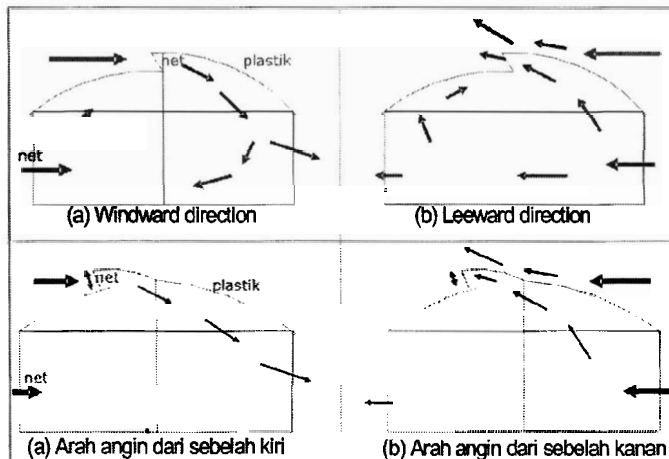
Rancangan rumah tanaman ini merupakan pengembangan dari *tunnel greenhouse*. Rumah tanaman ini memiliki bukaan ventilasi yang besar di dinding dan *gable* serta bukaan tambahan di bagian bubungan. Ratio luas bukaan ventilasi terhadap luas lantai rumah tanaman adalah 1:1. Rumah tanaman ini juga dilengkapi dengan kipas angin yang hanya dioperasikan jika diperlukan, yaitu pada saat suhu udara di dalam rumah tanaman sangat tinggi. Dinding rumah tanaman ditutup dengan *insect screen* dan atap rumah tanaman menggunakan *polyethylene* dengan *UV stabilizer*. Gambar 2.3 memperlihatkan *tunnel greenhouse* dengan satu sisi bukaan atap.

Modifikasi *tunnel greenhouse* dengan satu bukaan sisi atap memungkinkan terjadinya ventilasi alamiah yang lebih baik ditinjau dari dua arah angin yang berbeda. Gambar 2.4 menunjukkan bahwa dari dua arah aliran udara yang berbeda ternyata aliran udara di sekitar atap kurang begitu efektif masuk ke

dalam ruangan rumah tanaman. Angin dari samping hanya memberikan sedikit kontribusi apabila bukaan ventilasi kecil atau terhalang oleh tingginya tanaman yang dibudidayakan (Harmanto *et al.*, 2007).



Gambar 2.3. *Tunnel greenhouse* dengan satu sisi bukaan atap (Harmanto *et al.*, 2006b).



Gambar 2.4. Aliran udara pada *tunnel greenhouse* dengan satu sisi bukaan atap (Harmanto *et al.*, 2007).

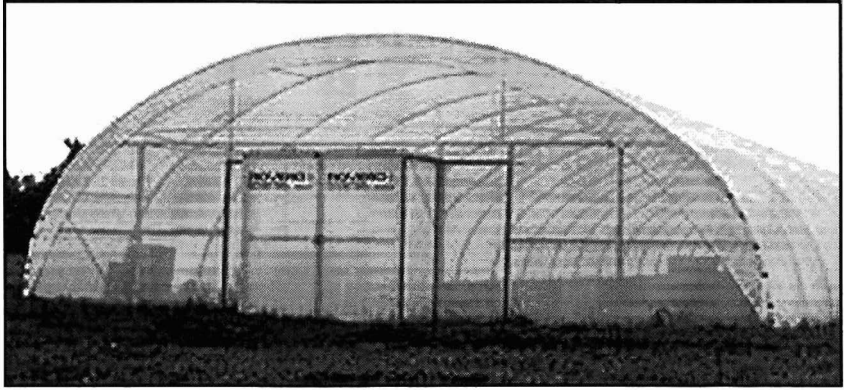
Ketika arah angin adalah dari sebelah kiri dan menghadap bukaan ventilasi (*windward direction*) maka terjadi aliran udara ke dalam rumah tanaman. Sebaliknya, ketika arah angin adalah dari sebelah kanan menuju belakang bukaan ventilasi (*leeward direction*) maka terjadi efek hisap pada rumah tanaman. Efek hisap terjadi karena perbedaan tekanan udara antara posisi di dalam rumah tanaman yang suhunya lebih tinggi dan di luar yang suhunya lebih rendah (Harmanto *et al.*, 2007).

2.2.2 Naturally Ventilated Tropical Greenhouse Structures

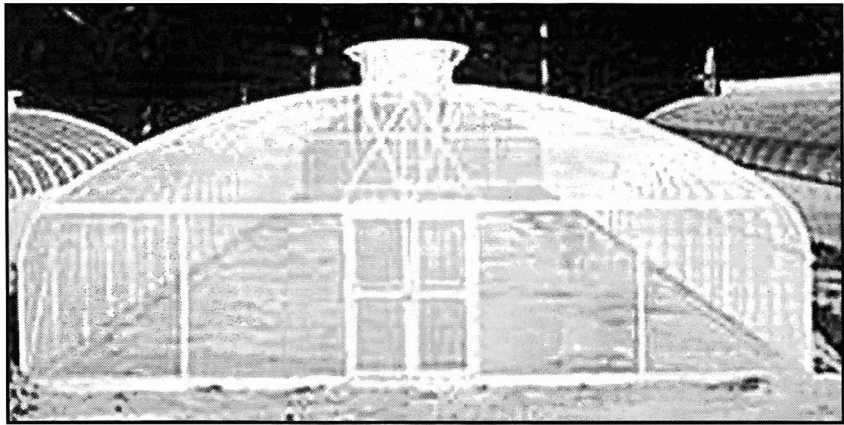
Naturally Ventilated Tropical Greenhouse Structures (NVTGS) merupakan rancangan yang dikembangkan dari bentuk *quonset* atau *tunnel greenhouse* (Gambar 2.5) oleh *Malaysian Agricultural Research and Development Institute* (MARDI). Bentuk NVTGS bentang tunggal dan bentang empat disajikan pada Gambar 2.6 dan 2.7.

Struktur NVTGS tergolong sederhana, dengan bukaan ventilasi pada bubungan dan dinding. Dinding rumah tanaman tegak, sedangkan bentuk atapnya *curved*. Atap NVTGS menggunakan plastik *polyethylene* (PE) dengan ketebalan 180 μm , sedangkan untuk dinding digunakan *insect-screen* berukuran 800 μm *mesh*. Dimensi NVTGS diberikan pada Tabel 2.1.

Bahan penutup berupa plastik film lebih sesuai untuk NVTGS yang atapnya melengkung dibandingkan dengan bahan penutup yang kaku. Bentuk atap yang melengkung menyebabkan radiasi matahari yang masuk ke dalam rumah tanaman cenderung besar sepanjang hari.



Gambar 2.5. *Tunnel greenhouse* (Kamaruddin *et al.*, 2002a).



Gambar 2.6. *Naturally Ventilated Tropical Greenhouse Structures* bentang tunggal (Kamaruddin *et al.*, 2002a).



Gambar 2.7. *Naturally Ventilated Tropical Greenhouse Structures* bentang empat (Kamaruddin *et al.*, 2006).

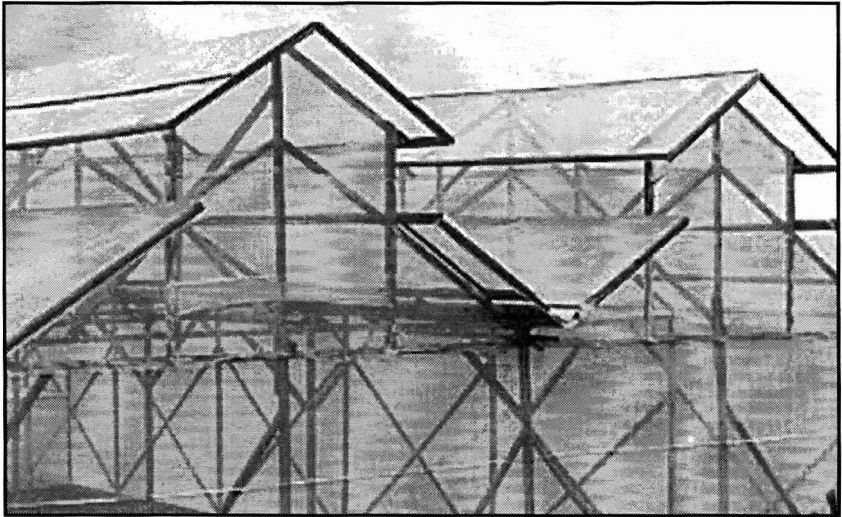
Tabel 2.1. Dimensi *Naturally Ventilated Tropical Greenhouse Structures* (Kamaruddin *et al.*, 2006)

Tipe Struktur Greenhouse	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Volume (m ³)	Luas Lantai (m ²)	Luas Atap (m ²)
Bentang Tunggal	50	10	4.5	2300	500	600
Bentang Dua	50	20	4.5	2600	1000	1200
Bentang Tiga	50	30	4.5	6900	1500	1600
Bentang Empat	50	40	4.5	9200	2000	2400

2.2.3. *Modified Standard Peak Greenhouse*

Bentuk *modified standard peak greenhouse* merupakan modifikasi dari *span roof* atau *standard peak greenhouse*. Modifikasi dilakukan terhadap bagian bubungan. Bentuk *gable* tidak lagi segitiga, karena atap dibuat bersusun dua dengan bukaan ventilasi yang luas dan ditutup *screen*. Dalam Gambar 2.8. disajikan foto rumah tanaman rancangan IPB (Suhardiyanto, 2002) yang diterapkan untuk kelompok tani di daerah Puncak

Bogor. Bentuk atap dengan bukaan seperti ini memungkinkan terjadinya ventilasi alamiah, walaupun tidak ada angin yang bertiup. Aliran udara yang keluar melalui bukaan ventilasi di bagian bubungan terjadi karena perbedaan kerapatan udara. Agar perbedaan kerapatan udara tersebut lebih besar maka rumah tanaman dibuat lebih tinggi dari rata-rata tinggi rumah tanaman tipe *standard peak*. Hal ini sekaligus berarti bahwa tipe ini sesuai untuk tanaman yang tinggi, seperti tomat, paprika, dan melon.



Gambar 2.8. *Modified standard peak greenhouse* dengan atap bersusun dua (Suhardiyanto, 2002).

Sesuai dengan konsep *adapted greenhouse*, dinding rumah tanaman ini ditutup dengan *screen* untuk menghindari masuknya hama dan memungkinkan pertukaran udara yang lebih baik. Bahan yang digunakan untuk atap adalah plastik film *polyethylene* (PE) dengan UV *stabilizer*. Jenis plastik tersebut memiliki

transmisivitas cahaya matahari yang baik, serta tidak terlalu kedap terhadap radiasi gelombang panjang dibandingkan bahan dari kaca.

Modified standard peak greenhouse banyak digunakan di Indonesia karena sesuai dengan kondisi iklim Indonesia yang memiliki intensitas radiasi matahari dan curah hujan yang tinggi. Bentuk atap berundak dengan kemiringan tertentu mempercepat aliran air hujan ke arah ujung bawah atap. Bentuk atap *standard peak* dengan kemiringan sudut atap 25 - 35° tergolong optimal dalam mentransmisikan radiasi matahari.

Dengan bukaan ventilasi pada bagian bubungan, suhu udara di dalam rumah tanaman tipe ini dapat dipertahankan pada tingkat yang dapat ditolerir oleh tanaman. Hal ini terjadi karena pertukaran udara berlangsung melalui bukaan ventilasi pada bubungan dan dinding yang ditutup *screen*. Ketika tidak ada angin bertiup, udara masih dapat keluar dari dalam rumah tanaman melalui bukaan pada atap. Perbedaan kerapatan udara terjadi karena perbedaan suhu udara. Suhu udara di bagian atas rumah tanaman cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan suhu udara di bagian bawah. Hal ini menyebabkan terjadinya aliran udara ke atas, yaitu ke arah bukaan pada atap, sehingga berlangsunglah ventilasi alamiah. Ketika angin bertiup, ventilasi alamiah berlangsung secara lebih lancar (Suhardiyanto, 2002).

Berdasarkan prinsip perpindahan panas, Suhardiyanto *et al.* (2006b) mengembangkan model untuk simulasi komputer dalam melakukan modifikasi rumah tanaman tipe *standard peak*. Dengan memodifikasi kemiringan atap dari 45° menjadi 30°, panjang

bukaan ventilasi di sepanjang bubungan dari 12 m menjadi 20 m dan lebar bukaan ventilasi dinding dari 24 m menjadi 3.98 m, serta tinggi bubungan tetap 7.35 m dari lantai, rumah tanaman tersebut mengalami ventilasi alamiah sebesar 74.34 kali/jam, tertinggi dibandingkan rancangan eksisting dan empat alternatif rancangan yang lain. Program komputer yang dikembangkan tersebut dapat digunakan untuk perancangan dan modifikasi rumah tanaman. *Modified standard peak greenhouse* dapat dibangun satu bentang atau lebih, sesuai dengan kebutuhan.

2.3. Ventilasi Rumah Tanaman

2.3.1. Luas Bukaan Ventilasi

Rancangan rumah tanaman yang baik harus menjamin terjadinya pertukaran udara yang lancar sehingga suhu udara di dalam rumah tanaman tidak terlalu tinggi. Untuk menciptakan sirkulasi udara yang baik maka pergerakan dan pergantian udara pada rumah tanaman perlu dikaji dan menjadi dasar dalam perancangan. Suhu udara yang terlalu tinggi di dalam rumah tanaman dapat dicegah dengan cara memperbesar laju ventilasi.

Ventilasi adalah proses pertukaran udara dari dalam ke luar rumah tanaman dan sebaliknya untuk memindahkan panas akibat radiasi matahari, menambah konsentrasi karbondioksida di udara, dan mencegah kelembaban udara agar tidak terlalu tinggi. Ada dua jenis ventilasi, yaitu ventilasi alamiah dan ventilasi mekanik. Ventilasi alamiah terjadi karena adanya perbedaan tekanan di dalam dan di luar rumah tanaman akibat faktor angin dan termal.

Ventilasi mekanik terjadi karena bantuan kipas listrik.

Kipas listrik membuang udara panas keluar dari rumah tanaman sehingga tekanan udara di dalam rumah tanaman turun dan udara luar dapat masuk melalui bukaan rumah tanaman. Rumah tanaman dengan investasi yang tidak terlalu besar biasanya menggunakan ventilasi alamiah karena biaya investasi maupun biaya operasional sistem ventilasi tersebut rendah sekali.

Bukaan ventilasi pada rumah tanaman dapat berupa bukaan di bubungan saja, pada sisi dinding saja, atau pada kedua bagian konstruksi tersebut. Bukaan pada kedua bagian konstruksi tersebut ditutup dengan *screen*.

Agar terjadi pertukaran udara yang cukup maka perbandingan total luasan ventilasi (A_v) terhadap luasan lantai (A_f) perlu diperhitungkan. Angka perbandingan (A_v/A_f) tersebut berbeda-beda bergantung lokasi rumah tanaman. Untuk rumah tanaman yang berlokasi di Hannover, Jerman, von Zabeltitz, (1999) menyarankan angka perbandingan tersebut minimum 0.15. Hal ini berarti luasan bukaan ventilasi total minimum adalah 15% dari luasan lantai rumah tanaman. Luasan bukaan ventilasi total (bukaan di bubungan dan dinding) minimum yang disarankan untuk rumah tanaman yang berlokasi di Australia dan di USA masing-masing adalah 20% (Conellan, 2000) dan 10% (Albright, 2002) dari luasan lantainya.

Untuk rumah tanaman di kawasan yang beriklim tropika, Harmanto (2006) merekomendasikan luasan bukaan ventilasi total sebesar 60% dari luasan lantai. Hal ini bertujuan agar suhu udara di dalam rumah tanaman dapat mendekati suhu udara di luar. Selain

itu, proporsi luas bukaan tersebut bertujuan agar terjadi pertukaran udara untuk mencegah penurunan kadar karbondioksida di udara di dalam rumah tanaman. Angka perbandingan tersebut berlaku untuk rumah tanaman dengan ukuran *net* 52 mesh.

Ventilasi alamiah pada rumah tanaman dapat mengatasi tingginya suhu udara dan menjaga kadar karbondioksida di udara pada tingkat yang cukup bagi berlangsungnya fotosintesis pada tanaman di dalamnya. Ventilasi alamiah memang memiliki kemampuan yang lebih rendah dalam mencegah kenaikan suhu udara dan menjaga kadar karbondioksida di udara di dalam rumah tanaman dibandingkan ventilasi mekanik. Namun, ventilasi alamiah lebih efisien dalam pemakaian energi dan lebih rendah dalam biaya perawatan dan pengoperasian dibandingkan ventilasi mekanik (Esmay dan Dixon, 1978).

Atap lengkung maupun datar pada rumah tanaman di kawasan yang beriklim tropika basah perlu dilengkapi dengan bukaan ventilasi pada bubungan sehingga udara panas dapat keluar secara leluasa. Sisi-sisi dinding perlu dimanfaatkan untuk ventilasi alamiah. Dinding rumah tanaman ditutup dengan *screen* sehingga memungkinkan terjadinya ventilasi alamiah sekaligus mencegah masuknya hama ke dalam rumah tanaman.

Bukaan pada bubungan dan dinding rumah tanaman telah terbukti cukup efektif untuk mengatasi tingginya suhu udara di dalam rumah tanaman di kawasan yang beriklim tropika basah (Harmanto, 2006). Menurut von Zabeltitz (1999), untuk rumah tanaman di kawasan yang beriklim tropika basah, luas bukaan ventilasi dinding dapat dibuat sebesar mungkin tetapi bukaan pada

bubungan rumah tanaman perlu dibatasi. Hal ini untuk mencegah limpasan air hujan masuk ke dalam rumah tanaman (Rault, 1988).

Jika rumah tanaman tidak dapat mempertahankan kenaikan suhu udara di bawah 6°C dibandingkan suhu udara luar maka rumah tanaman tergolong kurang efektif dari segi ventilasi alamiah. Apabila modifikasi rumah tanaman tersebut untuk meningkatkan laju ventilasi alamiah tetap tidak memberikan hasil yang memadai maka rumah tanaman tersebut dapat juga dilengkapi dengan ventilasi mekanik yang dioperasikan hanya ketika diperlukan. Ventilasi mekanik dapat dihadirkan dengan pemasangan kipas listrik dalam jumlah kipas dan kapasitas sesuai kebutuhan.

Tinggi rumah tanaman menjadi pertimbangan penting dalam merancang rumah tanaman untuk iklim tropika basah. Tinggi rumah tanaman mempengaruhi efisiensi ventilasi alamiah pada bukaan, baik yang berada pada bubungan maupun dinding. Semakin tinggi atap dan semakin jauh jarak antara kedua bukaan tersebut maka semakin tinggi perbedaan tekanan udara (Bot, 1983). Rumah tanaman yang cukup tinggi dengan volume yang besar akan menciptakan kondisi iklim mikro yang lebih baik. Menurut Conellan (2002) tinggi dinding rumah tanaman di kawasan yang beriklim tropika pada saat ini sudah lebih baik dibandingkan pada tahun-tahun sebelumnya yang hanya 1.5 - 2.0 m. Pada saat ini tinggi dinding rumah tanaman di kawasan yang beriklim tropika sudah berkisar 2.5 - 4.5 m.

2.3.2. Penggunaan *Screen* pada Bukaan Ventilasi

Sisi-sisi rumah tanaman perlu dibiarkan terbuka sebagai inlet maupun outlet ventilasi. Untuk kawasan yang beriklim tropika basah, penggunaan *screen* pada bukaan ventilasi sangat disarankan, yaitu untuk mencegah masuknya hama ke dalam rumah tanaman. Tetapi, penggunaan *screen* dapat mengurangi laju ventilasi dan dapat menyebabkan kenaikan suhu udara di dalam rumah tanaman dibandingkan tanpa *screen*. Namun demikian, kenaikan suhu udara di dalam rumah tanaman tersebut pada umumnya tidak membuat metabolisme tanaman terganggu.

Ukuran *screen* yang dianjurkan adalah 52 *mesh* (Harmanto, 2006). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan tiga jenis ukuran *screen* untuk dinding rumah tanaman berpengaruh secara nyata terhadap suhu dan kelembaban udara, laju ventilasi, tingkat serangan hama, jumlah dan mutu produk budidaya tanaman di dalamnya. Laju ventilasi akan turun masing-masing 50 dan 35% bila menggunakan jenis *screen* yang lebih halus (78 dan 52 *mesh*) dibandingkan dengan rumah tanaman yang menggunakan *screen* 40 *mesh*. Akibatnya suhu udara di dalam rumah tanaman juga meningkat antara 1 - 3°C.

Meskipun perbedaan suhu udara di dalam dan di luar kecil, akan tetapi kelembaban mutlak udara di dalam rumah tanaman dengan 78 *mesh* dua kali lebih besar daripada rumah tanaman dengan *screen* 40 *mesh*. Dari tiga ukuran *screen* yang dicobakan, rumah tanaman dengan *screen* 52 *mesh* menunjukkan kinerja yang terbaik ditinjau dari beberapa parameter penting tersebut (Harmanto *et al.*, 2006a).



Gambar 2.9. *Screenhouse*.

2.4. *Screenhouse*

Selain untuk penutup bukaan ventilasi alamiah, di kawasan yang beriklim tropika basah *screen* digunakan untuk menutup seluruh struktur bangunan perlindungan tanaman. Struktur ini disebut *screenhouse* (Gambar 2.9.). Penggunaan *screenhouse* terutama ditujukan untuk melindungi tanaman dari hama berupa serangga. Berbeda dengan rumah tanaman, struktur *screenhouse* sangat sederhana, dengan dinding *screen* yang vertikal dan atap *screen* yang horisontal. Kerangka *screenhouse* hanya berupa tiang-tiang dari kayu atau besi untuk menyangga *screen*. Tinggi tiang tergantung kepada jenis tanaman yang dibudidayakan. Pada umumnya, *screenhouse* digunakan untuk persemaian tanaman. Walaupun demikian, *screenhouse* digunakan juga untuk budidaya cabai dan anggrek secara komersial.

Screenhouse cukup populer di kalangan petani Indonesia karena biaya pembuatannya murah sedangkan manfaatnya cukup besar. Struktur ini juga disebut dengan *shadehouse* karena bertujuan untuk mengurangi intensitas radiasi matahari yang diterima oleh tanaman. Radiasi matahari yang melewati *screen* berkurang hampir 50%. Penggunaan *screenhouse* dapat mengurangi penggunaan pestisida.

Di beberapa negara Asia, *screenhouse* juga umum digunakan untuk keperluan penelitian. Di Filipina, *screenhouse* digunakan untuk fasilitas ujicoba penanaman pepaya transgenik dari Hawaii yang tahan terhadap penyakit yang disebabkan oleh *Papaya Ring Spot Virus* (PRSV). Di Malaysia, Thailand, dan Vietnam, *screenhouse* juga digunakan untuk fasilitas pembibitan *disease-free plants* pisang dan jeruk sitrus.