

PERANCANGAN SISTEM BRINE COOLING PADA SHOWCASE DAN KABIN HIDROPONIK UNTUK TANAMAN KANGKUNG (*IPOMOEA AQUATICA*)

Arda Rahardja Lukitobudi*, Bowo Yuli Prasetyo, M. Fasya Nur Harish, Dimas Alif Fadhl

Jurusan Teknik Refrigerasi dan Tata Udara, Politeknik Negeri Bandung

*Email: ardarl@yahoo.com

Abstrak

Lahan terbatas dan terpolusi di kota besar serta gangguan cuaca menjadi kendala penanaman kangkung (*Ipomoea Aquatica*). Tempat penyimpanan pasca panen tanaman kangkung biasanya juga tidak dikondisikan sehingga cepat layu dan tidak lagi segar. Untuk menciptakan lingkungan tumbuh yang optimum, perlu dilakukan pengendalian faktor-faktor lingkungan seperti temperatur udara, kelembaban udara, intensitas cahaya, temperatur dan kelembaban media tanam, dan ketersediaan unsur hara. Adapun limbah tahu dan kayu apu sebagai unsur hara nutrisi hidroponik tidak semua daerah memilikinya sehingga pada penelitian ini digunakan nutrisi AB Mix yang terjual bebas. Pada penelitian ini akan dibuat showcase kabin tanaman hidroponik yang didinginkan dengan brine cooling dari mulai benih hingga masa panen dan diamati pertumbuhannya. Metode sistem tanam hidroponik yang digunakan pada penelitian ini adalah Deep Flow Technique dimana kangkung (*Ipomoea Aquatica*) ditanam pada lapisan air berkedalaman sekitar 4-6 cm didalam showcase dimana showcase dikondisikan pada suhu 20-30 °C dengan kelembaban 60%. Tempat penyimpanan produk pasca panen yang dikondisikan juga melengkapi showcase sehingga tanaman kangkung lebih tahan lama. Dengan sistem pendingin brine cooling yang mendinginkan brine pada rentang suhu 7°C hingga 17°C maka kabin penyimpanan produk dipertahankan pada rentang suhu antara 8,7°C hingga 10,5°C sedangkan showcase kabin tanaman produk dipertahankan pada rentang suhu antara 20,4°C dan 23,6°C. Sistem pendingin brine cooling memiliki nilai COP aktual sebesar 3,98 dan COP carnot sebesar 6,65 dengan efisiensi sistem sebesar 59,8%.

Kata kunci: Hidroponik, *Ipomoea Aquatica*, showcase, brine cooling, Deep Flow Technique.

Abstract

Limited area and pollution in the city and also weather problem can become an obstacle to planting kale (*Ipomoea Aquatica*). Post harvest storage of kale also usually does not be conditioned which quickly wilted and not fresh. To create an optimum environment, it was necessary to control environment factors such as air temperature, humidity, light intensity, growing media temperature and humidity, and the availability of nutrients. Tofu and wood waste as hydroponic nutrients not all area were available so in this research AB Mix nutrient was used. In this research, refrigerated showcase by brine cooling was used to condition the showcase from seed to post harvest and was observed its growth. Hydroponic planting system method used in this research was Deep Flow Technique which the kale (*Ipomoea Aquatica*) was planted in a water layer 4-6 cm deep in conditioned showcase of 20-30 °C and 60% humidity. Post harvest conditioned storage was also complete the showcase more durable. By brine cooling system to cool brine in the range of 7°C to 17°C, the product storage cabin was maintained at 8,7°C to 10,5°C and the showcase cabin was maintained at 20,4°C to 23,6°C. The brine cooling system has COP actual of 3,98 and COP carnot of 6,65 with system efficiency of 59,8%.

Keywords: Hydroponic, *Ipomoea Aquatica*, showcase, brine cooling, Deep Flow Technique.

1. Pendahuluan

Saat ini tanaman kangkung (*Ipomoea Aquatica*) sudah merupakan komoditi yang dicari untuk dihidangkan bukan saja di rumah-rumah melainkan juga di restoran-restoran mahal. Namun lahan yang terbatas di kota-kota besar dapat menjadi kendala. Disamping itu lahan yang dijadikan media tanam tanaman kangkung juga banyak yang terpolusi. Pertumbuhan tanaman kangkung juga belum optimal karena ditanam di lahan yang apa adanya sehingga seringkali terganggu oleh cuaca dan akibatnya masa panen menjadi tidak menentu. Tempat penyimpanan pasca panen tanaman kangkung biasanya tidak dikondisikan sehingga menjadi cepat layu dan tidak lagi segar.

Limbah tahu merupakan salah satu jenis limbah yang mengandung bahan organik yang tinggi, namun sering dibuang ke lingkungan tanpa melalui pengolahan. Metode hidroponik *Deep Flow Technique* (DFT) merupakan metode tanam tanpa menggunakan media tanah tetapi meletakkan akar tanaman pada larutan nutrisi pada kedalaman 4-6 cm pada sirkulasi nutrisi terus menerus. Metode penelitian dengan menggunakan metode kuantitatif, dan desain penelitian dilakukan menggunakan rancangan acak Lengkap (RAL) dengan membandingkan tiga populasi tanaman selada (*Lactuca sativa* L)

yang ditumbuhkan pada 3 (tiga) perlakuan yang berbeda yaitu pertumbuhan tanaman pada media nutrisi hidroponik AB mix (A1), pertumbuhan tanaman pada media nutrisi limbah tahu (A2) dan pertumbuhan tanaman pada media nutrisi limbah tahu dan kayu apu (*Pistia stratiotes* L) atau A3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ratio EM4 dan limbah tahu yang optimal digunakan untuk media hidroponik adalah ratio 1:5 karena mempunyai suhu 27°C, pH 7,6 kadar BOD 412,12 mg/L, kadar COD 913 mg/L dan TSS 200 mg/l ; atau paling mendekati standar baku mutu limbah cair menurut Permen LH No 5 Tahun 2014. Hasil pertumbuhan tanaman selada (*Lactuca sativa* L) menunjukkan bahwa pertumbuhan tertinggi adalah pada perlakuan menggunakan nutrisi AB mix (A1) yang mempunyai rata-rata ukuran tanaman paling tinggi 15,14 cm, jumlah daun paling banyak 11,7 dan biomassa paling besar 20,96 gr. Uji lanjutan menggunakan DMRT juga menunjukkan bahwa antar perlakuan terdapat beda nyata. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pengolahan limbah tahu menggunakan EM4 mampu mengurangi kadar polutan walaupun masih dibawah standar baku mutu. Limbah tahu dapat digunakan sebagai media nutrisi hidroponik meskipun dengan pertumbuhan yang lebih rendah. [1]

Deep Flow Technique (DFT) merupakan metoda budidaya tanaman hidroponik dengan meletakkan akar tanaman pada lapisan air dengan kedalaman berkisar antara 4-6 cm. Prinsip kerja sistem hidroponik DFT adalah mensirkulasikan larutan nutrisi tanaman selada terus menerus selama 24 jam pada rangkaian aliran tertutup. Larutan nutrisi tanaman di dalam tangki dipompa oleh pompa air menuju bak penanaman melalui jaringan irigasi pipa, kemudian larutan nutrisi tanaman di dalam bak penanaman dialirkan kembali menuju tangki. Untuk menciptakan lingkungan tumbuh yang optimum bagi tanaman, perlu dilakukan pengendalian faktor-faktor lingkungan seperti temperatur udara, kelembaban udara, intensitas cahaya, temperatur dan kelembaban media tanam, dan ketersediaan unsur hara. Salah satu upaya pengendalian lingkungan adalah penggunaan rumah kaca (*greenhouse*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik temperatur air pada bak penanaman dalam sistem hidroponik DFT. Pendugaan temperatur air dalam bak penanaman akan dilakukan dengan menggunakan persamaan-persamaan perpindahan panas. Penelitian dilakukan dengan menggunakan peralatan yaitu *greenhouse* model *single span*, bak penanaman sepanjang 10 meter, styrofoam, termometer alkohol, *hybrid recorder* Yokogawa tipe 3081, termokopel, *pyranometer*, *digital multimeter*, *hygrometer*, dan komputer. Bahan yang digunakan adalah air. Pengukuran dilakukan terhadap parameter-parameter lingkungan pertumbuhan tanaman, yaitu temperatur air pada bak penanaman, temperatur bak penanaman, dan temperatur lingkungan di dalam *greenhouse*. Pengukuran temperatur bak penanaman dilakukan pada empat bagian, yaitu dinding kanan, dinding kiri, dinding atas, dan dinding bawah. Pengukuran temperatur yang dilakukan di dinding kanan, kiri, dan bawah diukur berdasarkan konstruksi bahan dinding. Di bagian ini ada tiga lapisan bahan penyusun dinding, yaitu *fiberglass-triple-fiberglass*. Pengukuran temperatur pada dinding atas juga dilakukan sesuai dengan bahan konstruksinya. Titik-titik pengukuran temperatur air adalah di bagian hulu, di 2/3 bagian bak, dan bagian hilir. Radiasi matahari di luar dan di dalam *greenhouse* juga diukur. Pengukuran secara keseluruhan dilakukan setiap 30 menit mulai pukul 06.00 WIB sampai 18.00 WIB selama 5 hari [2].

Pada penelitian ini metoda sistem tanam hidroponik yang digunakan adalah *Deep Flow Technique* dimana kangkung (*Ipomoea Aquatica*) ditanam pada lapisan air berkedalaman sekitar 4-6 cm didalam *showcase* dimana *showcase* dikondisikan pada suhu 20-30 °C dengan kelembaban 60%. Dengan memvariasi suhu *showcase* maka diharapkan didapat suhu yang dicari sehingga pertumbuhan dan perkembangan tanaman kangkung akan lebih optimal. AB mix digunakan sebagai nutrisi hidroponik. *Brine cooling* digunakan untuk mendinginkan dan mengkondisikan *showcase* dari mulai benih hingga masa panen dan diamati pertumbuhannya. Tempat penyimpanan pasca panen yang dikondisikan juga melengkapi *showcase* sehingga tanaman kangkung lebih tahan lama. [3] [4] [5] [6] [7] [8].

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metoda rancang bangun eksperimental. Dirancang bangun membuat *showcase* yang didinginkan dengan pendingin *brine cooling* berkapasitas 0.5 pk dilengkapi dengan panel kelistrikan dan kontrol, pemasangan instalasi pemipaan, kelistrikan dan alat-alat ukur dan kontrol. Setelah selesai instalasi, dilaksanakan *test run*. Kemudian dilakukan pengambilan data percobaan dengan termometer digital dengan berbagai variasi temperatur antara 20 hingga 30°C dengan kelembaban 60%. Data yang diperoleh dari penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder, dimana data primer diperoleh dari pengukuran langsung saat eksperimen sedangkan data sekunder merupakan data yang diperoleh dari hasil plot data primer pada diagram temperatur terhadap waktu. Dicatat, diukur dan difoto tumbuh kembang dari tanaman kangkung secara reguler.

Dari hasil evaluasi dan analisis pada berbagai variasi temperatur yang dilakukan dan dengan melihat tumbuh kembang tanaman kangkung maka didapat temperatur yang pas sesuai sehingga

pertumbuhan dan perkembangan tanaman kangkung akan lebih optimal. Evaluasi dan analisis kinerja mesin *brine cooling* juga dilakukan.

2.1. Skematik sistem

Skematik sistemnya adalah sebagai berikut:

1. *Showcase* kabin tanaman hidroponik dan kabin penyimpanan produk, keduanya berpendingin *brine cooling*.
2. Sistem pendingin *brine cooling* berkapasitas 1/2 pk dengan refrigeran primer R134A dan alat ekspansi kapiler mendinginkan 20 liter 15% *propylene glycol* dengan metode *brine cooling* dialirkan dengan pompa berkapasitas 2000 liter/jam ke *showcase* kabin tanaman hidroponik dan kabin penyimpanan produk. Sistem juga dilengkapi dengan *filter dryer, sight glass, accumulator, pressure gauges, thermostat, voltmeter, amperemeter, selector switch, pilot lamps, contactors, MCB*.
3. Sistem pemipaan hidroponik, dengan pipa pralon berdiameter 2 inch yg berlubang sebanyak 64 lubang *netpot*, dimana di dalamnya dialirkan air dengan bantuan pompa berkapasitas 3000 liter/jam. Pemipaan hidroponik tersebut dimulai dari tangki dimana terdapat air sebanyak 64 liter kemudian dipompa dan dialirkan ke pipa pralon berlubang *netpot* yang berada di suhu lingkungan dan kemudian dialirkan ke pipa pralon berlubang *netpot* yang berada di *showcase* kabin tanaman hidroponik berpendingin *brine cooling* dan kembali lagi ke tangki. Nutrisi yang dicampurkan pada air hidroponik adalah AB mix dengan komposisi masing-masing 0.5 ml nutrisi A dan 0.5ml nutrisi B per 1 liter air untuk 1 *netpot*.

2.2. Parameter yang diukur

Adapun parameter-parameter yang diukur pada penelitian ini yaitu:

1. Tekanan *Discharge* (Bar)
2. Tekanan *Suction* (Bar)
3. Temperatur *Discharge* (°C)
4. Temperatur *Suction* (°C)
5. Temperatur Keluaran Kondenser (°C)

Selanjutnya, pengambilan data dilakukan pada kondisi *steady state*, dan dilakukan pencatatan setiap 1 jam selama 4 hari pertama dan kemudian setiap 4 jam pada hari berikutnya selama 4 minggu.

Adapun persamaan-persamaan yang digunakan untuk mendapat kinerja dari sistem ini adalah sebagai berikut:

$$Q_w = \dot{m} (h_2 - h_1) \quad (1)$$

$$Q_e = \dot{m} (h_1 - h_4) \quad (2)$$

$$R_k = \frac{P_d}{P_s} \quad (3)$$

$$COP_{\text{aktual}} = \frac{Q_e}{Q_w} \quad (4)$$

$$COP_{\text{carnot}} = \frac{T_e}{T_k - T_e} \quad (5)$$

$$\text{Efisiensi} = \frac{COP_{\text{aktual}}}{COP_{\text{carnot}}} \times 100\% \quad (6)$$

Dimana Q_w adalah daya kompresor yang diperlukan, Q_e adalah jumlah kalor yang diserap di evaporator, \dot{m} adalah laju lairan massa refrigeran, h_1 adalah entalpi *suction*, h_2 adalah entalpi *discharge*, h_4 adalah entalpi masuk evaporator, R_k adalah perbandingan tekanan *discharge* (P_d) dengan tekanan *suction* (P_s), COP_{aktual} adalah perbandingan efek refrigerasi (q_e) terhadap kerja kompresi (q_w), COP_{carnot} adalah perbandingan temperatur evaporasi (T_e) dibandingkan dengan selisih temperatur kondensasi (T_k) dan evaporasi (T_e), Efisiensi adalah perbandingan COP_{aktual} dan COP_{carnot} . [3] [4] [5] [6] [8].



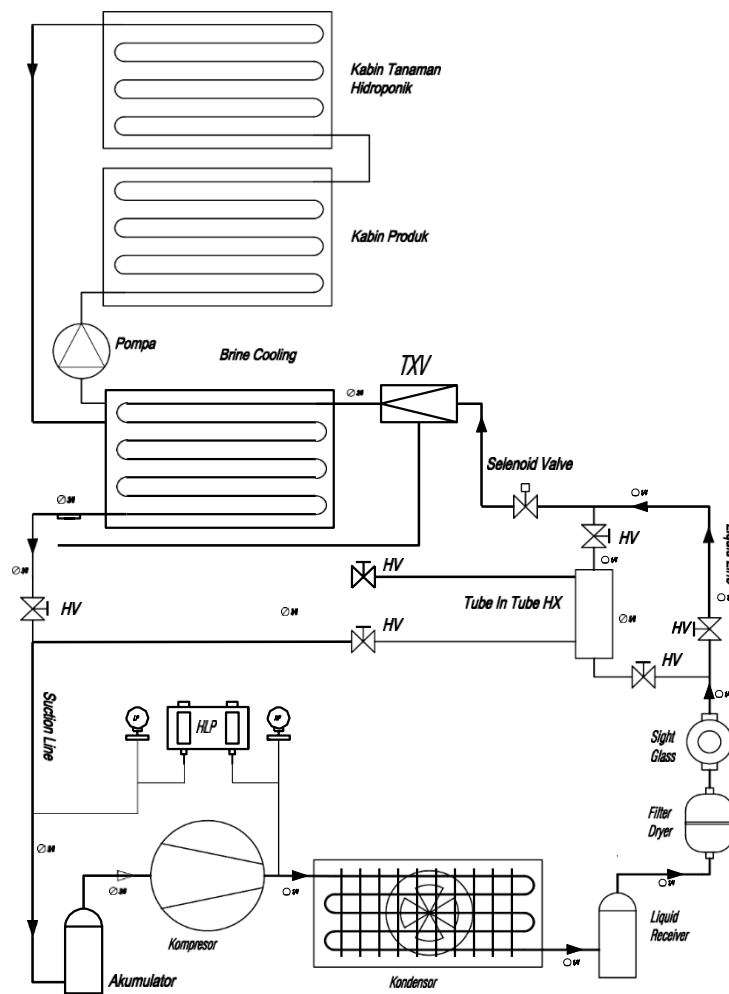
Gambar 1. Mesin pendingin *brine cooling*



Gambar 2. Showcase (kabin tanaman hidroponik) berpendingin *brine cooling*



Gambar 3. Konstruksi sistem mesin brine cooling



Gambar 4. Skematik sistem mesin brine cooling

3. Hasil dan Analisis

Sistem *DFT* mempunyai beberapa kelebihan yaitu salah satunya jika saat aliran arus listrik padam maka larutan nutrisi tetap tersedia dan hal ini disebabkan karena sistem ini diatur kedalam nutrisinya sampai 6 cm. Adapun keunggulan lainnya adalah bahwa pemakaian listrik lebih hemat dan tanaman tidak mudah kering/mati.

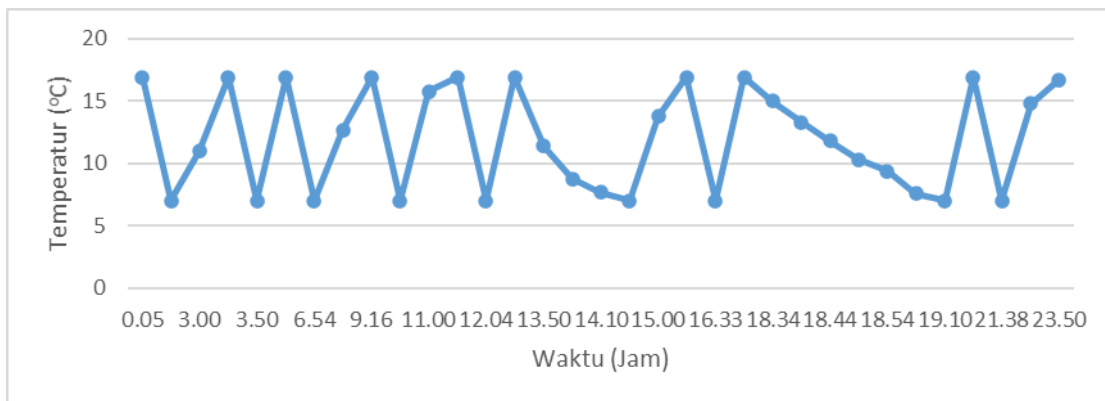
Selain itu kelemahannya adalah bahwa apabila seluruh akar terendam akan mengakibatkan busuk karena area akar tidak mendapatkan *supply* oksigen yang cukup, oksigen bagi tanaman lebih sedikit, biaya lebih mahal, dan jika listrik mati biasanya tandon air akan luber sehingga nutrisi menjadi terbuang, serta ada kemungkinan dapat dijadikan sarang nyamuk apabila tidak melakukan pengecekan / pembersihan pipa secara rutin, dan jika pemasangan tidak sesuai/tidak sempurna memungkinkan akan adanya kebocoran pada sambungan PVC.

Adapun beban pendinginan adalah sebagai berikut:

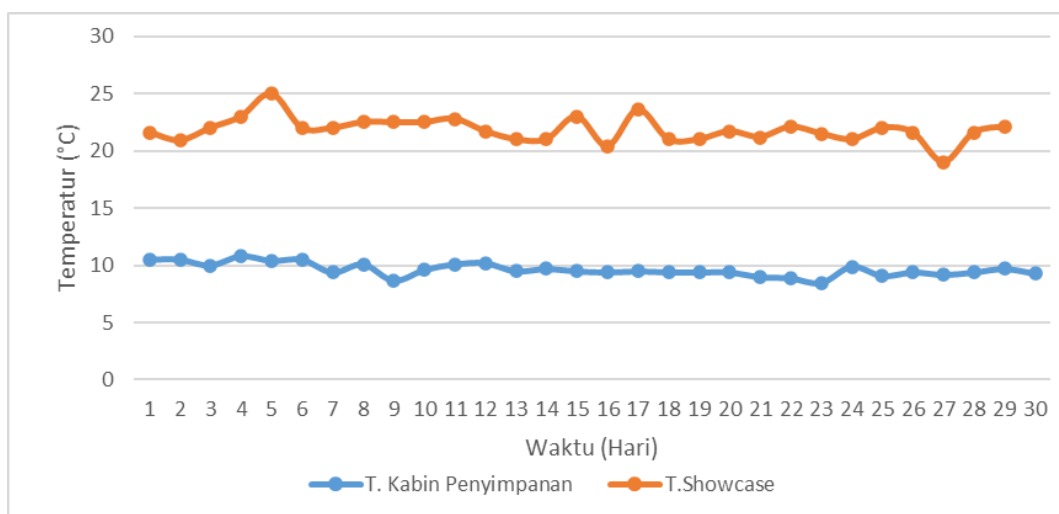
1. Beban subtotal kabin brine = 0,4963 kW
2. Beban subtotal kabin produk = 0,041 kW
3. Beban subtotal *showcase* kabin tanaman hidroponik = 0,03 kW
4. Beban total = 0,5673 kW ditambah *safety factor* 15% = 0,6237 kW.

Dari hasil plot di diagram P-h maka didapat nilai sebagai berikut:

1. COPaktual = 3,98
2. COPcarnot = 6,65
3. Efisiensi = 59,8%



Gambar 5. Grafik temperatur (°C) *cut in* dan *cut out* terhadap waktu (jam) untuk *Brine*



Gambar 6. Grafik temperatur (°C) terhadap waktu (hari) untuk Kabin Penyimpanan Produk dan *Showcase* Kabin Tanaman Hidroponik kangkung

Hasil percobaan selama 4 minggu dari produk kangkung mulai bibit hingga layak panen dengan sistem pendingin *brine cooling* yang mendinginkan *brine* pada rentang suhu 7°C hingga 17°C dengan pompa *brine* yang bekerja selama 24 jam maka didapat:

1. Temperatur kabin penyimpanan produk kangkung dapat dipertahankan pada temperatur terendah 8,7°C dan temperatur tertinggi adalah 10,5°C
2. Temperatur *showcase* kabin tanaman hidroponik dengan temperatur terendah sebesar 20,4°C dan temperatur tertinggi sebesar 23,6°C.

4. Kesimpulan

Hasil Dengan sistem pendingin *brine cooling* yang mendinginkan *brine* pada rentang suhu 7°C hingga 17°C maka kabin penyimpanan produk dipertahankan pada rentang suhu antara 8,7°C hingga 10,5°C sedangkan *showcase* kabin tanaman produk dipertahankan pada rentang suhu antara 20,4°C dan 23,6°C. Sistem pendingin *brine cooling* memiliki nilai COP aktual sebesar 3,98 dan COP Carnot sebesar 6,65 dengan efisiensi sistem sebesar 59,8%. Agar mesin memiliki performansi lebih baik maka dapat ditambahkan *solenoid valve* pada *showcase* kabin tanaman produk.

Ucapan terimakasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat - Politeknik Negeri Bandung atas bantuan yang diberikan pada pelaksanaan penelitian ini

Daftar Pustaka

- [1] Maria Y, Yolanda GN, Agustina B. Deep Flow Technique (DFT) Hidroponik Menggunakan Media Nutrisi Limbah Cair Tahu Dan Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L) Untuk Peningkatan Produktivitas Tanaman. *Jurnal Mangifera Edu*. 2019; 3(2):110-121.
- [2] Ferdian D. Analisis Keseimbangan Panas pada Bak Penanaman dalam Sistem Hidroponik Deep Flow Technique (DFT). Bogor: Institut Pertanian Bogor. 2019
- [3] Althouse AD. Modern Refrigeration and Air Conditioning. Illinois: Goodheart Wilcox. 2004.
- [4] Dossat RJ. Principle of Refrigeration. Second Edition. New York: JohnWiley & Sons Inc. 1981.
- [5] ASHRAE. ASHRAE Handbook of Fundamental. SI Edition. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers. 2005.
- [6] ASHRAE. ASHRAE Handbook –HVAC Systems and Equipment. SI Edition. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers. 2008.
- [7] Holman JP. Heat Transfer. Seventh Edition. New York: Mc-Graw Hill. 1992.
- [8] Arda RL, Asep RH. Kaji Eksperimental Sistem Mini Brine Cooling Untuk Pendingin Kabin Dengan Metode Radiant Cooling. *KURVATEK*. 2018; 3(2):85-90

