

REKAYASA TANAH-AIR DAN TANAMAN: PENDINGINAN TERBATAS DI DALAM RUMAH TANAMAN/GREEMHOUSE

HUBUNGAN TANAH AIR DAN TANAMAN
PERTEMUAN KE 7

PENDAHULUAN

- Pengendalian lingkungan dapat meliputi : cahaya, suhu, kelembaban, konsentrasi CO.
- Kondisi di kawasan yang beriklim tropika basah : pengendalian suhu udara sangatlah penting.
- Pengendalian suhu udara secara aktif membutuhkan biaya operasional yang besar (membutuhkan peralatan dan energi listrik dalam pengoperasiannya).
- Peralatan pengendalian lingkungan tersebut beroperasi dengan atau tanpa bantuan operator.
- Pemilihan tingkat kecanggihan sistem pengendalian lingkungan tergantung : a) parameter yang dikendalikan, b) umur ekonomis sistem pengendali, dan c) biaya yang dikeluarkan.

- Kondisi lingkungan di sekitar tanaman perlu dijaga agar selalu mendekati keadaan optimum bagi pertumbuhan tanaman.
- Untuk itu diperlukan metode pengendalian lingkungan yang efektif untuk rumah tanaman tersebut. Hal yang sama juga sangat diperlukan untuk rumah tanaman di kawasan yang beriklim tropika basah.
- Metode pengendalian lingkungan untuk rumah tanaman di kawasan yang beriklim tropika basah masih belum banyak dikembangkan. Hal ini disebabkan sulitnya menurunkan suhu udara di dalam rumah tanaman pada kondisi radiasi matahari sangat besar.
- Bila digunakan pendingin mekanik untuk menurunkan suhu udara di dalam rumah tanaman maka dibutuhkan energi yang sangat besar

- Menurut Kozai et al. (1985), Beban pendinginan yang dibutuhkan untuk menurunkan suhu udara di dalam rumah tanaman secara keseluruhan sampai 6°C di bawah suhu udara di luar dapat mencapai 0.3 MJ/m^2 .
- Untuk menjaga suhu udara 24°C pada siang hari dan 15°C pada malam hari di dalam rumah tanaman yang dilengkapi dengan shading materials, diperlukan energi listrik sekitar 3.1 MJ/m^2 setiap harinya (Yamano et al., 1991).

- ❖ Penggunaan evaporative cooling untuk pendinginan udara di dalam rumah tanaman tidak efektif ketika kelembaban udara di luar sangat tinggi.
- ❖ Hal ini karena perbedaan suhu udara bola kering dan suhu udara bola basah sangat sedikit.
- ❖ Ketika menurunkan suhu udara dengan penguapan terjadi juga peningkatan kelembaban udara yang dapat menyebabkan peningkatan pertumbuhan jamur.

Zone Cooling (Pendinginan Terbatas)

- ❖ Zone cooling telah dikembangkan sejak dekade tahun 1990-an sebagai alternatif pengendalian suhu udara di dalam rumah tanaman ketika suhu dan kelembaban udara tinggi (Suhardiyanto, 1994).
- ❖ Dalam zone cooling, pendinginan suhu dilakukan secara terbatas dengan mengalirkan udara dingin ke sekitar tanaman atau mengalirkan larutan nutrisi yang didinginkan ke daerah perakaran.
- ❖ Meskipun suhu udara di dalam rumah tanaman tinggi, tetapi apabila suhu di daerah perakaran dapat dipertahankan cukup rendah, maka pertumbuhan tanaman akan cukup baik.
- ❖ Tanaman .tomat dengan suhu daerah perakarannya dipertahankan pada tingkat 21 sampai 23°C ternyata tumbuh jauh lebih baik dalam sistem Nutrient Film Technique (NFT) Matsuoka dan Suhardiyanto (1992)

Zone Cooling (Pendinginan Terbatas)

- ❖ Suhu daerah perakaran yang lebih rendah walaupun beberapa derajat tersebut ternyata sangat membantu pertumbuhan tanaman tomat.
- ❖ Dalam budidaya tanaman secara hidroponik, pendinginan larutan nutrisi lebih tepat dibandingkan dengan pendinginan udara.
- ❖ Panas jenis air lebih tinggi daripada udara sehingga larutan yang didinginkan akan bertahan berada pada suhu rendah lebih lama dibandingkan dengan udara.

Zone Cooling (Pendinginan Terbatas)

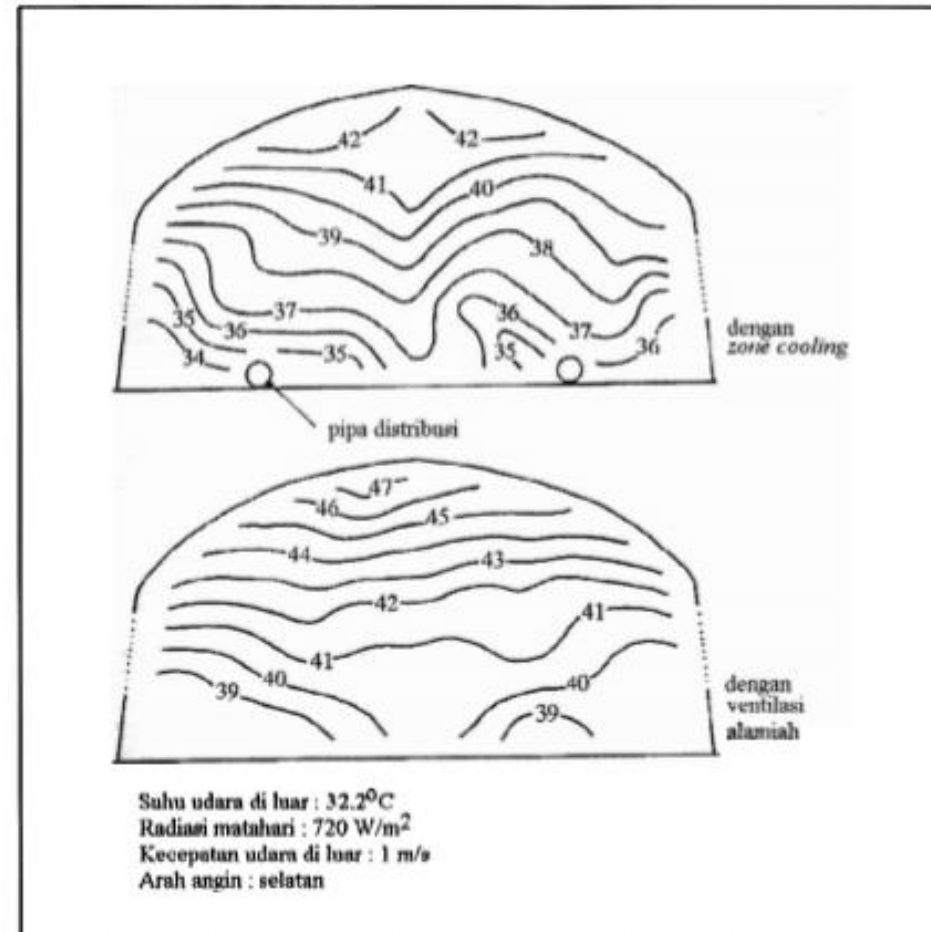
- ❖ Walaupun suhu udara di bagian atas rumah tanaman tinggi, selama suhu zona tanaman cukup rendah sehingga pertumbuhan tanaman diharapkan tidak terganggu.
- ❖ Dalam konsep zone cooling atau pendinginan terbatas, metode pendinginan ini tidak ditujukan untuk mendinginkan seluruh volume udara di dalam rumah tanaman. Pendinginan terbatas hanya mendinginkan zona di sekitar tanaman.
- ❖ Dengan demikian, energi yang diperlukan lebih sedikit dibandingkan dengan energi untuk mendinginkan seluruh volume udara dalam rumah tanaman.

PENGALIRAN UDARA DINGIN KE ZONA TANAMAN

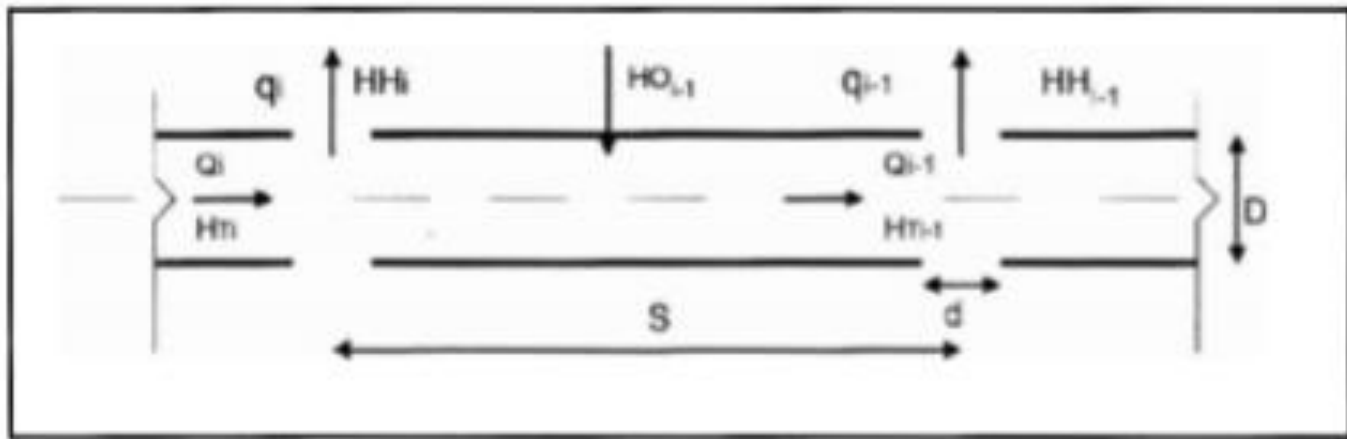
- Suhardiyanto dan Matsuoka (1992) melaporkan pengembangan sistem pendinginan terbatas yang menggunakan spot cooler (9.8 kW) untuk menghembuskan udara dingin melalui pipa hstribusi ke zona tanaman spinach di dalam sebuah rumah tanaman tipe curved. Walaupun suhu udara maksimum yang disarankan untuk budidaya tanaman spinach adalah 25 derajat C.

- Hasil percobaan menunjukkan bahwa pada rumah tanaman yang dilengkapi dengan sistem pendinginan terbatas, suhu udara harian maksimum di zona tanaman yang didinginkan ternyata 2 sampai 6°C lebih rendah dibandingkan dengan suhu udara di atas zona tanaman. Hal ini dapat dilihat pada Gambar :Perbedaan suhu udara antara zona tanaman dengan zona di atasnya pada rumah tanaman yang tidak dilengkapi dengan sistem pendinginan terbatas dan hanya memanfaatkan ventilasi alamiah, kurang lebih sama.

- Pada waktu radiasi matahari mencapai $18 \text{ MJ/m}^2/\text{hari}$, suhu udara di zona tanaman dalam rumah tanaman yang dilengkapi dengan sistem pendinginan terbatas tercatat 30.4 sampai 36.0°C . Pada waktu yang sama, suhu udara di zona tanaman dalam rumah tanaman yang hanya memanfaatkan ventilasi alamiah tercatat 32.0 sampai 39.0°C



- Keseragaman aliran udara dingin pada seluruh lubang pipa distribusi menjadi ukuran yang sangat penting dalam menyatakan kinerja sistem distribusi udara dingin.
- Untuk itu, debit dan suhu udara yang keluar melalui lubang pada dinding sebelah kanan dan kiri pipa distribusi telah dianalisis dengan prinsip-prinsip perpindahan panas dan mekanika fluida.
- Analisis dapat lebih mudah dilakukan dengan melakukan kajian keseimbangan panas dalam sebuah section antara dua lubang yang bersebelahan hulu- hilir.
- Serangkaian persamaan pindah panas dan mekanika fluida yang digunakan dalam prediksi debit dan suhu udara yang keluar dari lubang sepanjang pipa distribusi dapat digunakan sebagai landasan perancangan pipa distribusi udara & ngin dalam sistem pendinginan terbatas tersebut.



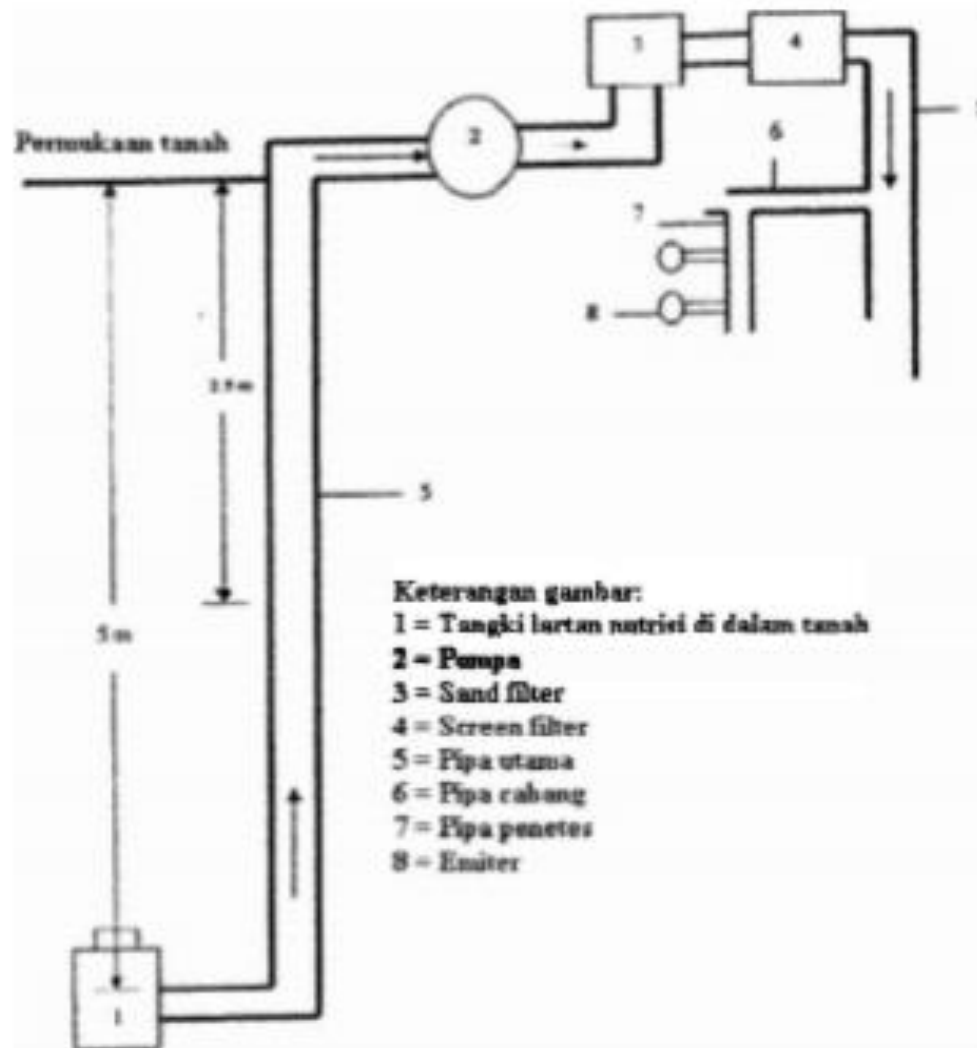
PENDINGINAN LARUTAN NUTRISI

- ❖ Pendinginan larutan nutrisi bertujuan untuk menjaga suhu daerah perakaran tanaman cukup rendah walaupun suhu udara tinggi pada siang hari.
- ❖ Selain hemat energi, mendinginkan larutan nutrisi ketika cuaca cerah lebih efektif dibandingkan dengan mendinginkan udara.
- ❖ Pendinginan daerah perakaran tanaman dengan cara mendinginkan larutan nutrisi dapat dilakukan dengan menggunakan unit pendingin atau dengan cara meletakkan tanglu larutan nutrisi di dalam tanah.

- ❖ Pendinginan larutan nutrisi menggunakan : 1) unit pendingin dapat dilakukan dengan cara mengalirkan larutan nutrisi melalui evaporator unit pendingin, 2) menggunakan bak pendingin konvensional, 3) memasukkan evaporator unit pendingin ke dalam bak larutan nutrisi.
- ❖ Ketiga cara di atas pada prinsipnya sama, yaitu mengupayakan terjadinya perpindahan panas dari larutan nutrisi.
- ❖ Proses perpindahan panas terjadi dari larutan nutrisi ke dalam refrigeran yang mengalami perubahan fase dalam siklus tertutup sistem pendinginan.
- ❖ Larutan nutrisi yang suhunya sudah cukup rendah kemudian dialirkan ke bedeng-bedeng tanaman. Selama berada di dalam bedeng tanaman, larutan nutrisi akan menerima panas yang berasal dari akar tanaman, dari dinding saluran atau bak dan dari udara di atas larutan nutrisi tersebut.
- ❖ Semakin jauh mengalir menuju bak penampung suhu larutan nutrisi semakin tinggi. Di dalam bak penampung ini larutan nutrisi didinginkan kembali. Demikian seterusnya proses ini berjalan sebagai sebuah siklus.

- ❖ Larutan nutrisi dapat didinginkan dengan memanfaatkan kondisi di dalam tanah yang suhunya lebih rendah dibandingkan dengan di atas tanah, yaitu dengan menempatkan tan& larutan nutrisi di dalam tanah .
- ❖ Hal ini diharapkan dapat menurunkan suhu larutan nutrisi sebelum dialirkan ke daerah perakaran dengan biaya rendah.
- ❖ Sistem ini hanya memerlukan energi untuk memompa larutan nutrisi dan bukan energi untuk mendinginkannya. Pendinginan dilakukan melalui proses pindah panas di dalam tanah.
- ❖ Energi yang diperlukan untuk memompa larutan nutrisi jauh lebih rendah dibandingkan dengan energi yang diperlukan untuk mendinginkan larutan nutrisi. Dengan demikian, biaya operasional sistem hidroponik ini dapat ditekan.

Pendinginan larutan nutrisi dengan peletakan tangki di dalam tanah



- ❖ Penempatan tangki air di dalam tanah dan di atas tanah telah menyebabkan suhu air di dalamnya pada hari cerah berbeda antara 1.2 sampai 2.7 derajat C. Air dari tangki yang ditempatkan di dalam tanah dipompa sehingga mengalir melalui pipa vertikal di dalam tanah. Karena lingkungan di sekitar tangki dalam tanah cenderung suhunya rendah maka suhu air tersebut juga rendah. Selama mengalir melalui pipa utama vertikal, suhu air tersebut mengalami kenaikan.
- ❖ Selanjutnya, air tersebut masuk ke dalam pipa lateral pada jaringan irigasi tetes di dalam rumah tanaman dan keluar dari emiter pada jaringan irigasi tetes. Suhu air yang keluar dari emiter dalam jaringan irigasi tetes dengan penempatan tangki di dalam tanah tercatat 0.1 sampai 5.1 derajat C lebih rendah dibandingkan dengan suhu air yang keluar dari emiter dalam jaringan irigasi tetes dengan penempatan tangki di atas tanah. Tentu saja, suhu air yang keluar dari emiter berubah sesuai dengan pola perubahan radiasi matahari dan suhu udara di dalam rumah tanaman sepanjang hari.

- Rancangan sistem pendinginan terbatas dengan penempatan tangki larutan nutrisi di dalam tanah pada sistem hidroponik ini akan mudah dilakukan jika perilaku pindah panas sepanjang pipa dapat diketahui.
- Hal ini dapat dikaji melalui analisis termal yang menggunakan prinsip pindah panas dan mekanika fluida.
- Analisis termal tersebut meliputi aliran air yang melalui pipa vertikal di dalam tanah pada beberapa kedalaman sampai di permukaan tanah dengan beberapa asumsi untuk mempermudah perhitungan.
- Di dalam analisis tersebut, perpindahan panas yang terjadi hanya melalui proses konveksi dan konduksi dengan batas sistem adalah dinding luar pipa, sehingga proses perpindahan panas hanya terjadi antara larutan nutrisi, dinding pipa bagian dalam dan dinding pipa bagian luar, serta terjadi pada satu dimensi dan dalam keadaan tunak atau steady.

DAFTAR PUSTAKA

Suhardiyanto, H. 2009. Teknologi Rumah Tanaman untuk Daerah Tropika Basah. IPB.Press



TERIMA KASIH
SELAMAT BELAJAR