

BAB 1

Pendahuluan

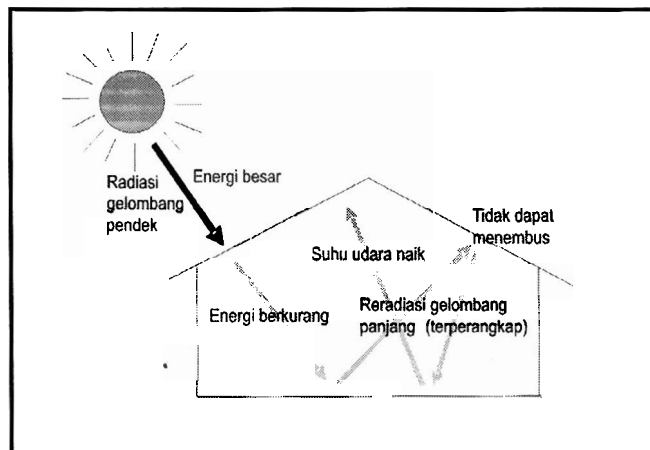
Penggunaan *greenhouse* dalam budidaya tanaman merupakan salah satu cara untuk memberikan lingkungan yang lebih mendekati kondisi optimum bagi pertumbuhan tanaman. *Greenhouse* dikembangkan pertama kali dan umum digunakan di kawasan yang beriklim subtropika. Penggunaan *greenhouse* terutama ditujukan untuk melindungi tanaman dari suhu udara yang terlalu rendah pada musim dingin. Nelson (1978) mendefinisikan *greenhouse* sebagai suatu bangunan untuk budidaya tanaman, yang memiliki struktur atap dan dinding yang bersifat tembus cahaya.

Cahaya yang dibutuhkan oleh tanaman dapat masuk ke dalam *greenhouse* sedangkan tanaman terhindar dari kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan, yaitu suhu udara yang terlalu rendah, curah hujan yang terlalu tinggi, dan tiupan angin yang terlalu kencang. Di dalam *greenhouse*, parameter lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman, yaitu cahaya matahari, suhu udara, kelembaban udara, pasokan nutrisi, kecepatan angin, dan konsentrasi karbondioksida dapat dikendalikan dengan lebih mudah. Penggunaan *greenhouse* memungkinkan dilakukannya modifikasi lingkungan yang tidak sesuai bagi pertumbuhan tanaman menjadi lebih mendekati kondisi optimum bagi pertumbuhan tanaman.

Struktur *greenhouse* berinteraksi dengan parameter iklim di sekitar *greenhouse* dan menciptakan iklim mikro di dalamnya yang

berbeda dengan parameter iklim di sekitar *greenhouse*. Hal ini disebut sebagai peristiwa *greenhouse effect* atau efek rumah kaca. Menurut Bot (1983), *greenhouse effect* disebabkan oleh dua hal, yaitu

1. Pergerakan udara di dalam *greenhouse* yang relatif sangat sedikit atau cenderung stagnan. Karena struktur *greenhouse* yang tertutup dan laju pertukaran udara di dalam *greenhouse* dengan lingkungan luar yang sangat kecil. Hal ini menyebabkan suhu udara di dalam *greenhouse* cenderung lebih tinggi daripada di luar.
2. Radiasi matahari gelombang pendek yang masuk ke dalam *greenhouse* melalui atap diubah menjadi radiasi gelombang panjang. Radiasi gelombang panjang ini tidak dapat keluar dari *greenhouse* dan terperangkap di dalamnya. Hal ini menimbulkan *greenhouse effect* yang menyebabkan meningkatnya suhu udara di dalam *greenhouse* (Gambar 1.1).



Gambar 1.1. *Greenhouse Effect*.

Radiasi gelombang pendek yang masuk ke dalam *greenhouse* diubah menjadi gelombang panjang karena melewati bahan penutup, yaitu atap dan dinding serta dipantulkan oleh lantai maupun bagian konstruksi *greenhouse*. Radiasi gelombang panjang yang terperangkap di dalam *greenhouse* menyebabkan naiknya suhu udara di dalam *greenhouse*. Untuk mengatasi masalah tersebut, perlu diperhatikan bentuk *greenhouse* maupun sirkulasi udara di dalamnya (Boutet dan Terry, 1987).

Pada mulanya, *greenhouse* di kawasan yang beriklim subtropika banyak dibangun dengan menggunakan kaca sebagai atap dan dinding. Hal ini terutama jika *greenhouse* tersebut dibangun untuk fasilitas produksi tanaman sepanjang tahun. Kaca merupakan bahan utama dalam pembuatan *greenhouse*.

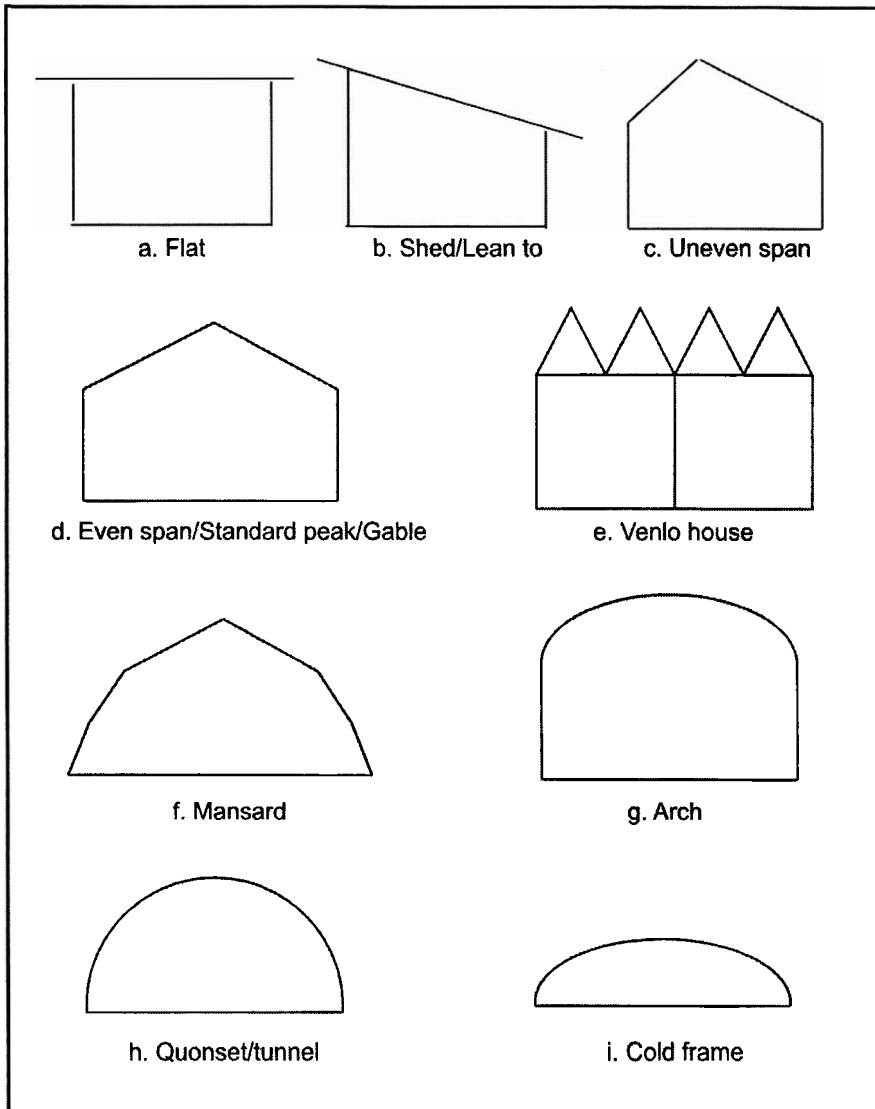
Begitu juga yang terjadi di Indonesia, *greenhouse* pada umumnya dibangun menggunakan kaca sebagai atap dan dinding. Itulah sebabnya *greenhouse* kemudian identik dengan *glasshouse* dan diterjemahkan sebagai rumah kaca. Namun dalam perkembangannya, penggunaan kaca sebagai bahan penutup *greenhouse* sudah jauh tertinggal dibandingkan dengan penggunaan plastik. Sehingga, istilah rumah kaca sebagai terjemahan dari *greenhouse* sudah kurang tepat lagi. Agar lebih mencerminkan fungsi *greenhouse* sebagai bangunan perlindungan tanaman maka penulis memperkenalkan istilah “rumah tanaman” sebagai terjemahan dari *greenhouse*.

1.1. Tipe Rumah Tanaman

Pada awalnya, rumah tanaman dikembangkan di kawasan yang beriklim subtropika sehingga tipe rumah tanaman di berbagai negara cenderung mengikuti bentuk-bentuk yang umum digunakan di kawasan yang beriklim subtropika. Seharusnya pemilihan bentuk atap rumah tanaman didasarkan pada tujuan dan lokasi rumah tanaman tersebut didirikan.

Jumlah radiasi matahari yang ditransmisikan akan mencapai tingkat maksimum ketika sudut datangnya tegak lurus terhadap bidang atap rumah tanaman. Dengan demikian, jika tujuan perancangan adalah memaksimalkan masuknya radiasi matahari ke dalam rumah tanaman maka dipilihlah atap yang berbentuk lengkung (*arch roof*). Pada atap lengkung, radiasi matahari yang ditransmisikan ke dalam rumah tanaman selalu mencapai tingkat maksimum sepanjang hari (Walls, 1993). Gambar 1.2. memperlihatkan bentuk-bentuk penampang melintang rumah tanaman di kawasan yang beriklim subtropika.

Konstruksi rumah tanaman dengan penampang melintang bentuk *flat* (Gambar 1.2.a) dan *shed* (Gambar 1.2.b) merupakan bentuk sangat sederhana. *Flat greenhouse* banyak digunakan untuk persemaian. *Shed greenhouse* yang memiliki atap miring ada yang bersandar pada dinding bangunan lain (*base wall*) dan ada juga yang tidak. *Shed greenhouse* yang bersandar pada bangunan lain disebut juga dengan *lean-to greenhouse*. Jika *shed greenhouse* dibangun lebih dari satu bentang atau *multispan* maka disebut dengan *sawtooth greenhouse* karena bentuk atapnya mirip dengan gigi gergaji.



Gambar 1.2. Bentuk penampang melintang rumah tanaman di kawasan yang beriklim subtropika.

Uneven span greenhouse (Gambar 1.2.c) dikembangkan dari *shed greenhouse* agar lebih efektif dalam hal transmisivitas radiasi matahari. *Uneven span greenhouse* memiliki kemiringan atap (*roof pitch*) yang berbeda pada tiap sisinya. Salah satu bidang atap dirancang dengan kemiringan tertentu agar radiasi matahari dapat masuk secara maksimum. *Uneven span greenhouse* ada yang bersandar pada dinding bangunan lain, ada juga yang tidak.

Bentuk rumah tanaman yang juga banyak digunakan adalah *even span greenhouse* atau *standard peak* atau disebut juga *gable*. Atap rumah tanaman ini dari depan terlihat berbentuk segitiga sama sisi (Gambar 1.2.d). Dinding rumah tanaman tipe ini tegak sedangkan atapnya miring. Rumah tanaman tipe ini banyak dimodifikasi dan digunakan pada skala komersial, diantaranya menjadi bentuk *venlo house* (Gambar 1.2.e). *Venlo house* digunakan di Eropa dengan tiga atau empat atap *gable* dalam satu bentang. Karena *venlo house* seringkali mempunyai bentang yang sangat lebar maka pada beberapa posisi, konstruksi atap didukung dengan tiang.

Bentuk rumah tanaman yang lain adalah *mansard*. Rumah tanaman tipe ini juga dirancang untuk memaksimalkan radiasi matahari yang ditransmisikan ke dalam rumah tanaman (Gambar 1.2.f). Penampang melintang bentuk atap rumah tanaman ini menyerupai kurva lengkung yang terdiri dari beberapa segmen garis lurus. Hal ini ditujukan agar arah radiasi matahari langsung mengenai permukaan atap mendekati normal pada setiap saat. Dengan demikian, hanya sedikit radiasi matahari langsung yang dipantulkan oleh atap rumah tanaman. Di kawasan yang beriklim

subtropika, hal ini sangat diperlukan pada musim dingin tetapi menimbulkan masalah pada musim panas. Pada musim panas, radiasi matahari yang ditransmisikan atap akan mencapai maksimum sehingga tanaman memerlukan *shading*. Suhu udara dalam rumah tanaman menjadi tinggi. Rumah tanaman tipe ini jarang digunakan secara komersial karena biaya pembangunannya lebih mahal. Rumah tanaman tipe ini tidak sesuai untuk kawasan yang beriklim tropika karena suhu udara di dalam rumah tanaman tersebut cenderung terlalu tinggi.

Bentuk *arch* (Gambar 1.2.g) dikembangkan bukan dengan pertimbangan untuk memaksimalkan cahaya matahari yang ditransmisikan, tetapi lebih merupakan pertimbangan biaya (Tiwari dan Goyal, 1998). Biaya pembangunan rumah tanaman dengan atap *arch* dapat ditekan menjadi 75% dibandingkan dengan atap berbentuk *peak*. Selain itu, atap berbentuk lengkung (*curved* ataupun *arch*) lebih mudah dalam pemasangan atap dari bahan plastik film. Bentuk *arch* dimodifikasi menjadi *quonset/tunnel* (Gambar 1.2.h) dan *cold frame* (Gambar 1.2.i) sesuai dengan kebutuhan dan keadaan lokasi.

Menurut Tiwari dan Goyal (1998), berdasarkan biaya konstruksi per meter persegi, rumah tanaman dapat dibedakan kedalam tiga klasifikasi, yaitu biaya konstruksi rendah, sedang, dan tinggi. Rumah tanaman dengan biaya konstruksi rendah memiliki ciri antara lain strukturnya sederhana dengan konstruksi bahan lokal yang tersedia di kawasan yang beriklim tersebut. Bambu dan kayu adalah bahan yang banyak digunakan di Indonesia untuk *low cost greenhouse*, karena harganya relatif

murah. Sebagai bahan penutup digunakan plastik film. Ventilasi alamiah sebaiknya dimanfaatkan secara maksimum sehingga tidak diperlukan peralatan khusus untuk mengendalikan kondisi lingkungan dalam rumah tanaman.

Rumah tanaman dengan biaya konstruksi sedang biasanya menggunakan besi sebagai rangkanya. Selain itu, digunakan beberapa peralatan tertentu, seperti *exhaust fan*, *evaporative pad*, dan instalasi pengkabutan. Peralatan tersebut dikendalikan secara manual atau semi otomatis untuk menjaga kondisi lingkungan di dalam rumah tanaman.

Rumah tanaman dengan biaya konstruksi tinggi biasanya menggunakan bahan konstruksi kuat dan tahan lama. Rumah tanaman dengan konstruksi ini dilengkapi sistem kendali otomatis menggunakan berbagai sensor dan dikendalikan oleh komputer.

1.2. Bahan Atap Rumah Tanaman

Tujuan penggunaan rumah tanaman adalah menciptakan iklim mikro yang kondusif untuk pertumbuhan tanaman ketika kondisi iklim tidak kondusif. Atap rumah tanaman sangat menentukan iklim mikro dalam rumah tanaman tersebut. Pemilihan bahan atap harus mempertimbangkan karakteristik fisik, termal, optik, dan harga bahan tersebut.

Karakteristik termal atap rumah tanaman terhadap radiasi matahari meliputi *transmissivity*, *absorptivity*, dan *reflectivity*. Dari segi optik, atap rumah tanaman perlu mempunyai karakteristik dapat meneruskan sebanyak mungkin sinar tampak yang diperlukan tanaman untuk fotosintesis. Berbagai jenis bahan

atap rumah tanaman masing-masing mempunyai karakteristik tertentu, baik fisik maupun termal. Karakteristik fisik dan radiasi termal (panjang gelombang >2800 nm) beberapa bahan atap rumah tanaman disajikan dalam Tabel 1.1 dan 1.2.

Tabel 1.1. Karakteristik fisik beberapa bahan atap rumah tanaman (Takakura, 1989)

| Uraian | | Kaca | PE | PVC |
|----------------------|---------------------------|------|----|-----|
| Karakteristik fisik | Transparansi | ● | ○ | ● |
| | Kekuatan | ○ | ■ | ○ |
| | Resistensi terhadap panas | ● | □ | ○ |
| | Anti debu | ○ | ○ | □ |
| | Anti droplet | ○ | □ | ○ |
| | Toleransi terhadap cuaca | ● | ■ | ○ |
| Kemudahan pemasangan | | □ | ○ | ○ |
| Biaya | | □ | ● | ■ |

Keterangan: □ kurang, ■ cukup, ○ baik, ● baik sekali

Kaca mempunyai kekuatan beragam, yaitu *single strength* dan *double strength*. Karena sifatnya yang sangat tahan pecah, jenis *double strength* sangat direkomendasikan untuk atap rumah tanaman. Jenis kaca yang banyak dipakai adalah *soda lime silica*. Spesifikasi yang dianjurkan adalah transparan, *flat glossy surface*, *fire finished*, dan datar.

Tabel 1.2. Karakteristik termal beberapa bahan atap rumah tanaman (Takakura, 1989)

| Jenis bahan atap | Ketebalan (mm) | Absorptivitas | Transmisivitas | Reflektivitas |
|------------------|----------------|---------------|----------------|---------------|
| Kaca | 3.0 | | 0.95 | 0.05 |
| PE | 0.05 | 0.05 | 0.85 | 0.1 |
| | 0.1 | 0.15 | 0.75 | 0.1 |
| PVC | 0.05 | 0.45 | 0.45 | 0.1 |
| | 0.1 | 0.65 | 0.25 | 0.1 |

Kaca mempunyai daya tembus atau transmisivitas PAR yang baik yaitu 71 - 92% dan umur pakai yang lama yaitu 25 tahun. Tetapi, biaya konstruksi rumah tanaman dengan atap kaca tergolong besar. Jika petani atau pengusaha ingin berinvestasi untuk jangka waktu yang pendek, misalnya hanya beberapa tahun saja maka bahan penutup dari plastik film dapat menjadi pilihan. Ada beberapa plastik film yang dapat digunakan untuk bahan penutup rumah tanaman, yaitu *polyethylene* (PE), atau *polyvinyl chloride* (PVC).

PE pertama kali diproduksi di Inggris pada tahun 1938. PE memiliki sifat fisik yang fleksibel dan ringan sehingga sering digunakan pada rumah tanaman dengan atap melengkung. PE dapat mentransmisikan PAR 85 - 87%. Kelemahan PE adalah umur pakainya yang hanya dua sampai empat tahun. PVC juga merupakan bahan atap yang fleksibel sehingga mudah dipasang. PVC mempunyai transmisivitas PAR yang sama dengan kaca.

PE lebih populer sebagai bahan penutup rumah tanaman dibandingkan dengan PVC. PE dengan UV *stabilizer* merupakan bahan penutup yang paling banyak digunakan di Indonesia karena harganya relatif murah dan daya tahannya cukup baik.

Selain plastik yang fleksibel berupa film, terdapat juga plastik yang kaku dan cukup baik sebagai bahan atap rumah tanaman. Penggunaan plastik yang berupa film maupun plastik yang kaku semakin luas. Hal ini antara lain karena harganya murah sehingga mudah disesuaikan dengan kebijakan investasi dalam bisnis yang bersangkutan. Beberapa jenis plastik kaku yang dapat digunakan sebagai bahan atap rumah tanaman antara lain adalah *corrugated fiberglass*, *acrylic*, dan *polycarbonate*.

Corrugated fiberglass dapat mentransmisikan PAR 60 - 88%. Bahan ini tergolong murah, kuat, dan mudah digunakan. Namun, bahan ini mudah dipengaruhi oleh sinar UV, debu, dan polutan sehingga harus sering dibersihkan. Lama kelamaan, bahan ini akan berubah warna menjadi kekuningan dan mudah terbakar. Umur pakainya diperkirakan sekitar 7 - 15 tahun.

Acrylic bersifat ringan, mudah digunakan serta tahan terhadap sinar UV dan cuaca. *Acrylic* dapat mentransmisikan PAR 83% untuk penggunaan dua lapis dan 93% untuk penggunaan satu lapis. Umur pakai *acrylic* adalah sekitar 20 tahun. *Acrylic* murah tapi mudah tergores dan mudah mengembang serta lama-kelamaan menjadi rapuh dan mudah terbakar.

Polycarbonate (PC) bersifat tahan terhadap tekanan, mudah digunakan, dan ringan. PC dapat mentransmisikan PAR 79% untuk penggunaan dua lapis dan 87% untuk penggunaan satu lapis.

Penelitian terbaru telah menghasilkan bahan PC yang lebih baik, antara lain *dynaglass* yang mempunyai nilai PAR yang menyamai atau lebih baik dari kaca. PC dapat bertahan 5 - 10 tahun tergantung pada jenisnya. PC mudah tergores, kurang tahan pada perubahan cuaca tetapi tahan terhadap sinar UV. Kelemahan ini dapat diatasi dengan lapisan *acrylic* pada permukaan luar PC.