

- Kumar, R., V. Shankar, M. Kumar, 2011. Development of crop coefficient for precise estimation of evapotranspiration for mustard in mid hill zone- India. Universal journal of environmental research and technology, vol. 1 issue 4 :531-538.
- Mukhlis, 2011. Tanah Andisol Genesis, Klasifikasi, Karakteristik, Penyebaran dan Analisis. USU press, Medan.
- Pasaribu, I. S., Sumono, S. B. Daulay, dan E. Susanto, 2013. Analisis Efisiensi Irigasi Tetes dan Kebutuhan Air Tanaman Semangka (*Citrullus Vulgaris* S.) Pada Tanah Ultisol. J. Rekayasa Pangan Dan Pert., Vol 2 No. 1 Th. 2013.
- Rukmana, R., 1994. Sawi dan Petsai. Kanisius, Yogyakarta.
- Sapei, A., 2003. Komponen Irigasi Sprinkle dan Drip.Pusat Pengkajian dan Penerapan Ilmu Teknik untuk Pertanian (CREATA), Lembaga Penelitian - Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sosrodarsono, S. dan Takeda, 2003. Hidrologi Untuk Pengairan. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Sumarna, A., 1998. Monogaf No. 9, Tahun 1998. Irigasi Tetes Pada Budidaya Cabai. Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Bandung.

Berat Kering Tanaman Caisim

Berat basah dan berat kering tanaman caisim menunjukkan hasil produksi tanaman yang diperoleh dengan menimbang berat keseluruhan tanaman caisim (daun, batang, dan akar) yang dipanen serta berat kering tanaman caisim yang telah dikeringovenkan. Hasil produksi tanaman caisim yang dibudidayakan dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Berat awal dan berat kering tanaman caisim (*Brassica juncea* L.)

Ulangan	Berat Basah (g)	Berat kering (g)
1	129,73	8,30
2	100,22	5,68
3	130,17	7,62
4	119,30	7,12
5	168,45	10,43
Rata-rata	129,57	7,83

Berdasarkan Tabel 9 dapat dilihat bahwa bobot basah rata-rata tanaman caisim yaitu 129,57 g, rata-rata bobot kering tanaman caisim yaitu 7,83 g. Dari hasil penelitian, dapat dilihat bahwa berat tanaman caisim yang dihasilkan belum maksimal. Menurut KEPMENTAN No 253/kpt/TP.240/5/2000 pada kemasan benih, untuk jenis Tosakan berat pertanaman dapat mencapai 250 g. Hal ini dikarenakan kondisi lingkungan pembudidayaan yaitu suhu rata-rata harian rumah kaca, kondisi iklim dan penyinaran sinar matahari yang tertangkap oleh rumah kaca dan kebutuhan fotosintesis tanaman tidak secara maksimal sehingga tanaman tidak tumbuh optimal yang diketahui oleh berat kering tanaman caisim yang sangat rendah. Hal ini sesuai dengan literatur Rukmana (1994) yang menyatakan bahwa kondisi penyinaran matahari dikehendaki untuk pertumbuhan tanaman sawi adalah 10-13 jam per hari.

KESIMPULAN DAN SARAN

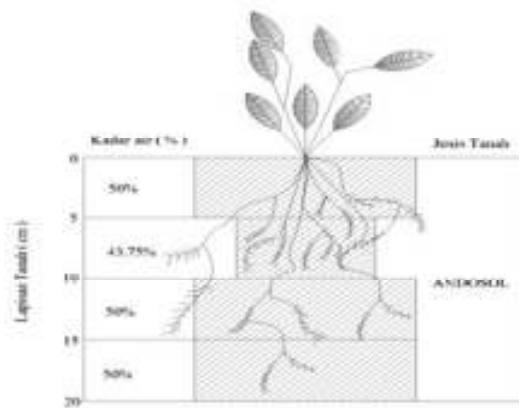
1. Tekstur tanah Andosol yang digunakan yaitu lempung berpasir, nilai *bulk density* 0,39 g/cm³, nilai *particle density* 1,6 g/cm³, porositas 75,62 %, dan kadar air kapasitas lapang 50,51 %.
2. Besar evapotranspirasi (ETc) tanaman caisim adalah sebesar 0,72 mm/hari pada fase awal pertumbuhan, 1,92 mm/hari pada fase tengah pertumbuhan dan 0,96 mm/hari pada fase akhir pertumbuhan.
3. Besar perkolasi tertinggi yaitu 2,65 mm/hari pada fase tengah pertumbuhan pada tanah bertanaman dan terendah yaitu

1,11 mm/hari pada fase akhir pertumbuhan pada tanah tanpa tanaman.

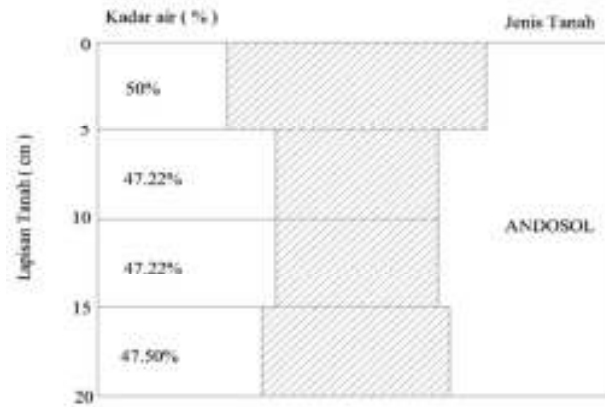
4. Nilai efisiensi penyimpanan baik pada fase tengah pertumbuhan dan fase akhir pertumbuhan tanamannya yaitu 100% pada tanah tanpa tanaman dan tanah bertanaman. Sementara untuk efisiensi pemakaian, nilai tertinggi terdapat pada fase akhir pertumbuhan yaitu 35,54% pada tanah tanpa tanaman dan terendah 13,96% yang terdapat pada fase tengah pertumbuhan pada tanah bertanaman.
5. Debit keluaran *Emitter* rata-rata adalah 492,46 ml/jam serta nilai EU rata-rata adalah 90,22%.
6. Berat tanaman caisim yang dihasilkan belum optimal, dimana berat rata-rata tanaman caisim yang dihasilkan sebesar 129,57 g dan berat kering rata-rata tanaman caisim yang dihasilkan sebesar 7,83 g.

DAFTAR PUSTAKA

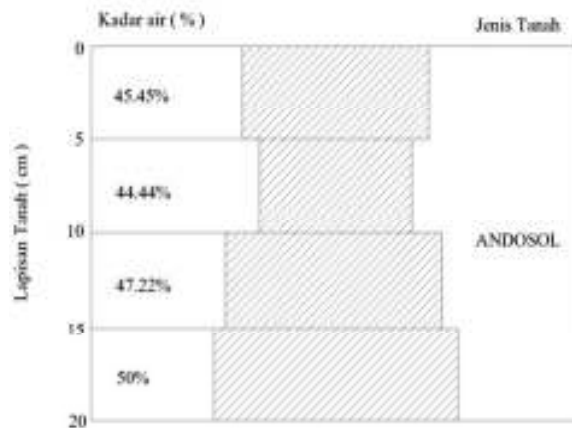
- Buckman, H. O., N. C. Brady dan Soegiman, 1982. Ilmu Tanah. Bhatara Karya Aksara, Jakarta.
- Hakim N., N. Yusuf, A. M. Lubis, G. N. Sutopo, M. Amin, Go B.H dan H.H. Bailley, 1986. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Universitas Lampung, Lampung.
- Hanafiah, K. A., 2005. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Gafindo Persada, Jakarta.
- Hansen, V. E., O.W. Israel Hansensen dan G. E. Stringham, 1992. Dasar-Dasar dan Praktek Irigasi. Penerjemah: Endang Erlangga, Jakarta.
- Hardjowigeno, S. 2007. Ilmu Tanah. Akademika Pressindo, Jakarta.
- Idkham, M., 2005. Analisis Debit dan Pola Penyebaran Aliran Air (*Seepage*) Serta Pengaruhnya Terhadap Stabilitas Pada Model Tanggul Dengan Bahan Tanah Latosol Dermaga, Bogor [Tesis].
- Islami, T. dan W. H. Utomo, 1995. Hubungan Tanah Air dan Tanaman. IKIP Semarang Press, Malang.
- James, L. G., 1988. *Principles of Farm Irrigation System Design*. John Wiley & Sons, Inc., Kanada.



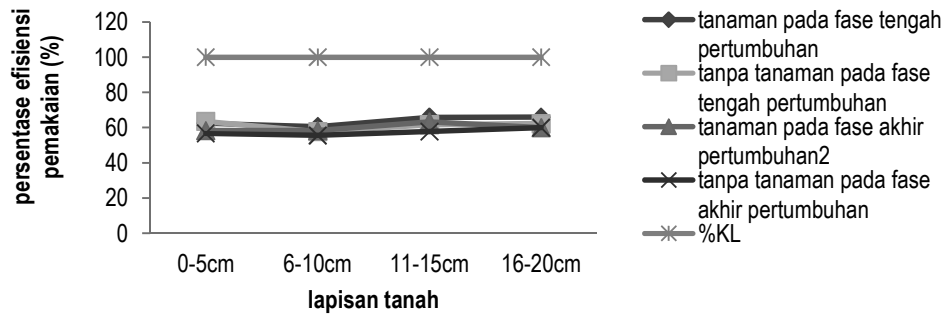
Gambar 5. Penyebaran akar tanaman caisim dengan kedalaman air tanah yang dangkal pada 20 sentimeter di bawah permukaan tanah pada fase akhir pertumbuhan



Gambar 6. Kedalaman air tanah pada 20 sentimeter di bawah permukaan tanah pada fase tengah pertumbuhan



Gambar 7. Kedalaman air tanah pada 20 sentimeter di bawah permukaan tanah pada fase akhir pertumbuhan



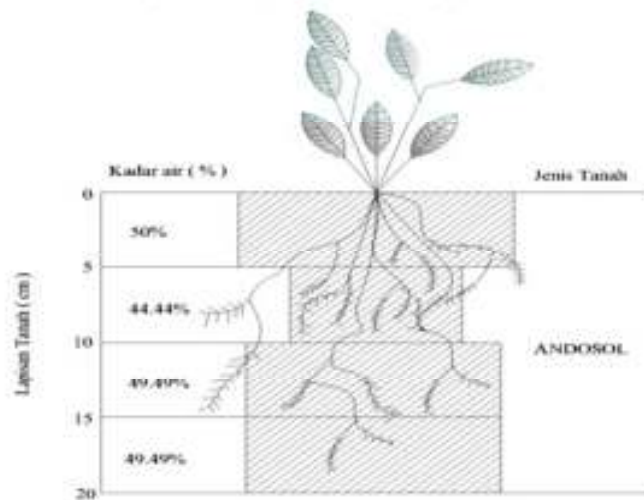
Gambar 3. Kecukupan air irigasi berdasarkan efisiensi pemakaian

Penyebaran akar tanaman caisim dengan kedalaman air tanah yang dangkal (20 cm di bawah permukaan tanah) pada fase tengah dan fase akhir pertumbuhan dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.

Gambar 4 dan 5 menunjukkan bahwa kadar air terendah pada tanah bertanaman baik pada fase tengah pertumbuhan dan fase akhir pertumbuhan terdapat di lapisan tanah 6 – 10 cm. Hal ini dikarenakan terdapat banyak perakaran pada lapisan tanah 6 – 10 cm, sehingga banyak air yang diserap pada lapisan tersebut dan mengakibatkan kadar air pada lapisan tanah 6 – 10 cm menjadi lebih rendah daripada lapisan lainnya. Tanaman caisim merupakan tanaman berakar serabut (berakar dangkal). Hal ini sesuai dengan literatur Hansen, dkk (1986) yang menyatakan bahwa pada tanaman yang berakar dangkal, lebih sedikit air yang diserap pada kedalaman dekat permukaan daripada air yang diserap dari pertambahan kedalaman yang berikutnya,

sehingga lapisan kedua kadar airnya lebih rendah daripada lapisan lainnya.

Kedalaman air tanah pada 20 cm di bawah permukaan tanah pada fase tengah dan fase akhir pertumbuhan dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7. Gambar 6 dan 7 menunjukkan bahwa kadar air tanah terendah pada tanah tanpa tanaman baik pada fase tengah pertumbuhan dan fase akhir pertumbuhan terdapat di lapisan tanah 6 – 10 cm. Lapisan tanah 0 – 5 cm memiliki nilai persen kadar air yang lebih tinggi daripada lapisan 6 – 10 cm. Hal ini dikarenakan adanya pengembunan yang mengakibatkan kadar air di lapisan tanah 0 – 5 cm menjadi bertambah. Namun pada lapisan tanah 11 – 15 cm kadar air tanah semakin besar, begitu juga pada lapisan tanah 16 – 20 cm. Hal ini sesuai dengan literatur Islami dan Utomo (1995) yang menyatakan bahwa kadar air di dalam tanah dapat bertambah karena adanya pengairan, hujan, pengembunan dan lain sebagainya.



Gambar 4. Penyebaran akar tanaman caisim dengan kedalaman air tanah yang dangkal pada 20 sentimeter di bawah permukaan tanah pada fase tengah pertumbuhan

Tabel 7. Efisiensi pemakaian dan penyimpanan air irigasi tetes fase tengah pertumbuhan tanaman

	Sebelum Penyiraman		Setelah Penyiraman		Kapasitas Lapang		Ea (%)	Es (%)
	KA (%)	Ketebalan (mm)	KA (%)	Ketebalan (mm)	KA (%)	Ketebalan (mm)		
Tanaman	48,35	9,67	63,76	12,75	50,51	10,10	13,96	100
Tanpa Tanaman	47,29	9,59	61,27	12,25	50,51	10,10	19,17	100

Tabel 8. Efisiensi pemakaian dan penyimpanan air irigasi tetes fase akhir pertumbuhan tanaman

	Sebelum Penyiraman		Setelah Penyiraman		Kapasitas Lapang		Ea (%)	Es (%)
	KA (%)	Ketebalan (mm)	KA (%)	Ketebalan (mm)	KA (%)	Ketebalan (mm)		
Tanaman	48,44	9,69	59,99	12,00	50,51	10,10	17,75	100
Tanpa Tanaman	48,03	9,35	57,33	11,46	50,51	10,10	35,54	100

*Ea adalah efisiensi pemakaian

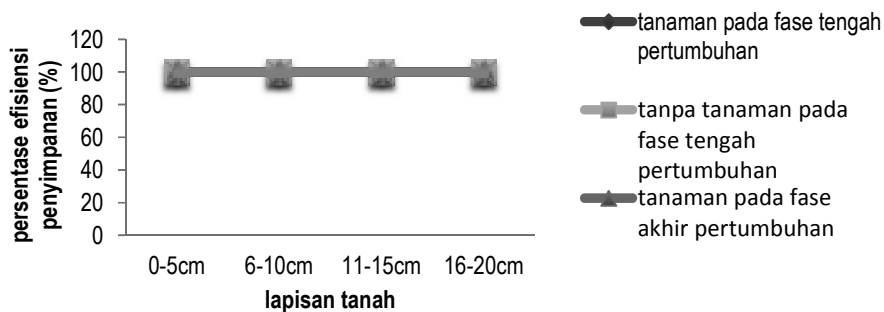
*Es adalah efisiensi penyimpanan

Kecukupan Air Irigasi

Dari hasil efisiensi penyimpanan irigasi tetes dan efisiensi pemakaian irigasi tetes pada fase tengah pertumbuhan dan fase akhir pertumbuhan (nilai kadar air sebelum dan sesudah penyiraman pada tanah bertanaman dan tanah tanpa tanaman, dan nilai kapasitas lapang) didapat nilai kecukupan air irigasi yang dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3.

Gambar 2 menunjukkan bahwa nilai kecukupan air irigasi pada fase tengah pertumbuhan dan fase akhir pertumbuhan tanaman berdasarkan efisiensi penyimpanan sama dengan nilai persentase kapasitas lapang yaitu 100% baik pada tanah tanpa tanaman dan tanah bertanaman. Hal ini dikarenakan seluruh tanah sudah tercukupi kebutuhan air tanamannya sehingga air irigasinya terpenuhi. Hal ini sesuai dengan literatur Hakim, dkk. (1986) yang menyatakan bahwa banyaknya pemberian air yang ideal adalah sejumlah air yang dapat membasahkan tanah di seluruh daerah perakaran sampai keadaan kapasitas lapang.

Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai kecukupan air irigasi pada fase tengah pertumbuhan dan fase akhir pertumbuhan tanaman berdasarkan efisiensi pemakaian adalah dibawah nilai persentase kapasitas lapang yaitu 100% baik pada tanah tanpa tanaman dan tanah bertanaman. Hal ini dikarenakan jumlah pemberian air irigasi yang melebihi kapasitas lapang sehingga terjadi perkolasi karena ketidaksesuaian data kebutuhan air tanaman dan suhu lingkungan penelitian pada waktu pengukuran pemberian air irigasi dengan waktu berlangsungnya pemberian air irigasi serta kondisi lingkungan penelitian yang tidak terkontrol. Hal ini sesuai dengan literatur Sosrodarsono dan Takeda (2003) yang menyatakan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi evaporasi dan evapotranspirasi adalah suhu air, suhu udara (atmosfer), kelembaban, kecepatan angin, tekanan udara, sinar matahari dan lain-lain yang saling berhubungan satu sama lain.



Gambar 2. Kecukupan air irigasi berdasarkan efisiensi penyimpanan

diberikan menyebabkan lebih banyaknya terjadi perkolasi.

Debit Air Rata-rata Keluaran *Emitter*

Dari hasil pengukuran debit air yang keluar pada setiap *emitter* tiap lateral dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Debit air rata-rata keluaran *Emitter*

<i>Emitter</i>	Debit rata-rata (ml/jam)	
	Lateral 1	Lateral 2
1	500	512
2	452	528
3	476	504
4	484	496
5	480	496
7	480	504
8	452	524
9	464	500
10	432	520
11	476	555
12	484	528
12	480	492
Rata-rata	492,46	

Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa debit air yang terbesar yaitu pada *Emitter* ke 10 lateral 2 yaitu 555 ml/jam dan yang paling terkecil terdapat pada *Emitter* ke 9 lateral 1 yaitu 432 ml/jam. Debit air rata-rata keluaran adalah 492,46 ml/jam. Hal ini disebabkan tekanan yang jauh lebih besar pada *Emitter* ke 1 tiap lateral 1 dan lateral 2 dan tekanan yang sangat kecil pada *Emitter* akhir (*emitter* ke 12 tiap lateral 1 dan 2). Energi yang tertinggi terdapat dekat dengan sumber air. Makin jauh dari sumber air akan terjadi kehilangan energi karena pengaruh gesekan pada pipa. Disamping itu sesuai dengan literatur Sumarna (1998) yang menyatakan bahwa air dikeluarkan melalui penetes dalam debit air yang rendah secara konstan dan kontiniu, kondisi ini tergantung pada tekanan dalam pipa untuk menghasilkan debit air yang diinginkan.

Dapat dilihat bahwa debit air yang dihasilkan tiap *Emitter* tiap lateral tidak sama dimana besar debit yang keluar bervariasi. Hal ini dapat disebabkan karena perbedaan jarak antara sumber air dengan lubang *Emitter*, penyumbatan *Emitter* terhadap kualitas air dari sumber air, luas permukaan lubang *Emitter*, letak *Emitter* pada pipa lateral, dan banyaknya tetesan air perwaktu tidak sama. Hal ini juga sesuai dengan literatur Sapei (2003) dalam Pasaribu, dkk. (2013) yang menyatakan bahwa kondisi *Emitter* yang tidak

persis sama menyebabkan adanya perbedaan kehilangan energi sehingga debit yang dihasilkan berbeda.

Keseragaman Emisi

Dari hasil pengukuran debit air yang keluar pada setiap *emitter* tiap lateral dapat nilai keseragaman emisi tiap lateral yang dapat dilihat pada Tabel 6. Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai keseragaman emisi yang terbesar yaitu pada lateral ke 2 yaitu 92,41% dan yang terkecil terdapat pada lateral ke 1 yaitu 88,02%, sehingga di dapat rata-rata 90,22%. Dari hasil keseragaman tersebut disimpulkan bahwa desain jaringan irigasi tetes termasuk dalam desain yang ideal yang memiliki nilai EU yang sesuai dengan saran ASAE. Pada jaringan irigasi tetes pada penelitian ini menggunkakan tipe *emitterpoint source*.

Hal ini sesuai dengan literatur ASAE (1985) dalam James (1988) yang menyatakan bahwa EU untuk daerah kering pada tipe *point source* yang seragam antara 90 – 95 %. Nilai EU yang didapat dari hasil penelitian adalah tinggi.

Tabel 6. Keseragaman emisi

	Q_{min} (ml/jam)	Q_{ave} (ml/jam)	C_v	EU (%)
Lateral 1	432	471,67	0,039	88,02
Lateral 2	492	513,25	0,036	92,41
Rata-rata	462	492,46	0,038	90,22

Efisiensi Irigasi Tetes

Efisiensi irigasi tetes untuk fase tengah pertumbuhan dan fase akhir pertumbuhan dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 7 dan 8 menunjukkan bahwa nilai efisiensi pemakaian air irigasi pada fase tengah pertumbuhan dan fase akhir pertumbuhan tanaman adalah berbeda dan tergolong rendah yaitu di bawah 90%. Pada efisiensi pemakaian, dapat dilihat bahwa nilai tertinggi adalah 35,54% pada fase akhir pertumbuhan pada tanah tanpa tanaman. Sedangkan nilai terendah adalah 13,96% pada fase tengah pertumbuhan tanaman pada tanah bertanaman. Hal ini terjadi karena jumlah pemberian air irigasi yang melebihi kapasitas lapang sehingga terjadi perkolasi yang mengakibatkan efisiensi pemakaian air yang rendah.

Efisiensi penyimpanan air dapat dilihat pada Tabel 7 dan 8. Nilai efisiensi penyimpanan pada fase tengah pertumbuhan dan fase akhir pertumbuhan tanaman adalah tinggi yaitu 100% baik pada fase tengah pertumbuhan tanaman.

dan akhir pertumbuhan tanaman yang didapat dari Tabel 3.

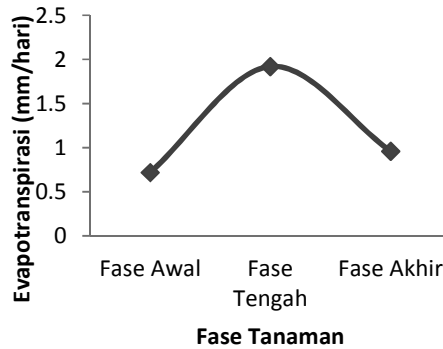
Berdasarkan Tabel 3 dan Gambar 1, dapat dilihat evapotranspirasi yang terbesar terdapat pada fase tengah pertumbuhan yaitu 1,92 mm/hari atau 86,81 ml/hari dan evapotranspirasi yang terkecil terdapat pada fase awal pertumbuhan yaitu 0,72 mm/hari atau 32,55 ml/hari. Pada fase tengah pertumbuhan tanaman akan lebih banyak membutuhkan air dari pada fase awal pertumbuhan dan fase akhir pertumbuhan. Hal ini sesuai dengan literatur Islami dan Utomo (1995) yang menyatakan

bahwa pertumbuhan vegetatif tanaman maksimal terjadi pada periode tengah pertumbuhan. Selain itu luas permukaan tanaman pada periode ini sudah mencapai maksimum sehingga penguapan lebih besar. Sedangkan pada periode awal, evapotranspirasi lebih rendah karena tanaman masih kecil sehingga luas permukaan tanaman untuk melakukan penguapan lebih kecil. Caisim diasumsikan sama dengan sawi karena berasal dari satu genus yaitu Brassica namun berbeda spesies. Caisim memiliki spesies *Brassica juncea* L. sedangkan sawi memiliki spesies yang berbeda berdasarkan jenisnya.

Tabel 3. Evapotranspirasi pada setiap fase tanaman caisim

Fase Tanaman	Evaporasi (Ep) (mm/hari)	Koefisien Panci Evapopan (k)	Evaporasi Potensial (E _{t0}) (mm/hari)	Koefisien Tanaman (kc)*	Evapotranspirasi (ET _c) (mm/hari)
Fase Awal (0-15 hari)	3	0,8	2,4	0,3	0,72
Fase Tengah (16-30 hari)	2	0,8	1,6	1,2	1,92
Fase Akhir (31-45 hari)	2	0,8	1,6	0,6	0,96

*) Sumber: Allen, dkk (1998) dalam Kumar, dkk (2011)



Gambar 1. Grafik evapotranspirasi setiap fase tanaman (mm/hari)

Perkolasi

Pada fase awal pertumbuhan tanaman tidak diukur perkolasi tanah. Hal ini dikarenakan tanaman caisim pada fase awal pertumbuhan tidak optimal karena tanah yang digunakan memiliki kandungan unsur P yang sedikit (tanah Andosol). Tanah yang memiliki unsur P yang sedikit dan bertekstur pasir yang bereaksi masam akan mengakibatkan tanaman menjadi kerdil dan susah untuk melakukan pertumbuhan. Sehingga tanaman caisim pada fase awal pertumbuhan tidak diukur perkolasi.

Hasil pengukuran perkolasi pada fase tengah pertumbuhan dan akhir pertumbuhan

pada tanah bertanaman dan pada tanah tanpa tanaman dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perkolasi pada fase tengah dan fase akhir pertumbuhan tanaman

	Perkolasi (mm/hari)	
	Fase Tengah	Fase Akhir
Tanaman	2,65	1,90
Tanpa Tanaman	2,15	1,11

Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa nilai perkolasi terbesar pada fase tengah pertumbuhan yaitu pada tanah bertanaman sebesar 2,65 mm/hari dan nilai perkolasi terkecil adalah 1,11 mm/hari pada fase akhir pertumbuhan pada tanah tanpa tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai perkolasi pada tanah bertanaman lebih besar daripada tanah tanpa tanaman, baik pada fase tengah pertumbuhan maupun fase akhir pertumbuhan tanaman. Hal ini dikarenakan ketidaksesuaian data kebutuhan air tanaman dan suhu lingkungan penelitian pada waktu pengukuran air irigasi dengan waktu berlangsungnya pemberian air irigasi serta kondisi lingkungan penelitian yang tidak terkontrol. Karena itu juga, pada fase tengah pertumbuhan yang lebih besar air yang

$$Es = \frac{Ws}{Wn} \times 100\% \dots\dots\dots(9)$$

dimana :

Es = Efisiensi penyimpanan air (%)

Ws = Air yang ditampung/diterima tanah

Wn = Air yang dibutuhkan tanaman sebelum irigasi

Kecukupan Air Irigasi

Dilakukan analisis kecukupan air irigasi dengan menggambar hubungan antara air infiltrasi dengan persentase kumulatif lahan.

Berat Kering Tanaman Caisim

Melakukan analisis berat kering tanaman caisim dengan menimbang berat caisim yang dihasilkan tanaman setelah panen serta mengukur bobot kering masing-masing tanaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisik Tanah Andosol

Tanah Andosol yang digunakan memiliki tekstur Lempung Berpasir, dimana kandungan yang terdapat pada tanah Andosol yaitu pasir 73,28%, debu 22,00%, dan liat 4,72%.

Hasil analisis sifat fisik pada tanah Andosol dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kerapatan massa, kerapatan partikel, dan porositas tanah andosol

Ulangan	Kerapatan Massa (g/cm ³)	Kerapatan Partikel (g/cm ³)	Porositas (%)
1	0,42	1,6	73,75
2	0,42	1,9	77,89
3	0,34	1,4	75,71
Rata-rata	0,39	1,6	75,62

Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai kerapatan massa (*bulk density*) pada tanah Andosol adalah sebesar 0,39 g/cm³. Hasil penelitian menunjukkan nilai kerapatan massa yang lebih kecil dari 1 g/cm³. Hal ini sesuai dengan pernyataan Mukhlis (2011) yang menyatakan bahwa kebanyakan tanah Andosol memiliki *bulk density* ≤ 0,90 g/cm³. Rendahnya *bulk density* disebabkan oleh tingginya bahan organik. Dari hasil penelitian didapat nilai bahan organik sebesar 2,31%.

Nilai kerapatan partikel (*particle density*) pada tanah Andosol adalah sebesar 1,6 g/cm³. Tanah Andosol memiliki nilai kerapatan partikel yang tergolong rendah dan kurang dari 2 g/cm³. Nilai kerapatan partikel yang rendah dipengaruhi juga oleh tingginya bahan organik,

sama halnya seperti rendahnya nilai *bulk density* tanah Andosol. Besarnya nilai kerapatan partikel akan semakin rendah dengan adanya bahan organik (Hanafiah, 2005). Mukhlis (2011) menyatakan bahwa nilai *particle density* pada tanah Andosol yaitu sebesar 1,4 hingga 1,8 g/cm³.

Berdasarkan hasil penelitian, nilai porositas pada tanah Andosol tergolong tinggi sebesar 75,62%. Hal ini sesuai dengan literatur Hardjowigeno (2007) yang menyatakan bahwa nilai *bulk density* dan *particle density* merupakan petunjuk porositas, makin padat suatu tanah maka makin tinggi nilai *bulk density*-nya, yang berarti makin sulit meneruskan air atau ditembus akar, dan begitu pula sebaliknya. Dapat dilihat bahwa nilai *bulk density* pada Tabel 1 menunjukkan bahwa dengan nilai *bulk density* yang rendah maka air akan lebih cepat diteruskan. Dari rumus porositas

$$n = \left(1 - \frac{\rho_b}{\rho_p}\right) \times 100\%$$

maka diketahui bahwa nilai porositas ditentukan oleh nilai kerapatan massa dan kerapatan partikel tanah. Jika semakin besar perbedaan nilai kerapatan massa dengan nilai kerapatan partikel, maka nilai porositas juga akan semakin besar.

Kadar Air Kapasitas Lapang

Nilai kadar air kapasitas lapang pada tanah Andosol dapat dilihat pada Tabel 2. Tabel 2 menunjukkan bahwa tanah Andosol yang bertekstur lempung berpasir memiliki nilai kadar air kapasitas lapang sebesar 50,51%. Hal ini sesuai dengan literatur Mukhlis (2011) yang menyatakan bahwa umumnya tanah Andosol berkapasitas penyimpanan air yang tinggi. Nilai ini digunakan sebagai acuan pemberian air irigasi tetes pada polybag bertanaman dan polybag yang tidak bertanaman.

Tabel 2. Kadar air kapasitas lapang tanah Andosol

Ulangan	Kadar air kapasitas lapang (%)
1	46,67
2	47,73
3	57,14
Rata-rata	50,51

Evapotranspirasi

Nilai evapotranspirasi pada setiap fase tanaman dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 1. Gambar 1 menunjukkan grafik evapotranspirasi (ETc) pada fase awal, tengah

berat keseluruhan tanaman caisim. Selanjutnya, diovenkan selama ± 48 jam dengan suhu 70°C untuk mengetahui bobot keringnya. Parameter penelitian

Sifat Fisik Tanah Andosol

Dilakukan analisis *bulk density*, *particle density*, porositas, tekstur, dan kadar airkapasitas lapang pada tanah Andosolum yang digunakan sebagai berikut:

$$B_d = \frac{M_p}{V_t} \dots\dots\dots (1)$$

$$\rho_p = \frac{M_p}{V_p} \dots\dots\dots (2)$$

$$n = \left(1 - \frac{B_d}{\rho_p}\right) \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

dimana :

- B_d = kerapatan massa (*bulk density*) (g/cm³)
- M_p = Massa padatan tanah (g)
- V_t = Volume total tanah (cm³)
- ρ_p = Kerapatan partikel (*particle density*) (g/cm³)
- V_p = Volume tanah kering (cm³)
- n = Porositas (%)

kadar air kapasitas lapang diukur dengan menjenuhkan sampel terlebih dahulu kemudian didiamkan hingga air gravitasi yang keluar dari daerah perakaran berhenti, sedangkan tekstur tanah di analisis di laboratorium Sentral Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.

Evapotraspirasi

Evapotraspirasi dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$ET = kc \times E_{t_0} \dots\dots\dots (4)$$

dimana:

- ET = Evapotranspirasi tanaman (mm/hari)
- E_{t_0} = Evaporasi tetapan / tanaman acuan (mm/hari)
- kc = Koefisien tanaman

Perkolasi

Perkolasi dihitung dengan persamaan:

$$\rho = \frac{h_1 - h_2}{t_2 - t_1} \dots\dots\dots (5)$$

dimana :

- h_1 = tinggi air awal (ml)
- h_2 = tinggi air akhir (ml)
- t_1 = waktu awal (s)
- t_2 = waktu akhir (s)

Debit Air Rata-rata Keluaran Emitter

Debit air dihitung dengan menampung air yang mengalir melalui *emitter* pada suatu wadah per satuan waktu (1 jam) pada tiap *emitter*nya, kemudian dihitung debit air rata-rata dari seluruh *emitter*.

Keseragaman Pemakaian Air

Keseragaman pemakaian air dihitung dengan persamaan:

$$C_v = \frac{(q_1^2 + q_2^2 + \dots + q_n^2 - n\bar{q}^2)^{1/2}}{\bar{q}(n-1)^{1/2}} \dots\dots\dots (6)$$

$$EU = 100 \left(1,0 - \frac{1,27}{\sqrt{N_e}} C_v\right) \frac{Q_{min}}{Q_{ave}} \dots\dots\dots (7)$$

dimana :

- q_1, q_2, \dots, q_n = debit dari alat penetes (l/h, gph)
- \bar{q} = rata-rata jumlah debit dari alat penetes (l/h, gph)
- n = total alat penetes
- EU = *emission uniformity* dalam persen
- N_e = banyaknya *Emitterpoint source* per titik penetes; jarak antara tanaman dibagi atas panjang unit lateraldigunakan untuk menghitung C_v atau 1 untuk *Emitterline source*.
- C_v = koefisien variasi pembuatan untuk *Emitter point* dan *line source*
- Q_{min} = debit minimum laju *Emitter* pada system (l/h, gph)
- Q_{ave} = debit rata-rata atau desain *Emitter* (l/h, gph)

Efisiensi Irigasi Tetes

Efisiensi irigasi meliputi efisiensi pemakaian dan penyimpanan air. efisiensi pemakaian air dihitung dengan menggunakan rumus :

$$E_a = \frac{W_s}{W_f} \times 100\% \dots\dots\dots (8)$$

dimana :

- E_a = Efisiensi pemakaian air (%)
 - W_s = Air yang ditampung/diterima dalam tanah (air yang disalurkan - perkolasi) (ml)
 - W_f = Air yang disalurkan (ml)
- Efisiensi penyimpanan air dihitung dengan menggunakan rumus :

ekonomis yang tinggi. Caisim dapat tumbuh dan beradaptasi baik hampir disemua jenis tanah, dapat dibudidayakan pada dataran rendah dan tinggi, dan mudah dalam perawatan. Tanaman caisim dapat dibudidayakan pada beberapa jenis tanah diantaranya adalah tanah andisol.

Andisol, dahulu hingga sekarang oleh sebagian ahli masih disebut Andosol, dan ada kalanya juga disebut tanah Abu Vulkanik. Tanah Andosol merupakan tanah yang secara keseluruhan atau sebagian berasal dari ejekta vulkanik. Tanah Andosol dicirikan oleh warna yang hitam gelap, bobot isi rendah, didominasi oleh bahan amorf yang bermuatan variabel dan retensi fosfat yang tinggi sehingga ketersediaan fosfat bagi tanaman cukup rendah dan memiliki kerapatan isi yang rendah. Didukung oleh kondisi iklim tropika basah biasanya dibudidayakan tanaman hortikultura (Mukhlis, 2011).

Selain didukung oleh kesuburan tanahnya, keberhasilan budidaya tanaman caisim juga ditentukan oleh kinerja irigasinya. Kinerja irigasi merupakan kemampuan untuk mendukung ketersediaan air irigasi pada areal layanan irigasi (*command area*) seperti irigasi tetes yang kondusif untuk penerapan pola tanam yang direncanakan. Irigasi tetes merupakan metode yang lebih ekonomis dalam mendistribusikan airnya, namun perlu diketahui sampai seberapa besar kinerja irigasi tetes pada budidaya tanaman caisim yang ditanami pada tanah Andosol. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kinerja irigasi tetes pada tanah Andosol dengan budidaya tanaman caisim.

METODOLOGI

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bibit tanaman caisim (*Brassica juncea* L.), drum penampung, *infuse* sebagai *Emitter*, *elbow*, *dob*, *tee*, kran, pipa PVC 0,5" dan 1", lem pipa, selang, polybag, pupuk, air, kayu, serta data primer dan data sekunder. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian adalah wadah penampung (*cup*), *ring sample*, oven, timbangan manual, *erlenmeyer*, gelas ukur, *evapopan*, meteran, gergaji, bor, kalkulator dan *stopwatch*.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dan observasi lapangan analisis data untuk mengetahui efisiensi irigasi tetes (*drip irrigation*) dengan memakai emiter dari selang infus pada tanaman caisim (*Brassica juncea* L.). Penelitian menggunakan data primer yaitu data yang akan didapatkan di lapangan dan data sekunder yaitu data suhu harian. Selanjutnya dilakukan analisis data secara kuantitatif yaitu

melakukan pengkajian berdasarkan data yang dapat diukur dengan angka-angka.

Jaringan irigasi dirancang dengan membuat drum penampung dari tabung biasa yang dihubungkan dengan sumber air, lalu disambung pipa PVC 1 inci sebagai pipa utama (*mainline*) secara vertikal dengan drum penampung dan pipa utama dengan pipa pembagi (*manifold*), dimana *manifold* memiliki ukuran yang sama dengan *mainline* sebanyak 2 pipa, dengan jarak antar lateral sama. Pipa lateral merupakan pipa PVC berdiameter 0,5 inci lalu dibuat 12 lubang pada masing-masing pipa lateral dengan jarak tiap lubang 40 cm kemudian dipasang *emitter* (infus) pada setiap lubang pada pipa lateral sebagai *emitter* alternatif dan dilakukan pengisian air pada drum penampung hingga penuh dan dijaga agar ketinggian air dalam drum tetap (konstan) dan terakhir dilakukan pengujian debit air yang keluar dari *emitter* dan keseragaman emisi yang dilakukan sebanyak 3 kali ulangan.

Tanah Andosol yang sudah diayak dengan ayakan 10 mesh dimasukkan kedalam 24 *polybag* lalu dipadatkan dengan pemberian air kemudian tanaman caisim ditanam langsung pada 12 *polybag* dan 12 *polybag* lagi tanpa tanaman. Setelah itu diletakkan 12 *polybag* pada masing-masing *emitter* tiap lateralnya. Besarnya nilai evaporasi ditentukan berdasarkan pengukuran langsung dilapangan dengan menggunakan *evapopan* kelas A.

Nilai efisiensi penyimpanan dan pemakaian diukur pada tanah tanpa tanaman dan tanah bertanaman pada masing-masing fase pertumbuhan. Sebelum melakukan pengukuran lubang-lubang polibag terlebih dahulu ditutup rapat dan dilubangi hanya bagian bawah saja. Selain itu, tanah dikeringudarkan selama 7 hari agar kondisi awal tanah seragam. Efisiensi pemakaian dihitung dengan membandingkan jumlah air yang disalurkan selama pemberian air irigasi dikurangi besarnya perkolasi dengan jumlah air yang disalurkan selama pemberian air irigasi. Efisiensi penyimpanan dihitung dengan mengukur besarnya kadar air awal tanah, kadar air setelah pemberian air irigasi dan kadar air kapasitas lapang.

Sifat fisik tanah andosol diukur menggunakan polybag yang disiram secara manual pengukuran dilakukan dilaboratorium dengan membawa sampel tanah menggunakan ring sampel. Sifat yang diukur yaitu bulk density, particle density, porositas, tekstur tanah, dan kadar air kapasitas lapang.

Produksi tanaman diukur setelah 42 hari saat tanaman siap panen. Tanaman diambil seluruh batang, akar, daun kemudian ditimbang

KAJIAN KINERJA IRIGASI TETES PADA TANAH ANDOSOL DENGAN BUDIDAYA TANAMAN CAISIM (*Brassica Juncea L.*)

(Performance Study of Drip Irrigation on Andosol Soil with Caisim (*Brassica junceaL.*) Cultivation)

Dinda Puspa Sari¹, Sumono¹, Nazif Ichwan¹, Achwil Putra Munir¹

¹Departemen Keteknikan Pertanian, Fakultas Pertanian USU
Jl. Prof. Dr. A. Sofyan No. 3 Kampus USU Medan 20155
email :dindapuspasari@yahoo.com

Diterima 25 September 2014 / Disetujui 18 September 2014

ABSTRACT

Drip irrigation is a more economic method in distributing the water on caisim plant cultivation. This research was aimed to study the drip irrigation performance on Andosol soil with cultivation of caisim plant (*Brassica juncea L.*). The parameters observed were the characteristic of the soil physics, evapotranspiration, percolation, emission uniformity, use of water and the efficiency of water usage, wet weight and dry weight of caisim plant. Sanded clay textured andosol soil, evapotranspiration on the first growth phase was 0,72 mmday⁻¹, on the middle phase was 1,92 mmday⁻¹ and on the last phase was 0,96 mmday⁻¹. The highest percolation was 2,65 mmday⁻¹ on the middle growth phase on the planted soil and the lowest was 1,11 mmday⁻¹ on the last growth on the non planted soil. The number of emission uniformity was 90,22 %. Efficiency of the highest water usage in the last growth phase on the soil without plant was 35,54 % and efficiency of the lowest in the middle growth phase on the planted soil was 13,96 %. Efficiency of saving was 100 % on the middle growth phase and on the last. The wet weight of caisim plant was 129,5 g while the dry weight of caisim plant was 7,83 g.

Keyword : efficiency, drip irrigation, irrigation performance, Caisim plant, Andosol soil.

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan yang mutlak bagi makhluk hidup. Khususnya bagi manusia, setiap hari harus tersedia air bersih dengan jumlah yang cukup untuk berbagai keperluan, antara lain rumah tangga, pertanian dan hewan ternak. Di beberapa daerah kebutuhan akan air ini bisa tercukupi dengan tersedianya sumber-sumber air yang mudah didapat baik berupa sumur, sungai, kolam-kolam maupun sumber mata air. Di daerah lainnya air hanya bisa didapat dari sumber air yang terbatas sekali terutama waktu musim kemarau. Hal ini akan menimbulkan masalah / kesulitan bagi lingkungan kehidupan manusia (Idkham, 2005).

Irigasi tetes (*Drip Irrigation*) merupakan salah satu teknologi mutakhir dalam bidang irigasi yang telah berkembang hampir di seluruh dunia. Teknologi ini pertama diperkenalkan di Israel, dan kemudian menyebar hampir ke seluruh pelosok penjuru dunia. Pada hakekatnya

teknologi ini sangat cocok diterapkan pada kondisi lahan berpasir, air yang sangat terbatas,

iklim yang kering dan komoditas yang diusahakan mempunyai nilai ekonomi yang tinggi (Buckman, dkk., 1982).

Irigasi tetes adalah pemberian air irigasi dengan cara meneteskan air disekitar daerah perakaran tanaman dengan menggunakan pipa-pipa bertekanan. Irigasi tetes ini memiliki tingkat efisiensi yang tinggi daripada pemberian air irigasi dengan sistem yang lain. Irigasi tetes ini cocok untuk tanaman hortikultura, seperti sawi putih, sawi hijau, caisim, kol, kentang, dan lain sebagainya.

Caisim (*Brassica juncea L.*) merupakan tanaman yang sangat populer pada saat ini ketika perkembangan mie terus meningkat dan banyak penjual jasa makanan menggunakan caisim sebagai bahan campuran tambahan dalam memasak mie karena memiliki kandungan pro-vitamin A dan asam askorbat yang tinggi. Tanaman caisim merupakan tanaman yang berumur relatif singkat yang memiliki nilai