

POLA ALIRAN TEMPERATUR PADA GEOMETRI BANGUNAN RUMAH KACA TIPE TEROWONGAN (*Green House Tunnel Type*)¹

Sri Mudiastuti², Rizka Avianti Andhika Sari³

ABSTRAK

Penjabaran dengan Surfer 6 dari perhitungan sederhana radiasi yang diterima tanaman bunga krisan untuk menyajikan distribusi suhu dan aliran udara dari multi-span *Green House* tipe Tunnel dan modifikasinya (rumah kaca tipe terowongan) dengan menggunakan ventilasi alami dari pemberian pergerakan udara

Kehilangan panas dari green house ditunjukkan dari perbedaan distribusi suhu karena pengaruh radiasi surya dan aliran udara pada bentuk atap yang berbeda pada geometri atap segitiga dari tipe Serre, melingkar dari Tunnel dan modifikasi tunnel. Perbedaan ini menunjukkan perbedaan kehilangan panas relatif dan menjadi efisiensi bangunan untuk distribusi suhu, pada bangunan yang belum seragam akan di gunakan ventilasi tambahan. Berdasarkan kondisi lapang daerah Cipanas Bogor ini adalah daerah pariwisata dan produsen bunga krisan, maka penataan wilayah yang maksimal akan meningkatkan produksi bunga potong sebagai sarana penunjang pendapatan daerah.

Kelembaban dalam *Greenhouse* sesuai dengan syarat minimum kelembaban dalam pertumbuhan optimal tanaman yaitu diatas 70% namun tidak memenuhi syarat pada kelembaban maksimum yang melebihi dari 85% terutama sekitar pukul 06.00-08.00 dan pukul 14.00 ke atas. Pindah panas terjadi pada *greenhouse* adalah radiasi, konveksi dan konduksi. Besarnya radiasi pada permukaan pada lantai adalah 27.24 W/m² sedangkan radiasi pada atap adalah 26.57 W/m². Besarnya konveksi pada atap dengan lingkungan luar adalah 630.45 W/m², konveksi udara dalam dengan atap dalam adalah 209.1 W/m², sedangkan konveksi udara dalam dengan lantai adalah 1369.40 W/m². Besarnya konduksi pada tanah adalah 156.68 W/m² sedangkan konduksi pada atap adalah 20.62 W/m².

Key words : *Green house, temperature, pola temperature pada geometri atap bangunan*

¹ Disampaikan dalam Gelar Teknologi dan Seminar Nasional Teknik Pertanian 2008 di Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian UGM, Yogyakarta 18-19 November 2008

² Staf pengajar di Departemen Teknik Pertanian, FATETA-IPB

³ Rekanan peneliti Departemen Teknik Pertanian, FATETA- Bogor.

A. PENDAHULUAN

Bangunan pertanian berbentuk terowongan beratap poly urethane (UV) tipe (*Greenhouse Tunnel*) ini telah dicoba untuk digunakan di Indonesia sebagai negara beriklim tropis, dan telah melakukan beberapa modifikasi pada konstruksi bangunan. Bangunan ini digunakan untuk tanaman *Chrysanthemum* atau Krisan

Proses pertumbuhan tanaman Krisan sangat dipengaruhi oleh radiasi matahari yang masuk dalam Green house, suhu, kelembaban, kecepatan aliran udara dan proses pertumbuhan tanaman itu sendiri. Diasumsikan proses pertumbuhan sudah sesuai dengan kondisi yang ada dan selanjutnya minat penelitian adalah pengaruh lingkungan internal bangunan. Beberapa data sekunder digunakan untuk mengetahui hubungan perubahan lingkungan.

Agar kondisi lingkungan dalam *greenhouse* sesuai dengan syarat pertumbuhan optimal tanaman. *Greenhouse* mengalami pertukaran panas antara sistem dengan lingkungan melalui cara radiasi, konveksi dan konduksi. (Soegijanto,1999).

Untuk mengetahui kesesuaian *Greenhouse Tunnel* berventilasi ganda dengan kondisi iklim tropis lembab di Indonesia khususnya di lokasi penelitian dalam budidaya tanaman krisan, sehingga diperlukan pengkajian mengenai analisis distribusi suhu di dalam *Greenhouse Tunnel* berventilasi ganda.

Tujuan dilakukan modifikasi yaitu agar suhu udara di dalam *greenhouse* bisa menurun, kelembaban menurun, dan udara dapat masuk ke dalam *greenhouse*.

B. TINJAUAN PUSTAKA

1. Budidaya Tanaman *Chrysanthemum*



win ke pompon.....minka standart jarum fiji reign salmon

Gambar 1. Tanaman *Chrysanthemum* di Cipanas

Chrysanthemum merupakan tanaman semusim asal China, termasuk dalam Famili *Asteraceae/Compositae*. Dikenal dua tipe dasar bunga *Chrysanthemum*, yaitu bunga *Chrysanthemum* tunggal (standar) dimana dalam satu batang terdapat satu bunga dan *Chrysanthemum spray* dimana dalam satu batang terdapat banyak bunga.

Tanaman *Chrysanthemum* akan mengalami fase vegetatif saat berumur 4-10 minggu dan segera berbunga pada umur 15 minggu. Kuncup-kuncup bunga akan bermunculan dan sekitar satu minggu kemudian kuncup tersebut telah bermekaran (75-80% mekar penuh) dan siap dipanen. Sebelumnya, penjarangan perlu dilakukan untuk mendapatkan kuntum bunga yang baik. (Rismunandar, 1995)

Petani setempat memberikan keterangan bahwa pada fase vegetatif tanaman krisan, suhu harian ideal adalah 16-18°C. Dan suhu pada siang hari diperlukan berkisar 18°C sampai 30°C dan suhu malam hari naik hingga lebih dari 25°C, penambahan tinggi tanaman dan daun berjalan optimal. Tanaman tersebut membutuhkan kelembaban 90-95% untuk pembentukan akar.

2. Greenhouse

Greenhouse adalah salah satu bangunan pertanian yang ditutupi oleh bahan transparan tembus cahaya yang dapat membuat lingkungan di dalamnya dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan tanaman. *Greenhouse Tunnel Modifikasi* di Cipanas dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. *Greenhouse* tipe *Tunnel Modifikasi* di Cipanas.

Nelson (1981) menyatakan bahwa *greenhouse* sebagai suatu bangunan yang bersifat tembus cahaya, memungkinkan cahaya yang dibutuhkan tanaman bisa masuk dan tanaman terhindar dari kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan antara lain curah hujan yang deras, tiupan angin yang kencang atau keadaan temperatur yang terlalu rendah atau tinggi, yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman. *Greenhouse* berfungsi untuk melindungi tanaman agar kondisi lingkungan seperti suhu, kelembaban udara dan cahaya yang masuk dapat dikendalikan.

Kozai (1978) menyatakan penggunaan *greenhouse* sebagai rumah tanaman akan mempengaruhi iklim mikro yang berbeda dengan lingkungan luar, hal ini disebabkan oleh :

- Pertukaran udara di dalam *greenhouse* dengan lingkungan luar dapat dikendalikan dan bila dibandingkan dengan udara tanpa penutup, karena pergerakan udara yang terjadi di dalam bangunan dapat diatur. Hal ini berpengaruh langsung pada keseimbangan massa dan energi serta temperatur didalam *greenhouse*.
- Radiasi gelombang pendek diubah menjadi radiasi gelombang panjang oleh penutup *greenhouse* (atap). Perubahan panjang gelombang ini menyebabkan pantulan radiasi sinar matahari oleh permukaan lantai dan bagian lainnya yang memberikan perubahan iklim mikro di dalam *greenhouse*.

3. Konveksi, Konduksi dan Radiasi Surya

Pindah panas konduksi terjadi pada atap, dinding dan lantai dengan arah masuk dan keluar bangunan. Termasuk juga konduksi panas dari dan masuk ke dalam tanah.

$$Q = \frac{K}{S} (T_1 - T_2) \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

Q = Pindah panas konduksi pada material(W/m)

K = *Thermal Conductivity* (W/m⁰C)

S = Ketebalan material (m)

T = Suhu material (C atau K)

.....

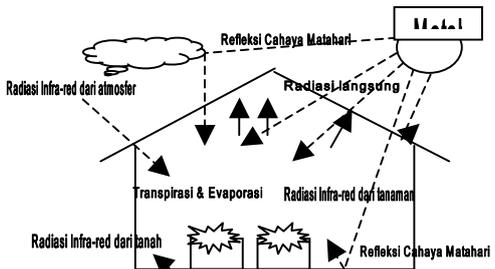
Pindah panas konveksi terjadi karena aliran udara yang keluar atau masuk ke dalam *greenhouse* melalui bukaan ventilasi. Perpindahan ini terjadi pada atap dengan lingkungan luar, atap dengan udara dalam dan lantai dan udara dalam.

$$Q = h A \Delta T \dots\dots\dots (3)$$

$$h = \frac{Nu \times K_{udara}}{L} \dots\dots\dots (4)$$

$$Nu = 0.664 \times Re^{0.5} \times Pr^{0.33} \dots\dots\dots (5)$$

Pindah panas Radiasi yang jatuh kepermukaan atap menurut TIWARI :



Gambar 3. Radiasi yang diterima di Green House

- a. Extraterrestrial Radiation (Ion)
 - 1). Tiwari (1998) pada bulan Juni radiasi = 1322 W/m².
 - 2). $I_{on} = I_{sc} \left[1 + 0.0334 \cos \frac{360n}{365} \right]$
 - 3). Ion (radiasi di luar daerah atmosfer) tergantung perubahan jarak bumi ke matahari = radiasi extraterrestrial.
 - 4). Radiasi hitung :
Keterangan :
Isc = Rata-rata energi radiasi matahari adalah 1367 W/m²
n = Jumlah hari
- b. Terrestrial Radiation (In)
 - 1). Adalah radiasi langsung, radiasi tidak langsung (pembauran) dan radiasi total, yang masuk kedalam atmosfer (daerah terrestrial wilayah pegunungan Cipanas), tergantung pada faktor *turbidity* atmosfer dan altitude lokasi. Nilai faktor *turbidity* ini sesuai pergantian bulan yang berbeda, dan bulan Juni adalah 2.7.
 - 2). $I_n = I_{on} \exp \left[-\frac{Tr}{(0.9 + 9.4 \sin \alpha)} \right]$
 - 3). Nilai hitung Radiasi In adalah :
 - 4). tr = Turbidity factor = 2.7
 - 5). α = Altitude permukaan = - 6 (sumber Diperta Jabar)

c. Direct Radiation (I_{bi})

1). Adalah radiasi langsung jatuh ke permukaan bumi didaerah terrestrial.

2). Radiasi hitung t:

3). $I_{bi} = I_n \cos \theta_i$ (9)

4). Keterangan : θ_i = Sudut datang matahari dari jam 6.00 hingga 18.00

d. Diffuse Radiation (I_{dh})

Adalah radiasi yang tidak langsung jatuh ke permukaan bumi pada daerah terrestrial sehingga terjadi pembauran pada permukaan datar dan miring. Radiasi tersebut dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$I_{dh} = \frac{1}{3} (I_{on} - I_n) \sin \alpha_s \dots\dots\dots (10)$$

$$I_{di} = I_{dh} \left[\frac{I_{bi} \cos \theta_i}{I_{on} \sin \alpha_s} + \left(1 - \frac{I_{bi}}{I_{on}} \right) \cos^2 \frac{\beta}{2} \right] \dots\dots\dots (11)$$

Keterangan :

I_{dh} = Radiasi tidak langsung terjadi pada permukaan mendatar (W/m^2)

α_s = Sudut altitude matahari

I_{di} = Radiasi tidak langsung terjadi pada permukaan yang miring (W/m^2)

θ_i = Sudut datang matahari

β = Sudut inklinasi

e. Reflektivitas Radiation (I_r)

Adalah radiasi yang jatuh ke permukaan bumi dan dipantulkan kembali ke atmosfer. Radiasi hitung dengan :

$$I_{bh} = I_{on} \times \rho_g \dots\dots\dots (12)$$

$$I_{th} = I_{bh} + I_{dh} \dots\dots\dots (13)$$

$$I_r = \rho_g I_{th} \sin^2 \frac{\beta}{2} \dots\dots\dots (14)$$

Keterangan :

I_{bh} = Radiasi pantulan pada tipe permukaan (W/m^2)

ρ_g = Konstanta refleksi

I_{th} = Radiasi pantulan pada permukaan mendatar (W/m^2)

I_r = Total radiasi pantulan (W/m^2)

β = Sudut inklinasi

f. Total Radiation (I_{ti})

Adalah radiasi total yang diterima oleh permukaan bumi dan dihitung :

$$I_{ti} = I_{bi} + I_{di} + I_r \dots\dots\dots (15)$$

C. BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di *greenhouse* milik PT. Alam Indah Bunga Nusantara, Cipanas, Cianjur. Penelitian dilakukan pada bulan Juni 2008. Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain; 1) *Greenhouse*, 2) Meteran, 3) Termokopel dan *Chino Recorder*, 4) Termometer bola basah dan bola kering, 5) Luxmeter, 6) Anemometer.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Pengukuran suhu dan kelembaban pada *Greenhouse Tunnel* berventilasi ganda dilakukan dengan menggunakan termokopel yang dihubungkan dengan *chino recorder* serta termometer bola basah dan termometer bola kering. Termokopel yang dipasang ada 11 titik pengukuran dengan selang satu jam
2. Pengukuran suhu dan kelembaban pada waktu matahari bersinar di dalam tiga *greenhouse* yaitu *Greenhouse Serre*, *Tunnel* berventilasi tunggal dan *Tunnel* berventilasi ganda. Dengan menggunakan dua pasang termometer bola basah dan bola kering pada masing-masing *greenhouse*. Termometer tersebut diletakkan pada bagian tengah ruangan dan sekitar tanaman.
3. Pengukuran kecepatan udara diletakkan enam titik pada *Greenhouse Tunnel* berventilasi ganda yaitu pada lingkungan luar *greenhouse*, dalam *greenhouse* bagian barat, timur, utara, dan selatan.
4. Pengukuran intensitas cahaya dilakukan pada dua titik yaitu pada dalam dan luar *Greenhouse Tunnel* berventilasi ganda.

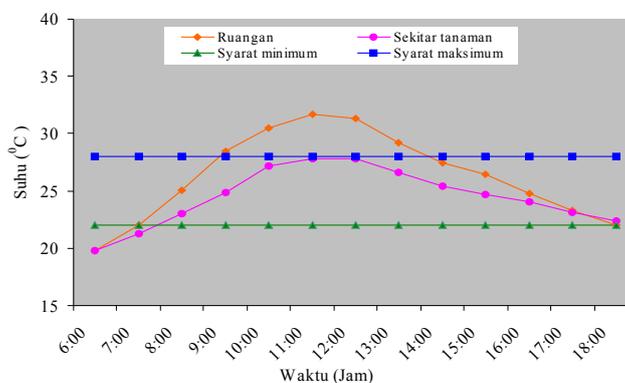
Pengolahan data yang dilakukan adalah penggunaan *Psychometric chart* dalam mencari nilai kelembaban, analisis suhu di setiap titik dalam *greenhouse*, analisis pindah panas dalam *greenhouse*, menghitung pindah panas yang dilakukan adalah pindah panas radiasi, konveksi dan konduksi.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kondisi Lingkungan Dalam *Greenhouse Tunnel* Berventilasi Ganda.

a. Suhu

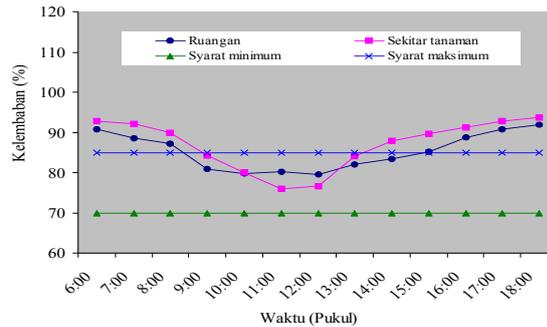
Pada pukul 06.00 menunjukkan bahwa suhu sekitar tanaman dan suhu ruangan tidak memenuhi persyaratan suhu minimum pertumbuhan, hal ini dikarenakan suhu terlalu rendah sehingga dapat menyebabkan penambahan tinggi tanaman dan daun tidak berjalan optimal. Pada pagi hari akan terjadi kondensasi di dalam *greenhouse*. Hal tersebut akan membawa pengaruh tidak baik terhadap tanaman, dimana proses fotosintesis dan metabolik tanaman akan terhambat. Pada pukul 10.00-13.00 suhu ruangan pada *greenhouse* terlalu tinggi sehingga tanaman tampak layu. Grafik suhu dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 4. Grafik perbandingan suhu pada *greenhouse Tunnel* berventilasi ganda

b. Kelembaban (RH)

Kelembaban telah sesuai dengan kelembaban persyaratan minimum pertumbuhan optimal tanaman yaitu diatas 70% namun tidak memenuhi persyaratan pada kelembaban maksimum yang melebihi dari 85% terutama sekitar pukul 06.00-08.00 dan pukul 14.00 ke atas. Kelembaban yang terlalu tinggi akan menyebabkan tingginya serangan bakteri dan cendawan yang akan merusak perkembangan tanaman. Grafik kelembaban dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 5. Grafik kelembaban dalam *Greenhouse Tunnel* berventilasi ganda.

c. Intensitas cahaya

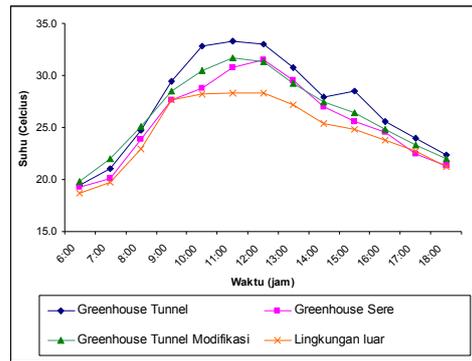
Suhu udara akan naik dengan meningkatnya nilai intensitas cahaya, dan suhu akan turun dengan menurunnya intensitas cahaya. Namun perubahan intensitas cahaya tidak sebanding dengan perubahan suhu. Walaupun intensitas cahaya meningkat/menurun secara drastis, tetapi perubahan suhu tidak terlalu besar. Hal ini disebabkan suhu udara tidak dapat berubah secara cepat dibandingkan perubahan intensitas cahaya, karena suhu dipengaruhi pergerakan udara. Data intensitas cahaya yang telah didapatkan dapat dilihat pada Gambar 3.

d. Kecepatan udara

Kecepatan aliran udara mempengaruhi pertumbuhan tanaman dalam hal evapotransporasi dan ketersediaan karbondioksida yang penting untuk proses fotosintesis. Dalam pengukuran kecepatan udara di dalam *Greenhouse Tunnel* berventilasi ganda adalah 0.1-0.2 m/s sehingga pertumbuhan tanaman krisan tidak terhambat. Total pertukaran udara pada ventilasi alamiah sebesar 16612.173 L/s, sedangkan total pertukaran udara pada ventilasi mekanis sebesar 1537.41 L/s.

2. Perbandingan Suhu dan Kelembaban Kelembaban di Dalam *Greenhouse Tunnel* Berventilasi Ganda, *Greenhouse Tunnel* Berventilasi Tunggal dan *Greenhouse Serre*.

Penambahan modifikasi pada bagian atap *Greenhouse Tunnel* maka suhu udara yang masuk ke dalam *greenhouse* dapat diturunkan dengan adanya sedikit perpindahan panas dari dalam *greenhouse* melalui atap. Walaupun suhu udara dalam *Tunnel* berventilasi ganda lebih rendah daripada suhu udara *Greenhouse Tunnel* berventilasi tunggal, tetapi suhu udara yang diterima masih lebih tinggi dari suhu persyaratan pertumbuhan optimal. tanaman krisan. Perbandingan suhu ketiga *greenhouse* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik perbandingan suhu pada *Greenhouse Serre*, *Tunnel* berventilasi tunggal, dan *Tunnel* berventilasi ganda.

Untuk mengatasi hal itu maka diperlukan bukaan ventilasi lebih banyak lagi dan efisiensi pemakaian *exhaust fan*.

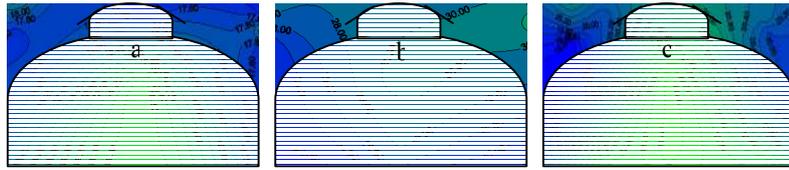
3. Analisis Distribusi Suhu di Dalam *Greenhouse Tunnel* Berventilasi Ganda.

Distribusi suhu pada saat pagi, siang dan sore hari dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6. Pada Gambar tersebut terdapat daerah yang berwarna biru tua menunjukkan suhu udara rendah sedangkan daerah yang berwarna hijau muda menunjukkan suhu udara tinggi. Gambar tersebut didapatkan dengan persyaratan bahwa data yang diambil pada pukul 06.00 dan pukul 18.00 tidak menggunakan *exhaust fan*, sedangkan data pada pukul 12.00 menggunakan *exhaust fan*.

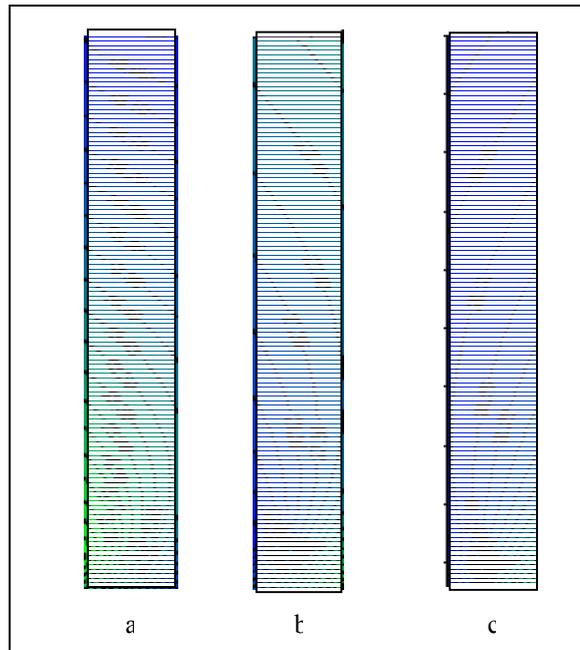
Distribusi suhu pada pukul 06.00 pada Gambar 7(a) dan Gambar 8(a) menunjukkan bahwa suhu panas yang berada di tengah lebih tinggi dibanding suhu atap dan ventilasi, hal ini dikarenakan pada bagian tengah terjadi panas *sensible* dari tanaman sebagai akibat dari proses fotosintesis dan metabolisme tanaman. Suhu di bagian barat lebih panas dibandingkan suhu di bagian timur, hal ini dikarenakan udara bergerak dari timur ke barat dan bagian barat terlebih dahulu terkena sinar matahari sedangkan bagian barat masih tertutupi *greenhouse* di sekitarnya.

Pada pukul 12.00 pada Gambar 7(b) dan Gambar 8(b) menyatakan bahwa suhu pada ventilasi dan atap selatan bagian dalam lebih tinggi dibandingkan suhu pada titik pengukuran lain, hal ini dikarenakan udara luar bergerak dari utara ke selatan sehingga udara dingin yang masuk melewati ventilasi utara akan mendorong udara panas yang terangkat oleh daya apung keluar melewati ventilasi selatan, sedangkan panas *sensible* pada tanaman terangkat udara dingin sehingga suhu di sekitar tanaman tidak terlalu tinggi. Suhu ruangan bagian barat dan timur lebih panas dibandingkan suhu bagian tengah, karena udara panas di bagian tengah ditarik oleh *exhaust fan* keluar *greenhouse*, dan udara panas pun keluar melalui bagian barat sedangkan suhu panas dari bagian timur didapatkan dari efek udara *greenhouse* di sekitarnya.

Gambar 7(c) menyatakan bahwa pada pukul 18.00, persebaran suhu panas terjadi secara merata dan panas *sensible* mulai terlihat kembali, hal ini dikarenakan udara bergerak dari arah timur sehingga suhu udara di bagian timur lebih dingin dibandingkan suhu di bagian barat yang dapat dilihat pada Gambar 8(c).



Gambar 7. Tampak depan distribusi suhu dalam *Greenhouse Tunnel* berventilasi ganda pada jam 06.00 (a), 12.00 (b), 18.00(c).



Gambar 8. Tampak atas distribusi suhu dalam *greenhouse Tunnel* berventilasi ganda pada jam 06.00 (a), 12.00 (b), 18.00(c).

4. Analisis Radiasi Surya

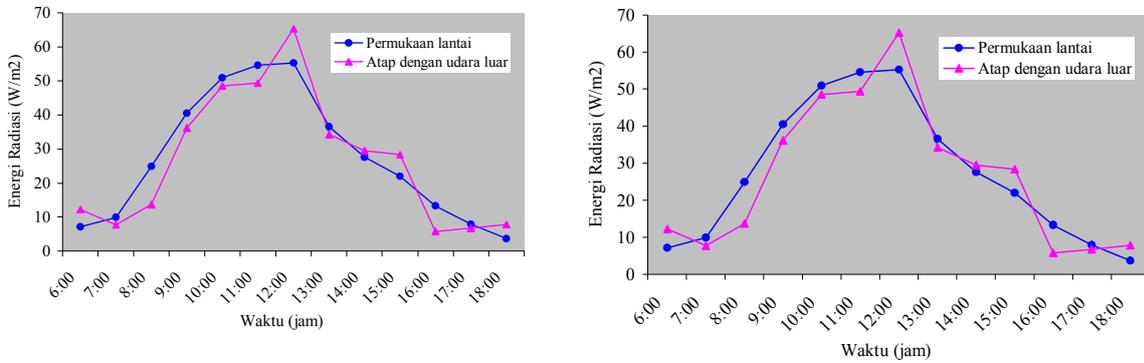
Romdhonah (2002) menyatakan bahwa radiasi matahari mempunyai ciri khas yaitu sifat keberadaannya yang selalu berubah-ubah tergantung pada keadaan atmosfer dan geometri radiasi matahari. Menurut hasil perhitungan pada tanggal 7-11 Juni 2008, nilai rata-rata *Extraterrestrial Radiation* (I_0) adalah 1365.2673 W/m^2 , *Terrestrial Radiation* (I_n) adalah 790.796 W/m^2 , *Direct Radiation* (I_{bi}) adalah 552.916 W/m^2 , *Diffuse Radiation* (I_{dh}) adalah 81.513 W/m^2 , radiasi tidak langsung terjadi pada permukaan yang miring (I_{di}) adalah 81.496 W/m^2 , Radiasi pantulan pada tipe permukaan adalah 584.0771 W/m^2 , Radiasi pantulan pada permukaan mendatar adalah 665.59 W/m^2 , dan *Reflektivitas Radiation* (I_r) adalah 13.4 W/m^2 dan *Total Radiation* (I_{ti}) adalah 1045.976 W/m^2 .

5. Pindah Panas pada *Greenhouse Tunnel* Berventilasi Ganda.

a. Radiasi

Perpindahan panas cara radiasi terjadi pada permukaan lantai di dalam *greenhouse* dengan udara di dalamnya dan radiasi pada atap dengan lingkungan luar. Nilai rata-rata radiasi yang terjadi pada lantai adalah 27.24 W/m^2 sedangkan nilai rata-rata radiasi yang terjadi pada atap dan lingkungan luar adalah 26.57 W/m^2 . Radiasi yang terjadi pada lantai lebih besar dibandingkan dengan radiasi yang terjadi pada atap

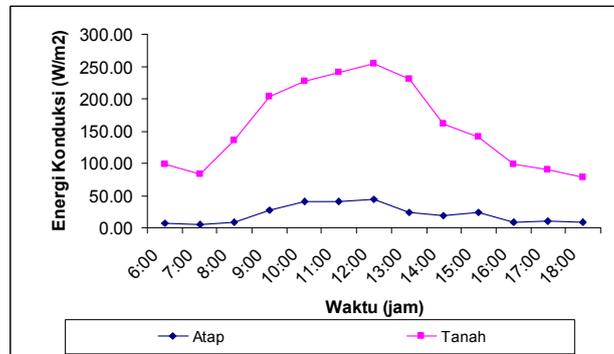
dan lingkungan luar, hal ini dikarenakan selisih suhu udara dalam dan tanah lebih besar dibandingkan dengan suhu luar dan atap lingkungan. Hasil perhitungan radiasi dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 9. Grafik pindah panas radiasi pada *Greenhouse Tunnel* berventilasi ganda.

b. Konveksi

Perpindahan panas konveksi terjadi pada atap dengan lingkungan luar, atap dengan udara dalam dan lantai dengan udara dalam. Besarnya konveksi dipengaruhi oleh suhu udara yang terkait dan kecepatan udara yang terjadi. Nilai rata-rata konveksi yang terjadi pada udara luar dengan atap luar adalah 630.45 kW/m^2 , nilai rata-rata konveksi yang terjadi pada udara dalam dengan atap dalam adalah 209.1 kW/m^2 , sedangkan nilai rata-rata konveksi yang terjadi pada udara dalam dengan lantai adalah 1369.40 kW/m^2 . Hasil perhitungan konveksi dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Pola suhu panas konveksi pada *Greenhouse Tunnel* berventilasi ganda.

c. Konduksi

Perpindahan panas konduksi terjadi pada lantai dan atap. Besarnya konduksi dipengaruhi oleh suhu yang titik terkait dan konduktivitas material. Nilai rata-rata konduksi yang terjadi pada tanah adalah 156.68 W/m^2 sedangkan nilai rata-rata konduksi yang terjadi pada atap adalah 20.62 W/m^2 .

E. KESIMPULAN

Dari percobaan diperoleh bahwa suhu udara di dalam *greenhouse* lebih tinggi dibandingkan dengan suhu udara di lingkungan luar, pada *Greenhouse Tunnel* berventilasi ganda.

1. Diluar bangunan suhu rata-rata lingkungan 24°C dan suhu didalam 26°C , karena banyaknya panas di dalam *greenhouse* terperangkap.
2. Terjadi perbedaan suhu udara dalam *Greenhouse Tunnel* berventilasi ganda dan diberi tambahan ventilasi lebih tinggi dibandingkan suhu dalam *Greenhouse Serre* dan lingkungan luar, tetapi lebih rendah dari suhu udara dalam *Greenhouse Tunnel* berventilasi tunggal.
3. Kelembaban udara pada pagi dan sore hari melewati beberapa batas persyaratan optimal pertumbuhan yaitu melebihi 70-85%. Radiasi luar mempengaruhi suhu di dalam *greenhouse*. Suhu di ruangan lebih tinggi dibandingkan suhu di sekitar tanaman, penyebabnya adalah tanah selalu diusahakan lembab.

DAFTAR PUSTAKA

- Rismunandar.1995.*Budidaya Bunga Potong*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Rukmana, R. dan A.E. Mulyono.1997. *Krisan*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta
- Soegijanto. 1999. *Bangunan di Indonesia dengan Iklim Tropis Lembab Ditinjau Dari Aspek Fisika Lingkungan*. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Bandung
- Tiwari, G.N., and Goyal, R.K 1998. *Greenhouse Technology*. Narosa Publishing House, 6 community Centre, Panchsheel Park, New Delhi, India