

**EVALUASI PENGGUNAAN LYSIMETER UNTUK
MENDUGA EVAPOTRANSPIRASI STANDAR DAN
EVAPOTRANSPIRASI TANAMAN KEDELAI
(*Glycine max L. Merrill*)**

(Skripsi)

Oleh :

FADHILATUL ADHA



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

ABSTRACT

EVALUATION OF LYSIMETER APPLICATION TO ESTIMATE STANDARD EVAPOTRANSPIRATION AND CROPS EVAPOTRANSPIRATION OF SOYBEAN (*Glycine max* (L) Merrill)

By

FADHILATUL ADHA

The purpose of this research was to evaluate estimating method of standard evapotranspiration and crops evapotranspiration using lysimeter then be compared with estimation result of evaporimeter pan and Penman – Monteith model who recommended by FAO. Standard evapotranspiration was estimated using reference crops and crops evapotranspiration was estimated using soybean Kaba variety which planted in lysimeters. Rainfall data and standard evapotranspiration of evaporimeter pan be obtained from Agroclimate stations of Masgar in Pesawaran distric in Lampung, and evapotranspiration Penman – Monteith model was estimated by CROPWAT using climate data during 2007 – 2011 from Agroclimate stations of Masgar.

The estimating result of standard evapotranspiration and crops evapotranspiration using lysimeter was higher than evaporimeter pan and model. The estimation results of standard evapotranspiration and crop evapotranspiration of Lysimeter was higher than the estimation evaporimeter pan and model. The average of standard evapotranspiration during nine dasarian is 6.14 mm/day, average of crop evapotranspiration is 7.54 mm/day, while the standard evapotranspiration of evaporimeter pan is 3.55 mm / day, and standard evapotranspiration estimation results with CROPWAT for November to February are 3.27; 3.20; 3.63; 3.51 mm/day. Crop coefficient (Kc) estimation results of each phase was 0.96 in the initial phase, 1.16 in the development phase, 1.67 in the mid season phase, and 1.18 at the end season phase. Crop coefficient (Kc) Soybean lysimeter estimation results are higher than FAO Crop coefficient recommendation. However observed from the growth and yield of soybean plants seen their best with 10.73 gr of 100 seeds of yield. So that suggested for further research with direct ET_o measurement method can be applied with modification or regenerated of lysimeter specifications and construction to consider other parameters of water balance in lysimeter.

keywords : standard evapotranspiration, crops evapotranspiration, lysimeter, soybean

ABSTRAK

EVALUASI PENGGUNAAN LYSIMETER UNTUK MENDUGA EVAPOTRANSPIRASI STANDAR DAN EVAPOTRANSPIRASI TANAMAN KEDELAI (*Glycine max L. Merrill*)

Oleh

FADHILATUL ADHA

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi metode pendugaan evapotranspirasi standar (ET_o) dan evapotranspirasi tanaman (ET_c) kedelai menggunakan lysimeter dibandingkan dengan hasil pendugaan panci evaporasi dan dengan rumus *Penman – Monteith* yang direkomendasikan oleh FAO. Nilai ET_o diduga menggunakan lysimeter dengan tanaman acuan sedangkan Nilai ET_c lysimeter dengan kedelai varietas Kaba. Data curah hujan, dan evapotranspirasi panci didapat dari stasiun Klimatologi Pertanian BMKG Masgar, dan data evapotranspirasi rumus *Penman – Monteith* diduga dengan CROPWAT menggunakan data iklim tahun 2007 – 2011 dari stasiun Klimatologi Pertanian BMKG Masgar.

Hasil pendugaan ET_o dan ET_c Lysimeter lebih tinggi daripada hasil pendugaan Panci dan Rumus. Rata-rata ET_o selama sembilan dasarian adalah 6,14 mm/hari, rata-rata ET_c 7,54 mm/hari, sedangkan ET_o panci 3,55 mm/hari, dan ET_o hasil pendugaan dengan CROPWAT untuk November sampai dengan Februari yaitu 3,27; 3,20; 3,63; 3,51 mm/hari. Nilai Koefisien Tanaman (K_c) hasil pendugaan tiap fase adalah 0,96 pada fase *initial*, 1,16 pada fase *development*, 1,67 pada fase *mid season*, dan 1,18 pada fase *end season*. Koefisien Tanaman (K_c) Kedelai hasil pendugaan lysimeter lebih tinggi daripada K_c yang direkomendasikan FAO. Namun dilihat dari pertumbuhan dan hasil panen tanaman kedelai terlihat optimal dengan hasil panen 10,73 gr perseratus biji. Sehingga disarankan untuk penelitian selanjutnya dengan metode pengukuran ET_o secara langsung dilakukan dengan modifikasi spesifikasi dan konstruksi lysimeter yang diperbarui dengan memperhitungkan parameter lain dalam neraca air lysimeter.

Kata kunci : evapotranspirasi standar, evapotranspirasi tanaman, lysimeter, kedelai

**EVALUASI PENGGUNAAN LYSIMETER UNTUK
MENDUGA EVAPOTRANSPIRASI STANDAR DAN
EVAPOTRANSPIRASI TANAMAN KEDELAI
(*Glycine max L. Merrill*)**

Oleh :

FADHILATUL ADHA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**

Pada

Jurusan Teknik Pertanian

Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

Judul Skripsi

**: EVALUASI PENGGUNAAN LYSIMETER
UNTUK MENDUGA EVAPOTRANSPIRASI
STANDAR DAN EVAPOTRANSPIRASI
TANAMAN KEDELAI (*Glycine max L.
Merrill*)**

Nama Mahasiswa

: Fadhilatul Adha

Nomor Pokok Mahasiswa

: 0914071032

Jurusan

: Teknik Pertanian

Fakultas

: Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing


Dr. Ir. Tumiar Katarina Manik, M.Sc.
NIP 19630202 198703 2 001


Prof. Dr. Ir. RA. Bustomi Rosadi, M.S.
NIP 19490706 197903 1 004

2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian


Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.
NIP 19650527 199303 1 002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Dr. Ir. Tumiari Katarina Manik, M.Sc. 

Sekretaris : Prof. Dr. Ir. RA. Bustomi Rosadi, M.S. 

**Penguji
Bukan Pembimbing : Ir. Oktafri, M.Si.** 

2. Dekan Fakultas Pertanian




Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 14 Juli 2016

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya **FADHILATUL ADHA** NPM **0914071032**

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, 1) Dr. Ir. Tumiar Katarina Manik, M. Sc., dan 2) Prof. Dr. Ir. R. A. Bustomi Rosadi, M. S., berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll.) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil plagiat karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, Agustus 2016



FADHILATUL ADHA
NPM. 0914071032

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Padang Sumatera Barat pada tanggal 21 Juni 1991 sebagai anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Didik Eryanto dan Ibu Eni Mariawati.

Pendidikan yang telah ditempuh penulis adalah Taman Kanak-kanak (TK) Aisyah Padang diselesaikan pada 1997, Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SD N 11 Lahat Sumatera Selatan pada 2003, Sekolah Menengah Pertama (SMP) diselesaikan di SMP N 01 Lubuklinggau Sumatera Selatan pada 2006, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) diselesaikan di SMA Tri Sukses Natar Lampung pada 2009.

Penulis diterima dan tercatat sebagai mahasiswa di Universitas Lampung tahun 2009 melalui jalur test tertulis SNMPTN pada Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian. Selama aktif menjadi mahasiswa penulis didapuk menjadi Anggota Departemen Penelitian dan Pengembangan periode 2010/2011, dan sebagai Kepala Departemen Pengembangan Sumberdaya Manusia periode 2011/2012 di Organisasi Perhimpunan Mahasiswa Jurusan Teknik Pertanian (PERMATEP) FP. Pada tahun 2012, Penulis melakukan Praktek Umum (PU) di PT. Sang Hyang Sri, Subang, Jawa Barat. Pada tahun 2013, Penulis melaksanakan Program Kerja Kuliah Nyata (KKN) Tematik di Desa Talang Batu, Kabupaten Mesuji, Lampung.

SANWACANA

Alhamdulillahirobbil alamin, segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang maha pengasih lagi maha penyayang sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “*Evaluasi Penggunaan Lysimeter Untuk Menduga Evapotranspirasi Standar Dan Evapotranspirasi Tanaman Kedelai (Glycine max L. Merrill)*” sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian di Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi ini karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang penulis miliki. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang setulusnya kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini antara lain :

1. Ibu Dr. Ir. Tumiari Katarina Manik, M.Sc. selaku pembimbing utama, dan Bapak Prof. Dr. Ir. R. A. Bustomi Rosadi, M.S. selaku pembimbing kedua atas ketersediaan meluangkan waktu dan kesabaran, memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan proposal, pelaksanaan penelitian hingga penyusunan skripsi ini;
2. Bapak Ir. Oktafri, M. S. selaku penguji dan pembahas yang telah memberikan bimbingan, kritik yang membangun dan saran kepada penulis;

3. Bapak Ahmad Tusi, S.T.P, M. Si. selaku pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan, kritik yang membangun dan saran kepada penulis;
4. Bapak Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P. sebagai Ketua Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung yang memberikan saran dalam penyusunan skripsi ini;
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.S. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
6. Kedua Orangtuaku dan Adikku yang dengan sabar dan tulus selalu mendoakan dan memberikan dukungan dan bimbingan yang tak terhingga selama ini kepada penulis.
7. Teman dan Sahabat seperjuangan angkatan 2009 Asep, Edi, Danny, Komang, Zelzha, yang berjuang bersama sampai titik terakhir dan temen-teman lainnya yang tidak dapat tertuliskan satu-persatu penulis ucapkan terimakasih atas motivasi dan dukungannya;
8. Kakak dan Adik tingkat, seluruh Dosen serta Keluarga besar Teknik Pertanian;
9. Almamater tercinta Universitas Lampung.

Serta seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu, Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi para pembacanya.

Bandar Lampung, Agustus 2016

Penulis

FADHILATUL ADHA
NPM. 0914071032

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR GAMBAR	iii
DAFTAR TABEL	iv
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan Penelitian	5
C. Manfaat Penelitian	5
D. Kerangka Pemikiran	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	11
A. Kedelai.....	11
B. Evapotranspirasi	13
1. Panci Evaporasi	15
2. Lysimeter	16
3. Persamaan <i>Penman-Monteith</i>	16
C. Kebutuhan Air Tanaman	17
D. Koefisien Tanaman (Kc)	18
III. METODE PENELITIAN	21
A. Waktu dan Tempat.....	21
B. Alat dan Bahan	21
C. Pelaksanaan Penelitian	22
1. Analisis Sifat Fisik Tanah	22

2.	Persiapan Lahan.....	23
3.	Pemeliharaan Tanaman	24
4.	Pengambilan Data.....	25
D.	Analisis Data	28
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
A.	Evapotranspirasi Standar (ET_o) Lysimeter	30
B.	Evapotranspirasi Tanaman Kedelai (ET_c) Lysimeter	32
C.	Evapotranspirasi (ET_o) Panci	39
D.	Evapotranspirasi Standar <i>Penman-Monteith</i>	41
E.	Evapotranspirasi Tanaman Kedelai (ET_c) <i>Penman-Monteith</i>	43
F.	Koefisien Tanaman Kedelai (K_c).....	45
G.	Hasil Produksi Tanaman.....	49
V.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	51
A.	Kesimpulan.....	51
B.	Saran	52
	DAFTAR PUSTAKA	53
	LAMPIRAN.....	57

DAFTAR GAMBAR

Teks

Gambar	Halaman
1. Skema Lysimeter Masgar.....	7
2. Panci Evaporasi Kelas A.....	8
3. Diagram Alir Penelitian	22
4. Evapotranspirasi Tanaman Kedelai (ET_c).....	33
5. Perbandingan Nilai Perkolasi dari Tiga Lysimeter Kedelai.....	35
6. Grafik Perbandingan Perkolasi Lysimeter dan Curah Hujan	36
7. Perbandingan Evapotranspirasi rata-rata dengan Curah Hujan	37
8. Tanaman Kedelai pada Lysimeter 10 HST, 20 HST, 41 HST, 80 HST (dari kiri atas)	38
9. Grafik Evaporasi Panci dan Evapotranspirasi Lysimeter Dasarian	40
10. Grafik Kc Kedelai lysimeter dengan Kc Kedelai FAO.....	46
11. Tanaman Kedelai fase <i>initial</i> 7 HST (kiri), dan Tanaman Kedelai fase <i>mid season</i> 42 HST (kanan).	47
12. Hasil Analisis Contoh Fisika Tanah Masgar.....	68
13. Data Iklim Masgar 2007-2011	77

DAFTAR TABEL

Teks

Tabel	Halaman
1. Data Pengamatan Lysimeter Rumput	30
2. Data Pengamatan Lysimeter I	32
3. Data Pengamatan Lysimeter II.....	32
4. Data Pengamatan Lysimeter III	33
5. Evapotranspirasi Acuan Panci dan Evapotranspirasi Acuan Lysimeter	39
6. Evapotranspirasi Standar Rata-rata Masgar Periode 2007 - 2011	42
7. ET_o <i>Penman-Monteith</i> , ET_o Lysimeter dan ET_o Panci Evaporasi	42
8. Evapotranspirasi Tanaman Kedelai (ET_c) Periode Tanam Oktober – Mei 2007 sampai 2011.	44
9. Koefisien Tanaman (K_c) Kedelai Perfase Tumbuh	45
10. Berat perseratus biji kedelai varietas Kaba	49
11. Data Pengamatan Lysimeter Rumput	58
12. Data Pengamatan Lysimeter I	60
13. Data Pengamatan Lysimeter II.....	62
14. Data Pengamatan Lysimeter III	65
15. Data Hasil Pengukuran Kadar Air Lysimeter I.....	70
16. Data Hasil Pengukuran Kadar Air Lysimeter II.....	70
17. Data Hasil Pengukuran Kadar Air Lysimeter III	70
18. Data Hasil Pengukuran Kadar Air Lysimeter Rumput	71

19. Kadar Air Tanah Lysimeter (mm)	71
20. Selisih Kadar Air Tanah (Δ KA) Dasarian.....	73
21. Data Curah Hujan, Evaporasi dan Evapotranspirasi dari Stasiun BMKG Masgar perdasarian	74
22. Perhitungan Data Pengamatan Lysimeter I.....	75
23. Perhitungan Data Pengamatan Lysimeter II	75
24. Perhitungan Data Pengamatan Lysimeter III	75
25. Perhitungan Data Lysimeter Rumput (ET_o)	76
26. Data Perhitungan Kc Ketiga Lysimeter	76
27. Data Curah Hujan Rata-rata 2007-2011 (mm).....	78
28. Data Evapotraspirasi Standar (ET_o) Hasil Perhitungan CROPWAT	78
29. Perhitungan Curah Hujan Efektif 70% (KS_a).....	79
30. Perhitungan Evapotranspirasi Tanaman Kedelai (ET_c) Periode 2007-2011	81
31. Data Perhitungan Berat Perseratus Kedelai Kaba.....	81
32. Data dan Perhitungan Sampel Hasil Kedelai perbatang dari Tiga Lysimeter	82

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kedelai (*Glycine max L.Merrill*) adalah jenis tanaman kacang-kacangan dari famili Leguminoceae (Samuli, dkk, 2012). Kedelai menjadi salah satu tanaman industri dan pangan utama yang tumbuh di setiap benua dan sumber utama minyak nabati di pasar internasional. Kedelai memiliki kandungan protein kira-kira 40%, lemak kira-kira 20%, dan lebih dari separuhnya merupakan lemak tak jenuh dan bebas kolesterol (Dugje. *et.al.*, 2009). Dewasa ini kedelai tidak hanya digunakan sebagai sumber protein, tetapi juga sebagai pangan fungsional yang dapat mencegah timbulnya penyakit-penyakit degeneratif, seperti jantung koroner dan hipertensi, karena zat isoflavon yang terdapat pada kedelai berfungsi sebagai antioksidan (Nazar, dkk., 2008).

Dengan beragamnya manfaat dan penggunaan kedelai, kebutuhan komoditas ini meningkat. Konsumsi kedelai Indonesia yang terus meningkat pesat setiap tahunnya, terlihat dari meningkatnya konsumsi per kapita kedelai yaitu 5,55%. Sebagian besar produksi kedelai diolah menjadi bahan pangan yang siap dikonsumsi oleh masyarakat, seperti tempe, tahu, kecap dan kripik tempe. Sekitar 115.000 pengusaha tahu dan tempe anggota Koperasi Produsen Tempe dan Tahu Indonesia (KOPTI) membutuhkan 1,2 juta ton kedelai per tahun, atau lebih dari

separuh dari total kebutuhan nasional sebanyak 2,2 juta ton per tahun (Adetama, 2011). Rendahnya produksi kedelai di Indonesia disebabkan oleh beberapa faktor seperti faktor tanah, iklim, hama dan penyakit, maupun cara pengelolaan yang kurang baik. Salah satu unsur lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai adalah curah hujan atau ketersediaan air tanah (Nurhayati, 2009).

Kebutuhan air bagi tanaman didefinisikan sebagai jumlah air yang dibutuhkan untuk memenuhi jumlah air yang hilang melalui evapotranspirasi suatu tanaman sehat, tumbuh pada areal yang luas, pada tanah yang menjamin cukup lengas tanah, kesuburan tanah, dan lingkungan hidup tanaman cukup baik sehingga secara potensial tanaman akan berproduksi secara baik (Purwanto dan Jauzul, 2004). Evaporasi merupakan proses kehilangan air dalam bentuk uap dari permukaan tanah. Sedangkan transpirasi merupakan proses absorpsi air oleh tanaman yang kemudian dikeluarkan kembali ke atmosfer oleh tanaman.

Sehingga jika proses evaporasi dan transpirasi digabungkan maka menjadi proses evapotranspirasi yang berarti total kebutuhan air yang diperlukan oleh tanaman (Islamie dan Utomo, 1995).

Dengan kata lain kebutuhan air tanaman kedelai dapat diduga dari Evapotranspirasi tanaman kedelai. Evapotranspirasi merupakan proses yang sangat penting bagi tanaman. Metabolisme tanaman berlangsung jika evapotranspirasi terjadi.

Evapotranspirasi adalah proses gerakan air dari sistem tanah ke tanaman kemudian ke atmosfer lewat transpirasi dan gerakan air dari sistem tanah ke permukaan tanah kemudian ke atmosfer lewat evaporasi (Sulistiyono, dkk., 2005).

Evapotranspirasi merupakan unsur utama dalam menghitung kebutuhan air tanaman yang kemudian menjadi dasar dalam penjadualan irigasi.

Evapotranspirasi dipengaruhi banyak faktor sehingga pengukurannya secara langsung tidak mudah, karena itu dikembangkan banyak model pendugaan untuk mengatasi hal tersebut (Manik, dkk., 2012). Laju evapotranspirasi dapat dihitung dan diestimasi dengan berbagai metode atau dapat juga diukur secara langsung. Pengukuran evapotranspirasi secara langsung dapat dilakukan dengan alat lysimeter atau panci evaporasi sedangkan beberapa metode pendugaan yang dikembangkan adalah metode *Penman-Monteith*, metode *Blaney-Cridle*, metode *Jensen-Haise*, metode *Hagereaves*, metode *Thorntwaite*, metode Panci Evaporasi dan metode Radiasi (Hansen *et. al.*, 1992).

Pengukuran evapotranspirasi secara langsung dapat dilakukan dengan lysimeter (Hansen, *et. al.*, 1992). Lysimeters didefinisikan sebagai kontainer tanah dengan volume dan kedalaman tertentu, yang diisi dengan tanah terganggu atau tidak terganggu, yang dipasang perangkat yang terhubung dan digunakan untuk mengumpulkan air rembesan (*drainase*) yang terkumpul di bagian bawah lysimeter. (Lanthaler, 2004). Pada lysimeter jumlah air yang masuk dan air keluar dapat diukur. Karena vegetasi yang ditanam dan tanah untuk menanam terkurung dalam lysimeter, maka air yang masuk dapat diukur dari curah hujan dan air yang ditambahkan (air irigasi), sedangkan air yang keluar adalah air perkolasi (Asdak, 1995).

Selain dengan menggunakan lysimeter untuk menduga evapotranspirasi juga terdapat beberapa metode lain salahsatunya adalah dengan metode panci

evaporasi. Menurut *World Meteorological Organisation* (WMO) standar panci yang umum digunakan adalah panci evaporasi kelas A dengan ukuran diameter 122 cm dan kedalaman 25 cm. Evaporasi panci (E_o) adalah evaporasi rata-rata (mm/hari) dari panci kelas A yang diletakkan pada alas kayu, yang diatur dan diratakan dengan tanah di lokasi berumput, jauh dari semak-semak, pohon-pohon dan hambatan lain yang menghalangi aliran udara alami di sekitar panci, sehingga mewakili perairan terbuka di daerah terbuka. Nilai evaporasi panci dihitung dengan mengamati perubahan tinggi muka air pada panci tersebut, sedangkan nilai koefisien panci (k_{pan}) didapat dari FAO 56 dengan menduganya melalui daerah penempatan panci, kelembaban udara dan kecepatan angin (Allen, *et al.*, 1998).

Beberapa metode untuk memperkirakan nilai ET_o telah dikembangkan dan diterbitkan dalam FAO *Irrigation and Drainage Paper No. 24 'Crop water requirements'* yaitu metode *Blaney Criddle*, radiasi, *Penman* dan metode panci evaporasi. Setelah dilakukan beberapa pendekatan khususnya pada metode *Penman*, kemudian yang direkomendasikan oleh FAO adalah metode *Penman – Monteith* (Allen *et. al.*, 1998).

Karena pentingnya menduga nilai Evapotranspirasi Standar atau ET_o dan banyaknya metode yang bisa digunakan maka dilakukan evaluasi pada pendugaan ET_o dengan Lysimeter dan dibandingkan dengan Panci Evaporasi yang umumnya terdapat pada setiap stasiun pengamatan cuaca dan juga dibandingkan dengan rumus *Penman – Monteith* yang direkomendasikan oleh FAO yang dalam hal ini dengan menggunakan software CROPWAT yang dikembangkan berdasarkan rumus empiris *Penman – Monteith*.

B. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengevaluasi penggunaan lysimeter dengan cara sebagai berikut.

1. Membandingkan nilai Evapotranspirasi (ET_o) hasil pendugaan Lysimeter dengan pengamatan Panci Evaporasi.
2. Membandingkan nilai Evapotranspirasi (ET_o) hasil pendugaan Lysimeter dengan hasil perhitungan dengan rumus persamaan *Penman – Monteith* (CROPWAT).
3. Membandingkan Nilai Koefisien Konsumtif (K_c) Kedelai dengan Koefisien Konsumtif (K_c) Kedelai dari FAO.
4. Mengevaluasi hasil pendugaan dengan Lysimeter dibandingkan dua metode yang lain.

C. Manfaat Penelitian

Dengan mengevaluasi Evapotranspirasi hasil dugaan dengan lysimeter, panci evaporasi dan rumus penduga dapat dilihat persamaan atau perbedaan yang didapat, sehingga menjadi evaluasi bagi penggunaan Lysimeter dalam menduga nilai Evapotranspirasi suatu tanaman pada daerah tertentu.

D. Kerangka Pemikiran

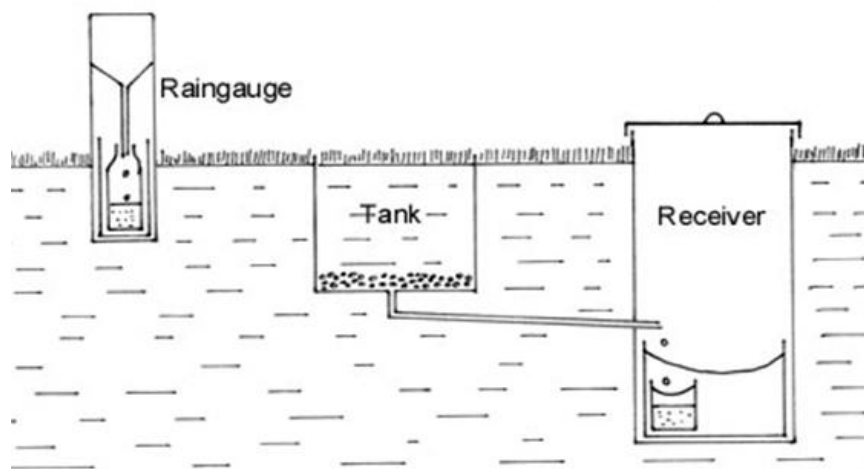
Kedelai merupakan komoditas strategis di Indonesia karena kedelai merupakan salah satu tanaman pangan penting di Indonesia setelah beras dan jagung

(Oktaviani, dkk., 2013). Mengetahui kebutuhan air merupakan salah satu cara untuk meningkatkan produktivitas tanaman kedelai di lahan kering melalui pengaturan pengairan yang baik (Asdak, 1995). Kebutuhan air irigasi adalah jumlah volume air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan evaporasi, kehilangan air, kebutuhan air untuk tanaman dengan memperhatikan jumlah air yang diberikan oleh alam melalui hujan dan kontribusi air tanah.

Kebutuhan air bagi tanaman didefinisikan sebagai jumlah air yang dibutuhkan untuk memenuhi jumlah air yang hilang melalui evapotranspirasi suatu tanaman sehat, tumbuh pada areal yang luas, pada tanah yang menjamin cukup lengas tanah, kesuburan tanah, dan lingkungan hidup tanaman cukup baik sehingga secara potensial tanaman akan berproduksi secara baik (Purwanto dan Jauzul, 2004). Evapotranspirasi tanaman merupakan salah satu informasi yang dibutuhkan untuk mengetahui jumlah konsumsi air oleh tanaman dan mengelola rencana irigasi. Sebuah pendekatan yang umum digunakan untuk mengetahui evapotranspirasi tanaman adalah dengan memperhatikan koefisien tanaman (K_c) dan evapotranspirasi standar (Allen *et. al.*, 1998).

Kebutuhan air tanaman kedelai dapat diduga dari Evapotranspirasi tanaman kedelai. Evapotranspirasi merupakan proses yang sangat penting bagi tanaman. Metabolisme tanaman berlangsung jika evapotranspirasi terjadi. Evapotranspirasi adalah proses gerakan air dari sistem tanah ke tanaman kemudian ke atmosfer (transpirasi) dan gerakan air dari sistem tanah ke permukaan tanah kemudian ke atmosfer (evaporasi) (Sulistiyono, dkk., 2005).

Pada tahun 1948, Thornthwaite menciptakan istilah "evapotranspirasi potensial", pada tahun yang sama Penman menerbitkan pendekatan untuk pemodelan penguapan dengan tanaman rumput hijau pendek yang benar-benar menaungi tanah. Penman pada tahun 1956, menyebut ini sebagai "transpirasi potensial" dan sejak itu ada banyak definisi dan pendefinisian ulang dari penguapan potensial atau evapotranspirasi (McMahon, *et.al.*, 2013)

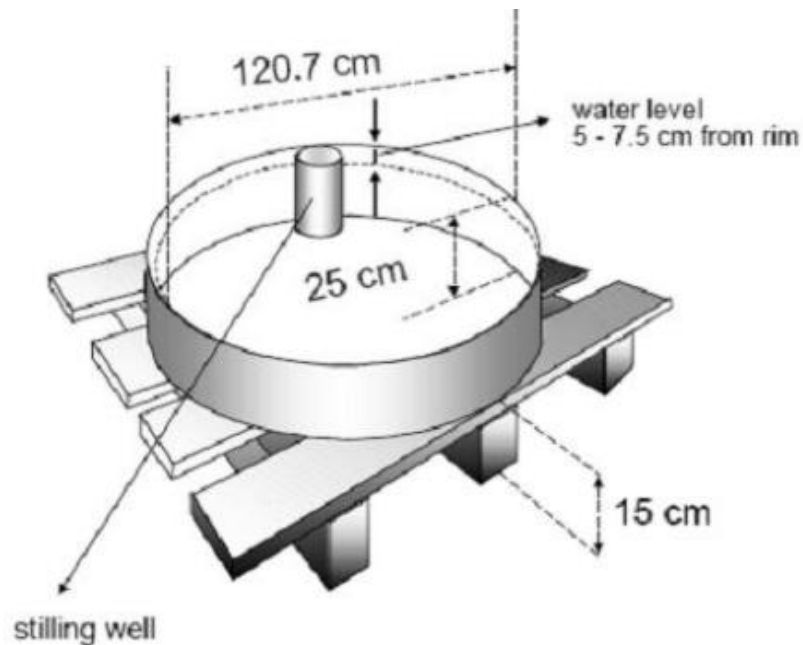


Gambar 1. Skema Lysimeter Masgar

Pengukuran evapotranspirasi secara langsung dapat dilakukan dengan lysimeter (Hansen,*et.al.*, 1992). Lysimeter adalah alat yang berfungsi dan dapat diandalkan untuk meneliti parameter dalam neraca air (Zupanc,*et.al.*, 2011). Pada lysimeter jumlah air yang masuk dan air keluar dapat diukur. Karena vegetasi yang ditanam dan tanah untuk menanam terkurung dalam lysimeter, maka air yang masuk dapat diukur dari curah hujan dan air yang ditambahkan (air irigasi), sedangkan air yang keluar adalah air perkolasi (Asdak, 1995).

Selain dengan menggunakan lysimeter untuk menduga evapotranspirasi juga terdapat beberapa metode lain diantaranya adalah menggunakan metode panci

evaporasi. Menurut *World Meteorological Organisation* (WMO) standar panci yang umum digunakan adalah panci evaporasi kelas A dengan ukuran diameter 122 cm dan kedalaman 25 cm.



Gambar 2. Panci Evaporasi Kelas A

Evaporasi panci (E_o) adalah evaporasi rata-rata (mm/hari) dari panci kelas A yang diletakkan pada daerah berumput atau pada tanah terbuka. Nilai evaporasi panci dihitung dengan mengamati perubahan tinggi muka air pada panci tersebut, sedangkan nilai koefisien panci (k_{pan}) didapat dari FAO 56 dengan menduganya melalui daerah penempatan panci, kelembaban udara dan kecepatan angin (Allen, *et al.*, 1998).

Metode Panci Evaporasi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$ET_o = E_o \times k_{pan} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

- ET_o = Evapotranspirasi potensial atau standar
- E_o = Evaporasi dari panci
- k_{pan} = Koefisien panci

Metode pengukuran secara tidak langsung yang direkomendasikan oleh FAO adalah metode *Penman – Monteith* (Allen *et. al.*, 1998). Persamaan dari metode tersebut adalah sebagai berikut:

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(Rn - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

- ET_o = evapotranspirasi acuan(mm/hari),
- Rn = radiasi netto pada permukaan tanaman (MJ/m²/hari),
- G = kerapatan panas terus-menerus pada tanah (MJ/m²/hari),
- T = temperatur harian rata-rata pada ketinggian 2 m (°C),
- u₂ = kecepatan angin pada ketinggian 2 m (m/s),
- e_s = tekanan uap jenuh (kPa),
- e_a = tekanan uap aktual (kPa),
- Δ = kurva kemiringan tekanan uap (kPa/°C),
- γ = konstanta psychrometric (kPa/°C).

Berdasarkan persamaan tersebut, FAO mengembangkan aplikasi yang memudahkan untuk menghitung ET_o, yaitu software CROPWAT (Allen *et. al.*, 1998). Software ini adalah model pengelolaan irigasi dan simulasi perencanaan yang kompleks antara iklim, tanaman dan tanah. CROPWAT dapat membantu untuk memperkirakan evapotranspirasi tanaman, jadwal irigasi dan kebutuhan air pada pola tanam yang berbeda. Model ini dapat digunakan untuk menghitung evapotranspirasi dan kebutuhan air tanaman, memberikan rekomendasi dalam perkembangan penerapan irigasi, perencanaan jadwal irigasi dan pengurangan kehilangan hasil dalam berbagai kondisi. Selain itu, dapat dengan tepat memperkirakan penurunan hasil karena kekurangan air dan dampak iklim yang menjadikan model ini sebagai cara yang terbaik untuk perencanaan dan manajemen irigasi (Nazeer, 2009).

Manfaat dengan menduga nilai koefisien konsumtif tanaman (K_c) adalah dapat menduga kebutuhan air tanaman pada tempat lain yang memiliki data evapotranspirasi acuan dari stasiun klimatologi terdekat, serta dapat digunakan untuk mengatur jadwal tanam kedelai. Koefisien konsumtif tanaman (K_c) dapat diartikan sebagai perbandingan antara besarnya evapotranspirasi tanaman dengan evaporasi acuan tanaman pada kondisi pertumbuhan tanaman yang tidak terganggu. Selain itu koefisien konsumtif tanaman (K_c) dapat digunakan sebagai penguji nilai ET_0 dari lysimeter dibandingkan dengan metode lainnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Kedelai

Kedelai merupakan tanaman pangan berupa semak yang tumbuh tegak. Kedelai jenis liar *Glycine ururiencis*, merupakan kedelai yang menurunkan berbagai kedelai yang kita kenal sekarang (*Glycine max* (L) Merrill), berasal dari daerah Manshukuo (Cina Utara). Di Indonesia, dibudidayakan mulai abad ke-17 sebagai tanaman makanan dan pupuk hijau. Penyebaran tanaman kedelai ke Indonesia berasal dari daerah Manshukuo menyebar ke daerah Mansyuria, Jepang (Asia Timur) dan ke negara-negara lain di Amerika dan Afrika (Prihatman, 2000).

Menurut Hanum (2008), kedelai dikenal dengan beberapa nama lokal diantaranya adalah kedele, kacang jepung, kacang bulu, gedela dan demokam. Di Jepang dikenal adanya kedelai rebus (edamame) atau kedelai manis dan kedelai hitam (koramame) sedangkan nama umum di dunia disebut “soyabean”. Kedudukan kedelai dalam sistematika tumbuhan (taksonomi) diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Devisi : Spermatophyta
Sub-divisi : Angiospermae

Kelas : Dicotyledonae
Ordo : Polypetales
Famili : Leguminosa
Sub Famili : Papilionoideae
Genus : Glysin
Species : Glycine max (L) Merrill

Kedelai merupakan komoditas strategis di Indonesia karena kedelai merupakan salah satu tanaman pangan penting di Indonesia setelah beras dan jagung (Oktaviani, dkk., 2013). Mengetahui kebutuhan air merupakan salah satu cara untuk meningkatkan produktivitas tanaman kedelai di lahan kering melalui pengaturan pengairan yang baik (Asdak, 1995).

Kedelai merupakan tanaman C3 yang tidak tahan kekeringan dan penggenangan air. Kondisi air tanah yang baik untuk tanaman kedelai adalah air tanah dalam kapasitas lapang sejak tanaman tumbuh hingga polong berisi penuh, kemudian kering menjelang panen (Sumarno dan Hartono, 1983; Nurhayati, 2009). Fase pertumbuhan kedelai terdiri dari fase vegetatif dan fase generatif. Fase vegetatif dihitung sejak kedelai mulai muncul ke permukaan tanah sampai kedelai mulai berbunga. Perkecambahan kedelai bisa terlihat dari adanya kotiledon, sedangkan penanda fase pertumbuhan vegetatif terlihat dari jumlah buku yang terbentuk pada batang utama. Fase pertumbuhan generatif dihitung sejak tanaman kedelai mulai berbunga sampai pembentukan polong, perkembangan biji, dan pemasakan biji (Adisarwanto, 2007). Di Lampung, kedelai pada tempat-tempat tertentu ditanam sampai tiga kali dalam setahun, tanam pertama pada bulan September, pada

permulaan musim hujan, tanam kedua pada bulan Februari-Maret dan tanam ketiga pada bulan Juni-Juli (Suprpto, 1999).

Potensi produksi kedelai dari hasil penelitian Supratman dkk., (2014) untuk varietas Gema dengan perlakuan tidak diberi pupuk P, jumlah potensi hasil sebesar 1,56 ton/ha, dan untuk varietas Kaba dan Wilis dengan pemberian pupuk P2O5 25gk/ha, potensi hasil panen yang diperoleh 1,5 ton/ha dan 1,4 ton/ha.

Dalam penelitian Kriswantoro dkk., (2014) yang melakukan uji adaptasi pada beberapa varietas kedelai di Kabupaten Musi Rawas mendapatkan hasil potensi produksi per petak (kg) dan produksi per ha (ton) tertinggi oleh varietas Wilis (3.17 kg; 2.29 ton) diikuti oleh varietas Slamet (3.10 kg; 2.24 ton) dan varietas Tanggamus (2.77 kg; 1.99 ton).

B. Evapotranspirasi

Evapotranspirasi merupakan unsur utama dalam menghitung kebutuhan air tanaman yang kemudian menjadi dasar dalam penjadualan irigasi.

Evapotranspirasi dipengaruhi banyak faktor sehingga pengukurannya secara langsung tidak mudah, karena itu dikembangkan banyak model pendugaan untuk mengatasi hal tersebut (Manik, dkk., 2012). Dalam hasil penelitiannya Usman (2004) yang membandingkan evapotranspirasi dengan beberapa metode pendugaan dari 4 stasiun pengamatan klimatologi di Jawa Barat menunjukkan hasil pendugaan yang beragam. Hasil analisis menunjukkan bahwa kepekaan evapotranspirasi terhadap perubahan iklim sangat bervariasi menurut tempat dan

waktu, terutama yang memperlihatkan respon yang sangat besar dan tidak linier terhadap suhu.

Laju evapotranspirasi standar (ET_0) dapat diukur langsung dengan menggunakan panci evaporasi klas A atau dapat juga diukur menggunakan metode gravimetrik yaitu dengan menimbang pot yang ditanami rumput dan selalu diairi. Setelah itu, dihitung selisih berat pot pada pagi dan sore hari atau yang dikenal sebagai *weighing lysimeter* (Allen *et al.*, 1998).

Faktor-faktor yang mempengaruhi evapotranspirasi diantaranya adalah temperatur, proses pemberian air, panjangnya musim tanam, presipitasi dan faktor-faktor lainnya. Banyaknya air pada proses transpirasi pada tanaman bergantung pada temperatur, kelembaban udara, gerakan angin, intensitas cahaya dan lamanya sinar matahari, proses pertumbuhan tanaman serta jenis dari tanaman itu sendiri (Hansen, dkk., 1992). Faktor yang mempengaruhi evapotranspirasi yang diutarakan Allen *et. al.*, antara lain :

a. Parameter cuaca

Parameter cuaca utama yang mempengaruhi evapotranspirasi adalah radiasi, suhu udara, kelembaban dan kecepatan angin. Penguapan ke atmosfer ditunjukkan oleh evapotranspirasi standar (ET_0).

b. Faktor tanaman

Jenis tanaman, varietas dan fase pertumbuhan harus dipertimbangkan ketika menilai evapotranspirasi dari tanaman yang tumbuh dalam jumlah besar. Perbedaan ketahanan terhadap transpirasi, tinggi tanaman, kekasaran tanaman, refleksi, penutup tanah dan karakteristik perakaran

tanaman menghasilkan tingkat ET yang berbeda dalam berbagai jenis tanaman di bawah kondisi lingkungan yang identik.

c. Kondisi lingkungan

Faktor-faktor seperti salinitas tanah, tanah yang tidak subur, pemupukan yang terbatas, tidak adanya pengendalian penyakit dan hama serta pengelolaan tanah yang buruk dapat membatasi pertumbuhan tanaman dan mengurangi evapotranspirasi. Faktor-faktor lain yang harus dipertimbangkan ketika menilai ET adalah penutup tanah, kerapatan tanaman dan kadar air tanah. Pengaruh kadar air tanah terhadap ET terutama oleh besarnya defisit air dan jenis tanah. Di sisi lain, terlalu banyak air akan menghasilkan genangan air yang dapat merusak akar dan membatasi penyerapan air akar dengan menghambat respirasi.

Reference crop evapotranspiration atau *reference evapotranspiration* atau ET_0 adalah laju evapotranspirasi dari permukaan acuan, yang tidak kekurangan air. Permukaan acuan adalah tanaman rumput acuan dengan tinggi 0,12 m, memiliki tahanan permukaan 70 s m^{-1} dan albedo 0,23, tanaman menutupi semua areal tanam yang luas, mendapat pengairan yang baik, pertumbuhannya aktif serta tingginya seragam.

1. Panci Evaporasi

Singandhupe dan Sethi (2005) mengatakan dalam hasil penelitian yang telah dilakukan, dari enam metode pendugaan evapotranspirasi yang digunakan, metode *Hegrevees* adalah yang paling cocok dibandingkan dengan metode *Penman-*

Monteith, metode *Penman* modifikasi, metode Radiasi, metode Panci Evaporasi, dan *Blanley Criddle*. Namun jika dibandingkan dengan pengukuran langsung dengan lysimeter lebih cocok untuk tanaman gandum di lingkungan *semi-arid* di Rahuri, India. Penelitian lain di Marathwada India, yang membandingkan metode Panci Evaporasi dengan metode *Penman-Monteith* dalam menghitung ET_o , didapatkan bahwa metode Panci Evaporasi adalah yang paling cocok untuk wilayah *semi-arid* (Gundekar *et.al.*, 2008).

2. Lysimeter

Hasil dari nilai evapotranspirasi yang didapat oleh Yuliawati, dkk. (2014) yang dilakukan pada November 2013 hingga Januari 2014 di laboratorium lapang terpadu Unila menggunakan lysimeter rumput, dimana nilai rata-rata evapotranspirasi tiap fase tanaman kedelai yang didapat adalah 11.2 mm/hari; 6.9 mm/hari; 7.3 mm/hari; dan 10.1 mm/hari. Parisi *et.al.*,(2009) yang melakukan penelitian di Carnedo, Italia, hasil penelitiannya menunjukkan bahwa adanya kedekatan nilai perhitungan evapotranspirasi di bulan Maret 2008 dengan bulan Agustus 2007. Hal ini dikarenakan adanya persamaan data yang diambil dengan menggunakan lysimeter dan data iklim harian yang didapat dari stasiun klimatologi setempat.

3. Persamaan *Penman-Monteith*

Ortega-Farias *et.al.*, (2004) yang telah melakukan penelitian di Chile, mengemukakan bahwa pendugaan evapotransporasi yang didasarkan pada persamaan *Penman-Monteith* cenderung lebih tinggi pada siang hari dan rendah

pada malam hari. Hal ini disebabkan waktu siang yang lebih panjang dibandingkan waktu malam hari. Model *Penman-Monteith* ini cukup baik digunakan untuk skala harian pada tanaman kedelai untuk semua musim tanam dan jenis kondisi atmosfer. Namun, perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang pendekatan untuk menduga laju evaporasi sehingga perencanaan irigasi dan pengaturan jadwal tanam menjadi lebih tepat. Beberapa metode pendugaan yang dapat digunakan untuk menentukan nilai ET_0 adalah metode Penman, metode *Blaney-Cridle*, metode panci evaporasi dan metode radiasi. Namun dari beberapa metode tersebut, FAO lebih merekomendasikan penggunaan metode *Penman - Monteith* (Allen *et al.*, (1998).

Nilai laju evapotranspirasi standar yang diukur dengan pendekatan *Penman - Monteith* di Provinsi Lampung berkisar antara 2,45 – 5,35 mm/hari dengan peluang tertinggi yaitu 3,95 mm/hari. Jika nilai ini dikalikan dengan nilai K_c dari panci evaporasi maka didapatkan hasil dalam minggu minggu pertama penanaman kedele yaitu sampai fase kotiledon harus tersedia air setinggi 10 mm/minggu, kemudian sekitar 12 mm/minggu pada fase buku pertama, fase buku ketiga sampai fase pembungaan membutuhkan air setinggi 21 mm/minggu, fase pembentukan polong membutuhkan air setinggi 30 mm/minggu, fase pembentukan biji 21 mm/minggu dan fase masak penuh 6 mm/minggu (Manik *et al.*, 2010).

C. Kebutuhan Air Tanaman

Konsumsi air tanaman kedelai sangat bergantung terhadap iklim, pengelolaan tanah atau lahan, dan lamanya pertumbuhan tanaman. Kebutuhan air bagi tanaman sebagian besar adalah untuk evapotranspirasi (ET) (>99%) dan 1% untuk

kebutuhan metabolisme lainnya sehingga dapat dikatakan untuk menduga kebutuhan air tanaman dapat dilakukan dengan cara menghitung evapotranspirasi yang terjadi pada tanaman tersebut.

Musim, waktu tanam, varietas kedelai, karakteristik tanah, teknik bercocok tanam, dan ketersediaan air mempengaruhi kerapatan daun, koefisien tanaman, dan evapotranspirasi. Kebutuhan air tanaman kedelai di Amerika Serikat diperkirakan sebanyak 64–75 cm selama pertumbuhan kedelai, namun di daerah tropis curah hujan sebanyak 200 – 300 mm telah cukup guna pertumbuhan kedelai (Fagi dan Tangkuman, 1985).

Dalam hasil penelitian Rizqiyah (2013) yang melakukan penelitian di Kabupaten Malang data nilai evapotranspirasi tanaman kedelai yang diperoleh dari nilai koefisien tanaman dikalikan nilai evapotranspirasi standar, didapat rata-rata nilai evapotranspirasi tanaman kedelai bulan juli sampai September selama rentang tahun 2006-2011 adalah 3,35 mm/hari, sedangkan menurut hasil penelitian Oktaviani (2013) rata-rata evapotranspirasi tanaman kedelai yang ditanam pada bulan Oktober 2011 – Januari 2012 pada tahap awal tumbuh, tahap perkembangan, tahap pertengahan dan tahap penuaan berturut-turut adalah 4.24 mm/hari; 4.80 mm/hari; 6.08 mm/hari; 5.51 mm/hari dan total ET_c selama periode tumbuh tanam adalah 473.80 mm/hari dengan total curah hujan 317.2 mm.

D. Koefisien Tanaman (Kc)

Pengaruh dari karakteristik tanaman terhadap kebutuhan air bagi tanaman (*crop water requirement*) dinyatakan sebagai Kc (*crop coefisien* atau koefisien

tanaman), sehingga untuk menghitung evapotranspirasi tanaman (ET_c) dapat digunakan persamaan :

$$ET_c = K_c \cdot ET_o \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :

ET_c = evapotranspirasi tanaman (kebutuhan air tanaman)

ET_o = evapotranspirasi tanaman acuan

K_c = koefisien tanaman (berbeda sesuai fase pertumbuhan tanaman)

(Rosadi, dkk, 2007).

Perbedaan dalam evaporasi tanah dan transpirasi tanaman antara tanaman dan tanaman referensi terintegrasi dalam koefisien tanaman (K_c). Dalam K_c untuk tanaman acuan mencerminkan perbedaan transpirasi dan kontribusi evaporasi dari tanah yang relatif kecil. Setelah hujan atau irigasi, efek evaporasi lebih dominan ketika tanaman masih kecil sampai tanaman hampir menaungi tanah. Sementara itu untuk kondisi tanaman naungan yang rendah, K_c ditentukan terutama oleh frekuensi seberapa sering permukaan tanah dibasahi, dimana pada tanah yang lebih sering terbasahi karena hujan atau irigasi, penguapan dari permukaan tanah akan cukup besar dan nilai K_c dapat melebihi 1. Di sisi lain, pada permukaan tanah yang kering penguapan akan terbatas dan nilai K_c menjadi kecil bahkan bisa turun serendah 0,1. Nilai K_c tergantung pada musim, serta tingkat pertumbuhan tanaman karena erat kaitannya dengan pertumbuhan dan perhitungan evapotranspirasi acuan tanaman (ET_o) (Allen, *et.al.*, 1998).

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan Bamber *et.al.*, (2003) terdapat adanya perbedaan nilai ET_c yang diperoleh dari penggunaan nilai K_c FAO untuk mengkonfirmasi nilai kebutuhan pada tanaman tebu. Oleh karena itu, perlu adanya penyesuaian lokasi dan atmosfer yang berbeda untuk menghitung nilai K_c .

Pada penelitian Consoli *et.al.*, (2006) mengemukakan hal yang sama yaitu perbedaan nilai K_c yang didapatkan dengan nilai K_c yang disarankan oleh FAO untuk tanaman jeruk yang dihitung pada 4 kebun jeruk di California. Nilai K_c yang didapat lebih besar dibandingkan nilai K_c FAO 24 dan FAO 56. Oleh karena itu, untuk pendugaan evapotranspirasi sebaiknya disesuaikan dengan iklim setempat.

Berdasarkan pada penelitian Oktaviani (2013) nilai K_c berturut-turut untuk tanaman kedelai adalah sebesar 0.98; 1.12; 1.26; 1.10. Sedangkan menurut Sanjaya (2014) K_c tanaman kedelai pada fase penting tanaman untuk tahap awal sampai tahap penuaan berdasarkan penelitian yang dilakukan masing-masing adalah 0.18 pada fase *initial* ($K_{c\ in}$); 0.65 pada fase *development* ($K_{c\ dev}$); 0,85 pada fase *mid season* ($K_{c\ mid}$); dan 0.51 pada fase *end season* ($K_{c\ end}$).

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

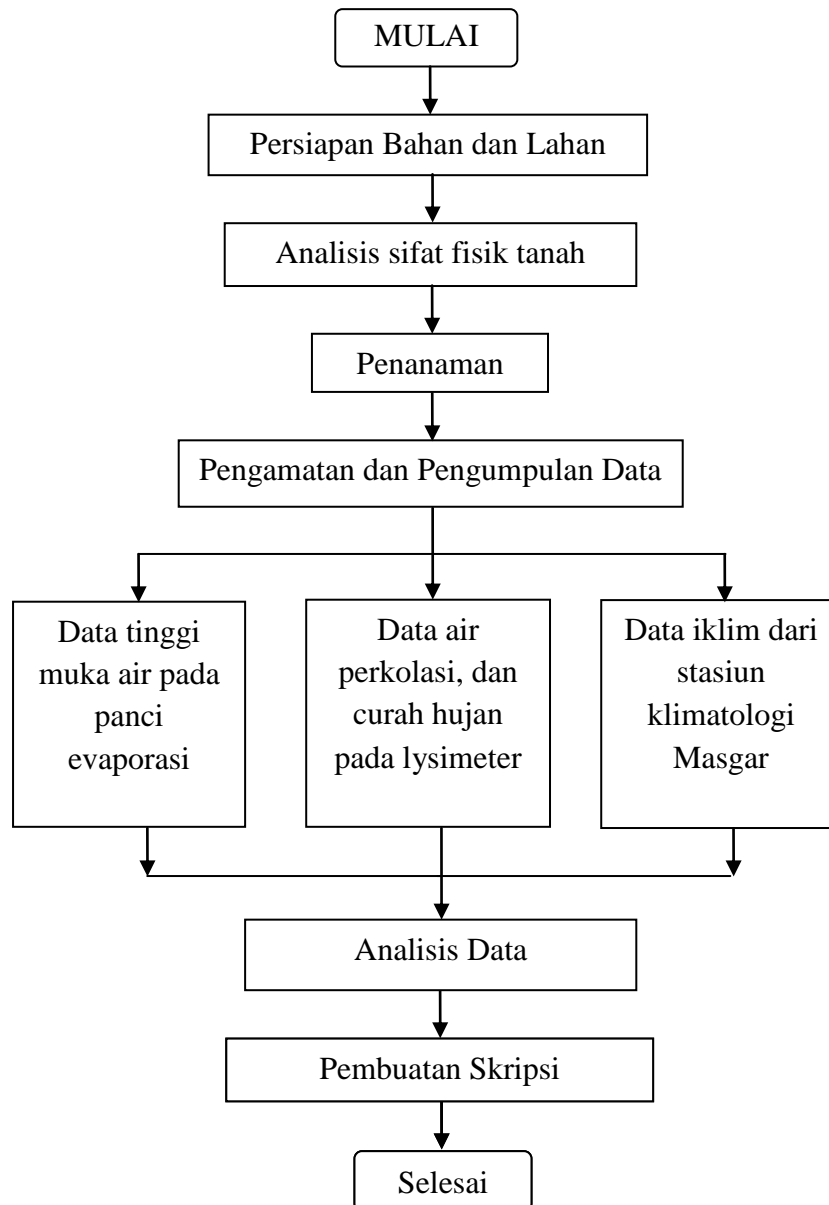
Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2014 sampai dengan bulan Februari 2015. Lokasi penelitian di Stasiun Klimatologi Pertanian BMKG Masgar, Pesawaran.

B. Alat dan Bahan

Alat dan Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Empat unit lysimeter untuk mengukur evapotranspirasi tanaman (ET_c), tiga petak akan ditanami tanaman kedelai dan satu petak ditanami rumput sebagai pengukur evapotranspirasi standar, ukuran lysimeter 2 x 3 x 1 meter.
2. Bor Tanah Manual, Timbangan, Cawan timbangan, Oven.
3. Varietas kedelai yang digunakan yaitu Kaba.
4. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah benih kedelai, pupuk Urea, pupuk KCl, pupuk TSP, dan bahan-bahan lain yang mendukung penelitian ini.
5. Data-data pendukung.

C. Pelaksanaan Penelitian



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

1. Analisis Sifat Fisik Tanah

Adapun analisis sifat fisik tanah meliputi :

- Tekstur Tanah

- Kapasitas Lapang
- Titik Layu Permanen

Data sifat fisik tanah pada lysimeter didapat dari analisis dengan contoh tanah di Masgar, Tegineneng hasil analisis Laboratorium Fisika Tanah Bogor.

2. Persiapan Lahan

2.1. Pengolahan Tanah

Budidaya untuk tanaman kedelai dimulai dengan pengolahan lahan, pengolahan lahan bertujuan untuk mengemburkan tanah dan membersihkan dari rumput-rumputan, kayu dan lain-lainnya. Pengolahan tanah dilakukan dengan menggunakan cangkul. Pengolahan tanah dilakukan sampai kedalam 15 – 20 cm.

2.2. Pembuatan Alur Tanam

Untuk jarak tanam yang digunakan adalah 40 cm x 20 cm, dengan jarak antar baris 40 cm, dan jarak antar tanaman 20 cm. Jumlah benih yang ditanam pada tiap lubang tanam adalah 3 biji, benih yang sudah ditanam kemudian ditutup kembali dengan tanah.

2.3. Penanaman Benih

Benih kedelai yang akan digunakan sebelum ditanam direndam dalam air selama 24 jam dengan tujuan untuk merangsang percepatan pertumbuhan kotiledon . Setelah itu, dipilih yang tenggelam. Benih kedelai ditanam antara 2-3 cm dalam tanah. Benih yang ditanam pada tiap lubang sebanyak 2 - 3 buah, setelah benih

berumur 2 minggu, dilakukan penjarangan menjadi satu tanaman dalam tiap lubang.

3. Pemeliharaan Tanaman

3.1. Pemberian Pupuk

Pupuk yang digunakan adalah pupuk Urea, KCl, dan NPK dengan dosis KCl 50 kg – 100 kg/ha, dan Urea 50 kg/ha. NPK 75 kg – 200 kg/ha, atau setara dengan 30-60 g/lysimeter, Urea 30 g/lysimeter, dan NPK 45-120 g/lysimeter. Pupuk diberikan setelah pengolahan tanah dilakukan atau sebelum penanaman benih. Pupuk diberikan dengan cara disebar secara merata keseluruh bagian tanah dalam lysimeter.

3.2. Pemberantasan Gulma

Penyiangan berguna untuk mengurangi gulma yang dapat mengganggu pertumbuhan tanaman. Penyiangan dilakukan 2-3 minggu setelah tanam dan 5-6 minggu setelah tanam, atau sesuai dengan keperluan. Penyiangan menggunakan alat cangkul atau kored. Penyiangan juga dapat dilakukan dengan penyemprotan herbisida.

Penyiangan dilakukan saat gulma tumbuh disekitar tanaman. Pemberian insektisida juga dilakukan disesuaikan dengan keperluan, yaitu menurut intensitas serangan atau populasi hama. Penyemprotan insektisida pada tanaman dilakukan apabila terdapat tanda-tanda terserang penyakit sehingga tanaman bebas dari serangan hama dan dapat berkembang dengan baik.

4. Pengambilan Data

4.1. Data ET_c dengan Menggunakan Lysimeter

- Curah Hujan

Data curah hujan didapat dari stasiun pengamat iklim Stasiun Klimatologi BMKG Masgar. Data yang didapat merupakan data curah hujan total dasarian.

- Mengukur Pemberian Air Irigasi

Irigasi diberikan setiap pagi hari sesuai jumlah air yang dibutuhkan dalam tiap lysimeter. Setelah dilakukan pengukuran irigasi dilapangan, maka penetapan air irigasi (mm) dapat dihitung dengan rumus :

$$I(\text{mm}) = \frac{I(\text{dm}^3)}{A} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

$I(\text{mm})$ = irigasi (mm)

$I(\text{dm}^3)$ = air irigasi yang ditambahkan (dm^3)

A = Luas permukaan yang diirigasi (dm^2)

- Mengukur air perkolasi

Air perkolasi dihitung pada penampung yang telah tersediakan. Air yang tertampung diukur menggunakan gelas ukur pada pagi atau sore hari.

- Mengukur Kadar Air Tanah

Pengukuran kadar air tanah dilakukan setiap awal dan akhir fase tanaman.

Pengukuran kadar air tanah dilakukan dengan cara gravimetrik. Pada metode ini kandungan air dalam tanah (kelengasan tanah) dinyatakan dalam persen berat air (dalam tanah tersebut) terhadap berat tanah kering (kering oven, 100-110 °C). Adapun tahap-tahap yang dilakukan yaitu mengambil tiga sampel

tanah pada tiap lysimeter, lalu dioven selama 1 x 24 jam lalu timbang (berat kering). Pengukuran kadar air tanah dilakukan setiap awal dan akhir fase tanaman kedelai. Rumus yang digunakan yaitu :

$$\% \text{ kadar air} = \frac{BB-BK}{BK} \times 100 \% \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan :

BB = Berat basah (gr)
 BK = Berat Kering (gr)

4.2. Data ET_o dengan Menggunakan Panci Kelas A

- Mengukur Tinggi Muka Air

Cara mengukur tinggi muka air pada panci evaporasi yaitu sebagai berikut :

- Ujung kail diatur dengan sekrup pemutar tepat menyentuh permukaan air, kemudian tinggi air dapat dibaca pada penera (ketelitian 0,02 mm).

- Pengukuran tinggi muka air dilakukan pada pagi hari.

Di pagi hari, ujung kail diatur sampai menyentuh permukaan air (P1), keesokan paginya dilihat kembali tinggi muka air (P11).

- Selisih pembaca pertama (P I) dengan pembaca kedua (P II) merupakan besarnya penguapan air. Jika terdapat hujan, maka rumus perhitungan evaporasi adalah $P I - P II + CH$ (mm).

Data ET_o ini juga diperoleh dari Stasiun Klimatologi BMKG Masgar, data yang didapat berupa total ET_o dasarian selama masa tanam kedelai dilakukan selama Sembilan dasarian.

4.3.Data ET_o dengan Menggunakan Rumus Persamaan

Menghitung Evapotranspirasi standar (ET_o) dengan metode *Penman – Monteith* dalam penelitian ini, nilai ET_o dihitung berdasarkan rumus empiris *Penman – Monteith* pada *software* Cropwat 8.0 yang telah dikembangkan oleh FAO.

Tahapan operasional CROPWAT untuk menghitung ET_o adalah sebagai berikut:

1. Jalankan software CROPWAT version 8.0
2. Klik icon climate/ ET_o
3. Input data klimatologi berupa :
 - Input data country, negara dimana data klimatologi berasal
 - Input data station, stasiun klimatologi pencatat
 - Input data latitude, tinggi tempat stasiun pencatat
 - Input data longitude, letak lintang (Utara/Selatan)
 - Input data temperatur maksimum dan minimum (°C/°F/°K)
 - Input data kelembapan relatif (% , mm/Hg, kpa, mbar)
 - Input data kecepatan angin (km/hari, km/jam, m/dt, mile/hari, mile/jam)
 - Input data lama penyinaran matahari (jam atau %)
 - Otomatis ET terhitung dan hasil langsung tampil.

Data ET_o didapat dari penelitian Prastowo (2016) pada tempat yang sama yaitu Stasiun BMKG Masgar dengan data iklim 2007 sampai dengan 2011 yang diolah dengan *software* Cropwat 8.0.

D. Analisis Data

Untuk menghindari kesalahan dalam perhitungan, maka untuk perhitungan dilakukan dengan menggunakan Microsoft Excel agar diperoleh perhitungan yang lebih teliti. Data pengamatan dan perhitungan yang diperoleh akan serta disajikan dalam bentuk tabel, grafik dan uraian.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Evapotranspirasi (ET_o) hasil pendugaan lysimeter memiliki nilai yang jauh lebih tinggi daripada ET_o Panci dan ET_o *Penman - Monteith*.
2. Nilai Koefisien Tanaman (K_c) hasil pendugaan tiap fase adalah 0,96 pada fase *initial*, 1,16 pada fase *development*, 1,67 pada fase *mid season*, dan 1,18 pada fase *end season*.
3. Koefisien Tanaman (K_c) Kedelai hasil pendugaan lysimeter memiliki tren yang sama namun lebih tinggi daripada K_c yang direkomendasikan FAO.
4. Pertumbuhan dan hasil panen kedelai yang diperoleh optimal, sehingga perbedaan nilai ET_o dan ET_c pendugaan lysimeter dengan pendugaan Panci Evaporasi dan metode *Penman-Monteith* dapat disebabkan kebocoran lysimeter atau adanya aliran air dari parameter lain yang tidak terukur pada lysimeter yang digunakan.

B. Saran

Saran dari hasil penelitian ini adalah untuk penyempurnaan hasil penelitian dengan modifikasi spesifikasi lysimeter dan konstruksi lysimeter yang diperbarui dengan memperhitungkan parameter lain dari keseimbangan neraca air lysimeter yang lain untuk memudahkan pengukuran langsung dan pada tempat yang berbeda untuk menduga dan membandingkan evapotranspirasi dan koefisien tanaman agar lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Adetama, D.S., 2011. *Analisis Permintaan Kedelai Di Indonesia Periode 1978 - 2008*. Bogor. UI Press. 8 hlm.
- Adisarwanto, T. 2007. *Budidaya Kedelai dengan Pemupukan yang Efektif dan Pnegoptimalan Peran Bintil Akar*. Swadaya. Jakarta. 170 hlm.
- Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes, dan M. Smith. 1998. Crop Evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. *Irrigation and Drainage Paper 56*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 300 hlm.
- Anugrah, H.Y., Rahmawati, Nini., Hasanah, Y. 2012. Pertumbuhan Dan Produksi Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine max L merill.*) Pada Berbagai Kondisi Air Tanah. *Jurnal Online Agroekoteknologi* Vol. 1, No. 1, hlm 91 - 98.
- Asdak, Chay. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 618 hlm.
- Bamber, N., G. Inman, dan M. Glinchey. 2003. *Crop Coeffiicients and water-use Estimates For Sugarcane Based on Long-term Bowen Ratio Energy Balance Measurements. Field Crops Research*. Vol:83. hlm 125-138
- Consoli, S., N. O'Connell, dan R. Snyder. 2006. Estimation of Evapotranspiration of Different-Sized Navel-Orange Tree Orchards Using Energy Balance. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*. Vol 2. hlm 1-8.
- Dewi, A. 2013. *Perbandingan Pendugaan Evapotranspirasi Menggunakan Metode Aerodinamik, Penman-Monteith dan Panci Kelas A. Skripsi*. Bogor. Departemen Geofisika dan Meteorologi, FMIPA, IPB. 39 hlm.
- Dugje, I.Y., L.O. Omoigui, F. Ekeleme, R. Bandyopadhyay, P. L. Kumar, dan A.Y. Kamara. 2009. *Farmers' Guide to Soybean Production in Northern Nigeria*. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria. 21 hlm.
- Fagi, A.M dan F. Tangkuman. 1985. *Pengolahan Air untuk Tanaman Kedelai*. Balai Penelitian Tanaman Pangan. Sukamandi. 199 hlm.

- Gundekar, H. G., Khodke, U. M., Sarkar, S., dan Rai, R. K. 2008. Evaluation of pan coefficient for reference crop evapotranspiration for semi-arid region. *Irrig Sci* Vol 26. hlm 169–175
- Hansen, V.E, O.W. Israelsen, G.E.Stringham, dan E.P.Tachyan. 1992. *Dasar – dasar dan Praktek Irigasi*. Jakarta.Erlangga. 407 hlm.
- Islamie, T. dan W.H. Utomo. 1995. *Hubungan Tanah, Air dan Tanaman*. IKIP Semarang Press. Semarang. 297 hlm.
- Kriswantoro, H. Murniati, N. Ghulamahdi, M. dan Agustina K. 2014. Uji Adaptasi Varietas Kedelai Di Lahan Kering Kabupaten Musi Rawas Sumatera Selatan. *Prosiding Simposium dan Seminar Bersama PERAGIPERHORTI-PERIPI-HIGI*. Hlm 281-285.
- Lanthaler, C. 2004. Lysimeter Stations and Soil Hydrology Measuring Sites in Europe. Purpose, Equipment, *Research Results, Future Developments*. School of Natural Sciences at the Karl-Franzens-University Graz. 4 hlm.
- Manik, T.K., Rosadi, R.A.B., Karyanto, A., dan Praty, A.I. 2010. Pendugaan Koefisien Tanaman Untuk Menghitung Kebutuhan Air Dan Mengatur Jadwal Tanam Kedelai Di Lahan Kering Lampung. *Jurnal Agrotropika* Vol 15, No 2, hlm 78 – 84.
- Manik, T.K., Rosadi, R.A.B., dan Karyanto, A., 2012. Evaluasi Metode Penman - Monteith dalam Menduga Laju Evapotranspirasi Standar (ET_0) di Dataran Rendah Propinsi Lampung, Indonesia. *JTEP Jurnal Keteknikan Pertanian*. Vol. 26, No. 2, hlm 121 - 128
- McMahon, T. A., Peel, M. C., Lowe, L., Srikanthan, R., dan McVicar, T. R. 2013. Estimating actual, potential, reference crop and pan evaporation using standard meteorological data: a pragmatic synthesis. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, Vol 17, Hlm 1331–1363.
- Nazar, A., D. Rumbaina, A.Yani, dan Mustikawati. 2008. *Teknologi Budidaya Kedelai*. Bandar Lampung. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 20 hlm.
- Nazeer, M. 2009. Simulation of Maize Crop Under Irrigated and Rainfed Conditions with Cropwat Model. *ARNP Journal of Agricultural and Biological Science*. Vol. 4 No. 2. Hlm 68-73
- Nurhayati. 2009. Pengaruh Cekaman Air pada Dua Jenis Tanah Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai (*Glycine max (l.) Merril*). *J. Floratek* Vol 4: Hlm 55 – 64
- Oktaviani, S. Triyono, dan N. Haryono. 2013. Analisis Neraca Air Budidaya Tanaman Kedelai (*Glycine max [L] Merr.*) pada Lahan Kering. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*– Vol. 2, No. 1: Hlm 7 – 16

- Ortega-Farias, S., A. Oliosio, R. Antonioletti, dan N. Brisson. 2004. Evaluation of the Penman-Monteith Model for Estimating Soybean Evapotranspiration. *Irrig Sci.* 23:Hlm 1-9.
- Parisi, S., L. Mariani, G. Cola, dan T. Maggiore. 2009. Miny-Lysimeter Evapotranspiration Measurements on Suburba Environment. *Italian Journal of Agrometeorologi.* Vol 3. Hlm 13-16.
- Prastowo, D. R. 2016. Penggunaan Model Cropwat Untuk Menduga Evapotranspirasi Standar dan Penyusunan Neraca Air Lahan Tanaman Kedelai (*Glycine Max (L) Merrill*) Di Dua Lokasi Berbeda. *Skripsi.* Unila. Bandar Lampung.
- Prihatman, K. 2000. *Sistim Informasi Manajemen Pembangunan di Perdesaan, Proyek PEMD, Proyek PEMD.* Jakarta. BAPPENAS. 18 hlm.
- Purwanto. I., dan Jauzul. 2004. Analisis Kebutuhan Air Irigasi pada Daerah Irigasi Bendung Mrican1. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika,* Vol. 9, No. 1. Hlm 83 – 93.
- Rizqiyah, F. 2013. Dampak Pengaruh Perubahan Iklim Global terhadap Produksi Tanaman Kedelai (*Glicine max L merril*) di Kabupaten Malang. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem,* Vol 1. No 2. hlm 7 – 14.
- Rosadi, R. A. B. 2012. *Irigasi Defisit.* Lembaga Penelitian Universitas Lampung. Bandar Lampung. 102 hlm.
- Rosadi, R. A. B., Afandi, Senge, M., Ito, K., dan Adomako, J. T. 2007. The Effect of Water Stress in Regulated Deficit Irrigation on Soybean Yield (*Glycine max[L] Merr.*). *Paddy Water Environ.* Vol 5. Hlm 163–169.
- Samuli, L. O., L. Karimuna, dan S. Laode. 2012. Produksi Kedelai (*Glycine max L. Merrill*) pada Berbagai Dosis Bokashi Kotoran Sapi. *JPS. Agronomi Unhalu.* Vol. 1 No. 2 Hlm 145-147.
- Sanjaya, P. 2014. Penentuan Model Pendugaan dan Pengukuran Langsung ET_o dan Kc Untuk Penentuan Jadwal Tanam Tanaman Kedelai. *Tesis.* Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
- Setiawan, W., Rosadi, R. A. B., Kadir, M. Z. 2014. Respon Pertumbuhan Dan Hasil Tiga varietas Kedelai (*Glycine max [L] Merr.*) Pada Beberapa Fraksi Penipisan Air Tanah Tersedia. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung Vol.3 No. 3: Hlm 245 - 252.*
- Singandhupe, R. B. dan R. R. Sethi. 2005. Estimation of Reference Evapotranspiration dan Crop Coefficient in Wheat Under Semi-Arid Environment in India. *Archieves of Agronomy and Soil Science.* 51(6) Hlm 619-631.
- Suhartina. 2005. Deskripsi Varietas Unggul Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Malang. Balai Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. 154 hlm.

- Sulistiyono, E., Suwanto, dan Y. Ramdiani. 2005. Defisit Evapotranspirasi sebagai Indikator Kekurangan Air pada Padi Gogo (*Oryza sativa* L.) *Bul. Agron.* (33) (1) Hlm 6 – 11.
- Suprpto, H. S. 1999. *Bertanam Kedelai*. Jakarta. Penebar Swadaya. 74 hlm.
- Supratman, R., Rasyad, A., dan Wardati. 2014. Perkembangan Biji dan Mutu Benih Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) yang Diberi Pupuk P. *Jom Faperta Unri*. Vol 1 No 2. Hlm 13 - 26.
- Usman. 2004. Analisis Kepekaan Beberapa Metode Pendugaan Evapotranspirasi Potensial Terhadap Perubahan Iklim. *Jurnal Natur Indonesia*. 6 (2) Hlm 91-98
- Yulawati, T., Manik, T. K., dan Rosadi, R. A. B. 2014. Pendugaan Kebutuhan Air Tanaman Dan Nilai Koefisien Tanaman (Kc) Kedelai (*Glycine max* (L) Merrill) Varietas Tanggamus Dengan Metode Lysimeter. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung* Vol 3, No. 3: Hlm 233- 238
- Zupanc, V., Zeleznik, B. B., dan Pintar, M. 2011. *Water Balance Evaluation Using Two Types of Lysimeters*. *Gumpensteiner Lysimetertagung* Vol 14. Hlm 177 – 180.