

PROSIDING

ISSN 2081-7152

SEMINAR NASIONAL DAN GELAR TEKNOLOGI PERTETA 2009

Peran Teknik Pertanian dalam
Pengembangan Agroindustri
Berbasis Bahan Baku Lokal

Mataram, 8 - 9 Agustus 2009



Editor :

Prof. Dr. Ir. Komaruddin Abdullah
Dr. Ir. Saiful Rochdyanto
Dr. Ir. Sam Herodian, M.Sc.
Ir. Cahyawan Catur Edi Margana, M.Eng
Rahmat Sabani, STP., MP.
Dr. Ansar, S.Pd., MP., M.Pd.
Sirajuddin Haji Abdullah, STP., MP.
Joko Sumarsono, STP., MP.
Murad, SP., MP.



KONSEPSI



DAFTAR ISI

MAKALAH KUNCI

Judul	Penulis	Halaman
Peran Teknik Pertanian dalam Pengembangan Agroindustri Berbasis Bahan Baku Lokal.	Dr. Ir. Anton Apriantono, M.S	U1 – U10

MAKALAH BIDANG TEKNIK PRODUK PERTANIAN

Judul	Penulis	Halaman
Pemodelan Pindah Panas pada Pendinginan Siang Malam Larutan Nutrisi untuk Budidaya Tanaman Tomat Hidroponik Nutrient Film Technique (NFT)	Chusnul Arif, Dena K Wahdani, Herry Suhardiyanto, Y Aris Purwanto, Yudi Chadirin	A1 – A9
Penerapan Algoritma Genetika untuk Optimisasi Konsentrasi Larutan Nutrisi pada Budidaya Tanaman Tomat secara Hidroponik	Chusnul Arif, Herry Suhardiyanto, dan Budi Indra Setiawan	A10 – A19
Pengaruh Jenis Kemasan dan Suhu Penyimpanan terhadap Umur Simpan dan Mutu Buah Manggis (<i>Garcinia Mangostana</i> L.) Pada Simulasi Transportasi	Sutrisno, Yolivia Astriani, Seesar, Sugiyono	A20 – A33
Pentingnya Rantai Pendingin dan Teknologi Praktis Pasca Panen Bagi Pengembangan Hortikultura di Indonesia	I Made Supartha Utama	A34 – A45
Efektifitas Pengemasan Individu Menggunakan Beberapa Jenis Plastik terhadap Karakteristik Mutu dan Umur Simpan Buah Manggis (<i>Garcinia mangostana</i> L.)	I Made Supartha Utama, Azza Ayu Rosmalasari, dan Putu Sarjana	A46 – A58
Prediksi Kenaikan Suhu Bahan pada Pembuatan Tablet Effervescent Sari Buah Markisa	Ansar	A59 – A71
Pengaruh Pelilinan Buah Manggis (<i>Garcinia Mangostana</i> L.) Selama Penyimpanan	Sugiyono, Sutrisno, dan Bianca Dwiarsih	A72 – A86
Karakteristik Pendinginan pada Sistem Penyimpanan Ikan Secara Mekanis	Cahyawan Catur Edi Margana, M. Junaidi, Nazaruddin, dan Taufik Kurabman	A87 – A106
Analisis Perubahan Warna Tablet Effervescent Sari Buah Markisa Selama Penyimpanan	Ansar	A107 – A115
Pengolahan Limbah Daging Buah Nenas Menjadi Manisan Ampas Buah: Kajian dari Penambahan Gula dan Asam Sitrat	Ahmad Alamsyah	A116 – A124

Aplikasi dari Pengembangan Kolektor Surya Tipe Pelat Datar untuk Pengeringan Hasil Pertanian	M. Sumarsono	A125 – A132
Perancangan dan Uji Performansi Pengasapan Ikan Karper secara Mekanis	Cahyawan Catur Edi Margana	A133 – A148
Kajian Pengemasan Buah Salak Bali Segar pada Plastik Polyethylene Selama Penyimpanan dalam Atmosfer Termodifikasi	I.A. Rina Pratiwi Pudja	A149 – A158
Respiration Patterns and Quality Characteristics of <i>Wani</i> Fruit (<i>Mangifera caesia</i> Jack) Stored at Different Temperatures	Komang Ayu Nocianitri, I Made Supartha Utama, Gede ArdaI and Made Ary Surya Pranata	A159- A169
Mutu Tiwul Instan pada Berbagai Prosentase Substitusi Tepung Kelapa	Sri Kamti, Eko Basuki, dan Nelly Eebria Rahmi	A170-A179
Pembuatan Gula Semut Aren Menggunakan Teknik Penguapan Hampa	Satrijo Saloko dan Lalu Iskandar	A180-A189
Penentuan Konduktivitas Termal Sayuran dengan Prediksi Berdasarkan Fraksi Kandungan Gizi dan Pengukuran Menggunakan <i>Heat Conduction Apparatus</i>	Wiludjeng Trisasiwi, Rifah Ediati, Jajang, dan Resti Amelia Aswan Maryati	A190-A198
Efektivitas Oven <i>Microwave</i> pada Penentuan Kadar Air Kacang-Kacangan (<i>The Effectivity of the Microwave Oven For Measuring Moisture Content of Legumes Grain</i>)	I Wayan Sweca Yasa, Satrijo Saloko, dan Sri Maryati	A199-A206
Model Pengeringan Lapisan Tipis Biji Kakao – <i>Klon Sulawesi 1 Dan 2</i>	Junaedi Muhidong, Supratomo, dan Anshar Ahmad	A207-A216
Pengaruh Suhu dan Lama Penyangraian terhadap Sifat Fisik-Mekanis Biji Kopi Robusta	Joko Nugroho dan W.K., Juliaty Lumbanbatu, Sri Rahayoe	A217-A225
Model Kinetika Perubahan Sifat Mekanis Ubi Kayu (<i>Manihot Esculenta</i> Crantz) Selama Pemasakan Bertekanan (<i>Puffing</i>) Dan Pengovenan	Sri Rahayoe, Budi Rahardjo, dan Abdul Wahid	A226 – A241
Mempelajari Pengaruh Perlakuan Suhu terhadap Kualitas Keripik Pisang Muli Model Semprong Dengan Penggoreng Vakum (<i>Vacuum Fryer</i>)	Sandi Asmara, dan Ria Dina Maresa	A242-A261
Pengkajian Mutu Fisikokimia Buah Sawo Sukatali ST1 (<i>Manilcara zapote L.</i>) Selama Penyimpanan	Sutrisno, Ismi M. Edris, Sugiyono	A263-A268

Pengaruh Kadar Air Terhadap Sifat Fisik Bahan Kemasan Pelepah Pinang Sirih (<i>Areca catechu L.</i>)	I Made Anom Sutrisna Wijaya, Arief Dwi Wulandari, dan Ida Ayu Rina Pratiwi Pudja	A269-A280
Perubahan Kualitas Buah Manggis (<i>Garcinia Mangosiana L.</i>) Setelah Proses Transportasi Dan Penyimpanan Dingin	Y. Aris Purwanto, Sutrisno, Eka Rakhelia dan Sugiyono	A281-A290

MAKALAH BIDANG TEKNIK SUMBER DAYA ALAM PERTANIAN

Judul	Penulis	Instansi
Pengukuran Aliran Fluida untuk Nilai Re Rendah	Kamaruddin Abdullah	B1-B6
Studi Ketahanan Hidup Anakan Kerang Mutiara pada Kondisi Kekeruhan Air yang Berbeda dan dilengkapi Sistem <i>Air Water Lift</i> .	M.S. Hamzah	B7-B16
Evaluasi Kesuaian Tanaman Kopi di Sub Das Batulanteh dengan Sistem Informasi Geografi (SIG)	Murad, Sukarjo dan Rahmat Sabani	B17-B23
Analisis Perubahan Sifat Fisik Tanah pada Budidaya Tanaman Cabai Besar (<i>Capsium Annum L.</i>) dengan Pemupukan Menggunakan Kompos	Sumiyati Yohanes Setiyo	B24-B29
Daya dukung lokasi budidaya teluk kodek- lombok utara, pengaruhnya terhadap kelangsungan hidup dan Kualitas butiran mutiara (<i>pinctada maxima</i>)	M.s. Hamzah	B30-B38
Kajian Teknologi Penangkapan Ikan Laut Di Nusa Tenggara Barat	Paryono	B39-B51
Pemanfaatan Bakteriosin Produksi <i>Lactobacillus Plantarum</i> Ed 22 sebagai Pengawet Produk Perikanan	Edy Santoso	B52-B67
Isolasi dan Identifikasi Kapang pada Ikan Patin (<i>Pangasius Sp</i>) Kering	Salnida Yuniarti Lumbessy	B68-B72
Pola Panen Padi – Palawija Di Daerah Irigasi Komerling, Oku Timur Sumatera Selatan	Edward Saleh	B73-B87
Pengaruh Laju Infiltrasi Terhadap Wilayah-Wilayah Banjir Kota Makassar Provinsi Sulawesi Selatan	Totok Prawitosari	B88-B107
Pengaruh Cara Pemberian Air dan Tinggi Genangan terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi Sawah	Sirjuddin H. Abdullah	B108-B120
Pengelolaan Das Dan Kawasan Lindung Guna Meningkatkan Kualitas Dan Kwantitas Sumberdaya Air Dan Lingkungan di Kota Padang	Isril Berd	B121-B136

MAKALAH BIDANG DAYA DAN MESIN PERTANIAN

Judul	Penulis	Instansi
Kajian Efektivitas dan Efisiensi Pengolahan Tanah pada Budidaya Tebu Lahan Kering	Gatot Pramuhadi	C1-C12
Rekayasa Penggetar Struktur untuk Mole Plow Getar	Radite P.A.S dan Soeharsono	C13-C23
Rancangan Prototipe Alat Perontok Tandan dan Pembersih duri Buah Salak	Ida Ayu Bintang Madrini, I Made Supartha Utama, dan Yohanes Setyo	C24-C36
Kajian aspek ergonomi pada sistem kerja industri agro (studi kasus pabrik gula pada proses tebang angkut dan giling)	Lamto Widodo, dan Bambang Pramudya, Sam Herodian, M. Faiz Syu'aib	C37-C46
Pengaturan Debit Pengeluaran Abu untuk Meningkatkan Stabilitas Suhu pada Gasifikasi Limbah Padat Biomassa	Bambang Purwantana	C47-C55
Pengujian Efektivitas Mesin Pengurai Sabut untuk Industri Rumah Tangga	Sugeng Triyono dan Agus Haryanto	C56-C63
Desain Dan Uji Kinerja Mesin Pangkas Rumput Rotari Tipe Dorong Bertenaga Putar <i>engine Brush Cutter</i> Tipe Gendong	I Nengah Suastawa, Donny R. P., dan Ilham Renatho	C64-C75
Pengembangan Scanner Ultrasonik untuk Pemantauan Pertumbuhan Tanaman: Kinerja Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler AVR ATmega8	Bambang Purwantana	C76-C87
Rancang Bangun Mesin Pembuat Pasta Melinjo	Warji, Sri Waluyo, Asropi	C88-C97
Model Desa Mandiri Energi Berbasis Mikrohidro di Sekitar Taman Nasional	Y. Aris Purwanto, Lilik B. Prasetyo, Ellyn K. Danayanti, dan Rais Sonaji	C98-C106
Optimalisasi Aplikasi Minyak Kelapa Murni sebagai Bahan Bakar Alternatif	Desrial	C107-C118

PEMODELAN PINDAH PANAS PADA PENDINGINAN SIANG MALAM LARUTAN NUTRISI UNTUK BUDIDAYA TANAMAN TOMAT HIDROPONIK NUTRIENT FILM TECHNIQUE (NFT)

Chusnul Arif¹⁾, Dena K Wahdani²⁾, Herry Suhardiyanto³⁾, Y Aris Purwanto³⁾, Yudi Chadirin¹⁾

1) Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor, email: chusnul_arif@yahoo.com, gooday926@yahoo.com

2) Alumni Departemen Teknik Pertanian, Institut Pertanian Bogor

3) Departemen Teknik Pertanian, Institut Pertanian Bogor, email: herrysuhardiyanto@ipb.ac.id, y_aris_purwanto@yahoo.com

Abstrak

Tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill) merupakan komoditas pertanian yang memiliki nilai jual yang cukup tinggi sehingga untuk meningkatkan produksi dan kualitas panen, petani semakin banyak yang melakukan budidaya tomat secara hidroponik. Pada sistem hidroponik, air dan nutrisi merupakan satu-satunya sumber makanan bagi tanaman, karena dalam sistem ini tidak digunakan tanah sebagai media tanam (*soiless*). Untuk daerah tropis seperti Indonesia, suhu udara sering menjadi kendala produksi. Peningkatan suhu udara didalam greenhouse juga dapat meningkatkan suhu larutan nutrisi sehingga akan mengurangi kemampuan tanaman dalam menyerap nutrisi. Untuk itu, telah dikembangkan konsep *zone cooling* dimana merupakan suatu cara untuk mendinginkan suhu pada daerah yang terbatas yaitu pada daerah perakaran. Penurunan suhu pada daerah perakaran dapat dilakukan dengan cara mendinginkan larutan nutrisi yang akan dialirkan ke tanaman. Makalah ini menjelaskan pemodelan pindah panas pada pendinginan siang malam larutan nutrisi. Model matematika yang digunakan didasarkan atas prinsip pindah panas dan keseimbangan termal pada sistem siklus aliran larutan nutrisi. Perpindahan panas yang diperhitungkan hanya melalui proses konduksi dan konveksi. Suhu larutan nutrisi di tangki dan bedeng berada pada keadaan *unsteady-state*, yang berarti perubahan suhu yang terjadi bergantung pada waktu. Analisis keseimbangan termal dan pindah panas terhadap model yang dikembangkan diselesaikan dengan metode numerik beda hingga Euler (*finite difference method*). Hasil validasi model diperoleh nilai koefisien determinasi (R^2) pada tangki larutan nutrisi sebesar 0.748 dan pada bedeng tanaman sebesar 0.733.

Kata kunci: pemodelan matematika, larutan nutrisi, hidroponik, tanaman tomat.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill) merupakan komoditas pertanian yang memiliki nilai jual yang cukup tinggi sehingga untuk meningkatkan produksi dan kualitas panen, petani semakin banyak yang melakukan budidaya tomat secara hidroponik. Pada sistem hidroponik, air dan nutrisi merupakan satu-satunya sumber makanan bagi tanaman, karena dalam sistem ini tidak digunakan tanah sebagai media

tanam (*soiless*). Air dan nutrisi biasanya dicampur menjadi satu dalam satu tangki larutan nutrisi.

Budidaya hidroponik didaerah tropis biasanya menggunakan greenhouse sebagai rumah tanaman yang dapat melindungi tanaman dari serangan hama dan curah hujan yang berlebihan. Akan tetapi adanya *greenhouse effect* menyebabkan suhu udara di dalamnya menjadi terlalu lebih tinggi bagi pertumbuhan tanaman. Untuk itu, telah dikembangkan konsep *zone cooling* dengan cara mendinginkan daerah di sekitar tanaman saja tanpa perlu mendinginkan volume udara seluruh greenhouse. Cara ini lebih efektif dan membutuhkan input energi yang minimum (Kojima dan Suhardiyanto, 1991). Salah satu aplikasi *zone cooling* adalah dengan cara menghembuskan udara dingin melalui pipa-pipa berlubang yang diletakkan di sekitar tanaman. Cara ini mampu mendinginkan udara sebesar 2-6°C lebih rendah dibandingkan dengan daerah yang tidak mendapat hembusan udara dingin. Energi listrik yang digunakan berkisar antara 0.57 – 0.68 MJ per m² per hari (Suhardiyanto and Matsuoka, 1992 dan 1994).

Selain untuk mendinginkan suhu udara disekitar tanaman, konsep *zone cooling* juga dapat diaplikasikan untuk pendinginan pada larutan nutrisi sehingga suhu pada daerah perakaran dapat diturunkan. Pendinginan larutan nutrisi merupakan metode yang efisien energi untuk budidaya tanaman dalam greenhouse untuk daerah beriklim panas dan lembab (Matsuoka dan Suhardiyanto., 1992). Menurut Chadirin (2006) pendinginan larutan nutrisi dengan menggunakan air laut dalam mampu menghemat 78% konsumsi energi listrik.

Pendinginan larutan nutrisi perlu dilakukan tidak hanya pada siang hari ketika suhu udara tinggi, tetapi juga pada malam hari karena pendinginan pada malam hari sangat penting untuk pembentukan buah pada tanaman (Fitter & Hay, 1991). Selain itu, untuk mengetahui sejauh mana proses pindah panas yang terjadi dan besarnya energi yang dibutuhkan untuk pendinginan larutan nutrisi diperlukan analisis pindah panas yang dituangkan dalam persamaan matematika.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penulisan makalah ini adalah menjelaskan pemodelan pindah panas pada pendinginan siang malam larutan nutrisi. Model matematika yang digunakan didasarkan atas prinsip pindah panas dan keseimbangan termal pada sistem siklus aliran larutan nutrisi.

II. BAHAN DAN METODE

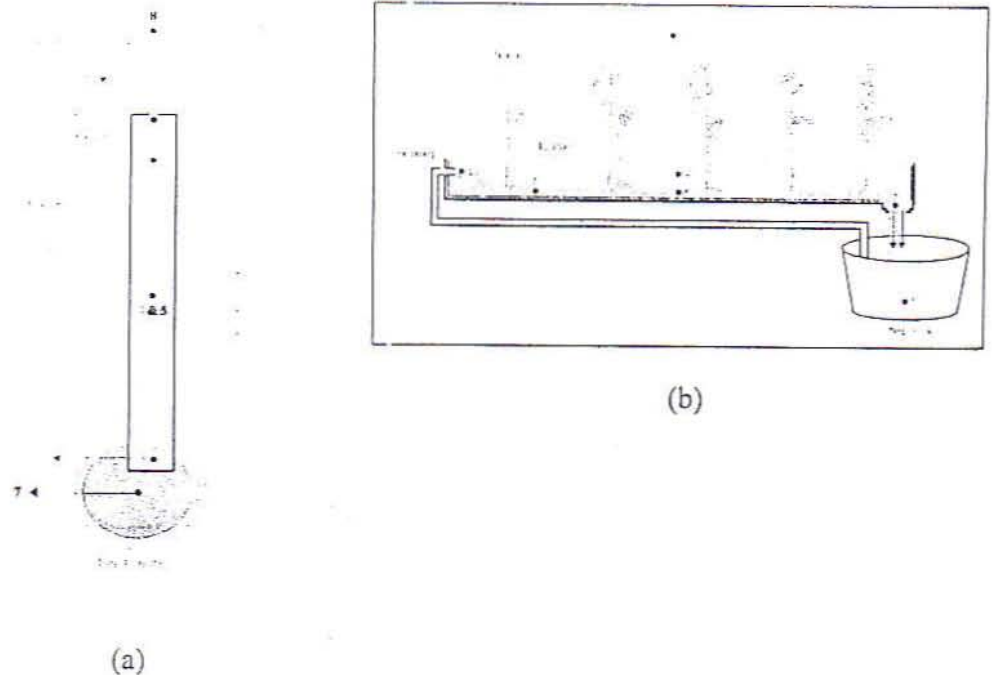
2.1 Bahan

Data yang digunakan pada makalah ini adalah dari penelitian yang telah dilaksanakan pada bulan Maret-Oktober 2008. Penelitian tersebut dilakukan di *greenhouse* laboratorium lapangan Departemen Teknik Pertanian, IPB. Budidaya hidroponik yang dilakukan adalah dengan metode NFT (*Nutrient Film Tehnique*) dimana larutan nutrisi disirkulasikan menuju akar dan kemudian ditampung kembali didalam larutan nutrisi. Tanaman tomat yang digunakan adalah varietas *recento* F1 dengan larutan nutrisi Joro A&B MIX. Larutan nutrisi didinginkan dengan unit pendingin dengan daya per unit 95 Watt (daya kompresor) dan beroperasi pada tegangan 220 Volt yang biasa digunakan pada lemari pendingin rumah tangga. Unit pendingin tersebut dinyalakan sepanjang hari (siang dan malam).

2.2 Metode

Unit pendingin dinyalakan terus menerus 24 jam untuk menyerap kalor pada larutan nutrisi siang dan malam hari. Perlakuan ini dimaksudkan untuk mengurangi paras berlebihan akibat *greenhouse effect* yang mempengaruhi besarnya suhu larutan nutrisi menjadi terlalu tinggi, terutama pada siang hari. Jadi, suhu daerah perakaran akan lebih rendah daripada lingkungan sekitar di dalam *greenhouse* baik diwaktu siang dan malam.

Pengukuran suhu larutan nutrisi di bedeng tanaman tersebut dilakukan pada 4 titik pengukuran yaitu pada *inlet* bedeng, *outlet* bedeng (berjarak 10 m dari *inlet*), dan titik tengah antara *inlet* dan *outlet* (0.5 dan 5 m dari *inlet* bedeng). Titik pengukuran pada *inlet* pipa dianggap sama dengan titik pengukuran larutan nutrisi dalam tangki dan titik pengukuran pada *inlet* bedeng dianggap sama dengan titik *outlet* pipa. Suhu larutan nutrisi di bedeng merupakan rata-rata dari keempat titik pengukuran di sepanjang bedeng (0 m, 0.5 m, 5 m dan 10 m dari titik *inlet* bedeng) (Gambar 1).



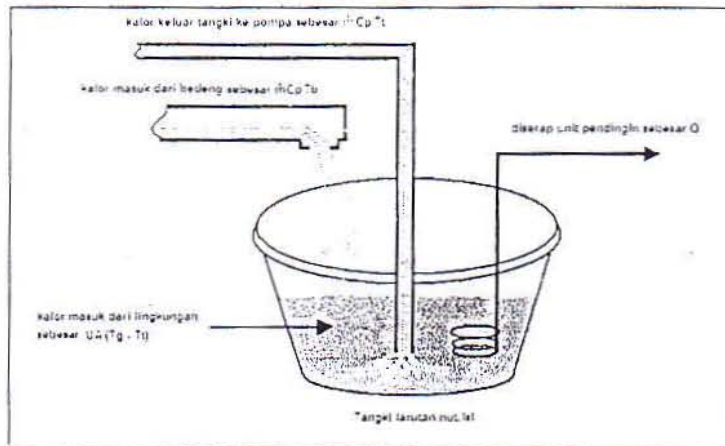
Gambar 1. Skema titik pengukuran suhu bedeng dan suhu larutan nutrisi; a) tampak atas, b) tampak samping

Model matematika yang dikembangkan didasarkan pada prinsip pindah panas dan keseimbangan termal pada sistem siklus aliran larutan nutrisi. Perpindahan panas yang diperhitungkan hanya melalui proses konduksi dan konveksi. Suhu larutan nutrisi di tangki dan bedeng berada pada keadaan *unsteady-state*, yang berarti mengalami perubahan menurut waktu. Hal ini ditunjukkan pada air yang bersirkulasi dalam tangki membutuhkan waktu untuk menjadi lebih dingin akibat kalor yang tersimpan diserap oleh unit pendingin. Model matematika yang dikembangkan terdiri dari dua persamaan yaitu pada keseimbangan termal pada tangki larutan nutrisi dan keseimbangan termal pada bedeng tanaman.

2.2.1 Keseimbangan termal pada tangki larutan nutrisi

Proses keseimbangan dimulai dari kalor masuk ke tangki larutan nutrisi yang dibawa oleh air yang berasal dari bedeng tanaman. Selama melalui bedeng tanaman, nutrisi menyerap kalor dari lingkungan sekitar bedeng melalui peristiwa konveksi dan konduksi. Besarnya kalor yang dipindahkan dari bedeng ke tangki nutrisi adalah sebanding dengan laju aliran massa air. Laju aliran massa air merupakan perubahan massa air per satuan waktu. Selain itu tangki juga mendapat tambahan kalor dari lingkungan melalui dinding tangki. Kemudian kalor yang keluar tangki nutrisi adalah kalor yang terbawa oleh aliran air yang dipompa dari tangki menuju *inlet* bedeng, dan

kalor diserap oleh unit pendingin. Besarnya kalor yang diserap unit pendingin adalah sebesar Q . Skema proses keseimbangan termal tersebut diilustrasikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema proses keseimbangan termal di tangki larutan nutrisi

Dari penjelasan diatas maka persamaan matematika pada keseimbangan termal di tangki larutan nutrisi dapat ditulis sebagai berikut:

$$m C_p \frac{dT_t}{dt} = m C_p T_b - m C_p T_t + U_t A_t (T_g - T_t) - Q \dots \dots \dots (1)$$

Dengan metode numerik beda hingga Euler (*finite difference method*), maka persamaan diatas akan menjadi:

$$T_{t,i+1} = T_{t,i} + \frac{\Delta t}{m C_p} [m C_p T_b - m C_p T_t + U_t A_t (T_g - T_t) - Q] \dots \dots \dots (2)$$

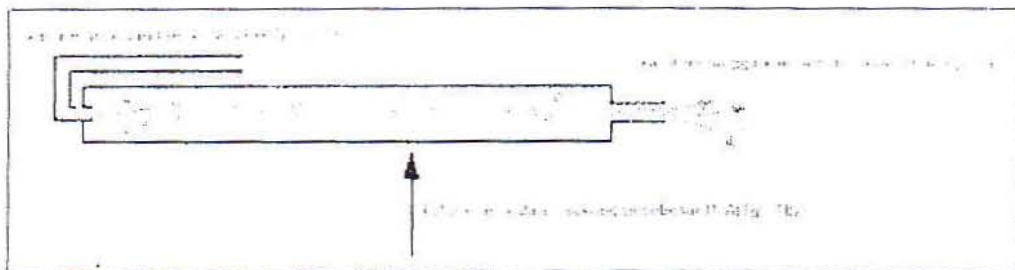
dimana:

- m = massa air, kg
- T_b = suhu larutan nutrisi di bedeng, °C
- T_t = suhu larutan nutrisi di tangki, °C
- $T_{t(i+1)}$ = suhu larutan nutrisi di tangki pendugaan, °C
- T_g = suhu *greenhouse*, °C
- A_t = luas permukaan tangki terbasahkan, m²
- m = laju aliran massa air, kg/det
- C_p = kalor jenis air, (besarnya 4.178 kJ/kg °C)
- U_t = *overall heat transfer* tangki, W/m² °C
- Q = kalor yang diserap oleh pendingin, W

2.2.1 Keseimbangan termal pada bedeng tanaman

Larutan nutrisi dipompakan ke bedeng tanaman sehingga bedeng mendapat penambahan kalor dari larutan nutrisi yang masuk ke dalam bedeng yang besarnya

sebanding dengan banyaknya massa nutrisi yang masuk melalui *inlet* bedeng per satuan waktu. Kalor yang masuk dari lingkungan luar bedeng juga memiliki kontribusi dalam penambahan jumlah kalor pada bedeng melalui peristiwa konveksi dan konduksi. Karena dilapisi plastik berwarna hitam maka panas lebih mudah terserap ke dalam bedeng. Selain penambahan kalor, terjadi proses pengeluaran kalor dari sistem pada bedeng. Air yang mengalir dari *inlet* bedeng menuju *outlet* bedeng menyerap kalor di sepanjang perjalanannya. Kalor yang terserap itu kemudian dipindahkan ke dalam tangki bersama dengan aliran massa nutrisi. Skema proses keseimbangan termal tersebut diilustrasikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Skema keseimbangan termal pada bedeng tanaman

Dari penjelasan diatas maka persamaan matematika pada keseimbangan termal di bedeng tanaman dapat ditulis sebagai berikut:

$$m C_p \frac{dT_b}{dt} = m C_p T_i - m C_p T_o - U_b A_b (T_b - T_a) \dots \dots \dots (3)$$

Dengan metode numerik beda hingga Euler (*finite difference method*), maka persamaan diatas akan menjadi:

$$T_{b(t+\Delta t)} - T_{b(t)} = \frac{\Delta t}{m C_p} (m C_p T_i - m C_p T_o - U_b A_b (T_b - T_a)) \dots \dots \dots (4)$$

dimana :

$T_{b(t+\Delta t)}$ = suhu larutan nutrisi di bedeng pendugaan, °C

U_b = *overall heat transfer* bedeng, W/m² °C

A_b = luas permukaan bedeng terbasahkan, m²

2.2.3 Asumsi yang digunakan

- Suhu larutan nutrisi pada *inlet* dan *outlet* pipa adalah sama, artinya kalor yang ditambahkan selama melalui pipa diabaikan.
- Perpindahan panas yang dihitung terjadi secara konduksi dan konveksi.
- Suhu udara di dalam *greenhouse* seragam di seluruh titik.
- Pengaruh evaporasi larutan di sepanjang bedeng tanaman diabaikan.

- (e) Faktor hambatan akar tanaman dianggap tidak mempengaruhi aliran nutrisi di dalam bedeng tanaman.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perbandingan data pengukuran dan model

Perbandingan suhu larutan nutrisi antara pengukuran dan model dilakukan untuk mengetahui sejauh mana model bisa menduga suhu larutan nutrisi sehingga bisa dilakukan perlakuan yang tepat terhadap tanaman. Hasil dari perbandingan tersebut terlihat pada Gambar 4 dan 5 dibawah ini.



Gambar 4. Perbandingan data pengukuran dan model pada tangki larutan nutrisi

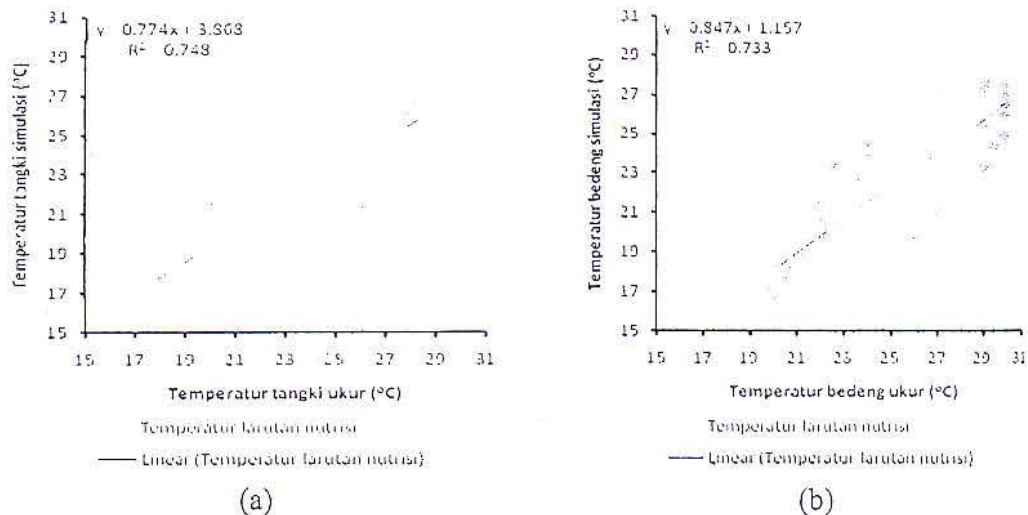


Gambar 5. Perbandingan data pengukuran dan model pada bedeng tanaman.

Suhu larutan nutrisi pada model di tangki berkisar antara 16.1°C - 26.9°C , sedangkan pada bedeng tanaman antara 16.8°C - 27.7°C . Apabila dibandingkan dengan suhu larutan nutrisi hasil pengukuran, kisaran suhu larutan nutrisi pada model masih dominan berada di bawah suhu larutan nutrisi hasil pengukuran. Jarak deviasi mengalami peningkatan ketika mulai pukul 06.30 WIB pada tangki larutan nutrisi dan pada bedeng tanaman terjadi pada waktu radiasi matahari memuncak (sekitar pukul 10-12 WIB). Hal ini mengindikasikan bahwa model pendugaan mulai menyimpang ketika suhu udara didalam greenhouse meningkat dan bisa disebabkan oleh asumsi yang dibuat yang tidak memperhatikan panas karena radiasi matahari. Tetapi secara umum tren antara suhu larutan nutrisi pada model dan data pengukuran menunjukkan tren yang sama.

3.2. Validasi model

Validasi model perlu dilakukan untuk mengetahui validitas dari model yang telah dikembangkan. Parameter yang digunakan untuk mengetahui validitas tersebut adalah koefisien determinasi (R^2). Model akan semakin valid apabila nilai R^2 yang didapatkan mendekati satu. Hasil validasi model dapat dilihat pada Gambar 6 dibawah ini.



Gambar 6. Validasi antara model dan data pengukuran; a) pada tangki larutan nutrisi; b) pada bedeng tanaman

Pada Gambar 6 diatas menunjukkan bahwa hasil validasi model diperoleh nilai koefisien determinasi (R^2) pada tangki larutan nutrisi sebesar 0.748 dan pada bedeng tanaman sebesar 0.733. Hal ini mengindikasikan bahwa lebih dari 73% data pengukuran dapat diterangkan oleh data model secara linier. Oleh karena itu, dengan

nilai validasi tersebut maka model yang telah dikembangkan bisa digunakan. Meskipun masih perlu ditingkatkan dengan mempertimbangkan asumsi yang baru yang lebih memperhatikan suhu udara didalam greenhouse yang meningkat akibat radiasi matahari yang masuk kedalam greenhouse.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Model pindah panas yang telah dikembangkan pada pendinginan larutan nutrisi siang dan malam dapat menduga suhu larutan nutrisi dengan tren yang sama dengan data pengukuran.
2. Hasil validasi model diperoleh nilai koefisien determinasi (R^2) pada tangki larutan nutrisi sebesar 0.748 dan pada bedeng tanaman sebesar 0.733.
3. Perlu dikembangkan model pindah panas yang memperhatikan pindah panas karena radiasi matahari sehingga bisa dihasilkan model yang lebih valid.

APRESIASI

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DP2M), DIKTI atas pendanaan yang diberikan untuk penelitian ini melalui kegiatan hibah bersaing tahun anggaran 2008 dan 2009.

DAFTAR PUSTAKA

- Chadiri, Yudi, Herry Suhardiyanto, and Takahisa Matsuoka. 2006. Application of deep sea water for nutrient cooling system in hydroponic culture. Proceeding International symposium on sustainable agriculture in Asia. Bogor, 18 – 21 September 2006.
- Fitter, A.H., R.K.M, Hay. 1991. Fisiologi Lingkungan Tanaman. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Kojima, Kazuo and H. Suhardiyanto. 1991. Studies of the Zone Cooling System in Greenhouse(1). Performance of the System in a Model Sized Greenhouse. *Environment Control in Biology* 29 (1):1-10
- Matsuoka, T. and H. Suhardiyanto. 1992. Thermal and Flowing Aspects of Growing Petty Tomato in Cooled NFT Solution during Summer. *Environment Control in Biology* 30 (3) : 119-125.
- Suhardiyanto H. and T. Matsuoka. 1992. Studies on a Zone Cooling System in a Greenhouse (2). Evaluation of a System for Microclimate Modification in a Plastic Greenhouses during Hot Weather. *Environment Control in Biology* 30 (4) : 143-151.
- Suhardiyanto. H. and T. Matsuoka. 1994. Uniformity of Cool Air Discharge along Perforated Tube for Zone Cooling in a Greenhouse. *Environment Control in Biology* 32 (1) : 9-16