



PENINGKATAN EFISIENSI PENGGUNAAN AIR UNTUK PERTANIAN LAHAN KERING BERKELANJUTAN MELALUI BERBAGAI TEKNIK IRIGASI PADA TYPIC KANHAPLUDULT LAMPUNG

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

UMI HARYATI



**SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2010**

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan artikel atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi Peningkatan Efisiensi Penggunaan Air untuk Pertanian Lahan Kering Berkelanjutan Melalui Berbagai Teknik Irigasi pada Typic Kanhapludult Lampung adalah karya saya dengan arahan komisi pembimbing dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka dibagian akhir disertasi ini.

Bogor, Agustus 2010

Umi Haryati
NRP A226014021

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan artikel atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



ABSTRACT

UMI HARYATI, Improvement Water Use Efficiency for Sustainable Upland Agriculture through Various Irrigation Techniques on Typic Kanhapludult Lampung. Under the supervision of: NAIK SINUKABAN, KUKUH MURTIKASONO, and ABDURACHMAN ADIMIHARDJA.

Inadequate irrigation water is the main factor causing low productivity of the upland agriculture in Indonesia. Water supplement through various methods of irrigation practices gave significant increase to almost all of crop productivity. On the other hand, the water use efficiency (WUE) under the conventional flooding system, is generally low. This research was aimed to: 1) determine the management allowable depletion (MAD) level for irrigation scheduling for optimizing WUE, 2) study the effects of alternative irrigation techniques on the WUE, 3) study the effects of rice straw mulching on the WUE, 4) evaluate the economic feasibility and optimum farm scale of the various irrigation techniques. The research was carried out at Tamanbogo Experimental Station, Lampung, which consisted of two field experiments. The first was determination of MAD level for irrigation scheduling of chili cultivation. This field experiment was arranged in split plot design with three replications. The main plot was irrigation water source consisted of ground water and surface water and the sub-plot was MAD level consisted of 5 level (20, 40, 60, 80 and 100 % of available water). The second was the application of four irrigation techniques and three levels of straw mulching for chili cultivation. This field experiment was also arranged in split plot design with three replications. The main plot was irrigation techniques (modified conventional practice, drip, sprinkle, sub-surface) and the sub-plot was straw mulching consisted of three levels (0, 5 and 10 tones/ha). The results of the study showed that the quality of surface water was better than the ground water, leading to a higher WUE level. The best MAD level was at 60% of available water, the amount of irrigation water needed at this MAD level was 9.6 mm, and the frequency of irrigation was once in every 3 days. This MAD level reduced total water use as much as 264 mm/planting season without reducing chili yield. Sub-surface irrigation was the most efficient technique; it gave the highest WUE (0, 78 kg chili yield/m³ irrigation water). Straw mulch on each irrigation techniques increased crop yield and WUE, except for the sub-surface irrigation. All of the irrigation techniques were economically feasible because they reached the benefit cost ratio (BCR) > 1, net present value (NPV) > 0 and internal rate of return (IRR) > current interest rate (IRR > 17 %). The modified conventional practice and sub-surface irrigation techniques gave the highest benefit cost ratio (BCR = 3,40 and 2,65 respectively) and the minimum farm-scale that meet worth life living standard around 0,80 ha. The drip irrigation technique practiced by farmer gave the highest NPV (18,3 million Rupiahs/ha/year) and the lowest farm size that meet worth life living standard was 0,66 ha.

Keywords : MAD level, irrigation techniques, water use efficiency, income, sustainable upland agriculture

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak Cipta Milik IPB Institut Pertanian Bogor Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

RINGKASAN

UMI HARYATI, Peningkatan Efisiensi Penggunaan Air untuk Pertanian Lahan Kering Berkelanjutan melalui Berbagai Teknik Irigasi pada *Typic Kanhapludult* Lampung, dibawah bimbingan **NAIK SINUKABAN**, **KUKUH MURTIKASONO**, dan **ABDURACHMAN ADIMIHARDJA**.

Kekurangan air merupakan faktor utama penurunan produksi dan kegagalan panen di lahan kering. Irigasi dengan air tanah atau air permukaan pada musim kemarau di lahan kering Lampung dapat meningkatkan produksi palawija dan hortikultura, indeks pertanaman dari 200 menjadi 300 % serta pendapatan petani, namun masih terjadi pemborosan air irigasi sebanyak 10,5 m³/hari. Diperlukan tindakan nyata guna mengurangi kebutuhan air irigasi dengan menekan kehilangan air dan meningkatkan efisiensi. *Management Allowable Depletion* (MAD), adalah derajat kekeringan tanah yang masih diperbolehkan untuk menghasilkan produksi tanaman yang optimal. MAD diperlukan untuk menentukan waktu, jumlah dan frekuensi pemberian irigasi serta diperlukan teknik pendistribusian air (teknik irigasi suplemen) yang efektif dan efisien dalam pelaksanaannya. Pemanfaatan mulsa sisa tanaman yang ditujukan untuk meningkatkan kapasitas tanah menahan air dan mengurangi kehilangan air melalui evaporasi, mampu memperpanjang batas kritis penurunan air tersedia dan meningkatkan efisiensi penggunaan air.

Penelitian bertujuan untuk : 1) Menentukan batas penurunan kapasitas air tersedia yang masih menghasilkan produksi optimum (MAD-level) untuk penetapan pemberian air irigasi suplemen (waktu, volume dan frekuensi) agar tercapai efisiensi penggunaan air (*water use efficiency*) yang optimum pada *Typic Kanhapludult* Lampung, 2) Mengkaji berbagai teknik irigasi yang menghasilkan efisiensi penggunaan air yang optimal, 3) Menganalisis pengaruh mulsa jerami terhadap efisiensi penggunaan air pada berbagai teknik irigasi, 4) Mengkaji kelayakan finansial berbagai teknik irigasi dan menentukan skala usahatani yang memenuhi standar hidup layak (KHL) serta persepsi petani terhadap teknik irigasi.

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Tamanbogo, Lampung Timur yang terdiri dari 3 tahap yaitu : 1) Identifikasi dan karakterisasi sifat tanah awal, 2) Penelitian di Laboratorium untuk karakterisasi sifat fisik (Kurva pF dan penetapan kapasitas air tersedia /KAT) dan 3) Percobaan lapang yang terdiri dari 2 kegiatan yaitu :a) Penetapan *MAD level* untuk penjadwalan irigasi dan, b) Aplikasi 4 teknik irigasi dan 3 tingkat dosis mulsa jerami pada pertanaman cabai. Pada kegiatan percobaan lapang 1, digunakan rancangan petak terpisah dengan 3 ulangan. Petak utama sumber air irigasi (A_1 = Air tanah dan A_2 = Air permukaan) sedangkan anak petak level MAD (I_1 = 20% air tersedia, I_2 = 40% air tersedia, I_3 = 60% air tersedia, I_4 = 80% air tersedia dan I_5 = 100% air tersedia). Pada kegiatan percobaan lapang 2 rancangan percobaan yang digunakan adalah petak terpisah dengan 3 ulangan. Petak utama teknik irigasi (I_1 = selontor/*surface irrigation*, I_2 = tetes/*drip irrigation*, I_3 = curah/*sprinkle irrigation*, I_4 = bawah permukaan/*subsurface irrigation*), sedangkan anak petak dosis mulsa jerami (M_1 = tanpa mulsa, M_2 = 5 t/ha dan M_3 = 10 t/ha). Irigasi diberikan pada level MAD optimum. Tanaman indikator yang digunakan adalah cabai (*capsicum annuum*) varietas TM 99. Urea, SP-36, KCl dan pupuk kandang diberikan dengan takaran masing-masing 300, 150, 100 kg/ha, dan 10 t/ha. Variabel yang diamati pada percobaan lapang adalah : tegangan air tanah kadar air tanah, pertumbuhan dan hasil tanaman, volume dan frekuensi pemberian air, serta input dan output usahatani. Kelayakan finansial teknik irigasi, menggunakan analisa :

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Benefit Cost Ratio (BCR), Net Present Value (NPV) dan analisa skala usahatani (yang memenuhi kebutuhan hidup layak/KHL). Data sosial ekonomi didapatkan melalui survey dengan wawancara terstruktur. Pengambilan contoh responden memakai metoda *purposive stratified sampling* dengan stratifikasi skala usahatani cabai yang terdiri dari 4 kategori yaitu 0,25; 0,50; 1,00; dan >1.00 ha.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian irigasi pada level MAD 60 % air tersedia (saat kehilangan air maksimal 40 % dari air tersedia) setinggi 9,6 mm setiap 3 hari merupakan jadwal irigasi (waktu, volume, interval) yang optimal. Irigasi suplemen pada level MAD 60 % air tersedia memberikan fluktuasi tegangan air paling rendah (kadar air tanah relatif konstan), perubahan cadangan air yang paling tinggi, sehingga memberikan kondisi kelembaban tanah yang paling kondusif bagi pertumbuhan tanaman dan hasil panen cabai yang paling optimal. Irigasi suplemen pada level MAD 60 % air tersedia memberikan efisiensi penggunaan air tertinggi sehingga dapat menghemat penggunaan air sebanyak 264 mm per musim tanam. Teknik irigasi bawah permukaan memberikan efisiensi penggunaan air yang paling tinggi ($0,78 \text{ kg/m}^3$) diikuti oleh teknik irigasi gelontor ($0,73 \text{ kg/m}^3$), curah ($0,62 \text{ kg/m}^3$) dan tetes ($0,60 \text{ kg/m}^3$). Dengan demikian teknik irigasi tetes bawah permukaan dan gelontor merupakan teknik irigasi yang hemat air karena memberikan efisiensi penggunaan air yang lebih tinggi dibandingkan teknik irigasi lainnya. Pemberian mulsa jerami meningkatkan hasil tanaman dan efisiensi penggunaan air pada setiap teknik irigasi kecuali teknik irigasi bawah permukaan. Dengan demikian penggunaan teknik irigasi terutama teknik irigasi gelontor, tetes dan curah sebaiknya dilakukan secara simultan dengan mulsa sisa tanaman. Semua teknik irigasi yang dicoba layak secara finansial dan mampu mengembalikan sejumlah modal yang diinvestasikan. Usahatani cabai dengan teknik irigasi gelontor dan bawah permukaan memberikan nilai BCR yang paling tinggi (3,40 dan 2,65) sehingga merupakan usahatani dengan penggunaan modal yang efisien. Pemberian air irigasi pada saat kehilangan air maksimal 40 % air tersedia setinggi 9,6 mm setiap 3 hari dengan teknik irigasi gelontor dan tetes bawah permukaan merupakan teknik irigasi yang berkelanjutan karena dapat diterima petani (*social objective*), layak secara finansial (*economic objective*) dan ramah lingkungan (*ecology objective*).

Kata kunci : Level MAD, teknik irigasi, efisiensi penggunaan air, pendapatan, pertanian lahan kering berkelanjutan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

@ Hak Cipta milik IPB, tahun 2010
Hak cipta dilindungi undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumber
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis dalam bentuk apapun tanpa izin IPB



**PENINGKATAN EFISIENSI PENGGUNAAN AIR UNTUK
PERTANIAN LAHAN KERING BERKELANJUTAN
MELALUI BERBAGAI TEKNIK IRIGASI
PADA TYPIC KANHAPLUDULT LAMPUNG**

UMI HARYATI

Disertasi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Doktor pada
Program Studi Ilmu Tanah

**SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2010**

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan artikel atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Judul Disertasi

: Peningkatan Efisiensi Penggunaan Air untuk Pertanian Lahan Kering Berkelanjutan Melalui Berbagai Teknik Irigasi pada Typic Kanhapludutt Lampung

Nama Mahasiswa
Nomor Regristasi Pokok
Program Studi

: Umi Haryati
: A 226014021
: Ilmu Tanah

Disetujui

Komisi Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Naik Sinukaban, M.Sc.
Ketua

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

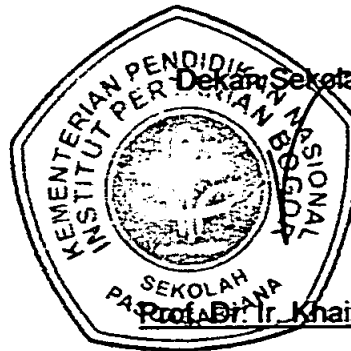
Ir. Kukuh Murti Laksono, M.S.
Anggota

Prof. (R) Dr. Abdurachman Adimihardja
Anggota

Mengetahui

Ketua Program Studi,
Ilmu Tanah

Ir. Atang Sutandi, M.Si.



Dekan Sekolah Pascasarjana IPB

Prof. Dr. Ir. Khairil A. Notodiputro, M.S.

Tanggal Ujian : 06 AUG 2010

Tanggal Lulus:

18 AUG 2010

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan berita atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah membantu selama melaksanakan pendidikan, penelitian, dan penyusunan disertasi ini. Banyak pihak baik individu, maupun institusi yang telah membantu penulis. Dengan tulus hati, penulis menghaturkan terimakasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Naik Sinukaban, MSc. selaku ketua komisi pembimbing, Dr. Ir. Kukuh Murtillaksono, MS dan Prof (R). Dr. Abdurachman Adimihardja, selaku anggota komisi pembimbing yang telah memberikan bimbingan, saran, nasehat dan arahan sejak penyusunan rencana penelitian sampai penulisan disertasi ini.
2. Dr. Ir. Oteng Haridjaja, M.Sc. dan Dr. Fahmuddin Agus selaku penguji luar komisi pada Ujian Tertutup serta Prof (R). Dr. Ir. Irsal Las dan Prof. Dr. Ir. Asep Syafei, M.Sc. selaku penguji luar komisi pada Ujian Terbuka.
3. Prof (R). Dr. Abdurachman Adimihardja (Mantan Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat) dan Prof. Dr. Ir. Sudarsono MSc. (Mantan Ketua Program Studi Tanah) yang telah memberikan rekomendasi, motivasi dan kemudahan kepada saya untuk mengikuti program langsung studi doktor pada Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
4. Prof (R). Dr. Ir. Irsal Las (Kepala Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian), Dr. Ir. Fahmudin Agus (Mantan Kepala Balai Penelitian Tanah), Dr. Ir. Achmad Rachman (Mantan Kepala Balai Penelitian Tanah), Dr. Ir. Sri Rochayati (Kepala Balai Penelitian Tanah), Dr. Ir. Kasdi Subagyono (Mantan Ketua Kelti Konservasi tanah dan Air) serta Dr. Ir. Ai Dariah (Ketua Kelti Fisika dan Konservasi Tanah), yang telah memberikan kesempatan, fasilitas dan kemudahan serta motivasi kepada saya selama menempuh studi.
5. Komisi Pembinaan Tenaga, Badan Litbang Pertanian di Jakarta, yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk mengikuti Program Doktor di Institut Pertanian Bogor, serta Pengelola Proyek Pengkajian Teknologi Pertanian Partisipatif (PAATP) Badan Litbang Pertanian, yang telah memberikan beasiswa dan bantuan dana penelitian.
6. Rektor, Dekan SPs, Ketua Program Studi Ilmu Tanah SPs IPB yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk mengikuti Program Doktor (S₃) pada Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
7. Ketua dan seluruh staf Kelompok Peneliti Fisika dan Konservasi Tanah dan Air, Balai Penelitian Tanah, yang telah membantu dan memberikan dorongan moril selama saya mengikuti pendidikan dan penelitian Program Doktor di Institut Pertanian Bogor.
8. Seluruh staf Balai Penelitian Tanah, yang telah memberikan bantuan baik saat penelitian, analisis tanah di laboratorium maupun saat penulisan disertasi ini.
9. Seluruh staf Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, IPB yang telah membantu dan memberikan fasilitas selama saya mengikuti pendidikan dan penelitian Program Doktor di IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



10. Ir. Sidik H Tala'ohu, Sutono SP, Ir. Yoyo Soelaeman MS, Ir. Ishak Juarsah MM, Ir. Sodik Djunaedi, Pardi SP, Iwa Kartiwa SP dan Handoko yang telah membantu dan memberikan fasilitas serta kemudahan kepada saya selama melaksanakan penelitian di lapang (Kebun Percobaan Tamanbogo, Lampung Timur).
11. Rekan-rekan kelompok G-8, Mahasiswa Program Studi Ilmu Tanah Sps-IPB, khususnya angkatan 2000 dan 2001, yang telah membantu baik saat penelitian, analisis data maupun kaitannya dengan penulisan disertasi ini.
12. Orang tua, suami, anak dan adik-adik atas bantuan moril, materil, do'a, pengertian, serta perhatiannya sehingga saya dapat menyelesaikan disertasi ini.
13. Khusus untuk Almarhum Ayahanda Suharno Darmodipuro, yang telah menyertai di awal namun tidak sempat menyaksikan berakhirnya studi saya karena telah dipanggil menghadap Allah SWT.

Semoga Allah SWT mencatat seluruh amal kebaikan Bapak/Ibu/ Saudara dan mendapat balasan yang setimpal dari Allah SWT. Amin ya Rabbal a'lamين.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat

Bogor, Agustus 2010

Penulis

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga disertasi ini dapat diselesaikan. Penelitian mengambil tema efisiensi penggunaan air, dengan judul Peningkatan Efisiensi Penggunaan Air untuk Pertanian Lahan Kering Berkelanjutan Melalui Berbagai Teknik Irigasi pada Typic Kanhapudult Lampung.

Sebagian dari hasil penelitian dan disertasi ini telah diterbitkan dalam Jurnal Tanah dan Iklim No 31/Julii 2010 dengan judul *Management Allowable Depletion (MAD) Level* untuk Efisiensi Penggunaan Air Tanaman Cabai pada Tanah Typic Kanhapudult Tamanbogo, Lampung.

Penelitian ini dilaksanakan kedalam 3 tahap yaitu : 1) Identifikasi dan karakterisasi sifat tanah awal, 2) Penelitian di Laboratorium dan 3) Percobaan di lapangan yang terdiri dari 2 kegiatan yaitu : a) Penetapan level MAD untuk penjadwalan irigasi dan b) Aplikasi teknik irigasi dan mulsa pada pertanaman cabai.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian irigasi pada saat air tanah mengalami deplesi maksimal 40 % dari air tersedia, dengan volume 9,6 mm dan interval 3 hari sekali merupakan irigasi yang paling optimum untuk tanaman cabai. Teknik irigasi bawah permukaan/*sub-surface* dan teknik gelontor merupakan teknik irigasi yang efektif dan efisien secara teknis dan ekonomi. Mulsa meningkatkan efisiensi penggunaan air pada semua teknik irigasi kecuali teknik irigasi bawah permukaan. Modal, keterbatasan alat, biaya yang mahal, dan sulitnya aplikasi adalah kendala penerapan teknik irigasi menurut petani. Persemaian cabai sudah biasa dilakukan petani dan memberikan kontribusi yang tinggi (+ 90 %) terhadap total pendapatan keluarga namun mempunyai risiko yang cukup tinggi (penurunan produksi akibat perubahan iklim dan fluktuasi harga yang tinggi). Teknik irigasi bawah permukaan dengan sistem tetes/*drip* dan gelontor merupakan teknik irigasi yang memenuhi kriteria keberlanjutan sehingga berpeluang untuk dikembangkan di lahan kering untuk pertanaman cabai.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat.

Bogor, Agustus 2010

Umi Haryati

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Tasikmalaya pada tanggal 17 Oktober 1960 sebagai anak pertama dari pasangan Bapak Suharno Darmodipuro dan Ibu Ety Suyati. Pendidikan sarjana ditempuh di Departemen Ilmu-Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor dan lulus pada tahun 1985. Pada tahun 2000 penulis diterima di Program Studi Ilmu Tanah, Sekolah Pascasarjana, IPB. Pada tahun 2001, penulis diberi kesempatan untuk langsung melanjutkan pendidikan ke program doktor. Beasiswa pendidikan pascasarjana diperoleh dari Badan Litbang Pertanian, melalui Proyek Pengkajian Teknologi Pertanian Partisipatif (PAATP).

Pada tahun 1985 – 1988 penulis diperbantukan di Proyek Penelitian dan Penyelamatan Hutan Tanah dan Air (P3HTA) DAS Citanduy dan pada tahun 1988 – 1994 dipindah tugaskan ke Proyek Penelitian dan Penyelamatan Hutan Tanah dan Air (P3HTA) atau *Upland Agriculture and Conservation Project – Farming System Research* (UACP – FSR) di DAS Jratunsetuna. Sejak tahun 1994, penulis bekerja sebagai peneliti Bidang Konservasi Tanah dan Air pada Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat (Sekarang menjadi Balai Penelitian Tanah dibawah koordinasi Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian). Selama mengikuti pendidikan penulis aktif sebagai pengurus Himpunan Ilmu Tanah Indonesia (HITI) dan Masyarakat Konservasi Tanah Indonesia (MKTI) Litbang Bogor.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan berita atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.





DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	x
PENDAHULUAN.....	1
Latar Belakang.....	1
Permasalahan.....	3
Landasan Teoritis dan Kerangka Pemikiran Penelitian.....	3
Tujuan Penelitian	5
Hipotesis	5
Kegunaan Penelitian	5
Ruang Lingkup Penelitian	6
Novelty (Kebaharuan).....	6
TINJAUAN PUSTAKA	8
Potensi Sumberdaya Air di Lahan Kering	8
Hubungan Tanah-Air-Tanaman.....	10
Kebutuhan air tanaman.....	10
Pengambilan (<i>uptake</i>) air tanah oleh tanaman	12
Aliran air ke akar tanaman.....	14
Neraca Air di Zona Perakaran	14
<i>Management Allowable Depletion (MAD)</i>	17
Pengelolaan Kelembaban Tanah di Zona Perakaran.....	19
Alternatif Teknik Irigasi Suplemen untuk Pertanian di Lahan Kering	21
Efisiensi Penggunaan Air (<i>Water Use Efficiency</i>).....	26
Sistem Pertanian Berkelanjutan.....	29
Analisis Finansial.....	33
Standar Kebutuhan Hidup Layak (KHL).....	34
BAHAN DAN METODE	36
Tempat dan Waktu Penelitian	36
Bahan dan Alat.....	36
Metode Penelitian.....	36
Identifikasi dan Karakterisasi Sifat Tanah	36
Penetapan Kurva pF dan Kadar Air Tersedia (KAT)	37

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Percobaan Lapang.....	38
1. Penetapan nilai batas penurunan kapasitas air tersedia yang masih memberikan hasil optimum (MAD level) untuk penjadwalan irigasi.....	38
2. Aplikasi berbagai teknik irigasi dan mulsa jerami pada pertanaman cabai	40
Pengumpulan Data dan Variabel yang Diamati.....	41
Analisa Data.....	43
Analisis Finansial.....	44
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	47
Karakteristik Tanah	47
Klasifikasi Tanah dan Sifat Fisika tanah.....	47
Sifat Kimia Tanah.....	49
Neraca Air di Lokasi Penelitian	50
Kualitas Mulsa Jerami.....	51
Management Allowable Depletion (MAD) Level Untuk Penjadwalan Irigasi Tanaman Cabai.....	52
Kadar Air Kapasitas Lapang, Kurva pF dan Air Tersedia Volume dan Jadwal Pemberian Air Irigasi	52
Fluktuasi Tegangan Air Tanah.....	54
Pertumbuhan Tanaman.....	55
Hasil Tanaman.....	56
Neraca Air di Zone Perakaran, Perubahan Cadangan Air Tanah dan Penggunaan Air Tanaman (Crop Water Use)	58
Efisiensi Penggunaan Air (Water Use Efficiency = WUE)	62
Aplikasi Berbagai Teknik Irigasi dan Mulsa Jerami pada Pertanaman Cabai.....	63
Peranan Teknik Irigasi dan Mulsa terhadap Konservasi Kelembaban Tanah	65
Pengaruh Teknik Irigasi dan Mulsa Terhadap Volume Irigasi.....	65
Pengaruh Teknik Irigasi dan Mulsa terhadap Pertumbuhan Tanaman.....	71
Pengaruh Teknik Irigasi dan Mulsa terhadap Produksi Tanaman	72
Neraca Air di Zone Perakaran dan Penggunaan Air Tanaman (Water Use).....	75
Efisiensi Penggunaan Air Tanaman (Water Use Efficiency).....	79

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Analisis Sosial Ekonomi dan Keberlanjutan Usahatani Cabai	84
Karakteristik Rumah Tangga Petani	84
Analisis Finansial Usahatani di Tingkat Petani.....	86
Kelayakan Finansial Usahatani Cabai dengan Berbagai Teknik Irigasi.....	88
Persepsi dan Preferensi Petani terhadap Air dan Teknik Irigasi	93
Keberlanjutan Beberapa Teknik Irigasi pada Usahatani Cabai.....	98
© KESIMPULAN DAN SARAN.....	101
Kesimpulan.....	101
Saran.....	101
DAFTAR PUSTAKA.....	103
LAMPIRAN.....	111

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1	Nilai Kc untuk berbagai tahap pertumbuhan beberapa jenis tanaman	12
2	Kecepatan pengambilan air oleh beberapa tanaman	13
3	Konsumsi air relatif dan kepadatan akar relatif pada kedalaman tanah yang berbeda.....	13
4	Kepadatan akar dan pengambilan air oleh tanaman di lapang.....	13
5	Kemampuan tanah menyimpan air untuk berbagai tekstur tanah.....	15
6	Pengaruh hijauan mucuna terhadap kemampuan tanah menahan air (air tersedia).....	20
7	Kriteria kesesuaian lokasi penerapan irigasi tetes.....	25
8	Teknik irigasi suplemen dan variabel pengelolaan yang menentukan keragaan irigasi di lahan percobaan	28
9	Analisis sifat fisik dan kimia tanah serta metoda yang digunakan dalam penelitian	37
10	Sifat fisik tanah (sebelum percobaan) di lokasi penelitian pada tanah <i>Typic Kanhapludult</i> Tamanbogo, Lampung Timur	48
11	Sifat kimia tanah (sebelum percobaan) di lokasi penelitian pada tanah <i>Typic Kanhapludult</i> Tamanbogo, Lampung Timur..	49
12	Neraca air di lokasi penelitian di Kebun Percobaan Tamanbogo, Lampung Timur.....	50
13	Hasil analisis kimia mulsa jerami padi pada tanah <i>Typic Kanhapludult</i> Tamanbogo, Lampung Timur.....	52
14	Air tersedia, kadar air, pF, tegangan air tanah dan irigasi yang diberikan pada setiap perlakuan MAD pada tanah <i>Typic Kanhapludult</i> Tamanbogo.....	54
15	Jumlah irigasi yang diberikan untuk masing-masing perlakuan MAD selama satu musim tanam cabai pada tanah <i>Typic Kanhapudult</i> Tamanbogo, Lampung Timur.....	54
16	Irigasi, evapotranspirasi dan interval irigasi untuk tanaman cabai pada setiap level MAD pada tanah <i>Typic Kanhapludult</i> , Tamanbogo.	55
17	Pengaruh sumber air irigasi dan level MAD terhadap tinggi tanaman cabai pada tanah <i>Typic Kanhapudult</i> Tamanbogo, Lampung Timur.	58



18	Kualitas air irigasi yang berasal dari air tanah dan air permukaan pada tanah <i>Typic Kanhapludult</i> Tamanbogo, Lampung Timur.....	59
19	Pengaruh sumber air irigasi dan level MAD terhadap produksi total buah segar cabai pada tanah <i>Typic Kanhapudult</i> Tamanbogo, Lampung Timur.....	61
20	Neraca air di zone perakaran dan penggunaan air tanaman cabai (kedalaman 0 – 20 cm) pada tanah <i>Typic Kanhapudult</i> Tamanbogo, Lampung Timur.....	63
21	Pengaruh sumber air irigasi dan level MAD terhadap efisiensi penggunaan air tanaman cabai pada tanah <i>Typic Kanhapudult</i> Tamanbogo, Lampung Timur.....	64
22	Debit air pada setiap teknik irigasi yang diaplikasikan terhadap tanaman cabai pada tanah <i>Typic Kanhapludult</i> Tamanbogo, Lampung Timur.....	69
23	Pengaruh teknik irigasi dan mulsa terhadap ketahanan penetrasi pada kedalaman 5cm pada tanah <i>Typic Kanhapludult</i> Tamanbogo, Lampung Timur.....	71
24	Pengaruh teknik irigasi dan mulsa terhadap jumlah air irigasi yang diberikan pada tanah <i>Typic Kanhapludult</i> Tamanbogo, Lampung Timur.....	72
25	Pengaruh teknik irigasi dan mulsa terhadap tinggi dan diameter tajuk tanaman cabai pada tanah <i>Typic Kanhapludult</i> Tamanbogo, Lampung Timur.....	73
26	Pengaruh teknik irigasi dan mulsa terhadap panjang akar cabai pada tanah <i>Typic Kanhapludut</i> Tamanbogo, Lampung Timur.....	74
27	Pengaruh teknik irigasi dan mulsa terhadap pertumbuhan akar lateral umur 4 minggu pada tanah <i>Typic Kanhapludult</i> Tamanbogo, Lampung Timur.....	75
28	Pengaruh teknik irigasi dan mulsa terhadap produksi cabai panen ke-6 pada tanah <i>Typic Kanhapludult</i> Tamanbogo, Lampung Timur.....	76
29	Pengaruh teknik irigasi dan mulsa terhadap produksi total buah segar cabai pada tanah <i>Typic Kanhapludut</i> Tamanbogo, Lampung Timur.....	78
30	Neraca air di zone perakaran dan penggunaan air oleh tanaman cabai berbagai teknik irigasi pada tanah <i>Typic Kanhapludult</i> Tamanbogo, Lampung Timur.....	79
31	Perhitungan evapotranspirasi (ETp) tanaman cabai berdasarkan fase pertumbuhannya pada tanah <i>Typic Kanhapludult</i> Tamanbogo, Lampung Timur.....	80
32	Efisiensi penggunaan air (WUE) tanaman cabai dengan berbagai teknik irigasi pada tanah <i>Typic Kanhapludult</i> Tamanbogo, Lampung Timur.....	82

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



33	Karakteristik rumah tangga petani berdasarkan skala usahatani cabai di Lampung Timur.....	85
34	Kontribusi usahatani cabai terhadap total pendapatan rumah tangga petani di Lampung Timur.....	88
35	Hasil analisis usahatani berdasarkan skala usahatani cabai (tanpa <i>discount</i>).....	88
36	Biaya dan pendapatan bersih tanpa diskonto pada usahatani cabai dengan berbagai teknik irigasi pada tanah <i>Typic Kanhapludult</i> Tamanbogo, Lampung Timur.....	89
37	Biaya dan pendapatan bersih dengan diskonto serta luas minimal pada usahatani cabai dengan berbagai teknik irigasi pada tanah <i>Typic Kanhapludult</i> Tamanbogo, Lampung Timur.....	90
38	BCR, NPV, dan IRR aktual pada usahatani cabai dengan berbagai teknik irigasi pada tanah <i>Typic Kanhapludult</i> Tamanbogo, Lampung Timur.....	91
39	BCR, NPV dan IRR dengan skenario I - III pada usahatani cabai dengan berbagai teknik irigasi pada tanah <i>Typic Kanhapludult</i> Tamanbogo, Lampung Timur	93
40	Persepsi petani cabai tentang air dan irigasi di Kabupaten Lampung Timur.....	94
41	Identifikasi teknik irigasi pada petani cabai di Kabupaten Lampung Timur.....	96
42	Kelebihan dan kekurangan beberapa teknik irigasi menurut petani cabai di Lampung Timur.....	98

Lampiran

1	Hasil deskripsi profil di lapang pada lokasi penelitian di KP Tamanbogo, Lampung Timur.....	112
2	Hasil analisa sifat kimia masing-masing horizon pada profil tanah di lokasi penelitian di KP Tamanbogo, Kabupaten Lampung Timur.....	113
3	Keragaan teknik budidaya dan tingkat produksi usahatani cabai petani pada skala usahatani yang berbeda di Lampung Timur.....	114
4	Analisis biaya dan pendapaan petani berdasarkan skala usahatani cabai di Lampung Timur	115
5	Analisis biaya kebutuhan bahan dan alat beberapa teknik irigasi.....	116

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



6	Analisis BCR, NPV dan IRR aktual usahatani cabai dengan berbagai teknik irigasi pada tanah <i>Typic Kanhapludult</i> Tamanbogo, Lampung Timur.....	117
7	Analisis sensitivitas (skenario I) usahatani cabai dengan berbagai teknik irigasi pada tanah <i>Typic Kanhapludult</i> Tamanbogo, Lampung Timur.....	120
8	Analisis sensitivitas (skenario II) usahatani cabai dengan berbagai teknik irigasi pada tanah <i>Typic Kanhapludult</i> Tamanbogo, Lampung Timur.....	123
9	Analisis sensitivitas (skenario III) usahatani cabai dengan berbagai teknik irigasi pada tanah <i>Typic Kanhapludult</i> Tamanbogo, Lampung Timur.....	126

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1	Kerangka pemikiran penelitian	7
2	Penyerapan air tanah rata-rata oleh akar tanaman dengan pemberian irigasi di daerah kering	16
3	Neraca air tanah dan tanaman di zona perakaran.....	17
4	Alur tahapan penelitian.....	46
5	Neraca air (a) tahun 1963-2003 dan (b) tahun 2005-2006 di Kebun Percobaan Tamanbogo, Lampung Timur.....	51
6	Kurva pF tanah <i>Typic Kanhapludult</i> Tamanbogo, Lampung....	53
7	Dinamika matrik potensial pada penetapan kapasitas lapang (metoda <i>internal drainage</i>) pada tanah <i>Typic Kanhapludult</i> Tamanbogo, Lampung.....	53
8	Fluktuasi tegangan air tanah dan irigasi untuk masing-masing level MAD serta curah hujan selama pertanaman cabai pada tanah <i>Typic Kanhapludult</i> Tamanbogo, Lampung Timur.....	57
9	Pengaruh sumber air irigasi terhadap hasil cabai, pada tanah <i>Typic Kanhapludult</i> Tamanbogo	59
10	Pengaruh level MAD terhadap hasil cabai, pada tanah <i>Typic Kanhapludult</i> , Tamanbogo	60
11	Pengaruh teknik irigasi terhadap kadar air tanah pada tanah <i>Typic Kanhapludult</i> Tamanbogo, Lampung Timur.....	65
12	Pengaruh mulsa terhadap fluktuasi kadar air tanah untuk setiap teknik irigasi saat tidak ada hujan pada tanah <i>Typic Kanhapludult</i> Tamanbogo, Lampung Timur.....	66
13	Fluktuasi kadar air tanah pada setiap teknik irigasi (a) dan dosis mulsa (b) serta irigasi dan curah hujan yang terjadi selama pertanaman cabai (c) pada tanah <i>Typic Kanhapludult</i> Tamanbogo.....	68
14	Pengaruh teknik irigasi terhadap ketahanan penetrasi pada tanah <i>Typic Kanhapludult</i> Tamanbogo, Lampung Timur.....	69
15	Pengaruh mulsa terhadap ketahanan penetrasi pada tanah <i>Typic Kanhapludult</i> Tamanbogo, Lampung Timur.....	69
16	Pengaruh teknik irigasi terhadap fluktuasi panen cabai pada tanah <i>Typic Kanhapludult</i> Tamanbogo	76
17	Pengaruh mulsa terhadap fluktuasi panen cabai pada tanah <i>Typic Kanhapludult</i> Tamanbogo	76
18	Pengaruh mulsa terhadap fluktuasi produksi buah segar cabai untuk teknik irigasi gelontor dan <i>drip</i> pada tanah <i>Typic Kanhapludult</i> Tamanbogo.....	77



19	Pengaruh mulsa terhadap fluktuasi produksi buah segar cabai untuk teknik irigasi <i>sprinkle</i> dan <i>sub-surface</i> pada tanah <i>Typic Kanhapludult</i> Tamanbogo.....	77
20	Hubungan dosis mulsa dengan produksi buah segar cabai untuk setiap teknik irigasi pada tanah <i>Typic Kanhapludult</i> Tamanbogo.....	79
21	Hubungan dosis mulsa dengan efisiensi penggunaan air (WUE) tanaman cabai untuk teknik irigasi pada tanah <i>Typic Kanhapludult</i> Tamanbogo, Lampung Timur.....	84
22	Sebaran petani pada skala usahatani cabai yang berbeda di Lampung Timur.....	86
23	(a) Pendapatan bersih yang bersumber dari usahatani jagung dan cabai dan (b) B/C ratio usahatani jagung, cabai serta total jagung – cabai.....	87

Lampiran

1	Tata letak plot percobaan di lapang pada <i>Penetapan nilai batas penurunan kapasitas air tersedia (MAD level) untuk penjadwalan irigasi</i>	129
2	Tata letak plot percobaan di lapang pada <i>Aplikasi teknik irigasi dan mulsa jerami pada pertanaman cabai</i>	130

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



PENDAHULUAN

Latar Belakang

Lahan kering di Indonesia mencapai luas 143 juta ha (Hidayat dan Mulyani, 2005), dan 76,3 juta ha di antaranya sesuai untuk pertanian (Puslitbangtanak; 2001; Adimihardja *et al.*, 2005). Lahan kering di Indonesia secara umum dapat dibedakan kedalam iklim basah dan iklim kering. Lahan kering dataran rendah berada pada ketinggian < 700 m dpl. Lahan kering beriklim basah umumnya mempunyai curah hujan tinggi (> 1500 mm/tahun) dengan masa hujan relatif panjang. Menurut Las *et al.* (1991), wilayah beriklim kering dicirikan oleh curah hujan tahunan < 2000 mm/tahun, sedangkan menurut Irianto *et al.* (1998) curah hujan tersebut <1500 mm/tahun yang sebagian besar tercurah dalam masa yang pendek, 3-5 bulan.

Tipe agroekosistem lahan kering dataran rendah beriklim basah (regim kelembaban *udik*) di Indonesia menempati 78,1 juta ha atau 89,45 % dari total lahan kering di wilayah dataran rendah (Hidayat dan Mulyani, 2005), sehingga cukup potensial untuk dikelola. Masalah yang paling utama di lahan kering beriklim basah adalah kekurangan air pada saat musim kemarau atau pada bulan-bulan defisit air, karena distribusi hujan yang tidak merata, jaringan irigasi yang tidak mencukupi, yang mengakibatkan produktivitas tanaman menjadi rendah. Diperlukan perluasan jaringan irigasi untuk pemberian air, sehingga dapat dilakukan pemberian air secara teratur.

Krishnappa *et al.* (1999) mengemukakan bahwa produktivitas lahan kering merupakan fungsi kelembaban tanah secara spatial dan temporal selama periode pertumbuhan tanaman. Distribusi hujan yang tidak pasti merupakan faktor dominan yang mempengaruhi produktivitas lahan, oleh karena itu diperlukan biaya khusus berupa pemberian air irigasi. Pemberian irigasi di daerah tropika kering menguntungkan produksi tanaman (Bakker *et al.*, 1999; Renault *et al.*, 2001).

Pertanian beririgasi merupakan pengguna air terbesar yang jumlahnya diatas 40% dari total penggunaan air, tetapi efisiensi penggunaannya rendah (< 40 %) (Pereira *et al.*, 2002; Middleton, 2005) Di Indonesia, penggunaan air pertanian mencapai 76 % (Sosiawan dan Subagyo, 2007) bahkan dapat mencapai 80-90 % (Partowijoto, 2002) dari seluruh penggunaan air. Dalam ruang lingkup global, Indonesia termasuk salah satu negara yang diproyeksikan mengalami krisis air pada tahun 2025 (*World Water Forum II*, 2000), karena kelemahan dalam

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak Cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor) Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



pengelolaan air. Kelemahan yang utama adalah rendahnya efisiensi pemakaian air (Sosiawan dan Subagyo, 2007).

Salah satu propinsi yang memiliki lahan kering cukup luas adalah Lampung, yaitu sekitar 2.749.000 ha. Tanah-tanah di lahan kering tersebut didominasi oleh tanah Ultisols (81,4%). Di Indonesia Ultisols di lahan kering menempati urutan kedua (24,3 %) setelah Inceptisols (37,5 %). Lahan kering tersebut sebagian besar (44,6%) digunakan untuk kebun/tegal, berada di dataran rendah (81,4%), topografi datar-berombak (49,4%), dan beriklim basah (81,6%) (Hidayat dan Suliyani, 2005). Walaupun secara umum wilayah ini beriklim basah, namun terdapat bulan-bulan kering yang menyebabkan tanaman kekurangan air dan menghambat pertumbuhan terutama tanaman semusim. Hal ini mengakibatkan produktivitas tanaman menjadi rendah termasuk di kebun percobaan (KP) Tamanbogo, Lampung Timur

Hasil analisis neraca air (Subagyo, 2004) di KP Tamanbogo, Lampung Timur, menunjukkan adanya defisit air pada bulan Mei – Oktober dan surplus pada bulan November – April. Petani pada umumnya menanam palawija dan hortikultura bernilai ekonomi tinggi pada musim kemarau, dengan pemberian irigasi suplemen. Praktek pertanian lahan kering seperti ini terbukti meningkatkan pendapatan melalui peningkatan indeks pertanaman dari 200 menjadi 300 % (Sutono *et al.*, 2001; Soelaeman *et al.*, 2001a; Talao'hu *et al.*, 2003). Namun pelaksanaan irigasi tersebut belum efisien sehingga terjadi pemborosan sebanyak 10,5 mm/hari (Sutono *et al.*, 2001). Secara umum, dipertukan tindakan nyata guna mengurangi penggunaan air irigasi menjadi 65 – 70 % dengan cara menekan kehilangan air dan meningkatkan efisiensi pengairan (Partowijoto, 2002),

Untuk mengatasi masalah kekurangan air dalam rangka meningkatkan produktivitas lahan kering tanpa merusak sumberdaya alam, dipertukan teknologi pengelolaan irigasi yang efektif. Teknologi tersebut dicari melalui penelitian ini, yang merupakan kombinasi antara pemberian air yang optimal, teknik irigasi yang efisien dan teknik konservasi air untuk mengurangi evaporasi. Dari segi praktis, teknologi tersebut harus mampu menghasilkan produktivitas pertanaman yang tinggi, dapat diterapkan oleh petani dan memberikan pendapatan yang layak secara berkelanjutan (*sustainable*).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
Hak Cipta dimiliki IPB (Institut Pertanian Bogor) Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Permasalahan

Bertitik tolak dari latar belakang tersebut di atas maka permasalahan dan pendekatan yang menjadi pokok perhatian dalam penelitian ini adalah:

1. Jadwal (waktu, volume, interval) pemberian air irigasi agar memberikan produksi yang optimal, dan teknik pemberiannya.
2. Tingkat efisiensi penggunaan air (*water use efficiency* = WUE) dari teknik irigasi yang biasa dilakukan petani.
3. Teknik irigasi suplemen alternatif yang dapat memberikan WUE yang optimal, dan potensi mulsa jerami dalam meningkatkan efektifitasnya.
4. Kelayakan finansial ekonomi dari berbagai alternatif teknik irigasi suplemen di lahan kering.

Landasan Teoritis dan Kerangka Pemikiran

Pemberian air irigasi yang efisien harus sesuai dengan kebutuhan tanaman (*crop water requirement*), yang dapat dilaksanakan melalui penggunaan kapasitas Air Tersedia (*Available Water Capacity*), sebagai dasar penghitungan kebutuhan air. Selama ini kadar air sebesar 50% air tersedia dijadikan dasar umum untuk memberikan air irigasi. Namun, dasar ini dianggap tidak tepat untuk diterapkan pada tanah liat yang memiliki sifat mengembang dan mengkerut (type *clay* 2:1), serta tanah pasir (Withers and Vipond, 1974).

Untuk menentukan jumlah dan frekuensi pemberian air irigasi, terlebih dahulu perlu diketahui nilai batas penurunan kadar air tersedia yang masih mampu menghasilkan efisiensi penggunaan air (*water use efficiency/WUE*) yang optimal. Pendekatan tersebut dinamakan "*Management Allowable Depletion (MAD)*", yang didefinisikan sebagai derajat kekeringan tanah yang masih diperbolehkan untuk menghasilkan produksi tanaman optimal (James, 1988).

Pada umumnya kebutuhan air irigasi pada musim kemarau diupayakan dapat dipenuhi oleh air tanah dan air permukaan. Pelaksanaannya memerlukan teknik irigasi yang efektif dan efisien, agar menguntungkan petani dan tidak memboroskan air. Dikenal empat alternatif teknik irigasi suplemen, yaitu (Schwab *et al.*, 1981; Arsyad, 2000) : 1) Pemberian air pada permukaan tanah (*surface irrigation*), 2) Pemberian air dibawah permukaan atau di dalam profil tanah (*subsurface irrigation*), 3) Penyiraman (*sprinkler irrigation*), 4) Pemberian air melalui lubang-lubang kecil sepanjang pipa langsung ke tanaman dengan laju aliran rendah (*Trickle irrigation/Drip irrigation*).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Alternatif lain untuk mengatasi kekurangan air adalah konservasi air (*water conservation*) dan peningkatan efisiensi penggunaan air, antara lain melalui pemulsaan (*mulching*), untuk meningkatkan kapasitas tanah menahan air (*water holding capacity*) dan mengurangi evaporasi. Cara ini diharapkan mampu memperpanjang batas kritis penurunan air tersedia pada satu siklus irigasi dan meningkatkan efisiensi penggunaan air. Krishnappa *et al.* (1999) mengemukakan bahwa perbaikan kondisi permukaan tanah untuk meningkatkan infiltrasi dan kapasitas memegang air merupakan keperluan paling mendasar di lahan kering. Konservasi kelembaban tanah *in situ* merupakan komponen vital dalam usahatani lahan kering, yang dapat dilakukan secara biologis, sistem konfigurasi lahan, cara pengelolaan tanah, mulsa, dan panen hujan. Pemulsaan sudah terbukti efektif dalam mempertahankan kelembaban tanah (Suwardjo, 1981; Sudirman dan Adimihardja, 1981; Noeralam, 2002; Tala'ohu *et al.*, 2003).

Teknologi irigasi suplemen jika diterapkan pada usahatani tanaman bernilai ekonomi tinggi pada skala ekonomi yang memadai akan mendukung pembangunan pertanian berkelanjutan (*sustainable*). Pertanian berkelanjutan merupakan suatu bentuk pengelolaan lahan yang dapat menjamin kelestarian sumberdaya lahan dan sekaligus dapat memenuhi kebutuhan ekonomi secara layak dan terus menerus serta penerapan agroteknologi yang sesuai dengan sosial budaya masyarakat (Sinukaban, 2007). Hal tersebut dapat dioperasionalkan melalui sistem pertanian konservasi (*Conservation Farming System*) yang mempunyai ciri: produksi dan pendapatan tinggi, dapat diterapkan oleh petani, komoditas sesuai dengan agroekosistem setempat dan laku di pasar, tidak merusak sumberdaya alam, dan sistem penguasaan lahan yang aman.

Aspek non teknis yang perlu diperhatikan adalah pendapatan petani, yang seharusnya mampu memenuhi kebutuhan hidup layak (KHL), yaitu sebesar 2,5 kali kebutuhan fisik minimum (KFM) (Sinukaban, 2007), dimana nilai KFM setara dengan 320 kg beras/orang/tahun (Sajogyo, 1977). Tambahan pendapatan sebesar 150 % dari KFM diperlukan untuk memenuhi kebutuhan pangan, pakaian, perumahan dan kesehatan (50 %), pendidikan (50 %), serta rekreasi, kegiatan sosial dan tabungan (50 %).

Berdasarkan hal tersebut diatas maka kerangka pemikiran dalam penelitian disajikan pada Gambar 1.



Tujuan Penelitian

1. Menentukan batas penurunan kapasitas air tersedia yang masih menghasilkan produksi optimal (MAD-level) untuk penetapan pemberian air irigasi suplemen (jadwal, volume dan frekuensi) agar tercapai efisiensi penggunaan air yang optimal pada tanah *Typic Kanhapludult* Lampung.
2. Mengkaji berbagai teknik irigasi yang menghasilkan efisiensi penggunaan air yang optimal.
3. Menganalisis pengaruh mulsa jerami terhadap efisiensi penggunaan air pada berbagai teknik irigasi.
4. Mengkaji kelayakan finansial berbagai teknik irigasi dan menentukan skala usahatani yang memenuhi standar hidup layak (KHL) serta persepsi petani terhadap teknik irigasi.

Hipotesis

Level MAD berpengaruh terhadap efisiensi penggunaan air pada tanah *Typic Kanhapludult* Lampung.

Teknik irigasi yang berbeda mempunyai tingkat efisiensi penggunaan air yang berbeda pada tanah *Typic Kanhapludult* Lampung.

Penggunaan mulsa jerami pada berbagai teknik irigasi dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air pada tanah *Typic Kanhapludult* Lampung.

4. Usahatani dengan teknik irigasi yang berbeda memberikan tingkat kelayakan finansial dan skala usahatani yang memenuhi standar kebutuhan hidup layak (KHL) yang berbeda pada tanah *Typic Kanhapludult* Lampung.

Kegunaan Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi :

Bahan pertimbangan dan masukan bagi pemerintah, peneliti, penyuluh dan petani dalam perencanaan dan pengembangan inovasi teknologi irigasi suplemen yang efisien di lahan kering dengan agroekosistem serupa.

Sumber informasi bagi pembuat kebijakan terutama yang berkaitan dengan efisiensi irigasi di lahan kering .

Pengembangan ilmu pengetahuan, terutama yang berkaitan dengan konsep efisiensi penggunaan air di lahan kering

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini mencakup :

1. Penentuan MAD-level untuk penetapan pemberian air irigasi suplemen (jadwal, volume dan frekuensi) agar tercapai efisiensi penggunaan air yang optimal pada tanah *Typic Kanhapludult* Lampung.
2. Pemilihan teknik irigasi dan dosis mulsa jerami yang optimal.
3. Analisis finansial usahatani cabai menggunakan berbagai teknik irigasi.
4. Penentuan skala usahatani penggunaan berbagai teknik irigasi pada tanaman cabai yang memenuhi standar kebutuhan hidup layak (KHL).

Novelty (Kebaharuan)

Novelty atau kebaruan dari hasil penelitian ini adalah ditemukannya batas wah kadar air tanah yang efektif dan efisien sebagai pedoman untuk menentukan waktu, jumlah dan frekuensi/interval pemberian air irigasi/penyiraman untuk tanaman *cash crops* komersial.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

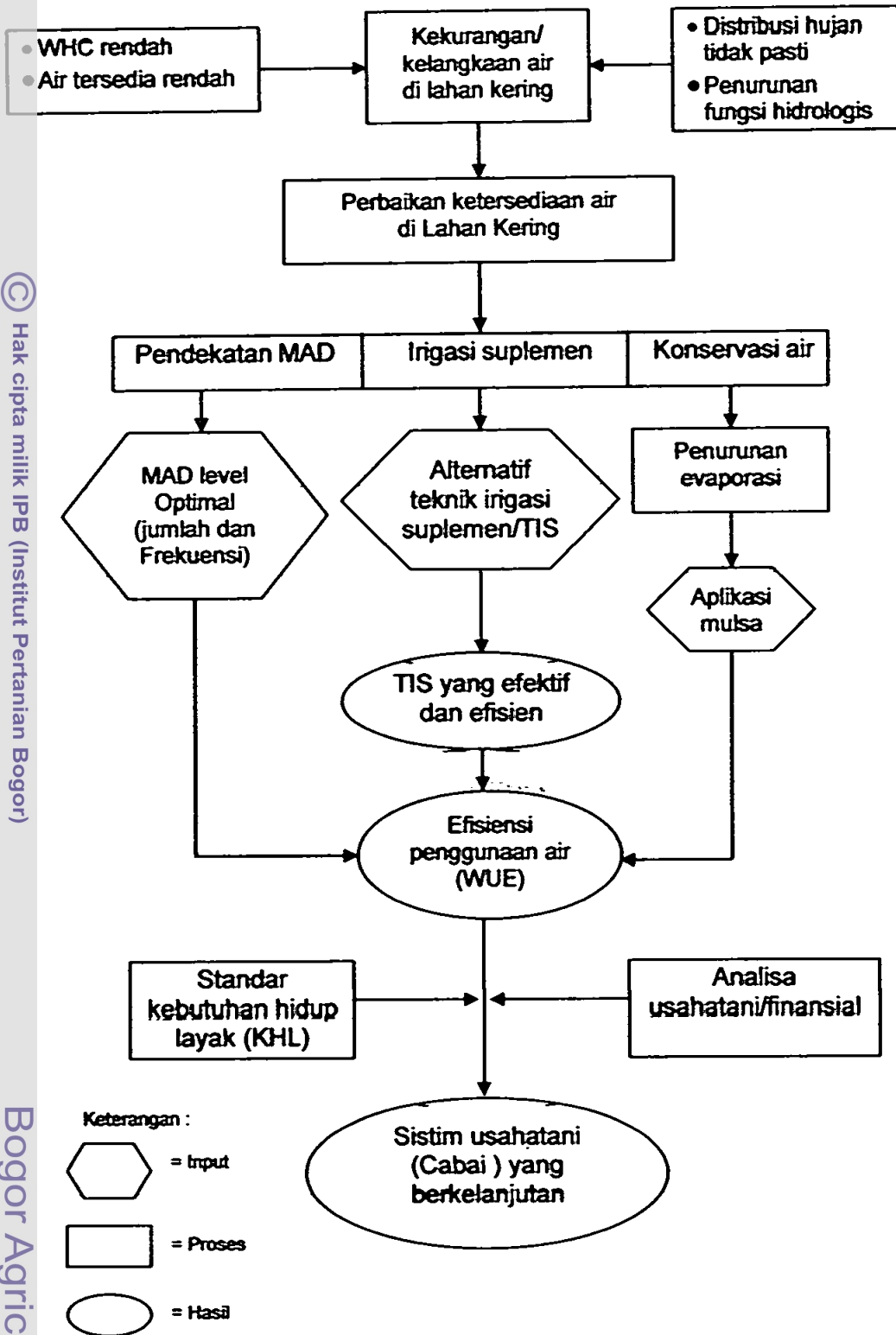
Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Gambar 1. Kerangka pemikiran penelitian

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

TINJAUAN PUSTAKA

Potensi Sumberdaya Air untuk Irigasi di Lahan kering

Air Hujan

Curah hujan merupakan komponen hidrologi yang penting, karena merupakan salah satu sumber air langsung ke areal pertanian di samping irigasi. Dalam sistem neraca air, curah hujan merupakan parameter yang dapat meningkatkan kandungan lengas tanah. Air hujan yang jatuh pada suatu areal, merupakan salah satu sumberdaya air yang dapat digunakan untuk irigasi. Volume total curah hujan efektif yang mengalir sebagai aliran permukaan dalam suatu areal dapat dihitung dengan persamaan :

$$\text{Volume total} = \text{curah hujan} \times \text{koefisien aliran permukaan} \times \text{luas areal}$$

Distribusi curah hujan yang tidak merata menyebabkan terjadinya kekeringan atau defisit air atau surplus pada bulan-bulan tertentu. Berdasarkan analisis neraca air (Suharsono *et al.*, 1996), periode air tidak tersedia (defisit) pada areal yang bercurah hujan agak rendah di Sumatera terjadi selama 3-4 bulan (Agustus – November), di Kalimantan terjadi 3-4 bulan (Juli – Oktober) dan di Sulawesi sangat beragam, yaitu 3 – 6 bulan. Sedangkan hasil analisis neraca air (Subagyono, 2004) di KP Tamanbogo, Lampung Timur pada umumnya terjadi defisit air pada bulan Mei – Oktober dan surplus pada bulan November – April.

Air Permukaan (*surface water*)

Air yang berpotensi dapat digunakan atau ditampung adalah air yang berasal dari aliran permukaan (run-off). Volume aliran permukaan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Irianto dan Surmaini, 2002):

$$\text{Volume aliran permukaan} = \text{tinggi muka air} \times \text{luas reservoir} \times \text{waktu}$$

Air permukaan adalah air yang berada di permukaan tanah seperti sungai, embung, check dam, dan waduk. Air permukaan sudah lazim digunakan terutama untuk lahan sawah. Air permukaan yang berpotensi digunakan untuk sumber air irigasi di lahan kering biasanya yang berada di embung dan chek dam.

Embung merupakan kolam yang bentuknya mendekati segi empat untuk menampung air hujan dan air limpasan dan atau air rembesan di lahan sawah pada lahan hujan yang berdrainase baik (Syamsiah *et al.*, 1994). Embung dapat dibedakan menjadi embung permanen dan tidak permanen. Embung permanen adalah embung yang dibuat sekali saja dan tetap digunakan untuk mengairi

tanaman sepanjang tahun/musim dan menjelang musim hujan biasanya diadakan pengerukan. Embung tidak permanen adalah embung yang dibuat pada saat menjelang musim kemarau (padi walik jerami), digunakan untuk mengairi palawija pada musim kemarau dan pada musim hujan (gogorancah) ditutup lagi (Wardana *et al.*, 1991).

Keuntungan dalam penerapan embung adalah (a) menyimpan air yang berlimpah di MH, sehingga aliran permukaan, erosi dan bahaya banjir di daerah tersebut dapat dikurangi serta memanfaatkan air di musim kemarau; (b) dapat menunjang pengembangan usaha tani di lahan kering khususnya sub-sektor tanaman pangan, perikanan dan peternakan; (c) menampung tanah tererosi sehingga memperkecil sedimentasi ke sungai; dan (d) setelah beberapa lama dapat dibuat sumur dekat embung untuk memenuhi keperluan rumah tangga (Yamsiah *et al.*, 1994; Tala'ohu, 1998).

Mazwar *et al.* (1995) melaporkan bahwa embung yang sumber airnya berasal dari mata air yang berada di atasnya, di Dusun Sunggingan, Desa Umbutreja, Kecamatan Ponjong, Kabupaten Gunungkidul, berukuran (12 m x 5 m x 3 m) m³, tidak mengalami penurunan volume yang banyak, walaupun setiap tahunnya dimanfaatkan oleh petani sebanyak ± 4 m³ selama MK (Mei – September 1994). Setelah MK berlangsung selama 5 bulan, terjadi penurunan 24,6 m³.

Air Tanah (*groundwater*)

Pemanfaatan air tanah sebagai sumber irigasi merupakan salah satu alternatif pada lahan kering yang langka air permukaan. Air tanah untuk irigasi adalah air yang diambil dari dalam tanah pada kedalaman tertentu dengan menggunakan pompa isap untuk keperluan irigasi. Air tanah dalam (*deep groundwater*) di beberapa tempat tidak digunakan sebagai air irigasi terutama untuk mengairi sawah seperti di Karanganyar, Surakarta. Air tanah yang menggunakan sebagai air irigasi lahan kering dijumpai di Lampung Tengah (Soelaeman *et al.*, 2001b).

Penggunaan air tanah dalam di Desa Fajar Asri, Gayan Sakti, dan Sumber Agung, Kabupaten Lampung Tengah belum memberikan kontribusi yang nyata dalam meningkatkan pendapatan petani (Soelaeman *et al.*, 2001b). Hal ini disebabkan oleh biaya operasional yang tinggi, tetapi hasil tanamannya rendah. Tanaman yang diusahakan di daerah tersebut adalah jagung dan ubi kayu. Tanaman hortikultura semusim seperti cabai belum berhasil diusahakan. Petani



masih dihadapkan pada kendala teknik budidaya tanaman hortikultura semusim, disamping kendala ekonomi seperti keterbatasan modal untuk biaya operasi pompa air.

Pemanfaatan irigasi pada lahan kering dapat meningkatkan indeks pertanaman menjadi 300% (Sutono *et al.*, 2001). Pemanfaatan air permukaan yang berasal dari waduk buatan dan embung mempunyai resiko bahwa air akan habis sebelum tanaman berproduksi terutama pada musim tanam ketiga yang bertai dengan kemarau panjang.

Hubungan Tanah-Air-Tanaman

Kebutuhan Air Tanaman (*Crop Water Requirements*)

Kebutuhan air tanaman adalah jumlah air yang digunakan untuk memenuhi evapotranspirasi tanaman agar dapat tumbuh normal. Atau dengan kata lain merupakan air irigasi yang diperlukan untuk memenuhi evapotranspirasi dikurangi curah hujan efektif (Dastane, 1974). Evapotranspirasi tanaman merupakan kebutuhan air tanaman yang dibatasi sebagai kedalaman air yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman yang optimal dalam keadaan bebas penyakit, tumbuh tanpa stagnasi dari kadar air tanah dan kesuburan serta lingkungan sekitarnya. Besarnya evapotranspirasi tanaman dipengaruhi oleh faktor iklim, jenis tanaman, dan fase pertumbuhan tanaman. Kondisi areal pertanaman seperti jenis dan sifat tanah, keadaan topografi dan luas areal pertanaman juga mempengaruhi kebutuhan air tanaman (Doorenbos dan Pruitt, 1977). Arsyad (2000) mendefinisikan evapotranspirasi (pemakaian air konsumtif) sebagai jumlah air pada suatu areal bertanaman yang dipergunakan untuk transpirasi, diuapkan dari tanah dan permukaan air serta yang diintersepsi oleh tanaman, dapat dinyatakan dalam volume air persatuan luas seperti meter kubik per hektar atau dalam tinggi air seperti milimeter.

Evapotranspirasi potensial adalah besarnya evapotranspirasi yang dapat terjadi dengan kondisi air tersedia cukup untuk pertumbuhan tanaman. Menurut Doorenbos dan Pruitt (1977), evaporasi potensial dapat diduga melalui pendekatan terhadap faktor-faktor iklim dan karakteristik tanaman. Pendugaan ini dituliskan dengan persamaan :

$$ET_p = ET_o * kc \quad (1)$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor) Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



dimana : ET_p = evapotranspirasi maksimum (mm/hari)

ET_o = evapotranspirasi tanaman acuan (mm/hari)

k_c = koefisien tanaman

Koefisien tanaman (k_c) merupakan karakteristik tanaman yang mempengaruhi besar evapotranspirasi tanaman. Nilai k_c bervariasi tergantung dari jenis dan tahap pertumbuhan tanaman. Nilai k_c masing-masing tahap pertumbuhan dari beberapa jenis tanaman menurut Doorenbos dan Kasam (1979) dapat dilihat pada Tabel 1.

Dalam menduga besarnya evapotranspirasi tanaman, beberapa tahapan yang harus dilakukan yaitu menduga evapotranspirasi acuan dengan menggunakan salah satu metoda pendugaan. Pemilihan metode dilakukan berdasarkan data iklim yang tersedia dan ketetapan tanaman sesuai dengan jenis dan tingkat pertumbuhan tanaman. Evapotranspirasi tanaman acuan (*reference crop evapotranspiration*) atau ET_o , didefinisikan sebagai laju evapotranspirasi input hijau (*green crop*) dengan tinggi seragam antara 8 – 15 cm, tumbuh secara rapat menutup tanah dengan sempurna pada kondisi tidak kekurangan air (Doorenbos dan Pruitt, 1977). Besarnya avapotranspirasi acuan dapat ditentukan dengan cara menduga melalui suatu metode empiris antara lain : Metode Paney-Criddle, Metode Radiasi, metode Penman, Metode Panci Evaporasi.

Salah satu metode pendugaan evapotranspirasi acuan yaitu metode Radiasi dengan rumus dsebagai berikut :

$$ET_o = c (w R_s) \quad (2)$$

dimana :

- c = faktor penyesuaian yang besarnya tergantung dari kelembaban dan kecepatan angin
- w = *weighing factor* yang besarnya tergantung dari suhu udara dan geografis
- R_s = radiasi matahari yang besarnya setara dengan evaporasi

Nilai R_s dinyatakan dengan persamaan :

$$R_s = (0,25 + 0,50 n/N) R_a \quad (3)$$

dimana :

- N = perbandingan lama penyinaran matahari sebenarnya/aktual (mm/hari) (n) dan lama penyinaran matahari maksimum (jam/hari) (N)
- R_a = radiasi ekstra terestrial (mm/hari)

Tabel 1 Nilai Kc untuk berbagai tahap pertumbuhan beberapa jenis tanaman

Tanaman	Tahap Pertumbuhan Tanaman					Total Periode Tumbuh
	Awal Pertumbuhan	Vegetatif	Pembungaan	Pembentukan Hasil	Pematangan	
Pisang						
Tropical	0,40-0,50	0,70-0,85	1,00-1,10	0,90-1,00	0,75-0,85	0,70-0,80
Subtropical	0,50-0,65	0,80-0,90	1,00-1,20	1,00-1,15	1,00-1,15	0,85-0,95
Buncis						
Segar	0,30-0,40	0,65-0,75	0,95-1,05	0,90-0,95	0,85-0,95	0,85-0,90
Kering	0,30-0,40	0,70-0,80	1,05-1,02	0,65-0,75	0,25-0,30	0,70-0,80
Kubis	0,40-0,50	0,70-0,80	0,95-1,10	0,90-1,00	0,80-0,95	0,70-0,80
Kapas	0,40-0,50	0,70-0,80	1,05-1,25	0,80-0,90	0,65-0,70	0,80-0,90
Anggur	0,35-0,55	0,60-0,80	0,70-0,90	0,60-0,80	0,55-0,70	0,55-0,75
ac. tanah	0,40-0,50	0,70-0,80	0,95-1,10	0,75-0,85	0,55-0,60	0,75-0,80
agung						
anis	0,30-0,50	0,70-0,90	1,05-1,20	1,00-1,15	0,95-1,10	0,80-0,95
apan	0,30-0,50	0,70-0,85	1,05-1,20	0,80-0,95	0,55-0,60	0,75-0,90
awang						
ering	0,40-0,60	0,70-0,80	0,95-1,10	0,85-0,90	0,75-0,85	0,80-0,90
egar	0,40-0,60	0,60-0,75	0,95-1,05	0,95-1,05	0,95-1,05	0,65-0,80
ebai	0,30-0,40	0,60-0,75	0,95-1,10	0,85-1,00	0,80-0,90	0,70-0,80
entang	0,40-0,50	0,70-0,80	1,05-1,20	0,85-0,95	0,70-0,75	0,75-0,90
adi	1,10-1,15	1,10-1,50	1,10-1,30	0,95-1,05	0,95-1,05	1,05-1,20
amat	0,40-0,50	0,70-0,80	1,05-1,25	0,80-0,95	0,60-0,65	0,75-0,90
orghum	0,30-0,40	0,70-0,75	1,00-1,15	0,75-0,80	0,50-0,55	0,75-0,85
ugarbeet	0,40-0,50	0,75-0,85	1,05-1,20	0,90-1,00	0,60-0,70	0,80-0,90
ebu	0,40-0,50	0,70-1,00	1,00-1,30	0,75-0,80	0,50-0,60	0,85-1,05
embakau	0,30-0,40	0,70-0,80	1,00-1,20	0,90-1,00	0,75-0,85	0,85-0,95
edelai	0,30-0,40	0,70-0,80	1,00-1,15	0,70-0,80	0,40-0,50	0,75-0,90
emangka	0,40-0,50	0,70-0,80	0,95-1,05	0,80-0,90	0,65-0,75	0,75-0,85

Sumber : Doorenbos dan Kassam (1979)

Pengambilan (uptake) Air Tanah oleh Tanaman

Untuk tumbuh dengan baik, tanaman harus mencapai penggunaan air yang sukses secara ekonomi, artinya permintaan (*demand*) harus seimbang dengan penerimaan (*supply*). Masalahnya evaporasi berlangsung hampir kontinu, sementara hujan terjadi kadang-kadang dan sering tidak teratur. Agar supaya tetap hidup pada saat periode kering diantara hujan, tanaman harus siap menggunakan air yang berada dalam pori-pori tanah (Hillel, 1971). Kecepatan pengambilan air dari tanah oleh tanaman tergantung, kepadatan akar (panjang akar efektif per satuan volume tanah), konduktivitas tanah, dan perbedaan rata-rata hisapan air tanah dan hisapan akar (Hillel, 1971; Hasegawa dan Sasubuchi, 1993). Mekanisme pengambilan air tanah meliputi (Hasegawa dan Sasubuchi, 1993): 1) Gaya-gaya yang mendorong pengambilan air tanah yaitu potensial total air dalam tanah (ϕ_{soil}) yang terdiri dari potensial matrik (ϕ_m), potensial osmotik (ϕ_o) dan potensial gravitasi (ϕ_g) serta potensial total air dalam tanaman (ϕ_{plant}) yang terdiri dari potensial matrik, potensial osmotik dan potensial tekanan (ϕ_p); (2) Resistensi hidraulik. Kecepatan pengambilan air (*water uptake*) oleh beberapa jenis tanaman disajikan pada Tabel 2, sedangkan konsumsi relatif

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Institut Pertanian Bogor (IPB) / Hake cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor) / Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

air dan kepadatan akar relatif pada kedalaman yang berbeda pada Tabel 3 serta hubungan kepadatan akar dan pengambilan air oleh tanaman pada Tabel 4.

Tabel 2 Kecepatan pengambilan air oleh beberapa tanaman

Jenis tanaman	Kecepatan pengambilan air (cm ³ /cm/hari)	Keterangan
Kapas	0,4 x 10 ⁻²	maksimum
	0,1 – 0,7	
Jagung	2,0	maksimum
	3,0	
Kedelai	0,3 – 24,3	maksimum
	2,0	
	2,5 – 20,0	
Sorgum	0,1 – 0,4	maksimum
	4,6	
	1,0	
	0,3 – 0,9	
	0,3 – 0,4	

Sumber : Hasegawa dan Kasubuchi (1993)

Tabel 3 Konsumsi air relatif dan kepadatan akar relatif pada kedalaman tanah yang berbeda

Kedalaman tanah (cm)	Konsumsi air relatif (%)		Kepadatan panjang akar relatif (%)
	22 – 28 Maret	28 Maret – 4 April	
0 – 20	43	18	70
20 – 40	27	34	15
40 – 60	21	29	12
60 - 80	10	19	3

Sumber : Hasegawa dan Yoshida (1982 dalam Hasegawa dan Kasubuchi, 1993)

Tabel 4 Kepadatan akar dan pengambilan air oleh tanaman di lapang

Kedalaman tanah (cm)	Kepadatan panjang akar (cm/cm ³)	Kecepatan pengambilan air (cm ³ /cm/hari)
0 – 10	11,22	0,45 x 10 ⁻²
10 – 20	5,20	0,52 x 10 ⁻²
20 – 30	1,87	1,05 x 10 ⁻²
30 – 40	1,62	2,42 x 10 ⁻²
40 – 50	1,62	2,00 x 10 ⁻²
50 – 60	1,21	0,93 x 10 ⁻²
60 – 70	0,63	1,48 x 10 ⁻²
70 – 80	0,23	2,87 x 10 ⁻²

Sumber : Hasegawa (1981 dalam Hasegawa dan Kasubuchi , 1993)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Aliran Air ke Akar Tanaman

Air harus bergerak dan menempuh jarak tertentu sebelum sampai ke dekat zona perakaran. Jarak ini bisa beberapa milimeter atau bahkan sentimeter tergantung kerapatan akar dan sifat air-tanah. Agar menjadi tersedia bagi tanaman, air tanah tidak hanya harus mempunyai hisapan yang lebih rendah dari hisapan akar, tetapi juga harus bergerak melalui dan kedalam akar pada kecepatan yang cukup untuk mengkompensasi kehilangan air yang konstan ke atmosfer melalui proses transpirasi. Pergerakan air ini harus mengikuti hukum umum aliran air pada zone tidak jenuh. Dengan asumsi bahwa akar tipikal dapat direpresentasikan dengan bentuk yang panjang, silinder sempit dengan radius yang konstan dan menyerap, dan pergerakan air tanah ke dalam akar adalah radial, maka persamaan pergerakan air tersebut adalah (Hillel, 1971):

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = - \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r D \frac{\partial \theta}{\partial r} \right) \quad (4)$$

di mana θ adalah kadar air volumetrik, D adalah difusivity, t waktu dan r jarak radial dari aksis ke akar.

Persamaan tersebut bertujuan untuk dapat memahami tentang variasi kadar air menurut jarak radial dari akar yang menyerap air, dan tentang kecepatan penurunan (*depletion*) dari kadar air tanah dalam zone perakaran yang dipengaruhi oleh akar (Marshall *et al.*, 1988).

Neraca Air di Zona Perakaran

Air yang berada dalam tanah ditahan oleh gaya yang disebut dengan kapasitas menahan air yang besarnya sama dengan gaya yang diperlukan untuk memisahkan air dari tanah dan pada umumnya dinyatakan dengan kurva pF, di mana kurva pF adalah logaritma dari tekanan tinggi kolom air. Kemampuan tanah menyimpan air (*water holding capacity*) menentukan jumlah air tanah tersedia untuk pertumbuhan tanaman. Pengetahuan tentang ini sangat berguna untuk menentukan jumlah dan waktu pemberian air irigasi, sehingga dapat dicapai efisiensi irigasi yang tinggi. Kemampuan tanah menyimpan air sangat dipengaruhi oleh tekstur tanah yang bersangkutan. Semakin halus tekstur tanah semakin

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



tinggi kemampuan tanah menahan air. Tabel 5 dibawah ini menyajikan beberapa kisaran nilai dari kemampuan tanah menyimpan air untuk berbagai tekstur tanah.

Tabel 5 Kemampuan Tanah Menyimpan Air untuk berbagai Tekstur Tanah.

Tekstur tanah	Kemampuan menyimpan (mm/m kedalaman tanah)
Tekstur sangat kasar – pasir sangat kasar	33 - 62
Tekstur kasar – pasir kasar, pasir halus dan pasir berlempung	62 – 104
Tekstur agak kasar – lempung berpasir dan lempung berpasir halus	104 – 145
Tekstur sedang – lempung berpasir sangat halus, lempung dan lempung berpasir halus	125 – 191
Tekstur agak halus – lempung berliat, lempung, liat berdebu dan lempung liat berpasir	145 – 208
Tekstur halus – liat berpasir, liat berdebu dan liat	133 – 208
Tanah gambut dan serasah	166 - 250

Sumber : Keller dan Bliesner (1990)

Kandungan air tanah antara kapasitas lapang dan titik layu permanen adalah total air tanah tersedia atau TAW (*Total Available Water*). Titik kritis adalah batas minimum air tersedia yang dipertahankan agar tidak habis mengering/kosong (dihisap oleh tanaman) hingga mencapai titik layu permanen. Kandungan air antara kapasitas lapang dan titik kritis dinamakan air tanah segera tersedia atau RAW (*Readily Available Water*).

Kapasitas air tanah tersedia di daerah perakaran dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut (Karmeli *et al*, 1985):

$$TAW = ((FC-WP)/100) \times RZ \quad (5)$$

dimana TAW = total air tersedia (mm), FC = Kadar air pada kapasitas lapang (% volume), WP = kadar air pada titik layu permanen, RZ = kedalaman perakaran efektif (mm).

Pada tanaman, kedalaman perakaran efektif tergantung pada perkembangan akar tanaman dan kondisi tanah. Apabila bagian atas daerah tanaman dipertahankan tetap lembab, kebanyakan air yang dibutuhkan oleh tanaman akan diambil dari tanah dekat permukaan. Suatu tanaman yang menyerap air sampai suatu kedalaman 100 cm akan mengambil 4 kali lebih

banyak air dari kedalaman 25 cm dari permukaan dari pada kedalaman tanah 25 cm yang ke 4 (Hansen *et al.*, 1992). Pemberian air irigasi yang normal di daerah tandus pada umumnya menghasilkan pola penyerapan rata-rata seperti terlihat pada Gambar 2.

		Penyerapan air tanah
Kedalaman (cm)	0	40 %
	25	30 %
	50	20 %
	75	10 %
	100	

Gambar 2. Penyerapan air tanah rata-rata oleh akar tanaman dengan pemberian irigasi di daerah kering (Hansen *et al.*, 1992)

Telah diketahui bahwa kesetimbangan air di dalam tanah dipengaruhi oleh perubahan tanaman. Input air ke zona perakaran terdiri dari 2 faktor yaitu presipitasi (P) dan aliran kapiler/fluks air tanah ke zona perakaran (UF). Out put air dari zona perakaran tersusun oleh 3 faktor yaitu aliran permukaan (SR), evapotranspirasi (ET), yang merupakan jumlah dari evaporasi dari permukaan tanah (EV) dan transpirasi dari daun tanaman (TR) ; serta drainase dalam (DD). Hubungannya diekspresikan dalam persamaan keseimbangan air sebagai berikut (Hasegawa dan Kasubuchi, 1993; Ward *et al.*, 2001 dalam Cox dan Pitman, 2002)

$$\Delta S = (P - SR) - ET + UF - DD \tag{6}$$

dimana ΔS penyimpanan air tanah yang sama dengan perubahan jumlah air tanah pada zona perakaran.

Allen *et al.* (1998) mengembangkan metode neraca air tanah di zona perakaran untuk menghitung evapotranspirasi dengan menghitung aliran air yang datang dan keluar zona perakaran tanaman. Persamaan evapotranspirasi tersebut adalah sebagai berikut :

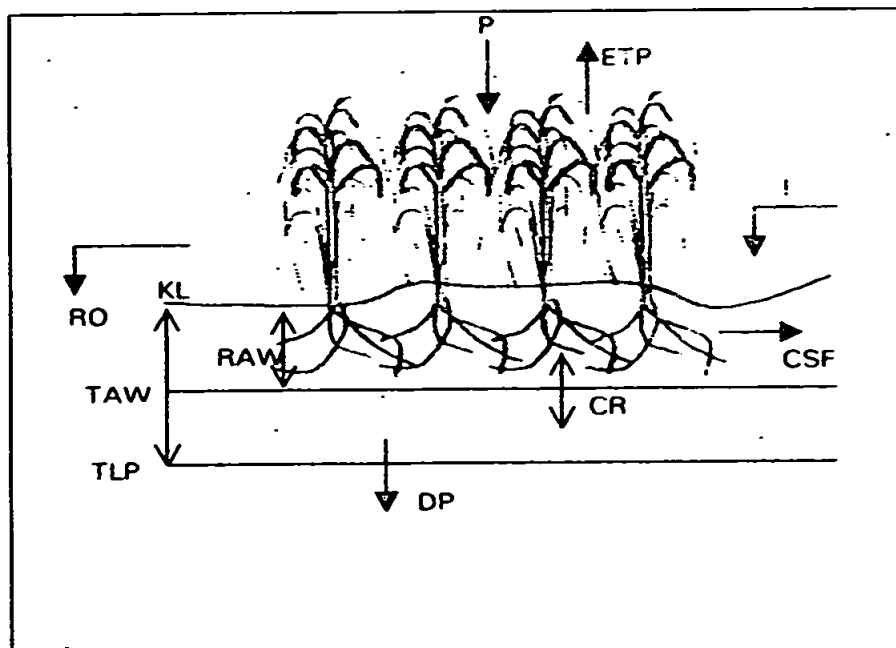
$$ETP = I + P - RO - DP + CR + \Delta SF \tag{7}$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor) Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Irigasi (I) dan curah hujan (P) merupakan air yang masuk ke zona perakaran. Sebagian I dan P tersebut akan hilang melalui aliran permukaan (RO) dan perkolasi (DP) yang secara bertahap akan kembali mengisi *water table*. Sebagian air tersebut akan bergerak ke atas dengan gaya kapilaritas (CR), bahkan ditransfer secara horizontal melalui aliran air di bawah permukaan tanah (ΔSF). Evaporasi tanah dan tanaman akan mengurangi air di zona perakaran. Gambaran neraca air tanah dan tanaman di zone perakaran disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Neraca air tanah dan tanaman di zona perakaran

Management Allowable Depletion (MAD)

Adanya proses yang bervariasi seperti evaporasi, drainase, perkolasi, aliran samping, pengambilan air oleh tanaman, air mengalami deplesi keluar dari pori tanah ke lingkungan, sementara tanaman membutuhkan air secara kontinyu agar tumbuh dan untuk transpirasi. Jumlah air maksimum yang dapat ditahan oleh tanah, setelah drainase disebut kapasitas lapang. Ketika air mengalami deplesi, kelembaban tanah mulai menurun. Tanah akan kekeringan jika tidak ada air masuk ke permukaan (seperti hujan, irigasi, banjir dan lain-lain). Pada level tertentu dari kelembaban tanah, tanaman mulai menurun pertumbuhannya dan bahkan produksinya. Untuk mengatasi hal tersebut, kadar air tanah hanya boleh turun sampai batas tertentu dimana tanaman masih dapat tumbuh optimum.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang memurnikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Menurut James (1988), derajat kekeringan tanah yang diperbolehkan dan masih dapat memberikan produksi optimum dinamakan *management allowable depletion (MAD)*.

Level MAD berdasarkan kepada derajat dimana kelembaban tanah boleh menurun sampai sejumlah tertentu dimana tanaman masih dapat mencapai pertumbuhan dan produksi yang baik. Hal tersebut merupakan batas kritis dimana pada level tersebut irigasi harus diberikan ke tanah. Dengan memperhatikan kedalaman perakaran dan jumlah air irigasi dihitung.

Kapasitas air tersedia (*available water capacity*) perlu ditetapkan untuk menghitung jumlah air yang dapat diberikan agar irigasi sesuai dengan kebutuhan tanaman. Selama ini kadar air sebesar 50% air tersedia dijadikan dasar umum untuk memberikan air irigasi untuk tanaman. Prinsip dasar ini tidak tepat untuk diterapkan pada tanah-tanah liat yang memiliki sifat mengembang dan mengerut dan tanah-tanah pasir (Withers and Vipond, 1974). Hal ini karena tanah liat mampu menahan air lebih kuat dan meloloskan air dalam jumlah yang jauh lebih sedikit dari 50% air tersedia, sedangkan tanah-tanah pasir mampu meloloskan air sebesar 80% air tersedia. Faktor lain yang juga dikesampingkan dalam pemberian irigasi adalah bahwa akar tanaman selalu tumbuh dan berkembang di dalam tanah dengan distribusi yang dinamis selama pertumbuhan tanaman, juga harus dipertimbangkan dalam menentukan jumlah air irigasi (*irrigation depth*).

Untuk menghitung jumlah air yang harus ditambahkan ke zona perakaran, rumus ini dapat digunakan :

$$W = \frac{\theta_{fc} - \theta_o}{100} D \quad (8)$$

dimana W = jumlah air yang harus ditambahkan (mm), θ_{fc} dan θ_o adalah kadar air tanah (% volume) masing-masing pada kapasitas lapang dan level MAD, D adalah kedalaman perakaran (mm). Irigasi diberikan pada saat level MAD yang terkecil tercapai sampai mencapai kapasitas lapang.

Panda dan Behera (2003) melaporkan bahwa untuk tanaman gandum, tanaman mengekstrak air pada kedalaman 0 – 45 cm dan nilai WUE tertinggi tercapai pada irigasi yang diberikan pada saat kondisi kelembaban tanah setara dengan 45 % dari air tersedia (MAD = 45 % air tersedia). Selanjutnya direkomendasikan bahwa tanaman jangan sampai mengekstrak air pada MAD



yang > 45 % penurunannya bahkan selama periode non kritis pertumbuhan tanaman gandum.

Pengelolaan Kelembaban Tanah di Zona Perakaran

Strategi konservasi air merupakan upaya peningkatan cadangan air di zona perakaran tanaman yang dapat dilakukan melalui melalui pengendalian aliran permukaan dan peningkatan infiltrasi, pemanenan air, mengurangi evaporasi dari tanah dengan mulsa (Gupta and Rajput, 1999). Secara teknis, konservasi air dapat dilakukan melalui pengendalian evaporasi, transpirasi, dan aliran permukaan (Arsyad, 2000). Salah satu aspek yang sering dilupakan dalam konservasi air adalah pengendalian evaporasi (Nicholaichuk *et al.*, 1978 dalam Beralam, 2002). Menurut Scholes *et al.* (1994), pemberian bahan organik pada permukaan tanah dapat meningkatkan infiltrasi dan menurunkan evaporasi dari permukaan tanah. Pemberian pupuk kandang 20 ton/ha dapat meningkatkan air tersedia 7,35 – 43,60 % (Tala'ohu *et al.*, 1989). Selain itu bahan organik mampu menyerap cairan sebanyak 200 % dari berat keringnya (Scholes *et al.*, 1994). Bahan organik dalam tanah dapat meningkatkan kemampuan tanah menahan air melalui pengikatan molekul-molekul air lewat gugus-gugus fungsionalnya dan pengisian pori-pori mikro tanah akibat agregasi yang lebih baik (Stevenson, 1982). Hal ini telah dibuktikan pada berbagai penelitian bahwa tanah-tanah dengan kandungan bahan organik yang lebih tinggi akan memiliki kemampuan memegang air yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanah-tanah yang kandungan bahan organiknya lebih rendah (Sukmana *et al.*, 1986; Erfandi *et al.*, 1993).

Kemampuan tanah menahan air dapat bervariasi antara satu tempat dengan tempat lainnya, yang salah satunya disebabkan oleh kandungan bahan organik yang berbeda. Demikian juga pemberian bahan organik ke dalam tanah untuk peningkatan kemampuan menahan air sangat ditentukan oleh takaran dan macam bahan organik yang diaplikasikan. Dari hasil penelitiannya di Kali Gesik, Jateng pada tanah berskeletal vulkanik, Sukmana *et al.* (1986) melaporkan bahwa tanah yang diberi bahan organik dari opo-opo (Jawa)/hahapaan (Sunda) (*Flemingia strobilata*) mampu menahan air hingga 5–6% lebih tinggi (dibandingkan dengan kondisi tanah sebelum penanaman) setelah 14 tahun penanaman legum tersebut. Sementara vegetasi alami hanya mampu meningkatkan kandungan air tanah 2% dari kondisi tanah tanpa vegetasi. Dari hasil penelitiannya di Kuamang Gunung-Jambi dan Ketahun-Bengkulu, Erfandi *et al.* (1993) melaporkan bahwa

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak Cipta Milik IPB (Institut Pertanian Bogor) Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

hijauan mukuna mampu meningkatkan kadar air tersedia (kemampuan menahan air), dan umumnya makin lama umur mukuna, makin besar kontribusinya dalam menahan air (Tabel 6).

Tabel 6 Pengaruh hijauan mucuna terhadap kemampuan tanah menahan air (air tersedia)

Perlakuan	Air tersedia (% vol)
Kuamang Kuning- Jambi (1991/1992)	
Sebelum ditanam mukuna	10,5
Setelah ditanam mukuna	11,2
Kalahun-Bengkulu (1990/1991)	
Kontrol	6,1
1 bulan setelah tanam	10,4
4 bulan setelah tanam	12,6
5,5 bulan setelah tanam	12,7

Sumber: Erfandi *et al.* (1993) dengan modifikasi

Pengelolaan kelembaban tanah pada zona perakaran dapat juga dilakukan dengan pemberian mulsa. Pemberian mulsa sebanyak 15 ton/ha sebagai sumber bahan organik tanah dapat meningkatkan kadar air tanah jauh lebih tinggi dibandingkan tanah yang tidak diberi mulsa (Dariah dan Rachman, 1989). Pada suatu percobaan lapang, Lal *et al.* (1980) membuktikan bahwa pemberian mulsa meningkatkan permeabilitas menjadi 3 – 4 kali lebih besar dibandingkan tanpa mulsa. Mulsa dapat menurunkan evaporasi, menurunkan suhu dan gradien kadar air dalam tanah serta menunjang aktivitas microbial di zona perakaran. Pengolahan tanah dangkal dengan mulsa pada permukaan tanah dapat mengkonservasi air terutama pada permukaan tanah (Gupta dan Rajput, 1999). Sharma dan Gupta (1990 dalam Gupta dan Rajput, 1999) aplikasi mulsa pada tanah hitam dapat menahan air 40 mm lebih besar dibandingkan tanpa mulsa pada 140 cm profil tanah tanpa tanaman. Efektivitas mulsa semakin meningkat dengan ketebalannya. Selanjutnya Hazare *et al.* (1973 dalam Gupta dan Rajput, 1999) melaporkan bahwa mulsa mengkonservasi 47 % lebih banyak dari kelembaban tanah dibandingkan tanpa mulsa pada lahan tadah hujan. Penggunaan sisa-sisa tanaman 6 ton/ha sebagai mulsa pada lahan dengan pemiringan 8 – 15 % dapat mengurangi erosi 80 –90 % dan mengurangi aliran permukaan 60 – 70 % (Swardjo, 1981). Pemberian mulsa dengan ketebalan pisan mulsa 100 g/m² dapat menyerap kurang dari 0,2 mm air hujan per kejadian hujan (Scholes *et al.*, 1994). Pemberian jerami gandum secara konvensional pada lahan bera dapat menurunkan evaporasi 15 % (Gardner, 1969 dalam Gardner, 1972).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Selain penggunaan mulsa secara konvensional dapat pula menggunakan mulsa vertikal. Mulsa vertikal adalah penggunaan bahan mulsa dengan cara ditempatkan pada parit-parit yang dirancang mengikuti kontur. Mulsa vertikal dapat menekan aliran permukaan 67 – 82 % dan mengurangi erosi 92 – 95 % dibanding mulsa konvensional (Brata, 1995a).

Alternatif Teknik Irigasi Suplemen untuk Pertanian di Lahan Kering

Secara umum irigasi didefinisikan sebagai pemberian air kepada tanah untuk memenuhi kebutuhan air bagi pertumbuhan tanaman (Hansen *et al.*, 1992; Arsyad, 2000). Pekerjaan irigasi meliputi penampungan dan pengambilan air dari sumbernya, pengambilan air melalui saluran atau pipa ke tanah, dan pembuangan kelebihan. Tujuan irigasi adalah memberikan tambahan air terhadap air hujan, dan memberikan air kepada tanaman dalam jumlah yang cukup dan pada waktu tertentu (Arsyad, 2000).

Irigasi tanaman secara teoritis diperlukan sebagai pelengkap (*complementary*) apabila curah hujan tidak mencukupi untuk mengkompensasikan hilangnya air tanaman yang disebabkan oleh evapotranspirasi. Irigasi suplemen bertujuan untuk memberikan air yang dibutuhkan tanaman pada waktu, volume dan interval yang tepat. Dengan menghitung neraca air tanah harian di zona perakaran, maka volume dan interval irigasi dapat direncanakan. Untuk meminimalkan peluang terjadinya cekaman air tanaman, maka irigasi sudah harus diberikan sebelum mencapai batas bawah air yang siap digunakan tanaman (*readily available water*). Untuk meminimalkan kehilangan air dalam bentuk aliran permukaan dan perkolasi, maka jumlah irigasi suplemen yang diberikan harus sama atau lebih kecil dari kapasitas tanah menyimpan air di zona perakaran (Camp *et al.*, 1996 dalam Irianto dan Sumaini, 2002).

Suatu sistem irigasi pada prinsipnya terdiri atas 3 sub-sistem jaringan irigasi yaitu (Kalsim, 2003) :

1. Sub-sistem pengembangan sumber air, antara lain sungai, danau, air tanah, mata air, dan rawa.
2. Sub-sistem penyaluran, yaitu jaringan saluran (saluran terbuka atau pipa) yang membawa air dari sumbernya menuju lahan yang akan diiriri.
3. Sub-sistem aplikasi irigasi, yaitu penerapan teknologi pemberian/aplikasi air ke lahan pertanian (petakan lahan).



Cara pemberian air irigasi dapat dibagi dalam 4 golongan, yaitu (Schwab et al., 1981; Arsyad, 2000) :

1. Pemberian air pada permukaan tanah, yang yang dapat dilakukan berupa (Roe, 1950 dalam Arsyad, 2000;) :
 - a. Penggenangan (*flooding*), yang dapat berbentuk : (1) Penggenangan bebas, (2) Penggenangan tepi (*border method*), (3) Penggenangan dengan memakai galengan (*check method*).
 - b. Pemberian air dalam selokan-selokan (*furrow irrigation*).
 - c. Pemberian air diantara baris tanaman (*currugation irrigation*).
 - d. Pemberian air pada bokoran tanaman pohonan (*basin method*).
2. Pemberian air dibawah permukaan atau di dalam profil tanah (*subsurface irrigation*). Air diberikan melalui semacam pipa-pipa saluran (*tile*) yang ditanamkan dibawah permukaan tanah.
3. Pemberian air dengan cara penyiraman (*Sprinkler irrigation*), yang dapat berupa :
 - a. Penyiraman bergoyang (*oscillating sprinkler*) yang umum dinamai metoda skinner.
 - b. Penyiraman berputar (*rotary sprinkler*).
4. Pemberian air dengan mengalirkan air melalui lubang-lubang kecil yang dibuat sepanjang pipa langsung ke tanaman dengan laju aliran rendah (*Trickle irrigation/Drip irrigation*).

Kalsim (2003) mengemukakan bahwa dilihat dari energi penggerak aliran, dikenal irigasi gravitasi (*gravitation irrigation*) dan irigasi bertekanan (*pressurized irrigation*). Irigasi dan konservasi air memegang peranan penting di bidang pertanian. Sekitar 18 % lahan pertanian telah dilengkapi dengan sarana irigasi dan memberikan sumbangan terhadap sepertiga produksi pangan dunia (Stewart and Walsen, 1990). Akan tetapi irigasi dan pengawetan air tidak dapat berdiri sendiri. Penggunaannya hanya akan efektif apabila disertai dengan sistem pemupukan seimbang, penggunaan varietas unggul, serta pengendalian hama dan penyakit tanaman.

Irigasi berperan semakin penting pada daerah pertanian yang rawan kekeringan. Sistem irigasi yang diterapkan dewasa ini umumnya masih bersifat tradisional, yang meliputi pendistribusian dan penggunaan air, serta masih kurang memperhatikan keseimbangan antara jumlah air yang diberikan dengan kebutuhan air tanaman. Sistem irigasi non teknis cenderung memboroskan



penggunaan air, mengurangi efisiensi penggunaan hara, dan menyebabkan degradasi lahan karena penggenangan terutama apabila sistem irigasi tidak dipadukan dengan drainase (Hillel, 1990). Ini berarti bahwa penggunaan irigasi yang tidak tepat bukan saja dapat memboroskan dana, sumberdaya air, tenaga, dan waktu tetapi dapat juga merusak sumberdaya tanah.

Sistem irigasi moderen dapat dibagi menjadi 5 kategori yaitu irigasi permukaan, irigasi *sprinkle*, irigasi mikro (tetes = *trickle*), irigasi bawah permukaan (*sub-irrigation*), dan irigasi *hybrid* yang merupakan transisi antara dua atau lebih sistem (Kruse *et al.*, 1990).

1. Irigasi Permukaan (*Surface Irrigation*)

Sistem irigasi seperti ini cocok digunakan pada tanah yang bertekstur halus sampai sedang. Untuk tanah bertekstur kasar akan sulit menerapkan sistem ini karena sebagian besar air akan hilang pada saluran. Beberapa model sistem irigasi permukaan antara lain:

a. Penggenangan (*flooding*)

Sistem ini diberlakukan pada tanah yang relatif datar. Air dikocorkan pada suatu titik yang relatif tinggi, dan dari sana air menggenangi permukaan tanah untuk beberapa waktu. Pada lahan yang cukup luas, akan ada kecenderungan tidak meratanya distribusi air. Untuk mengatasi hal ini, maka pengocoran air dilakukan pada berbagai titik pada parit-parit yang sejajar, artinya lahan dibagi menjadi beberapa bagian yang lebih kecil yang dibatasi oleh parit-parit dan genangan air melalui parit ini membuat penyebaran air lebih seragam. Untuk lebih meratakan penyebaran air, dapat dibantu dengan pembuatan parit kecil tambahan menggunakan cangkul atau sekop.

b. Penggunaan gulud pembatas (*border dike*)

Guludan sejajar lereng dibuat pada bagian-bagian ladang yang curam lerengnya. Air dialirkan pada lereng atas. Untuk mengairi tanaman dengan sistem pertanaman menurut strip searah kontur dan jarak tanamnya dalam baris cukup rapat, air dapat menyebar relatif rata.

c. Sistem guludan (*graded furrow*)

Sistem ini biasanya digunakan untuk tanaman semusim yang ditanam dengan sistem barisan pada guludan seperti jagung dan beberapa jenis tanaman tahunan. Air dialirkan melalui pipa atau dari bagian yang lebih tinggi dari setiap ujung saluran gulud dan akan mengairi melalui saluran gulud. Untuk lahan yang



relatif datar, gutudan ditata menurut arah lereng supaya air mudah mengalir dari ujung atas sampai ke ujung bawah saluran gutud. Jika lahan berlereng agak curam gutudan dan salurannya dapat dibuat membentuk sudut dengan kontur. Agar air dapat mengalir ke seluruh saluran gutud, aliran harus cukup besar dan kelebihan air pada ujung bawah saluran gutud dapat ditampung dan didistribusikan kembali.

d. Gutud kecil (*corrugation*)

Salah satu sistem yang menyerupai sistem gutudan adalah sistem korugasi (*corrugation*) yaitu sistem gutud yang lebih kecil yang digunakan untuk tanaman yang barisannya rapat. Gutud-gutud kecil ini membantu penyebaran air agar lebih merata dan mengurangi terjadinya erosi karena volume air yang dialirkan relatif lebih rendah.

Sistem tampungan berpematang (*level basin*)

Sistem yang menyerupai sistem petakan sawah dimana areal pertanian dibuat supaya rata dan di sekelilingnya dilengkapi dengan pematang penahan air. Air dalam jumlah yang sudah diperhitungkan sebelumnya dialirkan melalui pipa ke dalam setiap petakan. Pada saat penggenangan dan penyusutan permukaan, air dengan sendirinya akan terdistribusi mengisi pori-pori tanah pada petakan.

Irigasi Curah (*Sprinkler Irrigation*)

Irigasi curah adalah salah satu metode irigasi dimana pemberian air dilakukan dengan penyemprotan air ke udara, jatuh ke permukaan tanah seperti air hujan (Swab *et al.*, 1981). Sedangkan menurut Partowijoto (1987) irigasi curah adalah metode pemberian air pada permukaan tanah melalui pipa-pipa bertekanan tinggi dan mencurahkan ke udara dalam bentuk butiran-butiran kecil seperti hujan.

Tujuan dari sistem irigasi curah adalah agar air dapat diberikan secara merata dan efisien pada areal pertanian, dengan jumlah dan kecepatan penyiraman kurang atau sama dengan laju infiltrasi. Dengan demikian dalam proses pemberian air tidak terjadi kehilangan air dalam bentuk limpasan (run-off). Faktor-faktor yang mempengaruhi irigasi curah adalah curah hujan efektif, infiltrasi, evapotranspirasi dan hubungan tanah-air-tanaman.



Irigasi Mikro/Irigasi tetes

Irigasi mikro adalah sistem irigasi seperti tetes (*drip/trickle*), irigasi bawah tanah (*subsurface irrigation*) dengan pemberian air melalui pipa-pipa di bawah tanah, *bubbler*, dan sistem *spray* atau semprotan (ASEA, 1988).

Irigasi tetes merupakan cara pemberian air pada tanaman secara langsung, baik pada permukaan tanah maupun di dalam tanah melalui tetesan secara sinambung dan perlahan pada tanah di dekat tumbuhan. Alat pengeluaran air pada sistem irigasi tetes disebut emiter atau penetes (Schwab *et al.*, 1981; Kalsim, 2003). Setelah keluar dari penetes (emiter), air menyebar ke dalam profil tanah secara horizontal maupun vertikal akibat gaya kapilaritas dan gravitasi. Luas daerah yang dibasahi tergantung pada besarnya debit keluaran, jenis tanah (struktur dan tekstur), kelembaban tanah dan permeabilitas tanah (Kalsim, 2003). Kriteria kesesuaian lokasi penerapan irigasi tetes dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Kriteria kesesuaian lokasi penerapan irigasi tetes

Kategori	Kriteria Penerapan
Iklim	1. Zona agroklimat E, D, C3
Lahan	1. Tekstur kasar, solum dangkal, laju infiltrasi tinggi, peka erosi 2. Jenis tanah : Regosol, Rendzina, litosol, Grumusol dan Andosol 3. Laju infiltrasi > 13 mm/jam 4. Luas, topografi datar dan bentuk petakan lahan yang teratur
Sumber air	1. Air tanah, mata air, air permukaan (danau, embung, waduk) 2. Tersedia sumber air yang cukup sepanjang tahun 3. Kualitas air yang bebas kotoran dan tidak mengandung Fe
Tanaman	1. Bermilai ekonomi tinggi
Soaial Ekonomi	1. Motivasi petani tinggi 2. Kemampuan teknis dan finansial petani memadai 3. Kelembagaan usahatani yang siap

Sumber : Kalsim (2003)

Sub-irigasi

Sistem irigasi ini menyediakan air untuk tanaman dengan pengaturan tinggi muka air tanah yang menyebabkan terisinya pori tanah misalnya dengan mengatur tinggi air pada saluran irigasi. Sistem ini perlu dibedakan dengan *subsurface irrigation* yang merupakan salah satu bentuk dari *micro irrigation*. Sistem ini menyebabkan evaporasi meningkat dan untuk tanah yang tinggi kadar garamnya, akan terjadi pengumpulan garam di permukaan tanah. Ini berarti bahwa sistem ini cocok untuk tanah yang rendah kadar garamnya atau untuk tanaman yang toleran terhadap kadar garam tinggi. Adanya lapisan



impermeable atau muka air tanah alami yang relatif dangkal merupakan persyaratan *subirrigation* supaya kehilangan air melalui perkolasi tidak terlalu besar. *Subirrigation system* biasanya dikombinasikan dengan sistem drainase dan dengan perpaduan ini biaya akan dapat ditekan. Teknik irigasi suplemen dan variabel pengelolaan yang menentukan keragaan irigasi di lahan pertanian disajikan pada Tabel 8.

Untuk lahan kering di Indonesia berbagai sistem yang telah diuraikan di atas masih terlalu mahal. Karena itu dalam penelitian ini akan dikonsentrasikan pada irigasi permukaan dengan menggunakan sumberdaya air permukaan dan air tanah dalam (*ground water*) serta sistem pemanenan air hujan yang relatif murah dan mudah dilaksanakan oleh petani.

Efisiensi Penggunaan Air (*Water Use Efficiency*)

Istilah efisiensi pada umumnya dipahami sebagai perbandingan antara *out put* terhadap *in put* yang digunakan. Efisiensi penggunaan air didefinisikan sebagai banyaknya hasil (produksi) tanaman per satuan air yang dipergunakan (Parsyad, 2000). Passiora (1977) mengusulkan bahwa dalam kondisi air yang terbatas, biomas merupakan fungsi dari penggunaan air oleh tanaman ($WU = \text{water used}$) dan efisiensinya ($WUE = \text{water used efficiency}$) adalah yang dikonversi menjadi biomas, berarti efisiensi penggunaan air (WUE) adalah biomas yang dihasilkan per unit penggunaan air. Secara umum, persamaan dibawah ini digunakan untuk menghitung WUE adalah :

$$WUE = Y/U \quad (9)$$

dimana Y adalah hasil dan U adalah air yang digunakan pada level lapangan. Hasil dapat dinyatakan dalam cara yang bervariasi, tergantung minat petani. Pada beberapa tempat hanya biji yang dianggap penting, di lain pihak residu tanaman bisa sangat berharga sebagai makanan ternak.

Pada prakteknya, sulit untuk memisahkan penggunaan air kedalam yang hilang melalui transpirasi dan yang hilang melalui evaporasi, oleh karenanya digabung menjadi evapotranspirasi (ET) dan persamaannya menjadi (Gregory, 1989) :

$$WUE = \frac{Y/T}{1 + \frac{(E+R+D)}{T}} \quad (10)$$

dimana T adalah transpirasi, E adalah evaporasi dari permukaan tanah, R adalah run-off dan D adalah perkolasi dalam. Rasio Y/T dinamakan efisiensi transpirasi atau rasio transpirasi. Menurut Hillel (1990), rasio tersebut dapat mencapai 500 atau lebih pada daerah atau musim yang mempunyai *evaporativity* yang tinggi.

Dari persamaan diatas, dapat diketahui bahwa ada 3 cara yang prinsip untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air yaitu : (1) meningkatkan efisiensi transpirasi (Y/T), (2) meningkatkan T dengan cara meningkatkan total suplai air di atas tanah, dan (3) jika suplai air terbatas, menurunkan kehilangan air selain yang digunakan untuk transpirasi. Zhang *et al.* (2003) mendefinisikan WUE sebagai rasio hasil tanaman (biasanya hasil yang mempunyai nilai ekonomi) terhadap air yang digunakan untuk berproduksi. Hal tersebut diekspresikan dalam persamaan :

$$WUE = \frac{GY}{ET} = \frac{GY}{(P + I - \Delta SWS - R - D)} \quad (11)$$

dimana GY = hasil tanaman, ET = evapotranspirasi aktual, P = hujan, I = irigasi, ΔSWS = perubahan penyimpanan air antara fase panen dan fase pesemaian, R = drainase permukaan, D = drainase dari zone perakaran selama masa pertumbuhan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi WUE adalah (Svehlik, 1987) :

1. Teknik/metoda irigasi.
2. Persiapan tanah, pengolahan tanah dan kondisi topografi.
3. Sifat-sifat tanah seperti infiltrasi, tekstur tanah dan struktur tanah.
4. Kelembaban tanah pada zona perakaran pada saat irigasi diberikan.
5. Iklim dan kondisi meteorologi selama irigasi.
6. Tata letak sistim irigasi : panjang dan jarak *furrow*, *border strips*, jarak dan rancangan *sprinkler*.
7. Operasi sistim irigasi misalnya posisi *sprinkler* pada saat aplikasi.
8. Dimensi irigasi seperti kedalaman aplikasi, frekuensi irigasi.

Cara untuk memperbaiki WUE melalui tanaman merupakan teknik konservasi air secara luas. Kesuburan tanah yang tinggi, seleksi/pemilihan tanaman, perbaikan varitas, penurunan evaporasi dan manipulasi kultur tanaman dapat meningkatkan produksi tanaman untuk suplai air yang diberikan (Greb, 1983). Keberhasilan pertanaman di lahan kering terletak pada penggunaan lahan, efisiensi penggunaan air (WUE) dan efisiensi penggunaan hara yang selanjutnya dapat mencapai produksi biomas yang lestari (*sustainable*). Beberapa teknologi untuk memperbaiki WUE adalah (Gupta dan Rajput, 1999): Konfigurasi lahan (gudud

dan selokan, bedengan, *border strips*, penterasan, surjan, teknik pemanenan air), praktek agronomis (cara pengolahan tanah), sistem pertanaman lorong (*alley cropping*), pengendalian gulma, sistem *intercropping*, *strip cropping/vegetative barriers*, penggunaan mulsa dan periode penggunaan air. Zhang *et al.* (2003) menyimpulkan bahwa WUE dan hasil tanaman dapat dipertahankan atau ditingkatkan dengan cara mengurangi jumlah air irigasi pada fase *revival*, fase perkembangan batang atau pada fase pengisian biji tanaman gandum. Dengan demikian penurunan jumlah air irigasi pada fase pertumbuhan tertentu tidak menurunkan WUE dan hasil tanaman.

Tabel 8 Teknik irigasi suplemen dan variabel pengelolaan yang menentukan keragaman irigasi di lahan pertanian

Sistem irigasi	Distribusi keseragaman	Efisiensi penggunaan
Irigasi permukaan		
Variabel sistem	Unit laju aliran (<i>inflow</i>) Panjang <i>furrow</i> , <i>border</i> , <i>basin</i> Koefisien kekasaran hidraulik Kemiringan longitudinal Levelling precision Sifat infiltrasi tanah Bentuk <i>furrow</i> , <i>border</i> , <i>basin</i>	Unit laju aliran (<i>inflow</i>) Panjang <i>furrow</i> , <i>border</i> , <i>basin</i> Koefisien kekasaran hidraulik Kemiringan longitudinal Levelling precision Sifat infiltrasi tanah Bentuk <i>furrow</i> , <i>border</i> , <i>basin</i>
Variabel pengelolaan	Waktu pemutusan	Waktu pemutusan Defisit air tanah waktu irigasi
Sprinkler		
Variabel sistem	Tekanan pada sprinkler Variasi tekanan pada alat Jarak sprinkler Debit sprinkler Diameter pembasahan Pola distribusi air sprinkler Sudut <i>jet</i> sprinkler Arah dan kecepatan angin	Tekanan pada sprinkler Variasi tekanan pada alat Jarak sprinkler Debit sprinkler Diameter pembasahan Pola distribusi air sprinkler Sudut <i>jet</i> sprinkler Arah dan kecepatan angin Sifat infiltrasi tanah Laju penggunaan sprinkler
Variabel pengelolaan	Pemeliharaan	Pemeliharaan Lama waktu irigasi Defisit air tanah waktu irigasi
Irigasi mikro/drip		
Variabel sistem	Tekanan pada emitter Variasi tekanan pada alat Regim aliran dari emitter Variasi emitter pada debit Variasi emitter (dari pabrik) Kemampuan menyaring	Tekanan pada emitter Variasi tekanan pada alat Regim aliran dari emitter Variasi emitter pada debit Variasi emitter (dari pabrik) Kemampuan menyaring Konduktivitas hidraulik tanah Sifat infiltrasi tanah
Variabel pengelolaan	Pemeliharaan	Pemeliharaan Kondisi air tanah Lama waktu irigasi Prekuensi irigasi

Sumber : Pereira *et al.* (2002)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Sistem Pertanian Berkelanjutan (*Sustainable Agriculture*)

Suatu pertanian dikatakan pertanian berkelanjutan jika mencakup hal-hal sebagai berikut (Gips, 1986 dalam Reijntjes *et al.*, 1999) :

- **Mantap secara ekologis**, yang berarti bahwa kualitas sumber daya alam dipertahankan dan kemampuan agroekosistem secara keseluruhan – dari manusia, tanaman, dan hewan sampai organisme tanah – ditingkatkan. Tekanannya adalah pada penggunaan sumber daya yang bisa diperbaharui.
- **Bisa berlanjut secara ekonomis**, yang berarti petani bisa cukup menghasilkan untuk pemenuhan kebutuhan dan atau pendapatan sendiri, serta mendapatkan penghasilan yang mencukupi untuk mengembalikan tenaga dan biaya yang dikeluarkan. Keberlanjutan ekonomis ini bisa diukur bukan hanya dalam hal produk usahatani yang langsung namun juga dalam hal fungsi seperti melestarikan sumber daya alam dan meminimalkan resiko.
- **Adil**, yang berarti bahwa sumberdaya dan kekuasaan didistribusikan sedemikian rupa sehingga kebutuhan dasar semua anggota masyarakat terpenuhi dan hak-hak mereka dalam penggunaan lahan, modal yang memadai, bantuan teknis serta peluang pemasaran terjamin.
- **Manusiawi**, yang berarti bahwa semua bentuk kehidupan (tanaman, hewan, dan manusia) dihargai. Martabat dasar semua makhluk hidup dihormati, dan hubungan serta institusi menggabungkan nilai kemanusiaan yang mendasar, seperti kepercayaan, kejujuran, harga diri, kerja sama dan rasa sayang. Integritas budaya dan spiritual masyarakat dijaga dan dipelihara.
- **Luwes**, yang berarti masyarakat pedesaan mampu menyesuaikan diri dengan perubahan kondisi usahatani yang berlangsung terus, misalnya pertambahan jumlah penduduk, kebijakan, permintaan pasar, dan lain-lain. Hal ini meliputi bukan hanya pengembangan teknologi yang baru dan sesuai, namun juga inovasi dalam arti sosial dan budaya.

Menurut Sinukaban (2007), pendekatan baru untuk membangun pertanian yang berkelanjutan adalah petani dan kelestarian sumberdaya alam. Oleh karena pendekatan baru ini didasarkan pada pengembangan sistem pengelolaan lahan dan tanaman yang ekonomis dalam jangka pendek dan dapat mempertahankan produktivitas lahan yang cukup tinggi dalam jangka panjang (*sustainable, lestari*). Dengan demikian teknologi yang diterapkan dalam pembangunan pertanian tersebut harus dapat memberikan hasil yang cukup tinggi bagi petani dalam

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



jangka pendek tanpa merusak sumberdaya alam dalam jangka panjang (lestari). Secara operasional hal ini dapat diwujudkan dengan penerapan Sistem Pertanian Konservasi (*Conservation Farming System*).

Sistem Pertanian Konservasi (SPK) adalah sistem pertanian yang mengintegrasikan tindakan/teknik konservasi tanah dan air kedalam sistem pertanian yang telah ada dengan tujuan meningkatkan pendapatan petani, meningkatkan kesejahteraan petani dan sekaligus menekan erosi sehingga sistem pertanian tersebut dapat berlanjut secara terus menerus tanpa batas waktu (*sustainable*). Jadi tujuan utama pertanian konservasi bukan menerapkan tindakan/teknik konservasi tanah dan air saja tetapi untuk meningkatkan kesejahteraan petani dan mempertahankan pertanian yang lestari. Oleh sebab itu dalam SPK akan diwujudkan ciri-ciri sebagai berikut (Sinukaban, 2007):

1. Produksi pertanian cukup tinggi sehingga petani tetap bergairah melanjutkan usahanya.
 2. Pendapatan petani yang cukup tinggi, sehingga petani dapat mendisain masa depan keluarganya dari pendapatan usahataniannya.
 3. Teknologi yang diterapkan baik teknologi produksi maupun teknologi konservasi adalah teknologi yang dapat diterapkan sesuai dengan kemampuan petani dan diterima oleh petani dengan senanghati sehingga sistem pertanian tersebut dapat dan akan diteruskan oleh petani dengan kemampuannya secara terus menerus tanpa bantuan dari luar.
 4. Komoditi pertanian sangat beragam dan sesuai dengan kondisi biofisik daerah, dapat diterima oleh petani dan laku dipasar.
 5. Laju erosi kecil (minimal), lebih kecil dari erosi yang dapat ditoleransikan, sehingga produktivitas yang cukup tinggi tetap dapat dipertahankan/ditingkatkan secara lestari dan fungsi hidrologis daerah terpelihara dengan baik sehingga tidak terjadi banjir di musim hujan dan kekeringan di musim kemarau.
- Sistem penguasaan/pemilikan lahan dapat menjamin keamanan investasi jangka panjang (*longterm investment security*) dan menggairahkan petani untuk terus berusaha tani.

Munasinghe (1993) mengemukakan bahwa pembangunan berkelanjutan memiliki tiga tujuan utama yang saling terkait dan tidak dapat dipisahkan satu sama lain, yaitu tujuan sosial (*social objective*), tujuan ekonomi (*economic objective*), dan tujuan ekologi (*ecological objective*). Untuk tujuan sosial ekonomi,

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang memurnikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



masyarakat pada umumnya berupaya untuk memperoleh kesetaraan (*equity*) melalui perimbangan distribusi pendapatan atau keuntungan yang timpang dan pengentasan kemiskinan antar generasi (hak generasi mendatang). Tujuan ekologi-ekonomi, mengintegrasikan faktor-faktor lingkungan ke dalam pembuatan keputusan secara ekonomi terutama penilaian dampak lingkungan terhadap aset-aset lingkungan, meskipun fungsi-fungsi lingkungan terkadang tidak dapat dinilai dengan uang seperti keragaman hayati. Sementara tujuan ekologi-sosial masih sangat kurang dipahami, namun penting bagi partisipasi publik, pembuatan keputusan, konsultasi yang mempengaruhi kelompok-kelompok dan pluralisme.

Tiga komponen utama yang harus diperhatikan dalam upaya pembangunan pertanian berkelanjutan sehubungan dengan pembangunan berkelanjutan itu sendiri, adalah kegiatan pertanian harus menunjang terjadinya pertumbuhan ekonomi (*economic growth*) dan meningkatkan kesejahteraan sosial (*social welfare*) serta memperhatikan kelestarian lingkungan (*environmental integrity*).

Permasalahan pokok adalah bagaimana mendorong kegiatan dibidang pertanian untuk tidak hanya memperhatikan aspek komersial berdasarkan *benefit cost ratio* (BCR) saja, tetapi juga memperhatikan tingkat pendapatan yang mencapai kesetaraan. Partisipasi masyarakat harus didorong sehingga memungkinkan keterlibatan berbagai pihak yang luas. Kegiatan pembangunan dibidang pertanian tidak hanya memantapkan kegiatan berusaha para pengusaha saja, tetapi juga mampu mendistribusikan manfaat ekonomi secara adil dan merata.

Pembangunan adalah sebuah proses produksi dan konsumsi dimana materi dan energi diolah dengan menggunakan faktor produksi seperti modal (*capital*), tenaga kerja (*labor atau human resources*), dan bahan baku (*natural resources*). Dalam hal penyediaan bahan baku dan proses produksinya kegiatan pembangunan dapat menimbulkan dampak terhadap lingkungan alam dan masyarakat sekitarnya, yang pada gilirannya berdampak kepada keberlanjutan pembangunan itu sendiri. Oleh karena itu, dalam pengembangan pertanian berkelanjutan juga harus dipastikan bahwa implementasinya memperhatikan ketahanan lingkungan (*environmental resilience*), memberikan dampak positif terhadap kehidupan masyarakat dan lingkungan fisik, seperti kualitas dan kuantitas air yang makin baik, keanekaragaman hayati yang makin pulih, dan degradasi lahan yang makin berkurang (Reijntjes *et al.*, 1999).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor) Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Pembangunan berkelanjutan harus bertumpu pada kapasitas manusia yang makin kuat. Pengembangan kapasitas dan kualitas sumberdaya manusia (SDM) secara terus-menerus dapat dikaitkan dengan implementasi kegiatan pembangunan nasional baik yang berskala kecil maupun besar. Pembangunan berkelanjutan yang harus dilakukan saat ini adalah pembangunan pembangunan yang tidak mengurangi kesempatan generasi mendatang untuk memperoleh bagian yang menentukankesejahteraannya. Dengan demikian, pembangunan berkelanjutan harus dapat berlanjut dari generasi ke generasi berikutnya (Munasinghe, 1993).

Pada setiap kegiatan pembangunan harus diperkenalkan secara luas dan transparan sehingga masyarakat dapat berpartisipasi dalam perencanaan dan pelaksanaannya agar dapat memperoleh manfaat secara optimal untuk meningkatkan kesejahteraan mereka. Masyarakat yang makin kritis, pintar, dan sejahtera yang terbentuk saat ini merupakan aset pembangunan di masa depan (Murdiyarso, 2003). Oleh karena itu, kegiatan pembangunan harus berdampak langsung terhadap penyediaan lapangan kerja, peningkatan kegiatan ekonomi dan pendapatan serta pengentasan kemiskinan. Dampak selanjutnya adalah terjadinya perbaikan kualitas hidup, layanan pendidikan dan kesehatan. Namun demikian, kesejahteraan sosial tidak boleh diartikan secara sempit dari pertimbanaga fisik. Hal-hal nonfisik seperti penghargaan atas harkat manusia itu sendiri sangat penting artinya bagi pengembangan modal sosial (*social capacity*), pengakuan atas hak-hak, inovasi, dan partisipasi masyarakat harus mendapat tempat yang baik dalam perencanaan dan implementasi pembangunan (Murdiyarso, 2003).

Menurut FAO (1995), pertanian berkelanjutan dan pembangunan pedesaan didefinisikan sebagai pengelolaan sumberdaya alam secara konservasi dengan adopsi teknologi dan perubahan institusi sebagai suatu cara untuk mencapai hasil yang berkelanjutan dimana sumberdaya lahan, air, tanaman dan genetik hewan terpelihara atau lingkungan tidak terdegradasi, teknologi yang tepat, memberikan pendapatan yang tinggi secara terus menerus dan sesuai dengan kondisi sosial-budaya setempat. Oleh karena itu, penggunaan lahan yang berkelanjutan merupakan suatu tindakan untuk memenuhi kebutuhan produksi dari penggunaan lahan sekarang tetapi memelihara sumberdaya alam pokok untuk generasi mendatang. Keberlanjutan suatu sistem penggunaan lahan bergantung pada fleksibilitasnya dalam keadaan lingkungan yang terus berubah.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang meminumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Adanya keanekaragaman sumberdaya genetik yang tinggi pada tingkat usahatani akan menunjang fleksibilitas ekosistem (Reinijtes *et al.*, 1999).

Analisis Finansial

Analisis finansial yang dimaksud meliputi biaya (*cost*) dan pendapatan bersih atau keuntungan (*profit*) usahatani yang diperoleh petani berdasarkan komoditi yang diusahakan. Besarnya pendapatan petani dihitung dengan persamaan :

$$\pi = TR - TC \tag{12}$$

Dimana : π = pendapatan bersih (*profit*) (Rp)

TR = total penerimaan (*total revenue*) (Rp)

TC = total biaya (*total cost*) (Rp)

Untuk mengetahui efisiensi penggunaan modal atau penilaian investasi pada pengembangan teknik irigasi pada usahatani cabai, maka digunakan analisis *Benefit cost ratio* (BCR), *net present value* (NPV), dan *internal rate of return* (IRR).

Benefit Cost Ratio (BCR), dengan persamaan :

$$BCR = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}} \tag{13}$$

dimana : B_t = nilai manfaat pada tahun ke t

C_t = nilai biaya pada tahun ke t

r = tingkat suku bunga (*interest rate*)

n = umur guna dari teknik irigasi yang dipakai

Kriteria : $BCR > 1$, mengindikasikan bahwa usahatani layak diusahakan,

$BCR = 1$, mengindikasikan bahwa usahatani tidak untung dan tidak rugi (*indifference*) dan

$BCR < 1$, mengindikasikan bahwa usahatani tidak layak diusahakan.

Net Present Value (NPV) menurut Gittinger (1973) dengan persamaan :

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{(B_t - C_t)}{(1+r)^t} \tag{14}$$

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Kriteria :

- $NPV > 0$, mengindikasikan bahwa usahatani layak diusahakan,
- $NPV = 0$, nilai sekarang manfaat bersih yang didiskontokan persis sama dengan biaya-biaya yang didiskontokan (*middling*)
- $NPV < 0$, mengindikasikan bahwa usahatani tidak layak diusahakan.

NPV digunakan untuk menentukan nilai sekarang manfaat bersih dengan mendiskontokan aliran dan biaya kembali pada awal tahun dasar (tahun 1) dari usahatani yang diterapkan petani dengan asumsi bahwa jenis teknik irigasi yang diusahakan memiliki umur guna tertentu (n) dan menggunakan tenaga kerja dan modal terbatas.

3. *Internal Rate of Return (IRR)* adalah tingkat suku bunga dimana,

$$\text{Present Value } B_t = \text{Present Value } C_t \text{ atau}$$

$$\text{Discounted } \sum B_t = \text{Discounted } \sum C_t \quad 15)$$

Kriteria :

- $IRR > r$ (interest rate) mengindikasikan bahwa usahatani mampu mengembalikan sejumlah modal yang diinvestasikan.
- $IRR = r$, maka suku bunga yang berlaku sama dengan sejumlah modal yang diinvestasikan dan
- $IRR < r$, maka usahatani tidak mampu mengembalikan sejumlah modal yang diinvestasikan

Standar Kebutuhan Hidup Layak

Sajogjo (1977) mengemukakan bahwa ukuran garis kemiskinan untuk wilayah Indonesia dispesifikasi atas 3 kemiskinan yang mencakup konsepsi "Nilai Ambang Kebutuhan Pangan" yaitu miskin, miskin sekali dan paling miskin. Garis kemiskinan tersebut dinyatakan dalam nilai rupiah per bulan, ekuivalen dengan nilai tukar beras dalam kg per orang per tahun sehingga dapat dibandingkan dengan nilai tukar antar daerah pedesaan maupun perkotaan. Nilai ambang kecukupan pangan untuk tingkat pengeluaran rumah tangga di daerah pedesaan berkisar antara 240–320 kg beras per orang per tahun untuk daerah perkotaan berkisar antara 360–480 kg beras per orang per tahun. Oleh karena itu, Kebutuhan Hidup Minimum (KHM) adalah kebutuhan senilai beras: 320 kg/orang/tahun x harga (Rp/kg) x jumlah anggota keluarga (orang/KK).



Pendapatan petani yang cukup tinggi adalah pendapatan yang dapat memenuhi Kebutuhan Hidup Layak (KHL) yaitu 2,5 x KHM. Jadi kalau KHM 100%, maka tambahan untuk kehidupan layak diatas KHM adalah 150%. Tambahan ini diperlukan untuk memenuhi kebutuhan pangan, pakaian, perumahan dan kesehatan (50%); kebutuhan pendidikan (50%); serta kebutuhan rekreasi, kegiatan sosial dan tabungan (50%) (Sinukaban, 2007). Sehubungan dengan nilai KHL tersebut, maka luas lahan garapan minimal yang diperlukan petani untuk memperoleh pendapatan yang dapat memenuhi KHL adalah:

$$L_m = \frac{KHL}{P_b} \quad 16)$$

Dimana: L_m = luas lahan minimal (ha)

P_b = pendapatan bersih (Rp/ha)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian lapang dilaksanakan di KP Tamanbogo, Lampung Timur dari Mei 2005 hingga September 2006. Penelitian laboratorium dilaksanakan di Laboratorium Fisika Tanah dan Laboratorium Kimia Tanah, Balai Penelitian Tanah, Bogor dari Januari hingga Maret 2005.

Bahan dan Alat

Bahan yang dibutuhkan adalah: benih/bibit cabai, pupuk Urea, SP-36, dan KCI, pupuk kandang; mulsa jerami, serta pestisida. Bahan lainnya adalah pipa PVC *drip tape*, selang plastik, oli mesin, premium dan solar, alat tulis kantor seperti kertas, disket, tinta komputer dan lain-lain. Peralatan yang digunakan adalah pompa air, ring sample, bor tanah, tensiometer, penetrometer, kran *sprinkler*, pengukur debit (*flow meter*), *stop watch*, *meteran*, *oven*, *kompas*, botol *contour*, cawan.

Metode Penelitian

Penelitian terdiri atas 3 tahap yaitu : 1) Identifikasi dan karakterisasi tanah, dilaksanakan di lapang dan laboratorium, 2) Penetapan kurva pF dan kadar air tersedia (KAT) di lapang dan laboratorium dan 3) Percobaan lapang yang terdiri dari 2 kegiatan yaitu : a) Penetapan *MAD level* untuk penjadwalan irigasi dan, b) Aplikasi teknik irigasi suplemen dan mulsa pada pertanaman cabai.

Identifikasi dan Karakterisasi Sifat Tanah

Pengamatan sifat tanah di lapang dilakukan dengan mengamati profil tanah untuk klasifikasi tanah. Profil tanah dibuat dengan ukuran panjang 1,50 m, lebar 1,00 m dan dalam 1,50 m. Identifikasi sifat-sifat tanah dilakukan terhadap setiap horizon yang berbeda. Sifat-sifat tanah yang diamati meliputi ketebalan horizon, warna, tekstur, struktur, konsistensi, plastisitas, distribusi pori mikro, meso dan makro, perakaran, pH dan batas horizon. Selain itu dilakukan analisa sifat kimia tanah untuk setiap horizon. Analisa kimia tanah meliputi tekstur, pH, bahan organik, P_2O_5 , K_2O , nilai tukar kation (NTK), kapasitas tukar kation (KTK), H_{ac} dan Al_{ac} . Klasifikasi epipedon dan horizon bawah penciri serta klasifikasi tanah mengacu pada Soil Survey Staff (1998).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor) Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Pengambilan contoh tanah tidak terganggu (66 contoh) dilakukan pada kedalaman 0-20 cm dan 20-40 cm untuk analisis sifat fisik tanah (BD, distribusi ruang pori, tekstur, permeabilitas, perkolasi, stabilitas agregat) yang akan digunakan untuk mengetahui hubungan tanah – air yang mempengaruhi irigasi. Sifat fisik dan kimia tanah yang dianalisis/diukur serta metoda yang digunakan disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9 Analisis sifat fisik dan kimia tanah serta metoda yang digunakan dalam penelitian.

Sifat fisik/kimia tanah	Metode
Sifat fisik tanah	
Kadar air	Gravimetri
Particle density (PD)	Ricards and Fireman (1943) dan Ricards (1947)
Bulk density (BD)	
Ruang pori total (RPT)	
Distribusi ukuran pori (kadar air pF 1; 2; .5;)	
Permeabilitas	De Boodt (1967)
Perkolasi	
Stabilitas agregat	Leenheer dan De Boodt (1959)
Infiltrasi	Single ring infiltrometer
Ketahanan penetrasi	Penetrometer
Textur	Pipet
Sifat kimia tanah	
pH (H ₂ O dan KCl)	Elektroda pH meter
Organik	Walkley and Black
N total	Kjeldahl
P ₂ O ₅ tersedia	Bray I
Kation (Ca, Mg, K, Na) dapat ditukar	NH ₄ OAc pH 7 (1N)
Kapasitas Tukar Kation (KTK)	
Kejenuhan basa (KB)	
Aluminium dapat ditukar (Al-dd)	KCl 1 N
Hidrogen dapat ditukar (H-dd)	

Penetapan Kurva pF dan Kadar Air Tersedia (KAT)

Pengukuran kadar air kapasitas lapang dilaksanakan di laboratorium dan di lapang dengan metoda drainase internal (*internal drainage*) (Hillel, 1990), dengan menggunakan petak 1 m x 1 m dan tensiometer dipasang di tengah petakan sedalam 30 cm. Petakan diairi hingga jenuh, kemudian dibiarkan beberapa waktu hingga proses drainase internal terjadi. Kapasitas lapang tercapai jika potensial air tanah berubah menjadi relatif konstan. Selanjutnya nilai konstan potensial air tanah dikonversi ke kadar air dengan menggunakan kurva pF yang telah ditetapkan sebelumnya. Sedangkan titik layu permanen bisa dipertimbangkan konstan. Kapasitas air tersedia (*available water capacity/AWC*) ditetapkan dengan menghitung selisih nilai kadar air pada saat



kapasitas lapang yang didapat dari percobaan drainase internal dengan saat titik layu permanen (pF 4,2).

Kurva pF diperoleh dengan menggabungkan data pengukuran kadar air dari metoda *internal drainage* dan kadar air pada pF 1,00; 2,00; 2,54; dan 4,20 yang ditetapkan di laboratorium. Kapasitas air tersedia (*available water capacity/AWC*) adalah selisih kadar air pada saat kapasitas lapang dengan titik layu permanen.

Percobaan Lapang

Penetapan nilai batas penurunan kapasitas air tersedia yang masih memberikan hasil optimum (*MAD level*) untuk penjadwalan irigasi

Penelitian ini ditujukan untuk menentukan kedalaman/jumlah dan interval pemberian air irigasi yang optimum meningkatkan efisiensi penggunaan air (*WUE*). Penelitian ini mencakup tiga tahapan yaitu: (1) penetapan kadar air untuk masing-masing perlakuan tingkat *MAD*, (2) penetapan kedalaman dan interval irigasi, (3) perhitungan efisiensi penggunaan air (*WUE*).

Penetapan kadar air untuk masing-masing perlakuan tingkat *MAD* dilakukan dengan cara membagi kapasitas air tersedia /*KAT* (% vol) ke dalam 5 bagian (20, 40, 60, 80 dan 100 %) yang nantinya akan dipakai untuk menentukan pemberian air (volume dan frekuensi) pada saat kadar air menurun sampai tingkat *MAD* masing-masing perlakuan.

Kedalaman dan interval irigasi ditentukan berdasarkan data kadar air /tensiometer pada setiap pertumbuhan maksimum perakaran tanaman sebagai berikut:

$$W = ((\theta_{rc} - \theta_{MAD}) / 100) \times D \quad (17)$$

W adalah jumlah air yang ditambahkan (mm), θ_{rc} dan θ_{MAD} masing-masing adalah kadar air (% volume) pada kapasitas lapang dan kadar air pada level *MAD* yang dicobakan, dan *D* adalah kedalaman akar (mm). Setelah level *MAD* yang diinginkan tercapai (diindikasikan dengan potensial air pada setiap perlakuan), kemudian pemberian air irigasi dilakukan hingga batas kapasitas lapang. Ada 2 sumber air irigasi yang digunakan yaitu yang berasal dari embung (air permukaan) dan air tanah. Kedua air tersebut mempunyai kualitas yang berbeda (dari penelitian/analisa pendahuluan diketahui kedua jenis air tersebut mempunyai kandungan lumpur yang berbeda). Hal tersebut akan



mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan selanjutnya berpengaruh terhadap efisiensi penggunaan air.

Pompa air berkekuatan 5 pK digunakan untuk mengalirkan air dari sumber air ke areal pertanian dengan sistem *sprinkle* dengan nozle dipasang pada ketinggian 1,50 m. Tanaman indikator adalah cabai merah varietas TM 99 . Petak percobaan berukuran 5 m x 10 m, menggunakan rancangan petak terpisah (*Split-plot design*) dengan 3 ulangan. Perlakuan yang dicobakan adalah:

Petak utama (A): Sumber air irigasi

A_1 = Air tanah

A_2 = Air permukaan

Analisa petak (I): Level MAD

I_1 = 20% air tersedia

I_2 = 40% air tersedia

I_3 = 60% air tersedia

I_4 = 80% air tersedia

I_5 = 100% air tersedia

Untuk memperjelas pemberian air pada setiap level/ taraf MAD, maka irigasi diberikan pada saat kadar air dalam tanah mencapai 20, 40, 60, 80 % air tersedia atau kehilangan air dalam tanah mencapai 80, 60, 40 dan 20 % dari air tersedia, masing-masing untuk I_1 , I_2 , I_3 dan I_4 . Untuk I_5 irigasi diberikan setiap hari, sampai mencapai kapasitas lapang (100 % air tersedia).

Level MAD optimum dicapai apabila memenuhi kriteria :

- Memberikan fluktuasi tegangan air tanah yang berada pada tegangan kapasitas lapang atau lebih rendah.
- Memberikan pertumbuhan tanaman yang optimum.
- Memberikan hasil tanaman yang optimum.
- Memberikan WUE yang paling tinggi.

Pupuk dasar urea, SP-36, dan KCl diberikan masing-masing sebanyak 300, 150 dan 100 kg/ha, serta pupuk kandang 10 t/ha.

Untuk penetapan jadwal irigasi dalam rangka meningkatkan efisiensi penggunaan air (WUE), hubungan kedua faktor tersebut ditentukan untuk masing-masing perlakuan. Efisiensi penggunaan air dihitung dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

$$\Delta S = P + I - Et_c - q_{gr} - R \quad (18)$$



ΔS adalah perubahan cadangan air tanah (mm), P adalah jumlah curah hujan (mm), I adalah jumlah pemberian air irigasi (mm), Et_{σ} adalah evapotranspirasi (mm), q_{zr} adalah flux air tanah pada kedalaman perakaran (mm)/perkolasi, dan R adalah run-off (mm). Percobaan dilaksanakan di lahan kering dan pada musim kemarau sehingga tidak pernah jenuh air dan topografinya relatif datar, akibatnya komponen q_{zr} (perkolasi) dan R (run-off) menjadi tidak ada (nol), sehingga persamaan diatas menjadi :

$$\Delta S = (P + I) - Et_{\sigma} \quad (19)$$

Perubahan cadangan air tanah pada kedalaman pemberian air irigasi dihitung sebagai berikut :

$$[\Delta S]_z^0 = S_{z2} - S_{z1} \text{ dan} \quad (20)$$

$$S_1 = \theta_1 dz \quad (21)$$

$[\Delta S]$ adalah perubahan cadangan air tanah (mm), S_1 adalah cadangan air tanah pada waktu tertentu (mm), θ_1 adalah kadar air tanah pada basis volume (cm^3/m^3), dan dz adalah kedalaman irigasi (mm). Jumlah air yang dibutuhkan tanaman (*water use*) dihitung sebagai berikut :

$$WU (Et_{\sigma}) = (P + I) - [\Delta S]_z^0 \quad (22)$$

WU adalah jumlah air yang dibutuhkan tanaman (mm). Efisiensi penggunaan air (*water use efficiency/WUE*) adalah hasil yang diperoleh dari setiap unit pemberian air irigasi, dan dihitung sebagai berikut:

$$WUE = \text{Hasil}/WU \quad (23)$$

Perlakuan diaplikasikan pada saat tanaman berumur 2-3 minggu di lapangan, sedangkan sebelumnya irigasi yang diberikan hanya berupa pemeliharaan dan jumlahnya sama untuk setiap plot percobaan.

2. Aplikasi berbagai teknik irigasi dan mulsa jerami pada pertanaman cabai

Pompa air digunakan untuk mengangkat air tanah dari kedalaman tertentu kemudian air disalurkan ke bak penampung dan seterusnya didistribusikan ke area pertanaman. Jumlah air pada level MAD yang paling optimum atau efektif meningkatkan efisiensi penggunaan air (WUE) yang telah ditemukan pada percobaan sebelumnya (kegiatan percobaan lapang 1) digunakan sebagai dasar untuk menentukan jumlah air yang harus diberikan ke setiap petak perlakuan pada saat batas kritis penurunan air tersedia dalam tanah tercapai.



Petak percobaan berukuran 5 m x 10 m. Rancangan percobaan yang digunakan adalah *Split – plot design* (Rancangan petak terpisah) dengan 3 ulangan. Adapun perlakuannya adalah :

Petak Utama: Cara/teknik pemberian air suplemen, yaitu :

I_1 = irigasi dengan sistem saluran terbuka (*cara petani/gelontor*)

I_2 = irigasi dengan sistem tetes (*drip irrigation*)

I_3 = irigasi dengan sistem curah (*sprinkle irrigation*)

I_4 = irigasi dengan sistem bawah permukaan (*sub-surface irrigation*)

Petak : Dosis mulsa jerami, yaitu :

M_1 = Tanpa mulsa

M_2 = 5 t/ha dan

M_3 = 10 t/ha

Pemberian irigasi dilakukan setelah tensiometer menunjukkan nilai potensial air yang setara dengan level MAD optimum (x % air tersedia) yang diperoleh dari kegiatan percobaan lapang pertama (penetapan level MAD). Volume air irigasi yang diberikan adalah sama yaitu sebanyak $(100 - x)$ % dari air tersedia (dikembalikan ke kondisi kapasitas lapang).

Tanaman indikator yang digunakan adalah cabai (*capsicum annum*). Urea, SP-35, KCl dan pupuk kandang digunakan sebagai pupuk dasar dengan takaran masing-masing adalah : 300, 150, 100 kg/ha, dan 10 t/ha.

Pelaksanaan irigasi dilakukan setelah tanaman berumur 2-3 minggu di lapangan, mulsa ditabur merata di atas permukaan tanah segera setelah tanam.

Pengumpulan Data dan Variabel yang Diamati

Pengumpulan Data

1. Pengamatan pertumbuhan, perkembangan, dan distribusi akar tanaman dilakukan pada setiap periode pertumbuhan tanaman (atau setiap 2 minggu).
2. Pengamatan persentase tanaman hidup dilakukan pada umur 1 bulan, 2 bulan, dan saat panen perdana.
3. Pengamatan bobot buah segar dan kering dilakukan setiap panen dengan cara ditimbang per plot. Setiap panen diambil contoh buah segar sebanyak \pm 100 gr untuk dijemur dan ditetapkan bobot keringnya.



4. Pengamatan tensiometer setiap jam 07.00 pagi untuk dijadikan referensi penyiraman pada siang harinya.
5. Pemberian irigasi dilakukan setelah tensiometer menunjukkan nilai potensial air setara dengan MAD level yang ditetapkan/sesuai perlakuan (kegiatan percobaan lapang 1) dan setara dengan tingkat MAD yang terbaik (yang dihasilkan dari kegiatan lapang 1) untuk kegiatan percobaan lapang 2.
6. Pengamatan kadar air tanah dilakukan 1 hari setelah hujan atau penyiraman dan selanjutnya dilakukan setiap hari.
7. Pengambilan contoh tanah utuh untuk analisa sifat fisik tanah dilakukan pada kedalaman 0-20cm dan 20-40cm dengan menggunakan ring sample. Sampel diambil pada bagian tengah plot, diantara tanaman. Untuk analisa kimia tanah dilakukan dengan mengambil contoh tanah diantara tanaman secara acak sebanyak ± 10 contoh kemudian dikompositkan dan diambil 1 contoh komposit per plot.
8. Ketahanan penetrasi tanah diukur dengan penetrometer sebelum dan sesudah percobaan pada setiap kedalaman selang 5 cm sampai kedalaman 50 cm.
9. Pengamatan curah hujan, diamati pada setiap hari hujan, jam 7.00 pagi.
10. Karakteristik petani (Jumlah anggota keluarga, luas pengusahaan) dan data usahatani (biaya produksi, pendapatan) diperoleh dengan cara wawancara dengan petani, menggunakan quisioner terstruktur.

Variabel yang Diamati

1. Tanah : Sifat fisik tanah (Kadar air tanah, BD, distribusi ruang pori, permeabilitas tanah, stabilitas agregat, infiltrasi, perkolasi, serta ketahanan/penetrasi tanah, tegangan air tanah (tensiometer), Sifat kimia tanah (C, H, C-organik, N-total, , P_2O_5 , K_2O , KTK, KB serta Al_{td} dan H_{td})
2. Tanaman : Pertumbuhan tanaman (tinggi tanaman, kanopi, akar) dan hasil tanaman (jumlah dan berat segar).
3. Irigasi : Volume dan frekuensi pemberian air.
4. Input – output usahatani : Biaya produksi, penerimaan.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Analisa Data

Analisis data secara statistik dilakukan terhadap kadar air, sifat fisik dan kimia tanah, pertumbuhan dan hasil tanaman, volume air yang diberikan (kegiatan 3) serta dinamika tegangan air tanah. Untuk melihat pengaruh perlakuan dari tiap variabel dilakukan analisis varian (ANOVA)/uji keragaman dengan taraf 5 %. Untuk melihat pengaruh beda nyata dari parameter akibat perlakuan serta interaksinya dilakukan uji jarak berganda Duncan (DMRT = *Duncan Multiple Range Test*) pada taraf 5 %.

Model analisis statistik yang digunakan berupa model linier aditif dari rancangan acak kelompok petak terpisah :

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + \theta_{jk} + \varepsilon_{ijk} \quad (24)$$

Keterangan :

- Y_{ijk} = nilai pengamatan pada kelompok ke k yang mendapat perlakuan petak utama ke i (sumber air pada kegiatan 2 atau teknik irigasi pada kegiatan 3) dan anakpetak perlakuan ke j (level MAD pada kegiatan 2 dan dosis mulsa pada kegiatan 3); yang mana i = 1,2 (kegiatan 2) atau 1,2,3,4 (kegiatan 3); j= 1,2,3,4,5 (pada kegiatan 2) dan 1,2,3 (pada kegiatan 3); k = 1,2,3.
- μ = rata-rata umum
- α_i = pengaruh petak utama perlakuan ke i
- β_j = pengaruh anak petak perlakuan taraf ke j
- γ_k = pengaruh dari kelompok ke k
- $(\alpha\beta)_{ij}$ = interaksi antara petak utama perlakuan ke i dan anak petak perlakuan ke j
- θ_{jk} = pengaruh kovarian pada kelompok ke k dengan petak utama perlakuan ke i dan anak petak perlakuan ke j
- ε_{ijk} = pengaruh acak pada kelompok ke k dengan petak utama perlakuan ke i dan anak petak perlakuan ke j

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak Cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Analisis Finansial

Analisa Usahatani

Penilaian kelayakan investasi usahatani cabai dengan berbagai teknik irigasi menggunakan analisa : *Benefit Cost Ratio (BCR)*, *Net Present Value (NPV)*, dan *Internal Rate of Return (IRR)*.

Analisa Skala Usahatani (yang memenuhi kebutuhan hidup layak)

Pendapatan bersih (NPV) dibandingkan terhadap pendapatan yang memenuhi kebutuhan hidup layak (KHL), merupakan luas minimal skala usahatani yang harus dimiliki untuk memenuhi standar hidup layak. Tahapan perhitungannya sebagai berikut :

$$KHL = 250 \% KFM \quad (25)$$

dimana KHL (Rp) adalah pendapatan petani untuk dapat memenuhi kebutuhan hidup layak yang meliputi pakaian, tempat tinggal (perumahan), pendidikan, kesehatan, keagamaan, rekreasi, kegiatan sosial dan tabungan hari tua (Sintakaban, 2007).

$$KFM = 320 \times \text{harga beras/kg} \times \text{jumlah anggota keluarga /KK} \quad (26)$$

dimana KFM (Rp) adalah kebutuhan fisik minimum setara dengan 320 kg beras/orang/tahun yang merupakan ambang kecukupan pangan untuk tingkat pengeluaran rumah tangga di daerah pedesaan yang berkisar antara 240 – 320 kg beras/orang/tahun (Sajogyo, 1977).

Luas minimum usahatani yang harus dimiliki agar memenuhi standar KHL adalah :

$$Lm = \frac{KHL}{NPV} \quad (27)$$

dimana Lm adalah luas minimum usahatani yang harus dimiliki (ha) dan NPV (pendapatan bersih) adalah penghasilan petani setelah dikurangi biaya produksi (Rp/ha).

Pengumpulan data untuk analisis sosial ekonomi petani cabai serta persepsi dan preferensi petani terhadap teknik irigasi di Kabupaten Lampung Timur dilakukan dengan cara survai melalui wawancara dengan quisioner terstruktur. Pengambilan contoh/responden dilakukan dengan metoda *purposive stratified sampling*. Adapun stratifikasinya adalah skala usahatani atau luas penanaman cabai yang terdiri dari 4 kategori yaitu 0,25; 0,50; 1,00; dan >1.00





ha. Lokasi survai tersebar di 5 kecamatan yang merupakan sentra produksi cabai di Kabupaten Lampung Timur yaitu Kecamatan Metrokibang, Labuhan Ratu, Pekalongan, Purbolingo dan Metro Utara.

Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas dilakukan untuk mengantisipasi terjadinya fluktuasi atau perubahan jumlah, biaya dan harga produksi dengan asumsi-asumsi :

- Ⓒ Total biaya meningkat sebanyak 45 %, jumlah dan harga produksi tetap (Skenario I)
- Jumlah produksi menurun sebanyak 30 %, total biaya dan harga produksi tetap (Skenario II)
- Harga produksi menurun 30 %, total biaya dan jumlah produksi tetap (Skenario III)

Besarnya persentase perubahan dalam analisis sensitivitas ditetapkan 45 % (untuk skenario I) karena modal investasi yang berupa alat dan bahan untuk irigasi merupakan kontribusi paling besar (rata-rata 45 %) terhadap total biaya. Perubahan jumlah produksi ditetapkan 30 % (skenario II) karena berdasarkan hasil wawancara dengan petani, apabila terjadi penurunan produksi, misalnya akibat serangan hama dan penyakit, mengakibatkan berkurangnya jumlah produksi rata-rata 30 %. Demikian pula dengan perubahan harga produksi ditetapkan 30 % (skenario III) karena berdasarkan hasil wawancara dengan petani seringkali terjadi fluktuasi harga rata-rata 30 % dari harga normal.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Bogor Agricultural University

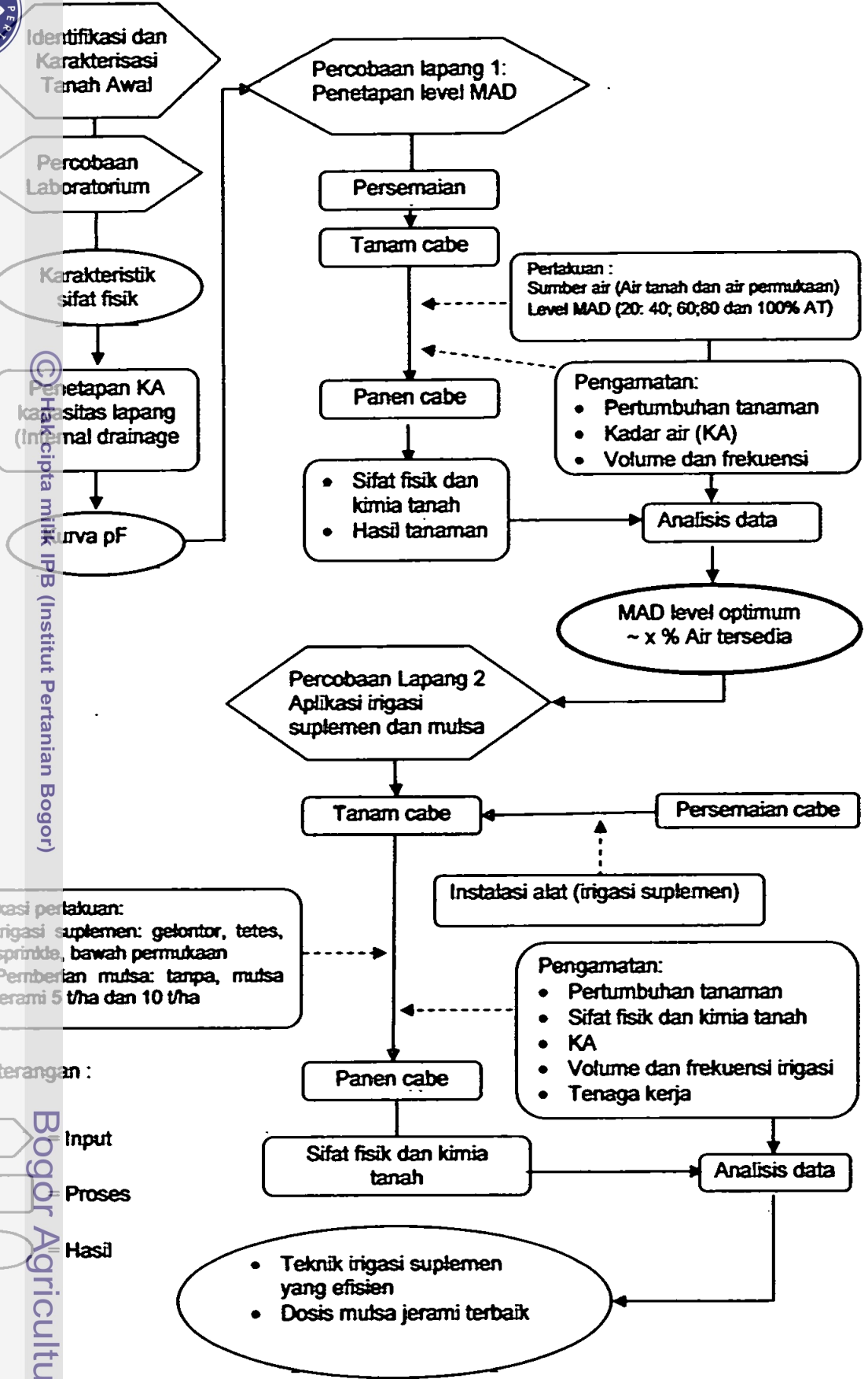
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
© Hak Cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

- 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
- 2. Dilarang memurnikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Gambar 4. Alur tahapan penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Tanah

Klasifikasi Tanah dan Sifat Fisika Tanah

Lokasi penelitian terletak pada fisiografi dataran tuff masam, berbahan induk tuff masam, topografi datar agak berombak dengan lereng 0 – 3 %, posisi pada bagian punggung dataran, berdrainase sedang, permeabilitas sedang. Berdasarkan hasil deskripsi profil tanah (Tabel Lampiran 1) dan hasil analisis kimia masing-masing horison (Tabel Lampiran 2) tanah di lokasi penelitian mempunyai kandungan bahan organik < 1,2 % pada lapisan 20 cm teratas sehingga mempunyai epipedon *ochric*. Pada lapisan 20 – 40 cm terdapat horizon iluviasi liat yang dicirikan oleh kenaikan liat > 20 % dari lapisan di atasnya. Selain itu pada lapisan tersebut mempunyai KTK liat < 16 cmol^+/kg atau KTK efektif < 12 cmol^+/kg . Berdasarkan kedua sifat tersebut maka lapisan itu masuk kedalam kategori horison penciri *kandik*. Dengan demikian tanah diklasifikasikan ke dalam Ordo *Ultisol* (Soil Survey Staff, 1998). Tanah bertokasi di wilayah beriklim basah, sehingga mempunyai regim kelembaban *udik*, oleh karenanya diklasifikasikan kedalam Subordo *Uduft*. Tanah-tanah *Uduft* yang mempunyai horizon bawah penciri *kandik* diklasifikasikan kedalam Great group *Kanhapluduft*. Selanjutnya tanah-tanah *Kanhapluduft* yang tidak termasuk Subgroup yang lain diklasifikasikan kedalam *Typic Kanhapluduft*. Tanah ini setara dengan tanah Podsolik Merah Kuning (PMK) menurut klasifikasi Dudal dan Suprptoahardjo tahun 1957, yang mempunyai akumulasi liat hingga tekstur relatif berat, struktur gumpal, permeabilitas rendah, stabilitas agregat rendah, bahan organik rendah, kejenuhan basa rendah dan pH rendah (4,2 – 4,8) (Hartono, 1993). Tanah PMK ini ditemukan pada ketinggian antara 50 m – 350 m, iklim tropika basah dengan curah hujan antara 2500 – 3500 mm/tahun. Hal tersebut mengindikasikan bahwa tanah PMK ini merupakan tanah yang miskin hara sehingga diperlukan perbaikan ketersediaan hara dalam pengelolaannya.

Tabel 10 menunjukkan bahwa tanah di lokasi percobaan mempunyai sifat fisik yang kurang baik dalam mendukung pertumbuhan tanaman yaitu air tersedia yang rendah (8 % volume), sehingga tanah mempunyai kemampuan memegang air yang rendah, dan stabilitas agregat tidak stabil. Tanah tersebut

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor) Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

mempunyai BD (*bulk density*) 1,5 g/cm³, ruang pori total sebesar 40,7 % volume pada lapisan atas dan 44,5 % volume pada lapisan bawah. Pori drainase cepat tergolong sedang, pori drainase lambat sangat rendah. dan permeabilitas tergolong sedang. Tekstur tanah lempung liat berpasir pada lapisan 0-20 cm dan liat pada kedalaman 20 -40 cm. dan perkolasi yang agak cepat sampai cepat.

Tanah di lokasi penelitian mempunyai karakteristik retensi air berbeda antara lapisan permukaan (0 – 20) cm dan lapisan bawahnya (20 – 40) cm (Gambar 6). Pada lapisan permukaan, tanah lebih cepat meloloskan air, sedangkan pada lapisan bawah, tanah lebih dapat meretensi air. Hal ini karena tanah di lapisan atas/permukaan bertekstur lempung liat berpasir, dengan kandungan pasir yang relatif tinggi, sedangkan tanah di lapisan bawah bertekstur liat, dengan kandungan liat yang tinggi. Hal ini juga ditunjukkan dengan nilai kadar air (% volume) yang lebih tinggi baik pada pF 1,00; 2,00; 2,54 maupun 4,20 pada lapisan 20 – 40 cm (Tabel 10).

Tabel 10 Sifat fisik tanah (sebelum percobaan) di lokasi penelitian pada tanah *Typic Kanhapludult* Tamanbogo, Lampung Timur.

Sifat Fisik	Kedalamam (0 – 20) cm		Kedalaman (20- 40)cm	
	Nilai	Kategori	Nilai	Kategori
PD (g/cm ³)	2,4	-	2,6	-
BD (g/cm ³)	1,5	-	1,4	-
RPT (% vol)	40,7	-	44,5	-
Kadar air (% vol)				
pF 1,00	39,8		42,1	
pF 2,00	25,9		34,0	
pF 2,54	21,6		28,4	
pF 4,20	13,6		22,2	
Pori drainase (% vol)				
Cepat	13,9	sedang	8,1	sedang
Lambat	4,3	sangat rendah	5,6	rendah
Air tersedia (% vol)	8,0	rendah	6,2	rendah
Permeabilitas (cm/jam)	5,7	sedang	5,1	sedang
Tekstur (%)				
Pasir	59,7	lempung liat	37,0	liat
Lempu	15,7	berpasir	12,0	
Liat	24,6		51,0	
Laju perkolasi (cm/jam)	8,5	agak cepat	9,6	agak cepat
Stabilitas agregat (%)	29,0	tidak stabil	31,5	tidak stabil

Keterangan : Dianalisis di Laboratorium Fisika Tanah, Balai Penelitian Tanah
 PD = *partikel density* ; BD = *bulk density* ; RPT = ruang pori total

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 Institut Pertanian Bogor (IPB)
 Bogor Agricultural University

Sifat Kimia Tanah

Hasil analisis sifat kimia tanah (Tabel 11) menunjukkan bahwa tanah di lokasi percobaan mempunyai kesuburan kimia tanah sangat rendah. Hal ini tercermin dari pH yang sangat masam (<4,5) dan kandungan bahan organik (C dan N) yang sangat rendah dengan C/N yang rendah. Kandungan P_2O_5 (dalam HCl 25 %) tergolong rendah pada lapisan 0 – 20 cm dan sangat rendah pada lapisan 20 – 40 cm. K_2O tergolong sangat rendah. Selain itu, tanah di lokasi percobaan juga mempunyai nilai KTK yang sangat rendah dengan kandungan basa-basa (Ca, Mg, K dan Na) yang sangat rendah sehingga mempunyai KB (kejujahan basa) yang sangat rendah pada lapisan 0 – 20 cm dan rendah pada lapisan 20 – 40 cm. Adanya kandungan P_2O_5 (Bray I) yang tergolong tinggi pada lapisan permukaan (0 – 20 cm) disebabkan oleh residu P dari aplikasi pupuk P setiap musim tanam yang telah berlangsung puluhan tahun.

Tabel 11 Sifat kimia tanah (sebelum percobaan) di lokasi penelitian pada tanah *Typic Kanhapludult* Tamanbogo, Lampung Timur

Sifat Kimia Tanah	Kedalaman (0 – 20) cm		Kedalaman (20 – 40) cm	
	Nilai	Kategori	Nilai	Kategori
pH				
H ₂ O	4,2	sangat masam	4,3	sangat masam
KCl	3,8		3,8	
Bahan organik				
C (%)	0,76	sangat rendah	0,56	sangat rendah
N (%)	0,076	sangat rendah	0,055	sangat rendah
C/N	10	rendah	10	rendah
Dalam HCl 25 % (mg/100 g)				
P_2O_5	16,5	rendah	13,5	sangat rendah
K_2O	3,5	sangat rendah	3,5	sangat rendah
P_2O_5 (Bray I) (ppm)	28,7	sangat tinggi	8,6	sedang
Nilai Tukar Kation (cmol ⁺ /kg)				
Ca	0,47	sangat rendah	0,76	sangat rendah
Mg	0,08	sangat rendah	0,10	sangat rendah
K	0,11	rendah	0,07	sangat rendah
Na	0,11	rendah	0,08	sangat rendah
KTK (cmol ⁺ /kg)	4,00	sangat rendah	4,38	sangat rendah
KB (%)	19,25	sangat rendah	23,06	rendah
Dalam KCl 1 N (cmol ⁺ /kg)				
Al ³⁺	1,41	-	1,55	-
H ⁺	0,23	-	0,22	-
Kejujahan Al (%)	35	tinggi	35	tinggi

Keterangan : Dianalisis di Laboratorium Kimia Tanah, Balai Penelitian Tanah, Januari – Maret 2005

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang meminumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Neraca Air di Lokasi Penelitian

Hasil analisis neraca air menunjukkan bahwa pada bulan Mei – Oktober (tahun 1963 s/d 2000), Juni – Oktober (tahun 2001-2003) dan Juli – September (tahun 2005 – 2006) evaporasi melebihi curah hujan sehingga terjadi defisit air di lokasi penelitian (Tabel 12 dan Gambar 5). Dalam kondisi yang demikian irigasi suplemen sangat dipertukan untuk meningkatkan indeks pertanaman dan memperpanjang masa tanam serta yang paling utama adalah memenuhi kebutuhan air tanaman. Pada bulan Januari – April dan Nopember – Desember, di lahan yang dikelola masih tersedia air sebagaimana ditunjukkan oleh adanya surplus air.

Tabel 12 Neraca air di lokasi penelitian di Kebun Percobaan Tamanbogo, Lampung Timur, tahun 1963 s/d 2003

Bulan	Evapotranspirasi (ET _o)		CH		Surplus/defisit air	
	mm/hari		'63 – '00	'01 – '03	'63 – '00	'01 – '03
			(mm/bulan)			
Januari	4,6	143,2	381,2	334,7	238,0	191,4
Pebruari	4,7	131,6	331,5	258,7	199,9	127,1
Maret	4,9	152,5	338,8	321,7	186,2	169,1
April	4,9	145,8	269,2	172,3	123,4	26,5
Mei	4,8	148,8	137,1	216,3	-11,7	67,5
Juni	4,7	141,0	115,6	36,3	-25,4	-104,7
Juli	4,7	146,3	86,0	120,3	-60,3	-26,0
Agustus	5,3	164,6	86,2	33,7	-78,4	-130,9
September	5,3	159,6	102,9	94,2	-56,7	-65,4
Oktober	5,2	161,2	133,1	147,3	-28,1	-13,9
Nopember	4,7	142,2	223,1	246,8	80,9	104,6
Desember	4,3	134,2	323,7	209,3	189,5	75,1
Tahunan	1771,1	1771,1	2528,4	2191,7	757,3	420,6

Hasil analisis data iklim menunjukkan bahwa evapotranspirasi (ET_o) yang terjadi di KP Tamanbogo sebanyak 1771 mm/tahun atau rata-rata per hari mencapai 4,85 mm. Berdasarkan data curah hujan yang terkumpul sejak tahun 1963 rata-rata jumlah curah hujan tahunan (1963 – 2000) mencapai 2528 mm, sedangkan tahun 2001 – 2003 mengalami penurunan menjadi 2192 mm. Jumlah bulan kering (dengan curah hujan < 100 mm) 2 – 4 bulan terjadi antara bulan Juni – September (Tabel 14). Pada bulan tersebut, curah hujan lebih rendah dibandingkan dengan evapotranspirasi, sehingga terjadi defisit air. Defisit air terjadi pada bulan Mei atau Juni dan berakhir pada bulan Oktober (Gambar 5a), sedangkan bulan-bulan surplus air bulan Januari – April dan bulan Nopember –

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

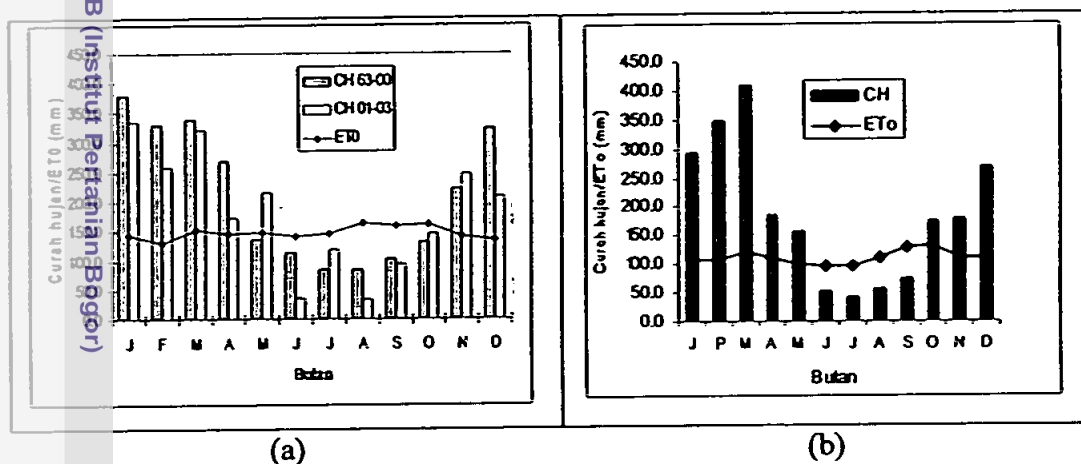
Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor), Bogor

Ecohort Agricultural University

Desember. Kekurangan air tersebut dapat diatasi dengan irigasi. Berdasarkan hasil perhitungan neraca air, irigasi suplemen yang diberikan setiap hari hendaknya berkisar dari 4,7 – 5,3 mm per hari.

Hasil analisis neraca air selama penelitian berlangsung (tahun 2005 – 2006) di Kebun percobaan Tamanbogo agak berbeda (Gambar 5b). Curah hujan tahunan mencapai 2260,7 mm/tahun, dengan jumlah bulan kering selama 4 bulan yang berlangsung dari bulan Juni - September serta pada bulan yang sama terjadi defisit air dan bulan-bulan surplus air terjadi pada bulan Oktober –

Mei. Evapotranspirasi rata-rata 1341,7mm/tahun, sehingga terjadi evapotranspirasi rata-rata sebesar 3,68 mm/hari. Ini lebih rendah dibandingkan dengan tahun-tahun sebelumnya. Hal ini akan menyebabkan kebutuhan air irigasi yang lebih rendah dibandingkan dengan tahun-tahun sebelumnya.



Gambar 5 Neraca air (a) tahun 1963-2003 dan (b) tahun 2005-2006 di Kebun Percobaan Tamanbogo, Lampung Timur

Kualitas Mulsa Jerami Padi

Dalam penelitian ini digunakan mulsa jerami sebagai perlakuan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air. Peranan mulsa dalam hal ini untuk mengurangi evaporasi. Hal ini berkaitan erat dengan lamanya mulsa tersebut berada di lapangan. Keberadaan mulsa di lapang berhubungan erat dengan kecepatan pelapukan yang ditentukan oleh kualitas bahan mulsa tersebut terutama C/N rasionya. Kualitas mulsa jerami disajikan pada Tabel 13. Tabel tersebut menunjukkan bahwa mulsa jerami yang dipakai mempunyai kandungan C organik yang cukup tinggi (36,3 %) dengan C/N ratio 47. Selain itu, mulsa jerami mempunyai kandungan unsur Fe dan Al yang tinggi dan mengandung sejumlah unsur hara yang diperlukan tanaman (N, P, K, Ca, Mg, Mn, Cu, Zn).

Tabel 13 Hasil analisis kimia mulsa jerami padi pada tanah *Typic Kanhapludut* Tamanbogo, Lampung Timur

Sifat Kimia	Terhadap contoh kering 105 °C
Kadar air (%)	4,50
C/N	47,00
C (%)	36,30
N (%)	0,77
P (%)	0,10
K (%)	1,13
Ca (%)	0,23
Mg (%)	0,19
S (%)	0,12
Fe (ppm)	1.664,00
Al (ppm)	1.689,00
Mn (ppm)	228,00
Cu (ppm)	0,40
Zn (ppm)	96,00

Management Allowable Depletion (MAD) Level Untuk Penjadwalan Irigasi Tanaman Cabai

Kadar Air Kapasitas Lapang, Kurva pF dan Air Tersedia

Gambar 6 menunjukkan bahwa tanah di lokasi penelitian mempunyai karakteristik retensi air berbeda antara lapisan permukaan (0 – 20) cm dan lapisan bawahnya (20 – 40) cm. Pada lapisan permukaan, tanah lebih cepat meloloskan air, sedangkan pada lapisan bawah, tanah dapat meretensi air lebih tinggi. Hal ini karena tanah di lapisan atas/permukaan bertekstur lempung liat berpasir, dengan kandungan pasir yang relatif tinggi (59,7 %), sedangkan tanah di lapisan bawah bertekstur liat, dengan kandungan liat yang tinggi (51 %). Kekuatan retensi ini juga ditunjukkan dengan nilai kadar air (% volume) yang lebih tinggi baik pada pF 1,00; 2,00; 2,54, maupun 4,20 pada lapisan 20 – 40 cm (Tabel 10).

Kapasitas lapang yang diukur dilapangan dengan metoda drainase internal dicapai pada matrik potensial ± 70 mBar (Gambar 7). Hasil pengukuran kadar air pada kondisi tersebut adalah 23,5 % volume. Sedangkan jumlah air tersedia yang diperoleh dari kurva pF (Gambar 6) hasil analisa laboratorium adalah 8 %. Atas dasar kedua data tersebut, yaitu jumlah air tersedia (8 %) dan kapasitas lapang (23,5 %), maka nilai kadar air pada setiap perlakuan adalah sebagai berikut : Nilai kadar air pada perlakuan MAD 20 % air tersedia adalah 17, 1 % volume ($23,5\% - (80\% \times 8\%) = 17,1\%$) dan selanjutnya 18,7; 20,3; 21,9 dan

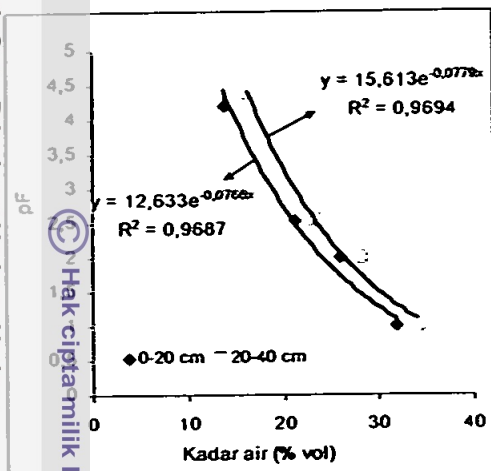
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Bogor Agricultural University

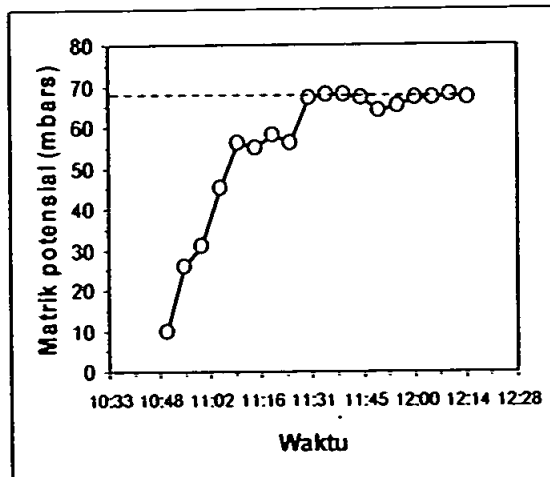
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

23,5 % volume masing-masing untuk perlakuan MAD 40, 60, 80 dan 100 % air tersedia.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang



Gambar 6 Kurva pF tanah *Typic Kanhapludults* Tamanbogo, Lampung Timur



Gambar 7 Dinamika matrik potensial pada penetapan kadar air kapasitas lapang dengan metoda *internal drainage*

Kadar air berasosiasi dengan tegangan air yang terbaca pada tensiometer yang selanjutnya dipakai sebagai dasar pemberian irigasi masing-masing perlakuan level MAD. Irigasi diberikan pada saat kadar air yang diinginkan untuk masing-masing level MAD tercapai yang diindikasikan oleh nilai tegangan air tanah yang terbaca pada tensiometer. Irigasi diberikan pada saat tensiometer menunjukkan angka 572,0; 292,5; 158,0; 89,4 dan 63,0 mBar dengan volume pemberian air irigasi sebanyak 960, 720, 480, 240, dan 160 l/plot masing-masing untuk level MAD 20, 40, 60, 80 dan 100 % air tersedia (Tabel 14).

Volume air irigasi yang diberikan tergantung kepada banyaknya air tersedia dalam tanah. Air tersedia semakin tinggi dengan semakin tingginya level MAD dan berbanding terbalik dengan volume air irigasi yang harus diberikan setiap kali penyiraman. Hal ini karena semakin tinggi level MAD, semakin tinggi kadar air yang harus dipertahankan di dalam tanah, sehingga air tersedia semakin tinggi. Dengan demikian volume irigasi yang harus diberikan setiap kali pemberian menjadi semakin rendah, dengan semakin tingginya level MAD (Tabel

14)

Tabel 14 Air tersedia, kadar air, pF, tegangan air tanah dan irigasi yang diberikan pada setiap perlakuan MAD pada tanah *Typic Kanhapludult* Tamanbogo, Lampung Timur

Level MAD	AT(mm)	KA *) (% vol)	pF	T A (mBar)	Irigasi (l/plot)
20 % AT (I ₁)	4,8	17,1	2,77	572,0	960
40 % AT (I ₂)	9,6	18,7	2,47	292,5	720
60 % AT (I ₃)	14,4	20,3	2,21	158,0	480
80 % AT (I ₄)	19,2	21,9	1,96	89,4	240
100 % AT (I ₅)	24,0	23,5	1,85	70,0	160

Keterangan : *) kedalaman 30 cm, MAD = *management allowable depletion*, AT = air tersedia, KA = kadar air, TA = tegangan air tanah

Volume dan Jadwal Pemberian Air Irigasi

Sumber air irigasi tidak berpengaruh terhadap volume irigasi yang diberikan, sedangkan level MAD berpengaruh nyata terhadap volume irigasi yang diberikan selama satu musim tanam (Tabel 15). Semakin tinggi level MAD, semakin tinggi jumlah air yang harus diberikan. Ini karena semakin tinggi level MAD, kadar air yang harus dipertahankan dalam tanah semakin tinggi, sehingga interval irigasi semakin pendek atau irigasi semakin sering diberikan, akibatnya total pemberian air selama satu musim semakin tinggi.

Tabel 15 Jumlah irigasi yang diberikan untuk masing-masing perlakuan MAD selama satu musim tanam cabai pada tanah *Typic Kanhapudult* Tamanbogo, Lampung Timur

Level MAD	Sumber air irigasi		Rata-rata
	Air tanah (A1)	Air permukaan (A2)	
	(mm)		
20 % air tersedia (I ₁)	71,4	71,3	71,4 e
40 % air tersedia (I ₂)	119,4	119,4	119,4 d
60 % air tersedia (I ₃)	247,3	229,1	238,2 c
80 % air tersedia (I ₄)	423,8	396,3	410,0 b
100 % air tersedia (I ₅)	490,3	464,4	477,4 a
Rata-rata	270,4 A	256,1 A	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama atau huruf besar pada baris yang sama berbeda pada taraf 5 % DMRT.

Interval pemberian irigasi berhubungan erat dengan volume irigasi yang harus diberikan untuk mencapai kapasitas lapang pada masing-masing perlakuan MAD. Pada saat kapasitas lapang, air tersedia adalah 24 mm (8 %

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



volume x 30 cm) untuk kedalaman perakaran 30 cm. Dengan demikian irigasi yang harus diberikan adalah 19,2; 14,4; 9,6; 4,8 dan 3,2 mm masing-masing untuk perlakuan MAD 20, 40, 60, 80 dan 100 % air tersedia (Tabel 16).

Besarnya evapotranspirasi adalah 2,3; 2,5; 2,9; 3,8 dan 4,2 mm masing-masing untuk perlakuan MAD 20, 40, 60, 80 dan 100 % air tersedia. Selang pemberian irigasi adalah volume irigasi yang harus diberikan per pemberian (mm) dibagi evapotranspirasi (mm/hari). Interval pemberian irigasi yaitu 8, 6, 3, 1, dan 1 hari, masing-masing untuk level MAD 20, 40, 60, 80 dan 100 % air tersedia (apabila tidak ada hujan). Level MAD 80 dan 100 % air tersedia mempunyai interval yang tidak berbeda (Tabel 16). Apabila turun hujan, angka pada tensiometer sebagai pedoman level MAD dipakai sebagai dasar untuk penyiraman.

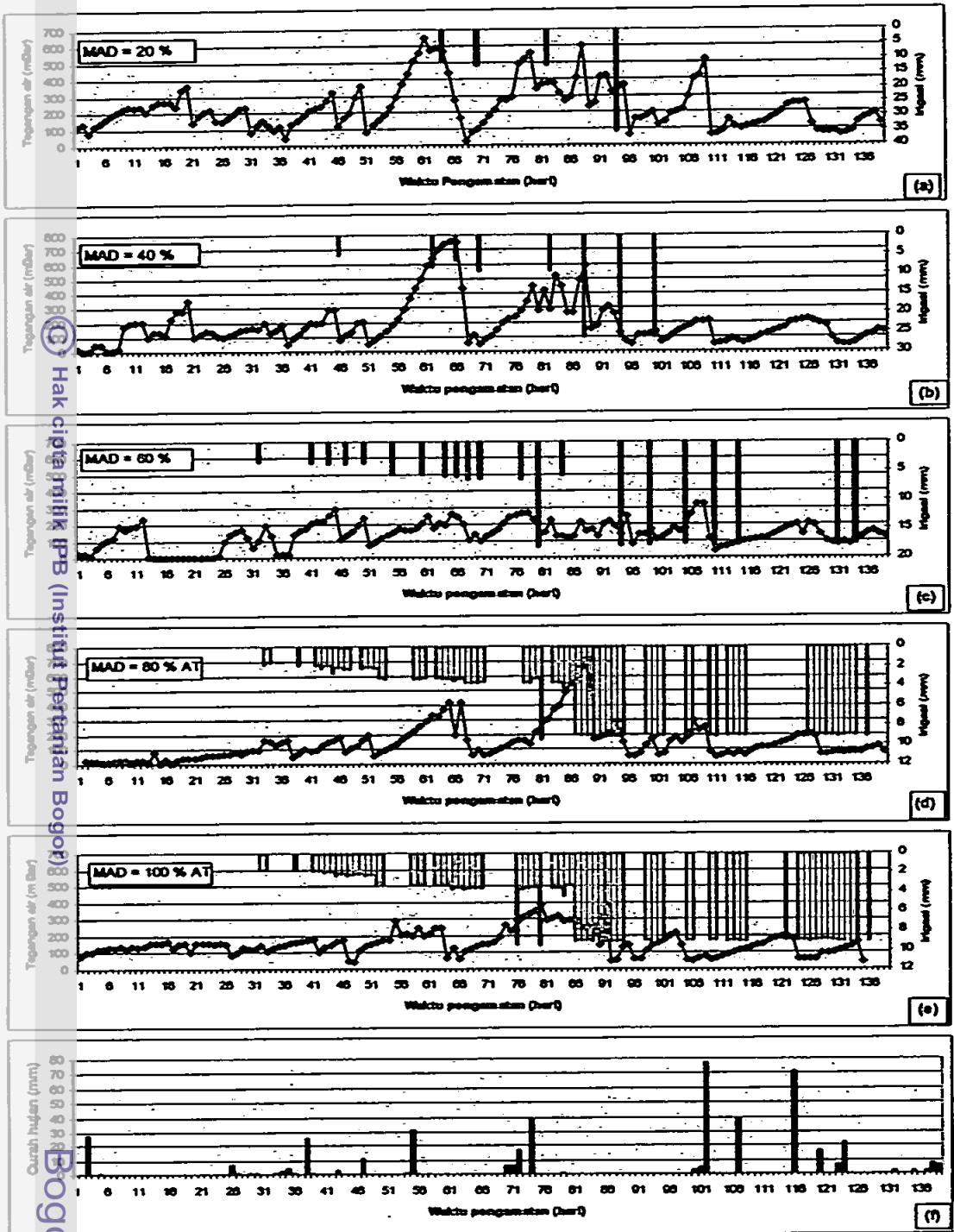
Tabel 16 Irigasi, evapotranspirasi dan interval irigasi untuk tanaman cabai pada setiap level MAD pada tanah *Typic Kanhapludult*, Tamanbogo

Level MAD	Irigasi (mm)	ETcr (mm/hari)	Interval irigasi (hari)
20 % air tersedia (I_1)	19,2	2,3	8
40 % air tersedia (I_2)	14,4	2,5	6
60 % air tersedia (I_3)	9,6	2,9	3
80 % air tersedia (I_4)	4,8	3,8	1
100 % air tersedia (I_5)	3,2	4,2	1

Keterangan : MAD = *management allowable depletion*, ETcr = evapotranspirasi (dari hasil penelitian sebelumnya)

Fluktuasi Tegangan Air Tanah

Level MAD terlihat berpengaruh terhadap fluktuasi tegangan air tanah (Gambar 8). Apabila membandingkan Gambar 8a sampai 8e, terlihat bahwa perlakuan level MAD 60 % air tersedia (I_3) (Gambar 8c), mempunyai fluktuasi yang paling rendah yaitu berkisar pada nilai < 50 sampai 300 mBar, dengan rata-rata 38 mBar. Berdasarkan kurva pF, kondisi kapasitas lapang berada pada pF 2,5+ atau setara dengan \pm 300 mBar, sehingga ini merupakan kondisi tegangan air yang ideal bagi tanaman, karena air diretensi tidak lebih dari tegangan air pada kapasitas lapang (\pm 300 mBar), sedangkan pada perlakuan level MAD 20 % (I_1) dan 40 % air tersedia (I_2), ada periode dimana tegangan air berada pada kisaran yang melebihi tegangan air pada kondisi kapasitas lapang (> 300 mBar). Hal ini akan berpengaruh pada kemampuan akar tanaman untuk mengekstrak air dari tanah. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pada perlakuan level



Gambar 8 Fluktuasi tegangan air tanah dan irigasi untuk masing-masing level MAD serta curah hujan selama pertanaman cabai pada tanah *Typic Kanhapludults* Tamanbogo, Lampung Timur

tersedia (I_5) serta hampir selalu mempunyai nilai yang paling tinggi diantara perlakuan level MAD lainnya (Tabel 17). Hal ini karena pada perlakuan level MAD 60 % air tersedia (I_5) sampai 100 % air tersedia (I_5) tanaman mendapatkan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Bogor Agricultural University



tambahan air yang konstan dalam interval yang tidak terlalu lama. Selain itu pada level MAD 60 sampai 100 % air tersedia tidak terjadi cekaman air yang diindikasikan oleh fluktuasi tegangan air tanah yang berada di sekitar kapasitas lapang.

Tabel 17 Pengaruh sumber air irigasi dan level MAD terhadap tinggi tanaman cabai pada tanah *Typic Kanhapudult* Tamanbogo, Lampung Timur

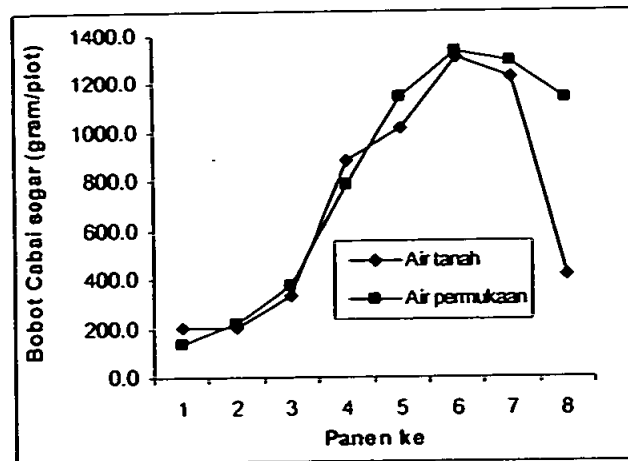
Pertakuan	Umur tanaman (MST)						
	4	6	8	10	14	16	19
Sumber air irigasi							
Air tanah (A ₁)	15,3 A	22,2 A	38,5 A	42,3 A	43,5 A	45,3 A	48,4 A
Air permukaan (A ₂)	14,5 A	21,3 A	39,7 A	43,4 A	46,1 A	46,5 A	48,1 A
Level MAD							
20 % air tersedia (I ₁)	15,1 a	21,6 a	39,3 a	42,8 ab	45,7 ab	46,3 ab	47,6 ab
40 % air tersedia (I ₂)	14,7 a	21,6 a	38,6 a	42,8 ab	44,3 ab	46,0 ab	47,1 ab
60 % air tersedia (I ₃)	14,9 a	21,6 a	40,0 a	44,6 a	47,1 a	48,4 a	49,2 a
80 % air tersedia (I ₄)	15,2 a	22,5 a	39,7 a	43,7 ab	44,2 ab	44,5 b	47,3 ab
100 % air tersedia (I ₅)	14,9 a	21,5 a	37,9 a	40,7 b	42,7 b	44,3 b	45,0 b

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf besar atau huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata pada taraf 5 % DMRT, MST = minggu setelah tanam

Hasil Tanaman

Tidak terjadi interaksi yang nyata antara sumber air irigasi dan level MAD terhadap fluktuasi hasil tanaman cabai. Sumber air irigasi tidak berpengaruh nyata terhadap fluktuasi hasil panen cabai sampai dengan panen ke 7, namun pada panen ke 8, pemberian irigasi dengan air permukaan (A₂) meningkatkan bobot segar buah cabai dan berbeda nyata dibandingkan dengan pemberian irigasi dengan air tanah (A₁) (Gambar 9). Panen cabai mencapai puncaknya pada panen ke 6, setelah itu menurun sampai panen ke 8. Pada pemberian irigasi dengan air tanah, penurunan tersebut sangat drastis, hal ini karena jumlah unsur hara yang disumbangkan selama penyiraman tidak sebanyak air permukaan. Air permukaan banyak mengandung lumpur yang mengandung unsur hara yang diperlukan tanaman (Tabel 18). Pada saat kandungan lumpur lebih rendah pun (32 mg/l) kandungan total haranya masih cukup tinggi, yaitu 11,1 mg/l yang terdiri dari kation-kation K, Ca, Mg, Na, Fe, Al, Mn dan 0,21 mg/l anion PO₄.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Gambar 9 Pengaruh sumber air irigasi terhadap hasil cabai, pada tanah *Typic Kanhapludult* Tamanbogo, Lampung Timur

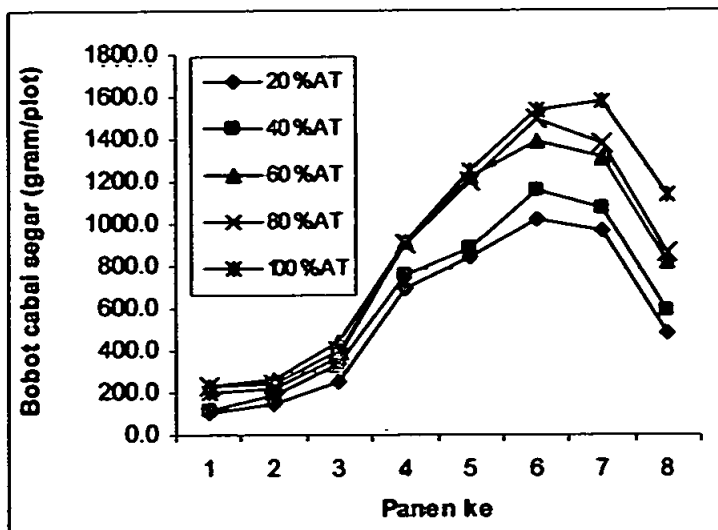
Table 18 Kualitas air irigasi yang berasal dari air tanah dan air permukaan pada tanah *Typic Kanhapludults* Tamanbogo, Lampung Timur

Sifat Kimia	Sumber Air Irigasi		
	Air tanah (A ₁)	Air Permukaan (A _{2,1})	Air Permukaan (A _{2,2})
25°C dS/m	0,058	0,058	0,42
Ar lumpur (mg/l)	6,0	6,1	5,6
	0,00	224,00	32,00
	Kation (me/l bebas lumpur)		Total hara (mg/l)
	0,04	0,04	0,12
	0,02	0,04	0,01
	0,04	0,13	0,08
	0,03	0,09	0,04
	0,45	0,29	0,11
	0,00	0,05	0,02
	0,00	0,10	0,04
	0,00	0,00	0,00
Jumlah	0,58	0,74	0,42
			11,61

Keterangan : Dianalisis di Laboratorium Kimia Balai Penelitian Tanah, A_{2,1} = contoh air permukaan 1; A_{2,2} = contoh air permukaan 2

Gambar 10 memperlihatkan pengaruh perlakuan level MAD terhadap fluktuasi hasil panen cabai. Level MAD berpengaruh nyata terhadap bobot segar buah cabai pada panen ke 2 sampai panen ke 8. Panen cabai mencapai puncaknya pada panen ke 6 untuk semua perlakuan level MAD, kecuali pada level MAD 100 % air tersedia (I₅), mencapai puncaknya pada panen ke 7. Dari panen ke 2 sampai ke 7, perlakuan level MAD 60 % air tersedia memberikan hasil tanaman yang cukup tinggi dan secara statistik tidak berbeda dengan level MAD 30 % (I₄) dan 100 % air tersedia (I₅), tetapi berbeda dengan perlakuan level

MAD 20 % (I_1) dan 40 % air tersedia (I_2). Pada panen ke 8, hasil tertinggi dicapai pada perlakuan level MAD 100 % air tersedia (I_5) dan berbeda terhadap perlakuan lainnya. Hal tersebut juga bisa dilihat pada Tabel 19 yang menunjukkan bahwa pemberian air permukaan (A_2) meningkatkan produksi total cabai dan berbeda nyata dibandingkan air tanah (A_1). Hal ini menunjukkan bahwa air permukaan bisa dijadikan alternatif dan cukup potensial sebagai sumber air irigasi karena mempunyai kualitas kimiawi yang lebih baik dari air tanah. Air tanah, meskipun mempunyai kualitas yang lebih rendah, dapat juga dipakai sebagai air irigasi. Namun penggunaan air tanah yang berlebihan tanpa disertai usaha untuk *recharge* air tanah, tidak akan efektif untuk memecahkan masalah peningkatan permukaan air tanah (Jhorar *et al.*, 2009).



Gambar 10 Pengaruh level MAD terhadap hasil cabai pada tanah *Typic Kanhapludult* Tamanbogo, Lampung Timur

Level MAD berpengaruh nyata terhadap produksi total cabai (Tabel 19). Level MAD 100 % air tersedia (I_5) memberikan hasil yang tertinggi dan tidak berbeda dengan level MAD 80 % air tersedia (I_4) tetapi berbeda dengan perlakuan level MAD lainnya. Beberapa peneliti (Tisdale *et al.*, 1990; Foster *et al.*, 1995; Viets, 1997 dalam Home *et al.*, 2002) menunjukkan bahwa pemeliharaan irigasi yang mempertahankan kadar air disekitar kapasitas lapang telah terbukti menghasilkan produksi dan *N-uptake* yang maksimum pada tanaman sayuran.

Hasil tanaman cabai menurun dengan menurunnya level MAD, karena adanya periode cekaman air sehingga tanaman mengalami stres air. Dalla

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak Cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University



Costa dan Gianquinto (2002) menunjukkan bahwa stres air secara kontinyu, nyata menurunkan berat segar buah cabai. Tanaman cabai memberikan hasil dengan mutu pasar yang terbaik pada irigasi 120 % evapotranspirasi (ET), dan terendah pada 40 % ET. Tidak terdapat perbedaan mutu pasar yang nyata antara pemberian irigasi dengan 60,80 dan 100 % ET.

Tabel 19 Pengaruh sumber air irigasi dan level MAD terhadap produksi total buahsegar cabai pada tanah *Typic Kanhapudult* Tamanbogo, Lampung Timur

Level MAD	Total produksi buah segar (t/ha)		Rata-rata
	Air tanah (A ₁)	Air permukaan (A ₂)	
20% air tersedia (I ₁)	0,84	0,96	0,90 d
40% air tersedia (I ₂)	0,94	1,10	1,02 c
60% air tersedia (I ₃)	1,26	1,37	1,32 b
80% air tersedia (I ₄)	1,20	1,47	1,34 ab
100% air tersedia (I ₅)	1,35	1,53	1,44 a
Rata-rata	1,12 A	1,29 B	

Keterangan : MAD = *management allowable depletion*, angka yang diikuti huruf besar yang berbeda pada baris yang sama dan huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama berbeda pada taraf 5 % DMRT

Secara umum, semakin tinggi level MAD, hasil tanaman semakin meningkat, namun peningkatan tersebut tidak berbeda lagi setelah perlakuan level MAD 60 % air tersedia (I₃) (Tabel 19). Dengan demikian, level MAD 60 % air tersedia (I₃) merupakan perlakuan yang paling optimum pengaruhnya terhadap hasil tanaman cabai. Hal ini berarti air suplemen sebaiknya diberikan ketika air tersedia baru hilang 40 %, karena kadar air tanah yang lebih rendah dapat menurunkan tingkat pertumbuhan dan hasil panen cabai. Hedge (1986; 1987 dalam Dalla Costa dan Gianquinto, 2002) menyatakan bahwa pada tanah lempung liat berpasir, tanaman cabai memberikan keragaan tanaman yang terbaik (berat segar, berat kering, ukuran dan ketebalan) ketika mendapatkan irigasi pada 40 – 60 % air tersedia. Penelitian ini dilaksanakan pada tekstur tanah yang sama (lempung liat berpasir) pada lapisan 0-20 cm dari permukaan tanah. Humphreys *et al.* (1989 dalam Home *et al.*, 2002) menyatakan bahwa kekeringan yang ekstrim di lapangan menyebabkan aktivitas akar menurun yang menyebabkan rendahnya N-uptake oleh akar, sehingga produksi tanaman menjadi menurun. Home *et al.* (2002) membuktikan bahwa penurunan MAD dari 70% menjadi 55 % dan 40 % air tersedia menurunkan produksi secara drastis karena penurunan ketersediaan air dan nitrogen. Irigasi pada level MAD

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



70 % air tersedia, dengan metoda *curah* merupakan irigasi yang terbaik untuk pertanaman okra pada tanah lempung berpasir (*sandy loam*) (Home *et al.*, 2002). Erdem *et al.* (2006) melaporkan bahwa MAD 70 % air tersedia merupakan level MAD yang terbaik pada tanah bertekstur liat untuk tanaman kentang. Sedangkan Panda *et al.* (2004) menemukan bahwa MAD 55 % air tersedia merupakan level MAD yang terbaik pada tanah bertekstur lempung berpasir untuk tanaman jagung. Dengan demikian, level MAD optimum sangat tergantung kepada tekstur tanah, jenis tanaman dan iklim setempat.

Perubahan Cadangan Air pada Masing-masing Level MAD Berbeda dan Penggunaan Air Tanaman (*Crop Water Use*)

Perubahan cadangan air pada masing-masing level MAD berbeda dan pada level MAD 20 % dan 40 % air tersedia, total perubahan cadangan air selama pertanaman bernilai negatif (Tabel 20). Ini berarti cadangan air di dalam tanah tidak mencukupi sehingga memerlukan tambahan air berupa air irigasi dan atau curah hujan. Pada level MAD 20 % air tersedia (I_1) kebutuhan tambahan air tersebut lebih besar dibandingkan level MAD 40 % air tersedia (I_2). Perubahan cadangan air pada level MAD 60 % air tersedia (I_3) memberikan nilai positif dan paling tinggi dibandingkan level MAD lainnya. Ini berarti, pada level tersebut, kebutuhan air tanaman masih dapat disuplai dari cadangan air tanah. Pada irigasi dengan level MAD 80 % air tersedia (I_4), cadangan air tanah yang dapat disuplai untuk memenuhi kebutuhan air tanaman kembali menurun dan jauh lebih kecil, dan pada level MAD 100 % air tersedia (I_5), perubahan cadangan air menjadi negatif lagi, ini berarti pemberian air irigasi pada level MAD 80 % (I_4) dan dan level MAD 100 % air tersedia (I_5) sudah tidak efisien lagi.

Penggunaan air tanaman atau konsumsi air tanaman (evapotranspirasi) dihitung melalui persamaan kesetimbangan air di zona perakaran yaitu : $WU (ET_c) = (P + I) - \Delta S$, dimana WU (ET_c) adalah jumlah air konsumtif tanaman, P adalah curah hujan, I adalah volume irigasi yang diberikan dan ΔS adalah perubahan cadangan air dalam tanah (0-20 cm).

Semakin tinggi level MAD, semakin tinggi penggunaan air oleh tanaman atau evapotranspirasi (Tabel 20). Hal ini karena semakin tinggi level MAD, semakin tinggi dan semakin sering irigasi diberikan. Dengan demikian semakin banyak air yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan air tanaman, sehingga evapotranspirasi pun menjadi lebih tinggi. Level MAD 100 % air

tersedia (I_5) memberikan evapotranspirasi yang tertinggi dan level MAD 20 % air tersedia (I_1) yang paling rendah. Evapotranspirasi dari yang terendah sampai yang paling tinggi berturut-turut adalah pada perlakuan level MAD 20 (I_1), 40 (I_2), 60 (I_3), 80 (I_4) dan 100 % air tersedia (I_5).

Tabel 20 Neraca air di zone perakaran dan penggunaan air tanaman cabai (kedalaman 0 – 20 cm) pada tanah *Typic Kanhapudults* Tamanbogo, Lampung Timur

Level MAD	Neraca air di zone perakaran			WU (mm)
	P (mm)	I (mm)	ΔS (mm)	
20 dari air tersedia (I_1)	355,0	71,4	-30,9	457,4
40 dari air tersedia (I_2)	355,0	119,4	-17,9	492,4
60 dari air tersedia (I_3)	355,0	238,2	20,5	572,7
80 dari air tersedia (I_4)	355,0	410,0	8,6	756,4
100 dari air tersedia (I_5)	355,0	477,4	-4,5	838,8

Keterangan : MAD = *management allowable depletion*, P = curah hujan, I = irigasi, ΔS = perubahan cadangan air dalam tanah, WU= *water use* = (P+I) - ΔS

Efisiensi Penggunaan Air (*Water Use Efficiency* = WUE)

Efisiensi penggunaan air untuk setiap level MAD disajikan pada Tabel 21. Efisiensi penggunaan air meningkat sampai level MAD 60 % air tersedia (I_3) dan setelah itu pada level 80 % (I_4) dan 100 % air tersedia (I_5) menurun, bahkan pada level MAD 100 % air tersedia, efisiensi penggunaan air mencapai nilai terendah. Hal ini karena pada level tersebut, air yang digunakan lebih banyak tetapi peningkatan pemberian atau penggunaan air tidak sebanding dengan peningkatan hasil, sehingga efisiensinya menurun. Dengan demikian peningkatan level MAD tidak selalu meningkatkan efisiensi penggunaan air. Demikian pula halnya dengan penggunaan air (evapotraspirasi), peningkatan penggunaan air (evapotranspirasi) tidak selalu diikuti pula oleh peningkatan efisiensi penggunaan air (WUE). Pada perlakuan level MAD 60 % air tersedia (I_3), efisiensi penggunaan air mencapai nilai tertinggi. Ini berarti perlakuan level MAD 60 % (I_3) memberikan tingkat efisiensi penggunaan air yang paling optimum dibandingkan perlakuan level MAD lainnya. Ini sejalan dengan hasil penelitian Sonjari *et al.* (2009) yang menunjukkan bahwa WUE, berat kering akar dan indeks panen tanaman mencapai optimum pada 2/3 dari kapasitas lapang atau 60 % air tersedia. Pada derajat kekeringan air /ketersediaan air yang rendah (1/3 dari kapasitas lapang tanaman), WUE, berat kering akar dan indeks panen tanaman menurun.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Institut Pertanian Bogor (IPB) Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Tabel 21 Pengaruh sumber air irigasi dan level MAD terhadap efisiensi penggunaan air tanaman cabai pada tanah *Typic Kanhapudults* Tamanbogo, Lampung Timur

Perlakuan	WU	Hasil	WUE
	(m ³ /ha)	kg/ha	(kg/m ³)
<i>Sumber air irigasi</i>			
Air tanah (A ₁)	6254,3	1121,3	0,18
Air permukaan (A ₂)	6111,0	1281,2	0,21
<i>Level MAD</i>			
20 % air tersedia (I ₁)	4573,6	901,4	0,20
40 % air tersedia (I ₂)	4923,7	1007,1	0,20
60 % air tersedia (I ₃)	5726,6	1316,7	0,23
80 % air tersedia (I ₄)	7564,0	1341,7	0,18
100 % air tersedia (I ₅)	8368,3	1439,3	0,17

Keterangan : MAD = *management allowable depletion*, WU = *water use*, WUE = *water use efficiency* = Hasil/WU

efisiensi penggunaan air pada penelitian ini berkisar dari 0,17 – 0,23 kg/m³. lebih besar dibandingkan dengan hasil penelitian Genclogan *et al.* (2005) yang melaporkan bahwa WUE tanaman cabai berkisar dari 0,7 – 1,7 kg/ha mm atau setara dengan 0,07 – 0,17 kg/m³ pada pemakaian air yang berkisar dari 886,5 – 937 mm/2 tahun.

Level MAD 60 % air tersedia memberikan nilai WUE tertinggi dibandingkan perlakuan level MAD lainnya. Hal ini menunjukkan level MAD 60 % air tersedia mampu menghemat air. Penghematan air sebanyak 264 mm/musim tanam atau kurang lebih 2 mm/hari, bila dibandingkan dengan level MAD 100 % air tersedia. Dengan demikian penetapan waktu, volume dan interval irigasi yang paling hemat air adalah pada level MAD 60 % air tersedia.

Pemberian air pada level MAD 60 % air tersedia tidak membiarkan kondisi batas atas kapasitas lapang dalam waktu yang lama. Kondisi batas atas kapasitas lapang (80 – 100 % air tersedia) mengakibatkan air drainase bergerak sebanyak 1,0 – 1,5 mm/hari meninggalkan zone perakaran (Sinukaban, komunikasi personal). Dengan demikian penggunaan level MAD yang biasa digunakan petani yaitu 80 – 100 % air tersedia memboroskan air sebanyak 365 – 540 mm/tahun. Pada level MAD 60 % air tersedia hal tersebut tidak terjadi karena kadar air dalam tanah tidak dibiarkan berada disekitar batas atas kapasitas lapang.

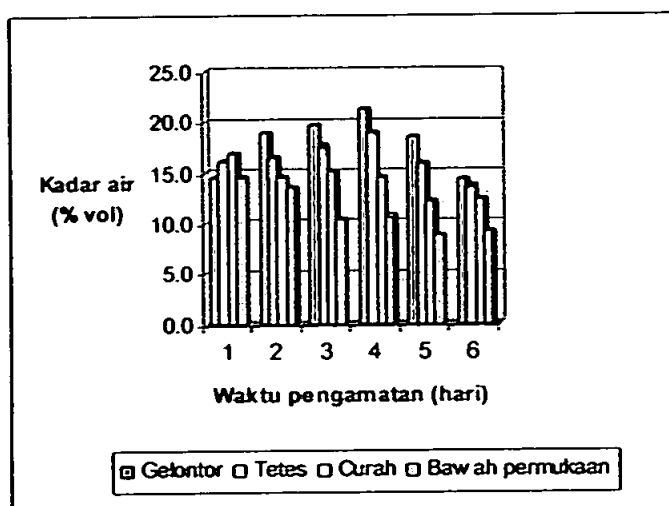
Hal tersebut diatas mengindikasikan bahwa pemberian irigasi pada saat level MAD 60 % air tersedia (kehilangan air 40 % air tersedia) merupakan teknologi yang ramah lingkungan. Teknologi ini tidak boros air sehingga tidak

terjadi eksploitasi sumberdaya air, baik yang berasal dari air tanah maupun air permukaan. Dengan demikian level MAD 60 % air tersedia memenuhi pilar pembangunan berkelanjutan ditinjau dari segi tujuan ekologi (*ecological objective*).

Aplikasi Berbagai Teknik Irigasi dan Mulsa Jerami pada Pertanaman Cabai

Pengaruh Teknik Irigasi dan Mulsa terhadap Konservasi Kelembaban Tanah

Pengaruh teknik irigasi terhadap fluktuasi kadar air tanah pada saat tidak ada hujan disajikan pada Gambar 11. Teknik irigasi gelontor (I_1) hampir selalu memberikan nilai kadar air yang paling tinggi diantara teknik irigasi lainnya, disusul kemudian oleh teknik irigasi tetes (I_2), curah (I_3), dan teknik irigasi bawah permukaan (I_4). Hal ini karena pada teknik irigasi gelontor, pada saat dilakukan irigasi air terkonsentrasi pada tanah diantara barisan tanaman dimana pengambilan sampel untuk kadar air dilakukan. Pada teknik irigasi tetes, air lebih terkonsentrasi dekat tanaman, sehingga pada barisan diantara tanaman, kadarnya lebih rendah. Pada teknik curah air lebih menyebar ke seluruh pertanaman, sehingga kelembaban tanah lebih rendah. Disamping itu adanya intensifikasi dan pengaruh kecepatan angin, menyebabkan air yang jatuh ke permukaan tanah menjadi lebih rendah dari yang seharusnya.

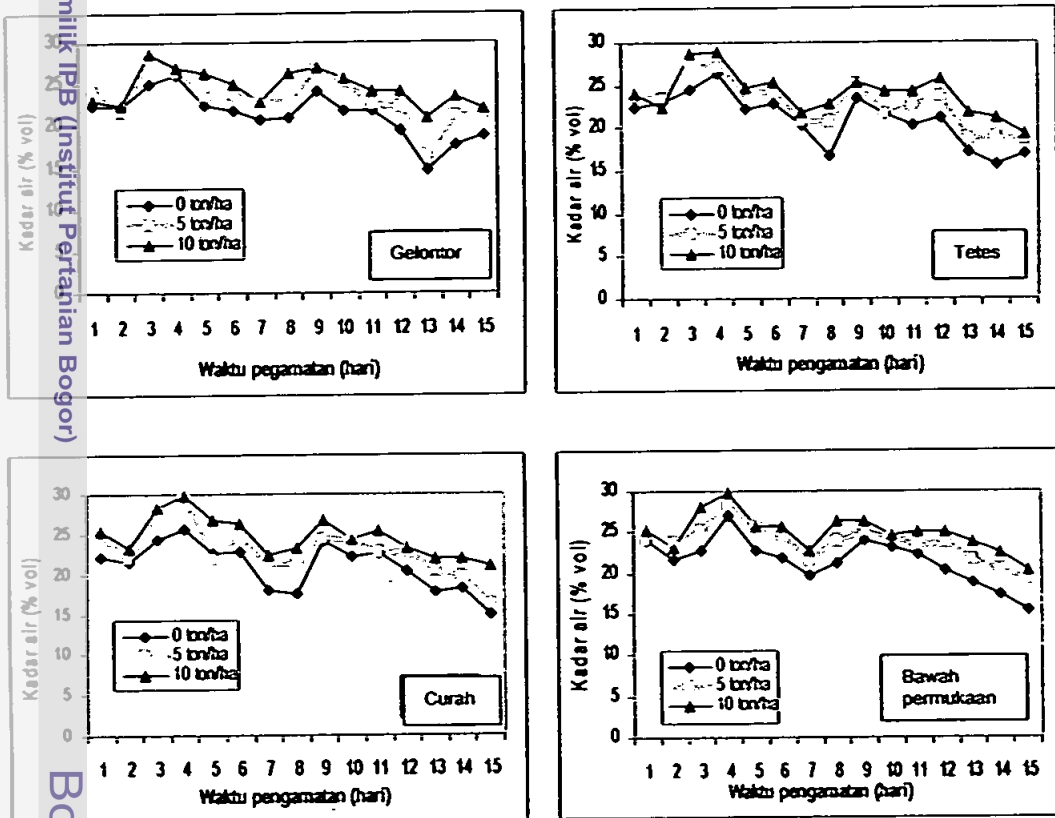


Gambar 11 Pengaruh teknik irigasi terhadap kadar air pada tanah *Typic Kanhapludult* Tamanbogo, Lampung Timur.

Gambar 12 memperlihatkan peranan mulsa dalam konservasi air, terutama dalam hal kelembaban tanah atau kadar air tanah. Tanah dengan perlakuan mulsa 10 ton/ha, hampir selalu mempunyai kadar air yang paling tinggi, dan menurun dengan berkurangnya dosis mulsa menjadi 5 ton/ha (M_2).

Pada perlakuan tanpa mulsa (M_1), kadar air tanah paling rendah. Ini karena, pada perlakuan tanpa mulsa, permukaan tanah lebih terbuka, sehingga evaporasi menjadi lebih tinggi dan menyebabkan rendahnya kadar air.

Mulsa berfungsi memutus gerakan air kapiler karena mempunyai pori-pori yang lebih kasar, sedangkan air tidak dapat bergerak dari pori-pori yang halus ke pori-pori yang lebih kasar. Hal ini menyebabkan air tidak dapat bergerak ke permukaan tanah, akibatnya evaporasi menjadi lebih rendah.



Gambar 12 Pengaruh mulsa terhadap fluktuasi kadar air tanah untuk setiap teknik irigasi saat tidak ada hujan pada tanah *Typic Kanhapludult* Tamanbogo, Lampung Timur.

Pada tekstur pasir, gerakan air kapiler hampir tidak ada karena tanah dengan tekstur pasir lebih banyak mengandung pori makro. Gerakan air pada tekstur pasir lebih banyak ditentukan oleh adanya perbedaan potensial air. Tekstur tanah di zone perakaran pada penelitian ini lempung liat berpasir,



mengandung liat 24,6 %, sehingga masih terdapat gerakan air kapiler, namun gerakan air lebih didominasi oleh adanya perbedaan potensial.

Pada dosis mulsa yang lebih tinggi, penutupan tanah semakin tinggi, sehingga kehilangan air melalui evaporasi dapat lebih ditekan (Kipps, 1983 dalam Amayreh dan Al-Abed, 2005; Wang *et al.*, 2009). Selain itu, mulsa dapat menurunkan temperatur tanah, sehingga menurunkan evaporasi. Rita *et al.* (2007) menunjukkan bahwa temperatur tanah, seperti juga evaporasi, menurun setelah pemberian mulsa jerami. Dengan demikian kelembaban tanah dapat lebih dipertahankan, sehingga kadar air tanah lebih tinggi pada perlakuan mulsa. Selain itu, mulsa dapat melindungi tanah dari kekuatan energi kinetik air hujan sehingga dapat mencegah kerusakan struktur tanah yang selanjutnya memperbaiki agregasi tanah, sehingga air lebih dapat diretensi.

Kadar air tanah mempunyai respon dengan pola yang sama terhadap perlakuan mulsa pada setiap teknik irigasi yang dicobakan. Pengaruh teknik irigasi maupun mulsa terhadap kadar air tanah, terlihat lebih berperan ketika tidak ada hujan dan tidak terjadi perbedaan pola fluktuasi kadar air tanah, baik akibat perlakuan teknik irigasi maupun dosis mulsa, ketika terjadi hujan (Gambar 13).

Gambar 14 menunjukkan kemudahan akar tanaman menembus tanah, direfleksikan oleh ketahanan penetrasi tanah, dipengaruhi oleh jenis teknik irigasi yang diterapkan. Tanah yang diairi dengan teknik irigasi gelontor (I_1) dan bawah permukaan (I_4) mempunyai ketahanan penetrasi tanah yang lebih rendah dibandingkan dengan yang mendapat air irigasi dengan teknik tetes (I_2) dan curah (I_3). Perbedaan tersebut terjadi sampai kedalaman 40 cm dari permukaan tanah. Hal ini karena pada pemberian air dengan teknik gelontor (I_1) dan bawah permukaan (I_4), tanah mendapat pasokan air yang lebih cepat dengan debit yang lebih tinggi (Tabel 22), sehingga tanah lebih cepat lembab, yang mengakibatkan lebih rendahnya ketahanan penetrasi tanah. Selain itu pemberian irigasi pada teknik gelontor, air lebih terkonsentrasi pada jalur diantara baris tanaman, dimana pengukuran ketahanan penetrasi tanah dilakukan. Pada teknik tetes (I_2) kelembaban tanah lebih terkonsentrasi pada areal dekat dengan akar tanaman. Ini karena lubang emiter (tempat keluarnya air) diletakkan sesuai dengan jarak tanaman, sehingga pada jalur diantara barisan tanaman mempunyai kelembaban yang lebih rendah. Hal ini mengakibatkan lebih tingginya nilai ketahanan penetrasi tanah.

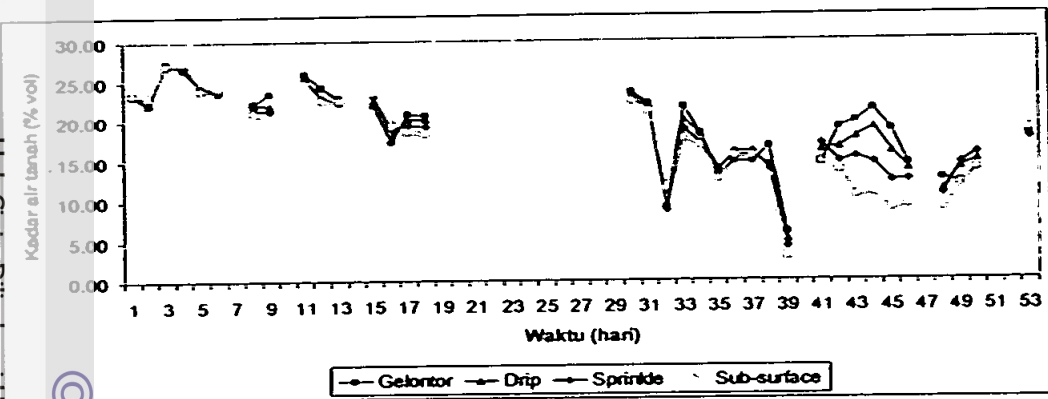
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak Cipta milik IPB Institut Pertanian Bogor
Bogor Agricultural University

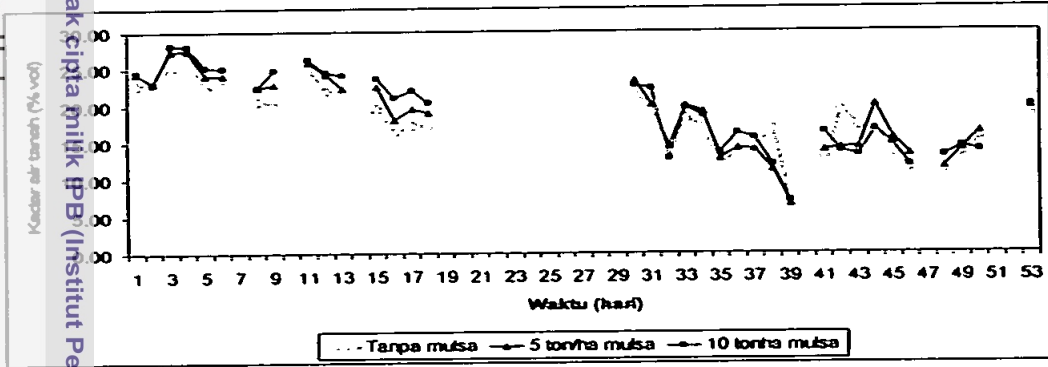
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

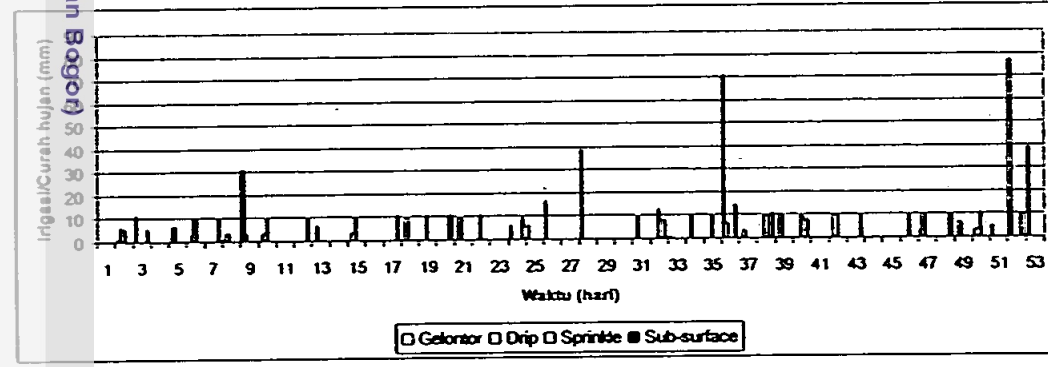
2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



(a)



(b)

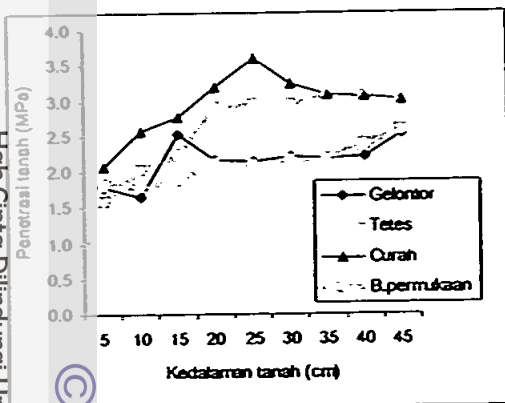


(c)

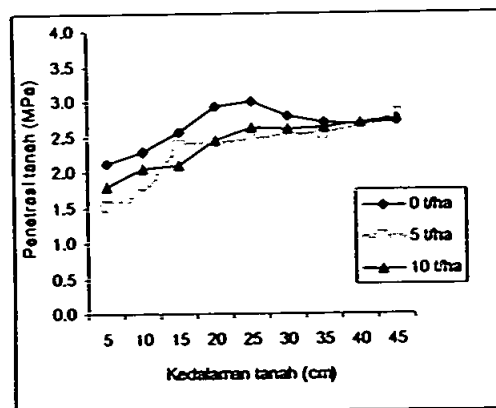
Gambar 13 Fluktuasi kadar air tanah pada (a) setiap teknik irigasi dan (b) dosis mulsa serta (c) irigasi dan curah hujan yang terjadi selama pertanaman cabai pada tanah *Typic Kanhapludult* Tamanbogo.

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Gambar 14 Pengaruh teknik irigasi terhadap ketahanan penetrasi pada tanah *Typic Kanhapludults* Tamanbogo, Lampung Timur



Gambar 15 Pengaruh mulsa terhadap ketahanan penetrasi pada tanah *Typic Kanhapludults* Tamanbogo, Lampung Timur

Pada teknik irigasi curah (I_3), air lebih tersebar ke areal yang lebih luas, dengan debit yang lambat (Tabel 22), air yang jatuh ke tanah lebih sedikit karena adanya intersepsi, sehingga tanah mendapatkan air lebih sedikit dan kelembaban tanah menjadi lebih rendah. Kelembaban tanah berkaitan erat dengan ketahanan penetrasi. Semakin lembab tanah, semakin rendah ketahanan penetrasinya. Teknik irigasi curah (I_3) selalu memberikan nilai penetrasi tanah yang paling tinggi sampai dengan kedalaman 30 cm, sedangkan pada kedalaman diatas 30 cm irigasi dengan teknik curah (I_3) dan tetes (I_2) tidak berbeda namun berbeda dengan teknik dan gelontor (I_1) dan bawah permukaan (I_4). Selanjutnya teknik gelontor (I_1) dan bawah permukaan (I_4) tidak berbeda pada kedalaman diatas 20 cm.

Tabel 22 Debit air pada setiap teknik irigasi yang diaplikasikan terhadap tanaman cabai pada tanah *Typic Kanhapludut* Tamanbogo, Lampung Timur

Teknik Irigasi	Debit (l/detik)	Waktu *) (menit)
Gelontor (I_1)	1,21	3,14
Tetes (I_2)	0,73	5,18
Curah (I_3)	0,10	38,62
Bawah permukaan (I_4)	0,94	4,06

Keterangan : *) waktu yang diperlukan untuk mencapai volume air irigasi sebanyak 228 liter/plot



Secara umum, tanah dengan teknik irigasi gelontor dan bawah permukaan memberikan nilai ketahanan tanah dibawah 2,5 MPa. Ini berarti akar tanaman lebih mudah menembus tanah dibandingkan dengan tanah yang mendapat perlakuan teknik irigasi tetes dan curah. Taylor *et al.* (1966 dalam Rachman *et al.*, 2004) menunjukkan bahwa akar tanaman kapas berkembang dengan baik (> 60 %) pada ketahanan penetrasi sekitar 0,5 MPa, terhambat pada 1,0 MPa dan sangat terhambat pada 2,2 MPa. Tanaman kedelai dan jagung akan sangat terhambat pada ketahanan penetrasi 1,0 MPa atau berat isi 1,6 g/cm³, diatas 1,0 MPa akar tanaman kedelai dan jagung hampir tidak ditemukan lagi (Mazurak dan Pohlman, 1968 dalam Rachman *et al.*, 2004).

Ketahanan tanah meningkat pada kedalaman 20 cm, pada hampir semua perlakuan teknik irigasi. Hal ini karena pada kedalaman 20 – 40 cm terdapat horizon *kandik* (Tabel Lampiran 1) yang bersifat relatif *impermeable* terhadap air. Pada kedalaman 5 cm, tanah mempunyai ketahanan penetrasi yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan pada kedalaman lainnya.

Interaksi antara perlakuan teknik irigasi dan dosis mulsa terhadap ketahanan penetrasi tanah nyata pada kedalaman 5 cm (Tabel 23). Pada dosis mulsa yang sama, teknik irigasi yang berbeda menyebabkan respon ketahanan penetrasi tanah yang berbeda. Pada perlakuan tanpa mulsa, teknik irigasi curah (I_4) memberikan nilai ketahanan penetrasi tanah yang paling tinggi, tetapi tidak berbeda dengan teknik irigasi gelontor (I_1) dan bawah permukaan (I_4). Teknik irigasi tetes (I_1) memberikan nilai ketahanan penetrasi tanah yang paling rendah dan berbeda dengan teknik irigasi curah (I_3), namun tidak berbeda dengan kedua teknik irigasi lainnya (gelontor dan bawah permukaan). Pada dosis mulsa 5 ton/ha, teknik irigasi bawah permukaan (I_4) memberikan nilai ketahanan penetrasi yang paling rendah, dan berbeda dengan teknik irigasi curah (I_4), tapi tidak berbeda dengan ke-2 teknik irigasi lainnya. Pada dosis mulsa 10 ton/ha, ketahanan penetrasi memberikan respon yang sama dengan dosis mulsa 5 ton/ha terhadap perlakuan teknik irigasi. Teknik irigasi curah, menyebabkan nilai ketahanan penetrasi tanah yang paling tinggi diantara perlakuan lainnya dan nilainya > 2,5 MPa, ini menyebabkan tanaman akan lebih sulit menembus tanah. Akar tanaman semusim (kedelai) mulai sulit menembus tanah, pada nilai ketahanan penetrasi tanah 16 kgF/cm² atau setara dengan 1,6 Mpa (Suwardjo, 1981).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak Cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor) Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Tabel 23 Pengaruh teknik irigasi dan mulsa terhadap ketahanan penetrasi pada kedalaman 5 cm pada tanah *Typic Kanhapludult* Tamanbogo, Lampung Timur

Teknik irigasi	Dosis mulsa		
	0 ton/ha (M ₁)	5 ton/ha (M ₂)	10 ton/ha (M ₃)
	(MPa)		
Gelontor (I ₁)	2,42 Aab	1,45 Bb	1,58 Bb
Tetes (I ₁)	1,38 Ab	1,44 Ab	1,97 Ab
Curah (I ₃)	3,40 Aa	3,57 Aa	3,72 Aa
Bawah permukaan (I ₄)	2,84 Aab	0,92 BCb	1,72 ABb

Keterangan : Angka yang diikuti huruf besar yang berbeda pada baris yang sama dan yang diikuti huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama berbeda pada taraf 5 % DMRT.

Demikian pula pada teknik irigasi yang sama, ketahanan penetrasi tanah, memberikan respon yang berbeda terhadap dosis mulsa yang berbeda, kecuali teknik irigasi tetes (I₂) dan curah (I₃), mulsa tidak berpengaruh terhadap ketahanan penetrasi. Dengan teknik irigasi gelontor (I₁), mulsa berpengaruh nyata menurunkan ketahanan penetrasi tanah, namun dosis mulsa 5 ton/ha (M₂) tidak berbeda nyata dengan 10 ton/ha (M₃). Pada teknik irigasi bawah permukaan (I₄), dengan meningkatnya mulsa menjadi 10 ton/ha, nilai ketahanan penetrasi meningkat kembali, namun tidak berbeda dengan dosis 5 ton/ha. Dengan demikian, aplikasi mulsa lebih berperan terhadap penurunan ketahanan penetrasi tanah pada teknik irigasi gelontor (I₁) dibandingkan teknik irigasi lainnya.

Mulsa berpengaruh nyata menurunkan ketahanan penetrasi tanah sampai kedalaman 25 cm. Tidak terdapat perbedaan yang nyata antara dosis mulsa 5 dan 10 ton/ha (Gambar 15). Hal ini sejalan dengan respon kadar air tanah terhadap perlakuan mulsa, yang mana pada dosis mulsa lebih tinggi kadar air tanahpun meningkat. Ketahanan penetrasi tanah berkaitan erat dengan kelembaban atau kadar air tanah. Semakin tinggi kadar air tanah, semakin rendah ketahanan penetrasi tanah, dan semakin mudah akar tanaman menembus tanah.

Pengaruh Teknik Irigasi dan Mulsa terhadap Volume Irigasi

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa interaksi antara perlakuan teknik irigasi dan dosis mulsa nyata terhadap jumlah air irigasi yang diberikan (Tabel 24). Pada teknik irigasi gelontor (I₁), curah (I₃), dan bawah permukaan (I₄), dosis mulsa tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah air irigasi yang diberikan selama peraman. Pada teknik irigasi tetes (I₂), mulsa nyata menurunkan jumlah

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak Cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor) Bogor Agricultural University



irigasi yang diberikan. Perlakuan tanpa mulsa (M_1) mempunyai nilai total irigasi yang diberikan selama pertanaman paling tinggi, dan berbeda nyata dengan dosis mulsa 5 ton/ha (M_2) dan 10 ton/ha (M_3). Dosis mulsa 10 ton/ha mempunyai nilai yang paling rendah dan berbeda nyata dengan dosis 5 ton/ha.

Pada dosis mulsa yang sama, teknik irigasi berpengaruh beda terhadap volume irigasi. Pada perlakuan tanpa mulsa, teknik irigasi gelontor (I_1) memberikan volume irigasi yang paling rendah dan berbeda dengan ke-3 teknik irigasi lainnya, namun diantara ke-3 teknik irigasi tersebut tidak berbeda nyata. Pada dosis mulsa 5 ton/ha, teknik irigasi gelontor memberikan volume irigasi yang paling rendah dan berbeda nyata dengan teknik irigasi tetes dan curah, namun tidak berbeda dengan irigasi bawah permukaan. Pada dosis mulsa 10 ton/ha, teknik irigasi gelontor mempunyai nilai yang paling rendah dan berbeda nyata dengan teknik irigasi tetes dan curah, namun tidak berbeda dengan bawah permukaan. Dengan demikian, mulsa lebih berperan nyata pada teknik irigasi tetes dalam menurunkan volume irigasi, dibandingkan dengan teknik irigasi lainnya. Teknik irigasi gelontor mempunyai nilai yang paling rendah dan berbeda dengan teknik irigasi lainnya. Secara umum teknik irigasi tetes dan curah memberikan volume irigasi yang tidak berbeda, tetapi berbeda nyata dengan teknik irigasi bawah permukaan (Tabel 24).

Tabel 24 Pengaruh teknik irigasi dan mulsa terhadap jumlah air irigasi yang diberikan pada tanah *Typic Kanhapludult* Tamanbogo, Lampung Timur

Teknik irigasi	Dosis mulsa		
	0 ton/ha (M_1)	5 ton/ha (M_2)	10 ton/ha (M_3)
	(mm/musim)		
Gelontor (I_1)	175,9 Ab	176,8 Ab	176,5 Ac
Tetes (I_2)	191,9 Aa	189,9 Ba	186,9 Cb
Curah (I_3)	195,9 Aa	189,4 Aa	195,5 Aa
Bawah permukaan (I_4)	184,8 Aa	182,1 Aab	182,9 Abc

Keterangan : Angka yang diikuti huruf besar yang berbeda pada baris yang sama dan huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama berbeda pada taraf 5 % DMRT.

Pengaruh Teknik Irigasi dan Mulsa terhadap Pertumbuhan Tanaman

Interaksi perlakuan teknik irigasi dan dosis mulsa tidak nyata terhadap pertumbuhan tanaman baik terhadap tinggi tanaman maupun diameter tajuk tanaman. Teknik irigasi berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman umur 2 minggu setelah tanam (MST). Teknik irigasi curah memberikan nilai tinggi tanaman yang paling tinggi dan berbeda dengan teknik bawah permukaan, tetapi

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.
- a. Pengujiannya hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengujiannya tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.



tidak berbeda dengan teknik gelontor dan tetes. Teknik irigasi tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman pada umur 4, 8 dan 10 MST. Teknik irigasi juga tidak berpengaruh terhadap perkembangan diameter tajuk pada umur 2, 4, 8 dan 10 MST (Tabel 25).

Tabel 25 Pengaruh teknik irigasi dan mulsa terhadap tinggi dan diameter tajuk tanaman cabai pada tanah *Typic Kanhapludut* Tamanbogo, Lampung Timur.

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)				Diameter tajuk (cm)			
	2 MST	4 MST	8 MST	10 MST	2 MST	4 MST	8 MST	10 MST
Teknik irigasi :								
Gelontor (I)	13,9 AB	31,5 A	58,9 A	62,1 A	11,4 A	26,5 A	46,3 A	60,5 A
Tetes (2)	13,9 AB	32,1 A	57,1 A	61,8 A	12,1 A	26,9 A	44,9 A	56,9 A
Curan (b)	14,9 A	32,2 A	61,7 A	63,9 A	12,0 A	25,7 A	46,9 A	56,9 A
Bawah permukaan (4)	13,3 B	30,8 A	59,2 A	63,9 A	10,6 A	26,6 A	48,3 A	57,8 A
Dosis mulsa :								
0 ton/ha (M ₁)	13,3 b	29,9 b	56,7 c	59,9 b	11,4 a	25,5 b	44,9 b	56,3 b
5 ton/ha (M ₂)	14,4 a	32,4 a	59,5 b	63,4 a	11,6 a	26,9 a	47,1 a	58,1 ab
10 ton/ha (M ₃)	14,3 a	32,6 a	61,5 a	65,5 a	11,5 a	26,9 a	47,9 a	59,7 a

Keterangan : Angka yang diikuti huruf besar atau huruf kecil yang berbeda dalam kolom yang sama berbeda pada taraf 5 % , MST = minggu setelah tanam

Lebih lanjut Tabel 25 menunjukkan bahwa dosis mulsa berpengaruh nyata meningkatkan pertumbuhan tanaman baik tinggi tanaman pada umur 2, 4, 8, dan 10 MST maupun diameter tajuk tanaman pada umur 4, 8, dan 10 MST. Tidak terdapat perbedaan yang nyata antara dosis mulsa 5 ton/ha dan 10 ton/ha, kecuali pada tinggi tanaman umur 8 MST. Pada umur 8 MST tinggi tanaman pada perlakuan 10 ton/ha memberikan angka yang paling tinggi dan berbeda dengan perlakuan 5 ton/ha dan tanpa mulsa. Demikian pula dengan dosis mulsa 5 ton/ha berbeda dengan perlakuan tanpa mulsa ketika tanaman berumur 8 MST. Tidak berbedanya dosis mulsa 5 ton/ha dan 10 ton/ha terhadap pertumbuhan tanaman mengindikasikan bahwa perlakuan dosis mulsa 5 ton/ha dan 10 ton/ha sama baiknya dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman. Seperti telah dibahas sebelumnya bahwa mulsa berpengaruh positif nyata terhadap perbaikan sifat fisik tanah yang menunjang pertumbuhan tanaman (kelembaban, ketahanan penetrasi), sehingga pertumbuhan tanamanpun menjadi lebih baik.

Tidak terjadi interaksi antara perlakuan teknik irigasi dan mulsa terhadap pertumbuhan akar tanaman baik yang tumbuh secara vertikal pada umur 4, 8 dan 10 MST maupun horizontal (akar lateral) pada umur 8 dan 10 MST. Teknik irigasi tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan akar vertikal pada umur 4,



8 dan 10 MST maupun lateral pada umur 8 dan 10 MST (Tabel 26). Namun, pada teknik gelontor, akar tanaman cenderung lebih pendek dari teknik irigasi lainnya. Antony dan Singandhupe (2004) menunjukkan bahwa akar tanaman cabai yang diairi dengan teknik irigasi permukaan lebih pendek dan lebih banyak dibandingkan dengan teknik irigasi tetes, yang mempunyai akar lebih panjang.

Tabel 26 Pengaruh teknik irigasi dan mulsa terhadap panjang akar cabai pada tanah *Typic Kanhapludut* Tamanbogo, Lampung Timur.

Perlakuan	Akar vertikal (cm)			Akar lateral (cm)	
	4 MST	8 MST	10 MST	8 MST	10 MST
Teknik irigasi :					
Gelontor (I ₁)	13,38 A	17,83 A	34,00 A	19,56 A	19,66 A
Tetes (I ₂)	14,17 A	18,72 A	35,27 A	17,72 A	19,11 A
Curah (I ₃)	14,39 A	19,61 A	35,61 A	17,83 A	20,05 A
Bawah permukaan (I ₄)	14,00 A	19,00 A	34,89 A	18,94 A	21,28 A
Dosis mulsa :					
0 ton/ha (M ₁)	13,75 a	18,79 a	34,79 a	18,41 a	19,83 a
5 ton/ha (M ₂)	14,08 a	19,00 a	35,21 a	18,83 a	20,38 a
10 ton/ha (M ₃)	14,12 a	18,58 a	34,83 a	18,29 a	19,88 a

Keterangan : Angka yang diikuti huruf besar atau huruf kecil yang berbeda dalam kolom yang sama berbeda pada taraf 5 % DMRT, MST = minggu setelah tanam

Dosis mulsa tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan akar baik secara vertikal pada umur 4, 8 dan 10 MST maupun lateral pada umur 8 dan 10 MST (Tabel 26). Ini berarti, dosis mulsa tidak berpengaruh terhadap pola pembasahan tanah, karena pertumbuhan akar tanaman akan mengikuti pola penyebaran kelembaban di dalam tanah. Namun pada umur 4 MST terjadi interaksi antara perlakuan teknik irigasi dan dosis mulsa terhadap pertumbuhan akar lateral.

Pada perlakuan tanpa mulsa dan mulsa 5 ton/ha, teknik irigasi tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan akar lateral umur 4 MST. Namun pada pemberian mulsa 10 ton/ha, pertumbuhan akar lateral pada umur 4 MST memberikan respon yang berbeda terhadap perlakuan teknik irigasi. Teknik irigasi curah memberikan pertumbuhan akar lateral yang lebih baik dan berbeda dengan teknik irigasi tetes, tetapi tidak berbeda dengan teknik irigasi gelontor dan bawah permukaan (Tabel 27). Ini karena pada teknik irigasi curah, air terdistribusi lebih merata/kesamping, sedangkan pada teknik tetes air lebih terkonsentrasi pada satu tempat, sehingga pertumbuhan lateralnya lebih rendah. Dan ini hanya terjadi pada awal-awal pertumbuhan tanaman (4MST). Ini berarti



setelah 4 MST, pertumbuhan akar baik yang bersifat vertikal maupun lateral, tidak lagi dipengaruhi oleh pola penyebaran air yang berbeda pada setiap teknik irigasi yang diberikan.

Tabel 27 Pengaruh teknik irigasi dan mulsa terhadap pertumbuhan akar lateral umur 4 minggu pada tanah *Typic Kanhapludult* Tamanbogo, Lampung Timur.

Teknik irigasi	Dosis mulsa		
	0 ton/ha (M ₁)	5 ton/ha (M ₂)	10 ton/ha (M ₃)
	(cm)		
Gelontor (I ₁)	15,67 Aa	14,50 ABa	13,33 Bb
Tetes (I ₂)	14,17 Aa	13,83 Aa	15,17 Aab
Curah (I ₃)	14,17 Aa	14,67 Aa	16,17 Aa
Bawah permukaan (I ₄)	15,33 Aa	15,33 Aa	14,17 Aab

Keterangan : Angka yang diikuti huruf besar yang berbeda pada baris yang sama dan yang diikuti huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama berbeda pada taraf 5 % DMRT.

Pengaruh Teknik Irigasi dan Mulsa terhadap Produksi Tanaman

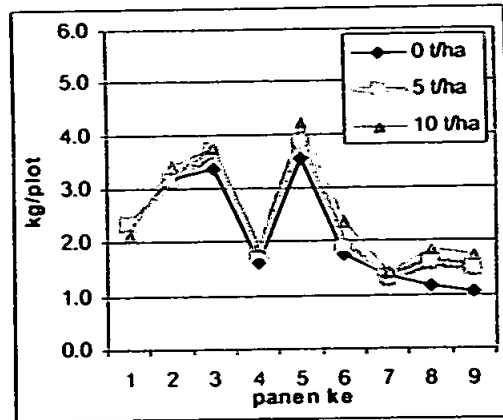
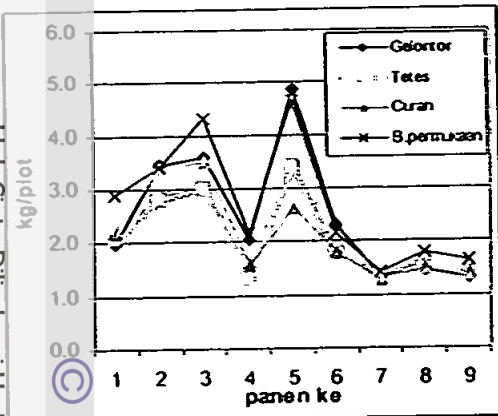
Gambar 16 menunjukkan pengaruh teknik irigasi terhadap pola fluktuasi hasil buah segar tanaman cabai. Pada semua perlakuan teknik irigasi, hasil tanaman cabai meningkat sampai panen ke-3, kemudian menurun pada panen ke-4 dan mencapai puncaknya pada panen ke-5, kecuali pada perlakuan teknik irigasi curah, mencapai puncak pada panen ke-3. Setelah panen ke-5 hasil tanaman terus menurun sampai panen ke-9. Pada panen pertama sampai dengan ke-6, hasil buah segar memberikan respon yang berbeda terhadap perlakuan teknik irigasi. Teknik irigasi gelontor (I₁) dan bawah permukaan (I₄) memberikan hasil buah segar yang tertinggi dibandingkan tetes (I₂) dan curah (I₃). Ini disebabkan pada teknik irigasi gelontor dan bawah permukaan, kelembaban tanah dan ketahanan penetrasi tanah memberikan kondisi yang lebih baik untuk menunjang pertumbuhan tanaman.

Interaksi teknik irigasi dan dosis mulsa terjadi pada panen ke-6 (Tabel 28). Pada pemberian dosis mulsa yang sama, hasil buah segar cabai memberikan respon yang berbeda terhadap teknik irigasi yang berbeda. Pada perlakuan taraf mulsa (M₁) dan 5 ton/ha (M₂), teknik irigasi gelontor memberikan hasil yang paling tinggi dan tidak berbeda dengan teknik irigasi curah (I₃) dan bawah permukaan (I₄), tetapi berbeda dengan teknik tetes (I₂). Pada perlakuan mulsa 10 ton/ha, hasil buah segar tertinggi dicapai oleh perlakuan teknik irigasi bawah permukaan, tidak berbeda nyata dengan teknik gelontor dan curah, tetapi berbeda dengan teknik irigasi tetes.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak Cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor) Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Gambar 16 Pengaruh teknik irigasi terhadap fluktuasi panen cabai pada tanah *Typic Kanhapludult* Tamanbogo

Gambar 17 Pengaruh mulsa terhadap fluktuasi panen cabai pada tanah *Typic Kanhapludult* Tamanbogo

Tabel 28 Pengaruh teknik irigasi dan mulsa terhadap produksi cabai panen ke-6 pada tanah *Typic Kanhapludult* Tamanbogo, Lampung Timur

Teknik irigasi	Dosis mulsa		
	0 ton/ha (M ₁)	5 ton/ha (M ₂)	10 ton/ha (M ₃)
Gelontor (I ₁)	1,99 Aa	2,43 Aa	2,47 Aab
Tetes (I ₂)	1,63 Aab	1,79 Aab	1,87 Ab
Curah (I ₃)	1,53 Bb	1,39 Bb	2,49 Aab
Bawah permukaan (I ₄)	1,86 Bab	1,99 Bab	2,61 Aa

Keterangan : Angka yang diikuti huruf besar yang berbeda pada baris yang sama dan yang diikuti huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama berbeda pada taraf 5 % DMRT.

Dosis mulsa berpengaruh positif terhadap hasil buah segar. Gambar 17 menunjukkan bahwa dosis mulsa 10 ton/ha selalu memberikan hasil tanaman yang yang paling tinggi, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan dosis mulsa 5 ton/ha. Pada saat perlakuan tanpa mulsa, hasil buah segar menurun setelah panen ke 7, sedangkan perlakuan mulsa masih memberikan hasil buah segar yang cukup tinggi. Pengaruh dosis mulsa terhadap fluktuasi hasil buah segar cabai untuk setiap teknik irigasi disajikan pada Gambar 18 dan 19.

Teknik irigasi berpengaruh nyata terhadap total buah segar (dari 9 kali panen) (Tabel 29). Teknik irigasi bawah permukaan (I₄), memberikan hasil yang paling tinggi dan tidak berbeda dengan teknik irigasi gelontor (I₁), tetapi berbeda dengan teknik irigasi tetes (I₂) dan curah (I₃). Teknik irigasi tetes memberikan hasil yang terendah dan tidak berbeda dengan teknik irigasi curah.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik IPB-Institut Pertanian Bogor

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

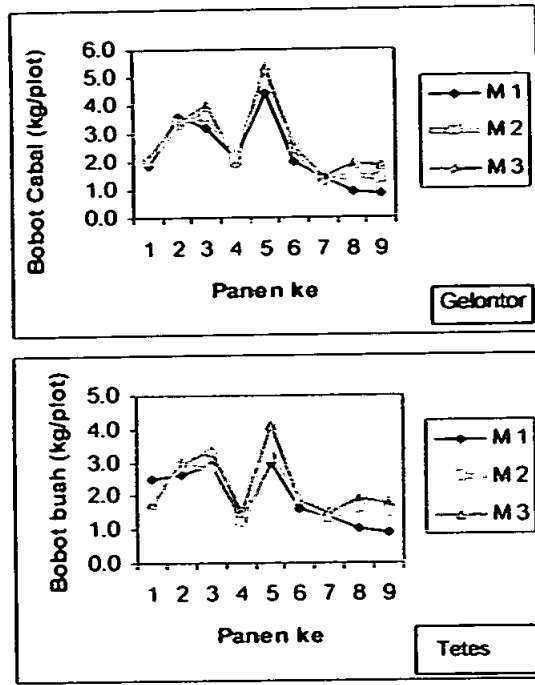
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

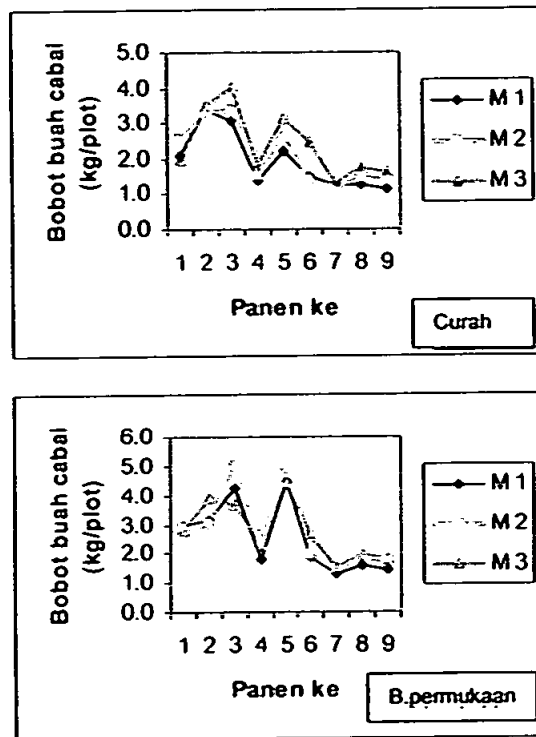
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Gambar 18 Pengaruh mulsa terhadap fluktuasi produksi buah segar cabai untuk teknik ingasi gelontor dan tetes pada tanah *Typic Kanhapludult* Tamanbogo, Lampung Timur



Gambar 19 Pengaruh mulsa terhadap fluktuasi produksi buah segar cabai untuk teknik ingasi curah dan bawah permukaan pada tanah *Typic Kanhapludult* Tamanbogo, Lampung Timur

Dosis mulsa berpengaruh nyata terhadap total buah segar cabai. Dengan meningkatnya dosis mulsa, hasil buah segar meningkat. Dosis mulsa 10 ton/ha memberikan hasil buah segar yang tertinggi dan berbeda dengan dosis 5 ton/ha (Tabel 29).

Tabel 29 Pengaruh teknik irigasi dan mulsa terhadap produksi total buah segar cabai pada tanah *Typic Kanhapludut* Tamanbogo, Lampung Timur

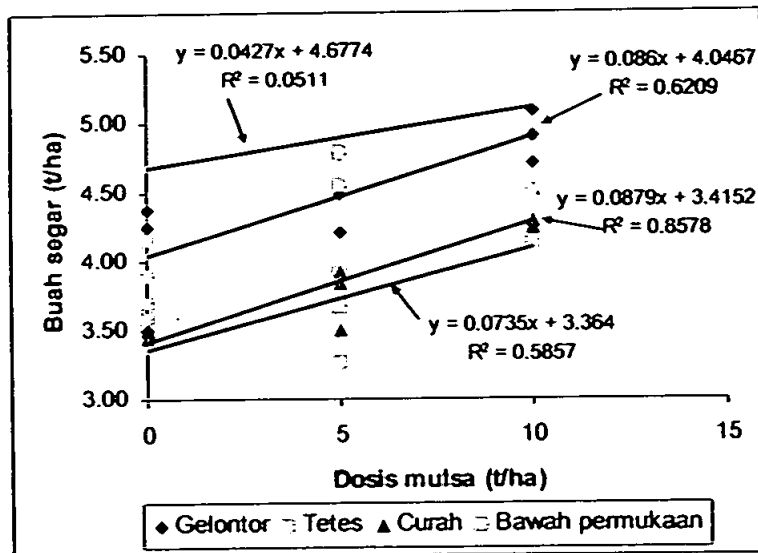
Teknik irigasi	Dosis mulsa			rata2
	0 t/ha (M ₁)	5 t/ha (M ₂)	10 t/ha (M ₃)	
	(t/ha)			
Gelontor (I ₁)	4,04	4,49	4,90	4,48 ab
Tetes (I ₂)	3,42	3,61	4,16	3,73 b
Curah (I ₃)	3,47	3,75	4,35	3,85 b
Bawah permukaan (I ₄)	4,58	5,09	5,00	4,89 a
Rata2	3,88 C	4,24 B	4,60 A	

Keterangan : Angka yang diikuti huruf besar yang berbeda pada baris yang sama dan huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf 5 % DMRT.

Mulsa berkorelasi positif nyata dengan total buah segar. Hubungan tersebut agak berbeda pada setiap teknik irigasi. Ini direfleksikan oleh persamaan garis regresi yang mempunyai koefisien regresi yang berbeda (Gambar 20). Hubungan dosis mulsa dengan hasil buah segar pada teknik irigasi gelontor (I₁), tetes (I₂) dan curah (I₃) tidak berbeda karena mempunyai nilai koefisien regresi yang hampir sama, yaitu 0,086, 0,073 dan 0,088 masing-masing untuk teknik irigasi gelontor, tetes dan curah. Keeratan hubungan dosis mulsa dengan total buah segar cabai ini juga dicerminkan oleh adanya koefisien determinasi (R²) yang tinggi (>0,50) pada ke-3 teknik irigasi tersebut. Berbeda dengan pada teknik irigasi bawah permukaan (I₄), keeratan hubungan tersebut tidak terlalu tinggi, yang dicerminkan oleh koefisien garis regresi yang lebih rendah (0,043) dan koefisien determinasi yang rendah (R²= 0,05) (Gambar 20). Ini berarti mulsa tidak terlalu berperan dalam peningkatan hasil buah segar apabila teknik irigasi yang diaplikasikan adalah teknik irigasi bawah permukaan. Pada teknik ini, alat irigasi dibanam dibawah permukaan tanah, sehingga mulsa tidak terlalu mengambil peran dalam menekan kehilangan air melalui evaporasi.

Air irigasi diberikan diatas permukaan tanah, sehingga mulsa lebih berperan dalam mengendalikan kehilangan air melalui evaporasi pada ke-3 teknik irigasi lainnya. Selain itu mulsa melindungi tanah dari air hujan, sehingga

tidak terjadi pencucian unsur hara dari zone perakaran. Romić *et al.* (2003) mengemukakan bahwa mulsa dapat menurunkan pencucian nitrate dari zone perakaran sebanyak 8 -16 kg N/ha dibandingkan tanpa mulsa pada tanaman cabai, sehingga memberikan pertumbuhan dan hasil tanaman yang lebih baik.



Gambar 20 Hubungan dosis mulsa dengan produksi buah segar cabai untuk setiap teknik irigasi pada tanah *Typic Kanhapludult* Tamanbogo, Lampung Timur

Neraca Air di Zone Perakaran dan Penggunaan Air Tanaman (*Water Use*)

Perhitungan neraca air di zone perakaran (0-20 cm) menunjukkan bahwa perubahan cadangan air (ΔS) bernilai positif, pada semua teknik irigasi yang dicobakan. Ini berarti bahwa semua perlakuan teknik irigasi dapat memenuhi kebutuhan air tanaman dan menggunakan cadangan air tanah. Perubahan cadangan air tanah ini tidak terlalu berbeda diantara teknik irigasi yang dicobakan (Tabel 30).

Tabel 30 Neraca air di zone perakaran dan penggunaan air oleh tanaman cabai berbagai teknik irigasi pada tanah *Typic Kanhapludult* Tamanbogo, Lampung Timur

Teknik irigasi	Neraca air di zone perakaran				WU
	P	I-a	I-b	ΔS	
	(mm)				
Gelontor (I_1)	355,0	138,0	176,4	0,31	616,0
Tetes (I_2)	355,0	138,0	189,6	0,29	625,7
Curah (I_3)	355,0	138,0	193,5	0,30	623,2
Bawah permukaan (I_4)	355,0	138,0	183,3	0,31	623,5

Keterangan : P = curah hujan, I-a = irigasi pemeliharaan, I-b = irigasi perlakuan, ΔS = perubahan cadangan air, WU = *water use* = penggunaan air oleh tanaman = (P+I) - ΔS



Besarnya perubahan cadangan air ini berpengaruh terhadap jumlah penggunaan air oleh tanaman (*water use*), selain curah hujan dan irigasi yang diberikan. Penggunaan air oleh tanaman adalah curah hujan (P) + irigasi (I) – perubahan cadangan air dalam tanah (ΔS). Dengan adanya nilai ΔS yang tidak terlalu berbeda, maka besarnya penggunaan air oleh tanaman relatif hanya ditentukan oleh curah hujan dan volume irigasi yang diberikan. Hasil perhitungan menunjukkan teknik irigasi tetes (I_2) memberikan nilai penggunaan air yang paling tinggi, diikuti oleh teknik curah (I_3) dan bawah permukaan (I_4) dan akhirnya teknik irigasi gelontor (I_1) memberikan nilai yang paling rendah. Besarnya penggunaan air (WU) ini sejalan dengan besarnya volume air irigasi yang diberikan, kecuali pada teknik irigasi curah. Irigasi yang diberikan paling tinggi, namun penggunaan airnya lebih rendah dari teknik irigasi tetes yang mendapat irigasi lebih rendah. Hal ini karena pada teknik irigasi curah, jumlah irigasi yang diberikan dipakai untuk luasan yang lebih luas. Pada teknik irigasi curah, radius semprot dari nozle yang digunakan mencapai 2,5 m, dan setiap plot dipasang 3 buah *sprinkle*, sehingga luas yang terairi 58,88 m² sedangkan luas plot adalah 50 m². Dengan demikian air yang digunakan menjadi berkurang.

Penggunaan air (*water use*) pada perlakuan teknik irigasi tersebut berkisar dari 16 – 626 mm atau rata-rata 621mm. Ini adalah penggunaan air konsumtif yang setara dengan evapotranspirasi tanaman (ET_p). Menurut Doorenbos dan Pruitt (1977) ET_p adalah nilai faktor tanaman (k_c) kali evapotranspirasi acuan (ET_o). Besarnya ET_p cabai selama pertanaman, yang dihitung berdasarkan fase pertumbuhannya adalah 624,52 mm (Tabel 31).

Tabel 31 Perhitungan evapotranspirasi (ET_p) tanaman cabai berdasarkan fase pertumbuhannya pada tanah *Typic Kanhapludult* Tamanbogo, Lampung Timur

Fase pertumbuhan	waktu (hari)	Kc *) (kisaran)		Kc rata2	ET _o ** (mm/hari)	ET _p (mm)
		bawah	atas			
Awal	30	0,30	0,40	0,35	3,29	34,53
Vegetatif-1	30	0,60	0,75	0,68	3,19	64,67
Vegetatif-2	30	0,60	0,75	0,68	3,09	62,60
Pertumbuhan	10	0,95	1,10	1,03	3,57	36,59
Pembentukan hasil	40	0,85	1,00	0,93	4,37	16,57
Pematangan	7	0,80	0,90	0,85	4,32	25,72
Masa panen	65	0,80	0,90	0,85	4,32	238,84
Jumlah	212					624,52

Keterangan : *) Sumber : Doorenbos dan Kasam (1976), **) ET_o pada bulan ybs di Tamanbogo, Lampung Timur



Tabel 31 menunjukkan bahwa angka ini tidak jauh berbeda dengan angka rata-rata (dari perlakuan teknik irigasi) penggunaan air oleh tanaman (*water use*).

Ini mengindikasikan bahwa irigasi yang dilakukan tidak melebihi kebutuhan air tanaman, atau dengan kata lain sudah efisien, meskipun nilai efisiensi penggunaan air oleh tanaman pada berbagai teknik irigasi tersebut berbeda.

Efisiensi Penggunaan Air Tanaman (*Water Use Efficiency*)

Tabel 32 menunjukkan bahwa masing-masing teknik irigasi mempunyai efisiensi penggunaan air yang berbeda. Teknik irigasi bawah permukaan memberikan nilai WUE yang paling tinggi dan teknik irigasi tetes mempunyai nilai yang paling rendah. Efisiensi penggunaan air dari yang tertinggi sampai terendah berturut-turut adalah 0,78; 0,73; 0,62; dan 0,60 kg/m³ atau setara dengan 13,8; 16,8; 16,2; dan 12,7 cm/ton masing-masing untuk teknik irigasi bawah permukaan (I₄), gelontor (I₁), curah (I₃) dan tetes (I₂). Sejalan dengan hasil penelitian Beese, Horton dan Wierenga (1982) yang menunjukkan bahwa WUE tanaman cabai yang mendapat pengairan dengan cara tetes berkisar dari 12,9 – 14,0 cm/ton. Nilai WUE pada masing-masing teknik irigasi ini sejalan dengan hasil/produksi yang diperoleh pada masing-masing teknik irigasi tersebut. Semakin tinggi hasil tanaman, semakin tinggi pula nilai efisiensi penggunaan airnya. Semakin tinggi penggunaan air, semakin rendah efisiensinya.

Efisiensi penggunaan air oleh tanaman disamping dipengaruhi oleh jenis teknik irigasi yang digunakan, juga dipengaruhi oleh jenis tanaman yang diusahakan dan kondisi lokasi yang mencakup iklim dan jenis tanah. Ayars *et al.* (1999) menunjukkan bahwa tanaman kapas di Central Valley of California yang diairi dengan teknik irigasi tetes memberikan nilai WUE 0,30 – 0,33 kg/m³ sedangkan irigasi *furrow* 0,20 – 0,32 kg/m³. Howell *et al.* (2004 dalam Ibragimov, 2007) menyatakan bahwa tanaman kapas dapat mencapai WUE 0,144 – 0,219 kg/m³ dengan irigasi curah dan Collaizzi *et al.* (2004 dalam Ibragimov, 2007) menemukan WUE tanaman kapas berkisar dari 0,152 – 0,194 kg/m³. Grismer (2006) melaporkan bahwa tanaman kapas mencapai nilai WUE > 0,21 kg/m³, dan kadang-kadang > 0,30 kg/m³ dengan irigasi tetes. Selanjutnya Ibragimov *et al.* (2007) melaporkan bahwa tanaman kapas di Uzbekistan di yang diairi dengan teknik irigasi tetes memberikan nilai WUE 0,82 – 1,22 kg/m³ sedangkan irigasi

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor) Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

furrow 0,55 – 0,62 kg/m³, sehingga terjadi peningkatan WUE 35 – 100 % pada teknik irigasi tetes dibandingkan irigasi *furrow*.

Tabel 32 Efisiensi penggunaan air (WUE) tanaman cabai dengan berbagai teknik irigasi pada tanah *Typic Kanhapludult* Tamanbogo, Lampung Timur

Teknik irigasi	Hasil (kg/ha)	WU (m ³ /ha)	WUE (kg/m ³)	WUE(cm/l)
Gelontor (I ₁)	4476,57	6160,01	0,73	13,8
Tetes (I ₂)	3731,63	6257,67	0,60	16,8
Curah (I ₃)	3854,44	6232,18	0,62	16,2
Bawah permukaan (I ₄)	4890,96	6235,48	0,78	12,7

Keterangan : WU = water use = penggunaan air oleh tanaman, WUE = water use efficiency

Beberapa penelitian terdahulu telah memperlihatkan bahwa efisiensi penggunaan air irigasi (*irrigation water use efficiency = IWUE*) tanaman jagung yang menggunakan irigasi tetes bawah permukaan (*subsurface drip = SSD*) berkisar dari 2,83 – 22,7 kg/m³ sementara tetes (*surface drip = SD*) 2,35 – 12,7 kg/m³ dan curah 0,44 – 6,59 kg/m³ serta irigasi *furrow* (FI) 0,86 – 5,6 kg/m³ (Sarnis, 1980; Bogle *et al.*, 1989 dalam Hassanli *et al.*, 2009). Hassanli *et al.* (2009) melaporkan bahwa IWUE tanaman jagung yang menggunakan teknik FI berkisar dari 1,39 – 1,59 kg/m³, SSD 1,91 – 2,16 kg/m³, SD 1,67 – 1,79 kg/m³ dan konvensional *furrow* 0,61 – 0,62 kg/m³. Vories *et al.* (2009) menunjukkan IWUE tanaman jagung dengan menggunakan sistim SSD berkisar dari 0,4 – 1,5 kg/m³ dan pemberian air irigasi 60 % dari kebutuhan air harian (evapotranspirasi =ET) memberikan IWUE yang lebih tinggi dibandingkan 100 % ET. Teknik irigasi yang memberikan air pada zone perakaran secara parsial (*alternate partial root-zone irrigation = APRI*), seperti SSD, menurunkan konsumsi air 31,7 – 32,4 % dan meningkatkan WUE 41,2 – 41,8 % serta meningkatkan kualitas fisiologis tanaman jagung dibandingkan dengan irigasi konvensional yang memberikan air ke tanah dengan *tap water* pada setiap kali penyiraman (Li *et al.*, 2010). Peneliti lain Erdem *et al.*, 2006) melaporkan bahwa teknik irigasi tetes memberikan nilai WUE tanaman kentang yang lebih tinggi (6,63 – 9,47 kg/m³) dibandingkan teknik irigasi *furrow* (4,70 – 5,19 kg/m³).

Teknik irigasi tetes bawah permukaan (SSD) terlihat lebih unggul dalam hal penggunaan air irigasi, peningkatan produksi tanaman dan WUE. Harris (2005) menyatakan bahwa teknik ini mempunyai beberapa kelebihan atau keuntungan dalam hal :

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang Institut Pertanian Bogor (IPB) Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

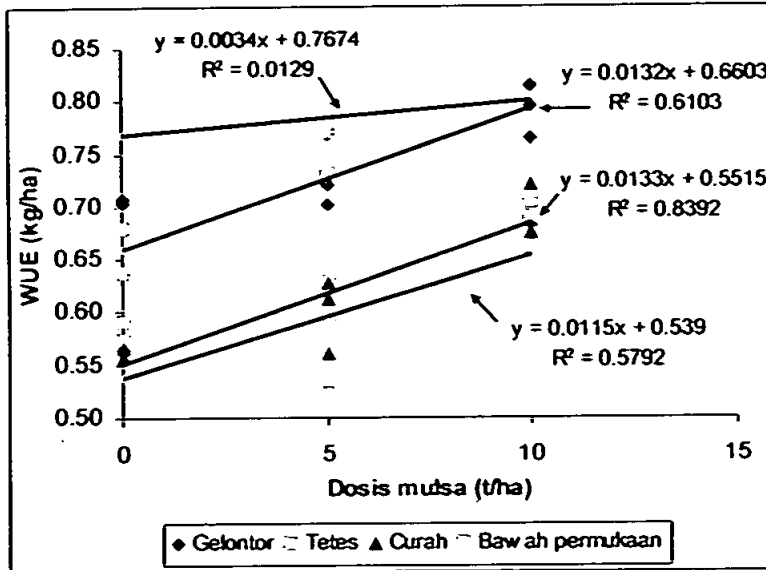


- **Irigasi.** Keseragaman distribusi (*distribution uniformity* = DU) > 90 % dibandingkan teknik irigasi curah (DU = 60 – 80 %) dan irigasi permukaan/*surface irrigation* (DU = 50 – 60 %). Tingginya frekuensi irigasi memelihara kelembaban tanah di zona perakaran, tidak dipengaruhi angin, dan memelihara struktur permukaan tanah sehingga tanah lebih dapat menangkap air hujan dan menghemat tenaga kerja.
- **Agronomi tanaman.** Pembasahan secara parsial memberikan beberapa keuntungan diantaranya memperbaiki efisiensi *nitrogen-uptake*, evaporasi lebih rendah, menurunkan pertumbuhan gulma, meningkatkan infiltrasi karena permukaan tanah selalu kering. Aplikasi SSD memelihara daun tanaman tetap kering sehingga terhindar dari penyakit dan menurunkan pemakaian pestisida, mengurangi kehilangan air evaporasi langsung dari kanopi tanaman, dan mengurangi kebakaran daun apabila air irigasi mengandung garam.
- **Efisiensi penggunaan air (WUE).** Pemakaian SSD menghemat air 0 – 50 % sehingga meningkatkan WUE. Peningkatan WUE kapas berkisar dari 43 – 95 % dibandingkan terhadap *spray irrigation* (1,37 kg/m³). WUE tanaman *lucerne* lebih tinggi apabila menggunakan SSD (1,59 – 1,72 kg/m³) dibandingkan curah (0,83 – 1,16 kg/m³).
- **Peningkatan produksi tanaman.** SSD meningkatkan hasil tanaman *lucerne* 13 – 34 % dan 21% untuk tanaman kapas.

Lebih lanjut Harris (2005) juga mengemukakan bahwa teknik irigasi SSD juga mempunyai keterbatasan/kelemahan diantaranya adalah : penyumbatan pada emiter (*emitter clogging*), akumulasi garam (*salt accumulation*) dan kerusakan mekanik (*mechanical damage*).

Penggunaan mulsa mempengaruhi hasil tanaman, sehingga nilai efisiensi penggunaan airpun akan dipengaruhi oleh adanya penggunaan mulsa. Pengaruh penggunaan mulsa terhadap efisiensi penggunaan air berbeda pada setiap teknik irigasi (Gambar 21). Pada teknik irigasi gelontor, tetes dan curah, dosis mulsa meningkatkan efisiensi penggunaan air (WUE), dengan koefisien determinan (R^2) yang tinggi yaitu 0,61; 0,58; dan 0,84 masing-masing untuk teknik irigasi gelontor, tetes dan curah. Ini berarti dosis mulsa berkorelasi positif dengan WUE pada ke-3 teknik irigasi tersebut. Teknik irigasi gelontor, tetes dan curah merupakan teknik irigasi permukaan sehingga evaporasi masih cukup tinggi. Pemberian mulsa menurut Kipps (1983 dalam Amayreh and Al-

Abed, 2005) dan Wang *et al.* (2009) menurunkan evaporasi yang berpengaruh nyata terhadap penurunan evapotranspirasi tanaman sehingga mengurangi kebutuhan air tanaman. Rita *et al.* (2007) menunjukkan bahwa temperatur tanah, seperti juga evaporasi, menurun setelah pemberian mulsa jerami. Rendahnya evaporasi tanah pada pemulsaan ini memfasilitasi tingginya efisiensi penggunaan air dan hasil tanaman terutama pada saat kering atau musim kemarau.



Gambar 21 Hubungan dosis mulsa dengan efisiensi penggunaan air (WUE) tanaman cabai untuk setiap teknik irigasi pada tanah *Typic Kanhapludult* Tamanbogo, Lampung Timur

Pada teknik irigasi bawah permukaan, pemberian mulsa tidak terlalu berpengaruh terhadap peningkatan WUE. Ini direfleksikan dengan nilai R^2 yang rendah yaitu 0,012 pada persamaan garis regresinya. Disamping itu, persamaan garis tersebut mempunyai koefisien regresi yang rendah (0,0034)(Gambar 21). Ini menunjukkan lemahnya hubungan dosis mulsa dan WUE pada teknik irigasi bawah permukaan. Hal ini sejalan dengan hubugan dosis mulsa dengan hasil tanaman yang telah dikemukakan sebelumnya.

Analisis Sosial Ekonomi dan Keberlanjutan Usahatani Cabai

Karakteristik Rumah Tangga Petani

Karakteristik rumah tangga petani dapat dibedakan menurut skala usahatani atau luas perusahaan cabai. Kepala keluarga tani pada skala usaha

yang lebih kecil mempunyai umur lebih muda (38 tahun) dibandingkan dengan skala yang lebih luas (Tabel 33). Pada skala usaha 0,50 dan 1,00 ha rata-rata umur petani 43 tahun dan pada skala usaha lebih dari 1,00 ha, rata-rata umur petani 51 tahun. Petani di Lampung, sebagian besar adalah petani transmigran, sehingga pada saat ini merupakan generasi kedua. Oleh karena itu sebagian petani responden mempunyai luas skkala usahatani 0,25 ha. Ini merupakan bagian dari orang tua mereka yang merupakan petani transmigran. Penyebaran petani menurut skala usahatani cabai memperlihatkan bahwa petani responden paling banyak tersebar pada skala usaha 0,25 ha (40 %), disusul kemudian oleh luas engusahaan 0,50 ha (32 %), 1,00 ha (22 %) dan > 1,00 ha (rata-rata 1,70 ha) (%)(Gambar 22).

Tabel 33 Karakteristik rumah tangga petani berdasarkan skala usahatani cabai di Lampung Timur

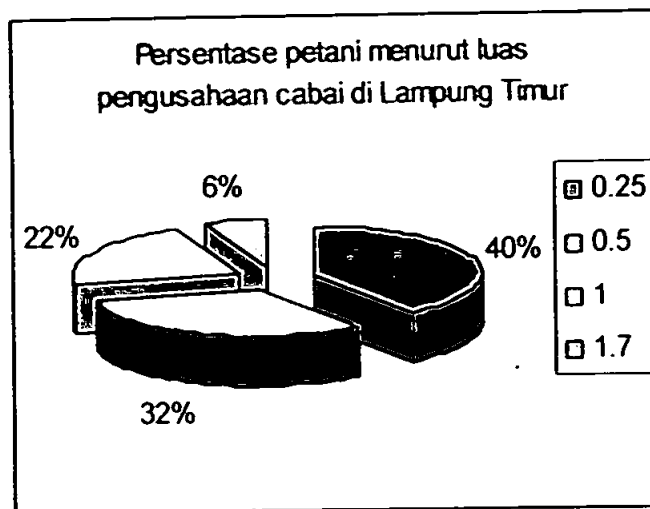
Karakteristik Rumah Tangga	Skala usahatani cabai (ha)			
	0,25 n = 20	0,50 n = 16	1,00 n = 11	>1,00 n = 3
Umur Kepala Keluarga (tahun)	38	43	43	51
Jumlah anggota Keluarga (orang)	3	3	3	4
Pekerjaan utama				
Petani (orang)	17	14	11	2
Profesional (orang)	1	0	0	1
Buruh tani (orang)	2	2	0	0
Pekerjaan sampingan (orang)				
Dagang (orang)	3	0	0	1
Buruh (orang)	1	0	0	0
Tukang (orang)	1	0	1	0
Tidak punya	15	16	10	2
Pendidikan				
SD (orang)	15	9	9	0
SMP (orang)	2	5	2	0
SMA (orang)	3	2	0	2
Sarjana Pertanian	0	0	0	1
Penguasaan lahan				
Jumlah persil	1,53	2,27	2,17	2,50
Total luas (ha)	0,76	0,90	1,56	1,75
Luas digarap (ha)	0,76	0,90	1,56	1,75
Status penguasaan lahan				
Milik (ha)	0,46	0,67	1,10	0,75
Sewa (ha)	0,10	0,08	0,25	1,00
Sakap (ha)	0,20	0,15	0,21	0,00

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak Cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Gambar 22 Sebaran petani pada skala usahatani cabai yang berbeda di Lampung Timur.

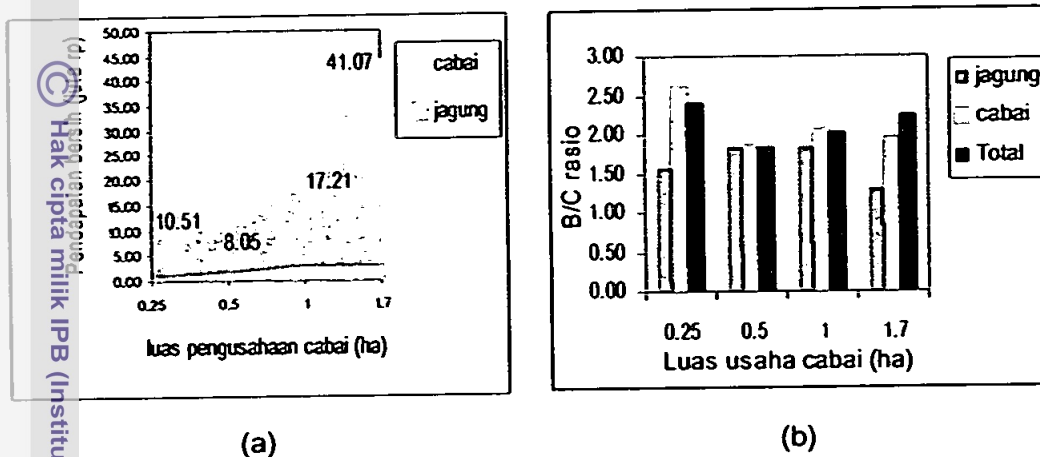
petani merupakan pekerjaan utama sebagian besar petani pada semua kategori skala usahatani cabai dan hampir semua petani tidak mempunyai pekerjaan sampingan, kecuali hanya beberapa orang saja yang berdagang atau menjadi tukang bangunan. Ini karena petani sudah cukup disibukkan dengan usahatani cabainya. Pendidikan SD mendominasi pada semua kategori skala usahatani cabai, kecuali pada skala usaha yang paling luas, berpendidikan SLA (Tabel 33).

Selanjutnya Tabel 33 juga menunjukkan bahwa petani menguasai 2-3 persil lahan, sehingga selain menggarap lahan yang dimilikinya, juga menyewa atau menyakap lahan orang lain, terutama petani dengan skala usahatani cabai yang lebih luas.

Analisis Finansial Usahatani di Tingkat Petani

Hasil analisis pendapatan usahatani memperlihatkan bahwa pendapatan yang bersumber dari usahatani cabai mendominasi sebagian besar pendapatan rumah tangga petani (Gambar 23a). Hanya sebagian kecil saja yang berasal dari hasil usahatani jagung. Pada skala usahatani > 1,00 ha dengan rata-rata 1,76 ha; proporsi pendapatan yang berasal dari cabai paling tinggi (93,3 %), disusul oleh petani dengan skala usaha 0,25 ha (92,8 %); 1,00 ha (85,8 %); dan 0,50 ha (83,8 %). Pada skala usahatani cabai yang luas (> 1,00 ha) dan yang kecil (0,25 ha) kontribusi usahatani jagung terhadap total pendapatan bersih lebih kecil dibandingkan dengan skala usaha pada luasan 0,50 ha (16,2 %) dan 1,00 ha (14,3 %) (Tabel 34). Namun demikian, petani tetap mempertahankan

komoditas jagung karena merupakan komoditas andalan petani sebagai sumber pangan alternatif atau sebagai *food security* atau dijual sebagai pakan ternak. Disamping itu sebagian pendapatan disisihkan untuk modal usahatani cabai pada musim berikutnya. Ini terbukti dengan pola tanam jagung – cabai yang dominan dilakukan oleh petani (Tabel Lampiran 3).



Gambar 23 (a) Pendapatan bersih yang bersumber dari usahatani jagung dan cabai dan (b) B/C ratio usahatani jagung, cabai serta total jagung – cabai

Gambar 23b menunjukkan bahwa B/C ratio usahatani cabai jauh lebih tinggi dibandingkan dengan usahatani jagung pada skala usahatani cabai 0,25 dan > 1,00 ha. Ternyata petani dengan skala usahatani cabai 0,25 ha mempunyai B/C ratio paling tinggi dan sangat berbeda dengan B/C ratio yang berasal dari jagung. Pada skala usahatani cabai 0,50 ha terjadi keseimbangan antara B/C cabai dan jagung, sedangkan pada skala 1,00 ha, B/C cabai sedikit lebih besar dari jagung.

Usahatani cabai baik skala sempit maupun luas, mempunyai B/C (*benefit/cost*) ratio >1 (lebih besar dari satu) (Tabel 35). Ini berarti usahatani tersebut menguntungkan dan efisien. Petani dengan skala usahatani yang lebih kecil lebih efisien, karena dengan biaya (*input*) yang lebih kecil, menghasilkan produksi tanaman yang tidak terlalu berbeda dengan petani pada skala usahatani yang lebih luas. Analisis biaya dan pendapatan usahatani cabai yang lebih rinci disajikan pada Tabel Lampiran 4.

Tabel 34 Kontribusi usahatani cabai terhadap total pendapatan rumah tangga petani di Lampung Timur

Skala usaha cabai (ha)	Pendapatan bersih (x Rp 1.000.000)			Persentase (%)	
	jagung	cabai	Total	jagung	cabai
0,25	0,81	10,51	11,33	7,2	92,8
0,50	1,56	8,05	9,61	16,2	83,8
1,00	2,86	17,21	20,07	14,3	85,8
>1,00	2,95	41,07	44,02	6,7	93,3

Tabel 35 Hasil analisis usahatani berdasarkan skala usahatani cabai (tanpa discount)

Komponen/Variabel	Skala usahatani cabai (ha)			
	0.25	0.5	1,00	>1,00
	(Rp/musim)			
Cabai				
Pendapatan kotor	17.160.000	17.685.812	33.416.818	84.338.333
Biaya	6.645.150	9.632.625	16.209.999	43.273.333
Pendapatan bersih	10.514.850	8.053.187	17.206.819	41.065.000
B/C ratio	2,58	1,84	2,06	1,95
Jagung				
Pendapatan kotor	2.229.750	3.450.000	6.284.090	12.633.333
Biaya	1.417.250	1.889.999	3.424.999	9.683.333
Pendapatan bersih	812.500	1.560.001	2.859.091	2.950.000
B/C ratio	1,57	1,83	1,83	1,30
Cabai + jagung				
Pendapatan kotor	19.389.750	21.135.812	39.700.908	96.971.666
Biaya	8.062.400	11.522.624	19.634.998	52.956.666
Pendapatan bersih	11.327.350	9.613.188	20.065.910	44.015.000
B/C ratio	2,40	1,83	2,02	1,83

Kelayakan Finansial Usahatani Cabai dengan Berbagai Teknik Irigasi

Analisis biaya dan pendapatan. Analisis biaya dan pendapatan dihitung berdasarkan komponen biaya dan pendapatan usahatani. Komponen biaya mencakup tenaga kerja, sarana produksi seperti peralatan, benih, pupuk, obat-obatan dan lain-lain. Komponen pendapatan usahatani adalah produksi, harga, total penerimaan, dan pendapatan. Analisis biaya dan pendapatan dihitung berdasarkan hasil usahatani selama 10 tahun sebagai batas umur guna alat teknik irigasi. Hasil analisis rata-rata biaya, penerimaan, pendapatan tanpa diskonto dan terdiskonto pada usahatani cabai untuk masing-masing teknik irigasi yang digunakan secara ringkas disajikan pada Tabel 36 dan Tabel 37.

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Perhitungan penerimaan, pendapatan tanpa diskonto dan terdiskonto pada usahatani selengkapnya disajikan Tabel Lampiran 5.

Pendapatan bersih tanpa memperhitungkan *discount factor* (*df*) memperoleh pendapatan yang cukup tinggi melebihi standar kebutuhan fisik minimum (KFM) dan bahkan melebihi standar kebutuhan hidup layak (KHL) (Tabel 36). Berdasarkan kriteria KFM (Sayogyo, 1977) besarnya pendapatan untuk KFM di daerah ini adalah Rp 4.800.000,-/KK/tahun dan pendapatan untuk KHL (Sinukaban, 2007) adalah Rp 12.000.000,-/KK/th.

Tabel 36 Biaya dan pendapatan bersih tanpa diskonto pada usahatani cabai dengan berbagai teknik irigasi pada tanah *Typic Kanhapludult* Tamanbogo, Lampung Timur

Teknik Irigasi	Biaya	Penerimaan	Pendapatan bersih
		(Rp/ha/th)	
Gelontor	12.704.000	44.765.700	32.061.700
Tetes	18.613.750	37.316.300	18.702.550
Curah	16.053.100	38.544.400	22.491.300
Bawah permukaan	15.830.000	48.909.600	33.079.600
Gelontor petani	19.069.999	33.416.818	14.346.819
Tetes petani	60.272.900	99.764.000	39.491.100

Pendapatan terdiskonto ($df = 17\%$) usahatani cabai dengan menggunakan teknik irigasi tetes, curah dan gelontor petani memperoleh pendapatan yang lebih rendah dari standar KHL, namun sudah dapat memenuhi kebutuhan fisik minimum (KFM), sehingga dibutuhkan luas pengusahaan yang lebih tinggi dari teknik irigasi lainnya ($> 1,0$ ha) untuk mencapai standar KHL. Usahatani cabai dengan teknik irigasi tetes, curah dan gelontor petani masing-masing memerlukan luas pengusahaan minimal (L_m) 1,52; 1,29 dan 1,81 ha untuk mencapai standar KHL (Tabel 37).

Usahatani cabai dengan teknik irigasi gelontor, bawah permukaan dan tetes petani memberikan pendapatan yang melebihi standar KHL, sehingga dengan luas pengusahaan yang lebih rendah ($< 1,0$ ha) dapat mencapai standar KHL. Usahatani cabai dengan teknik irigasi gelontor, bawah permukaan dan tetes petani masing-masing memerlukan luas pengusahaan minimal 0,81; 0,84 dan 0,65 ha untuk mencapai standar KHL (Tabel 37).

Luas pemilikan lahan petani cabai berkisar dari 0,46 – 1,10 ha, sehingga apabila skala usahatani cabai yang dilakukan masih lebih kecil dari luas minimal



yang harus diusahakan untuk mencapai standar KHL (Lm), maka petani dapat menambah luas pengusahaan atau meningkatkan produktivitas tanaman.

Tabel 37 Biaya dan pendapatan bersih dengan diskonto serta luas minimal pada usahatani cabai dengan berbagai teknik irigasi pada tanah *Typic Kanhapludult* Tamanbogo, Lampung Timur

Teknik Irigasi	Biaya	Penerimaan	Pendapatan	Lm
(Rp/ha/th)....	(ha/KK)
Gelontor	6.154.019	20.950.272	14.796.253	0,81
Tetes	9.563.883	17.463.965	7.900.082	1,52
Curah	8.705.699	18.038.714	9.333.015	1,29
Bawah permukaan	8.651.109	22.889.610	14.238.501	0,84
Gelontor petani	9.015.234	15.639.014	6.623.780	1,81
Tetes petani	28.291.092	46.603.310	18.312.218	0,66

Keterangan: Lm adalah skala usahatani minimum yang harus dimiliki agar memenuhi kebutuhan hidup layak (KHL)

Kedua pilihan tersebut memberikan konsekuensi menambah modal usaha dan atau memperbaiki efisiensi budidaya penanaman (misalnya efisiensi pemupukan dan penggunaan obat-obatan serta pemilihan teknik irigasi yang mempunyai efisiensi penggunaan air yang tinggi).

Analisis modal investasi. Penilaian investasi pada penelitian ini menggunakan kriteria *Benefit Cost Ratio* (BCR), *Net Present Value* (NPV), dan *Internal Rate of Return* (IRR). Asumsi yang digunakan dalam perhitungan ini adalah :

- Tingkat suku bunga Bank (*interest rate*) 17 % karena kredit/pinjaman untuk usaha pertanian menggunakan suku bunga 17 % (Bank Indonesia, 2007).
- Horizon waktu 10 tahun, karena umur guna alat irigasi rata-rata 10 tahun.
- Harga cabai segar Rp 10.000,-/kg (hasil wawancara dengan petani tahun 2008).

Nilai BCR, NPV dan IRR untuk usahatani cabai dengan berbagai teknik irigasi secara ringkas disajikan pada Tabel 38, dan hasil perhitungan selengkapnya disajikan pada Tabel Lampiran 6.

Semua teknik irigasi yang dicoba memberikan nilai BCR >1. Ini berarti, semua teknik irigasi yang dicoba pada usahatani cabai tersebut menguntungkan dan efisien, meskipun dengan nilai yang berbeda. Usahatani cabai dengan teknik irigasi gelontor memberikan nilai BCR yang paling tinggi (3,40), disusul kemudian oleh teknik irigasi bawah permukaan (2,65), curah (2,07), tetes (1,83),



gelontor petani (1,73) dan tetes petani memberikan nilai BCR yang paling rendah (1,65) (Tabel 38). Semakin tinggi nilai BCR, berarti usahatani tersebut semakin efisien. Tingginya nilai BCR pada teknik irigasi gelontor disebabkan oleh biaya investasi yang paling rendah, dan sebaliknya rendahnya nilai BCR pada teknik irigasi tetes petani karena modal investasi yang tinggi.

Usahatani cabai dengan menggunakan berbagai teknik irigasi ini juga memberikan nilai NPV yang positif (>0), yang berarti bahwa semua teknik irigasi yang dicoba layak untuk diusahakan. Teknik irigasi tetes petani memberikan nilai NPV yang paling tinggi (Rp 183.122.181,-/ha), disusul kemudian oleh teknik irigasi gelontor, bawah permukaan, curah, tetes dan teknik irigasi gelontor petani memberikan nilai NPV yang paling rendah (Rp 66.237.803,-/ha)(Tabel 38). Tingginya nilai NPV yang diperoleh pada usahatani cabai dengan teknik irigasi tetes petani, karena teknik ini memberikan nilai penerimaan yang paling tinggi, dan sebaliknya rendahnya penerimaan pada teknik irigasi gelontor petani menyebabkan rendahnya nilai NPV.

Tabel 38 BCR, NPV, dan IRR aktual pada usahatani cabai dengan berbagai teknik irigasi pada tanah *Typic Kanhapludult* Tamanbogo, Lampung Timur

Teknik Irigasi	BCR	NPV (Rp/ha)	IRR (%)
Gelontor	3,40	147.962.528	121
Tetes	1,83	79.000.817	110
Curah	2,07	93.330.153	108
Bawah permukaan	2,65	142.385.009	113
Gelontor petani	1,73	66.237.803	121
Tetes petani	1,65	183.122.181	113

Selanjutnya Tabel 38 juga menunjukkan bahwa semua teknik irigasi yang dicoba pada usahatani cabai di lahan kering ini layak investasi. Kelayakan investasi ini dinilai dari besarnya IRR yang lebih besar dari *discount factor* dan suku bunga Bank yang dipakai pada penelitian ini (17 %) dan bahkan > 100 %. Ini berarti usahatani cabai dengan berbagai teknik irigasi ini mampu mengembalikan sejumlah modal yang diinvestasikan. Pola Pembiayaan Usaha Kecil (PPUK) untuk usaha budidaya cabai merah dengan pola pembiayaan konvensional memberikan nilai IRR 70,42 % (Bank Indonesia, 2007).

Untuk mengantisipasi terjadinya perubahan jumlah, biaya dan harga produksi dilakukan analisis sensitivitas dengan asumsi-asumsi sebagai berikut :

- Total biaya meningkat 45 %, jumlah produksi dan harga tetap (skenario I)



- Jumlah produksi turun 30 %, total biaya dan harga tetap (skenario II)
- Harga turun 30 %, total biaya dan jumlah produksi tetap (skenario III)

Hasil analisis sensitivitas untuk skenario I – III disajikan pada Tabel 39 dan analisis selengkapnya disajikan pada Tabel Lampiran 7 – 9. Perubahan dapat terjadi karena adanya kenaikan total biaya yang diakibatkan oleh adanya variabilitas biaya alat, sarana produksi dan upah tenaga kerja yang dapat berbeda menurut tempat dan waktu. Apabila diasumsikan terjadi kenaikan total biaya sebanyak 45 %, jumlah dan harga produksi tetap (skenario I), maka semua teknik irigasi pada usahatani cabai di lahan kering yang dicoba pada penelitian ini masih layak diusahakan dengan nilai $BCR > 1$, $NPV > 0$ dan $IRR > 17\%$ (tingkat suku bunga Bank 17 %). Teknik irigasi gelontor dan *bawah permukaan* masih memberikan nilai BCR , NPV dan IRR yang lebih tinggi dibandingkan teknik irigasi yang lainnya (Tabel 39). Dengan demikian, meskipun terjadi kenaikan total biaya produksi sebanyak 45 %, petani masih mampu untuk mengembalikan sejumlah modal yang diinvestasikan. Tingkat pengembalian modal (*rentability*) yang diinvestasikan untuk usahatani cabai dengan berbagai teknik irigasi ini cukup besar dibandingkan dengan tingkat suku bunga Bank yang berlaku.

Selain perubahan biaya produksi, kemungkinan lain adalah perubahan jumlah produksi yang diakibatkan oleh adanya serangan hama dan penyakit. Apabila diasumsikan terjadi penurunan produksi sebanyak 30 %, total biaya dan harga produksi tetap, maka nilai BCR , NPV dan IRR sesuai dengan yang terjadi pada skenario II (Tabel 39). Semua teknik irigasi yang dicoba masih layak untuk diusahakan karena memberikan nilai nilai $BCR > 1$, $NPV > 0$ dan $IRR > 17\%$. Skenario II menunjukkan teknik irigasi gelontor dan *bawah permukaan* masih tetap memberikan nilai BCR , NPV dan IRR yang lebih tinggi dibandingkan teknik irigasi lainnya.

Hal yang lebih sering terjadi pada komoditas cabai ini adalah adanya fluktuasi harga produksi (harga cabai). Skenario III mengambil asumsi apabila harga produksi menurun 30 %, total biaya dan jumlah produksi tetap, maka hal ini akan berakibat sama seperti pada skenario II (Tabel 39).

Dengan demikian, dari skenario I - III dapat disimpulkan bahwa usahatani cabai dengan teknik irigasi gelontor dan *bawah permukaan* lebih mampu mengembalikan modal investasi dibandingkan teknik irigasi lainnya.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang meminumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Tabel 39 BCR, NPV dan IRR dengan skenario I - III pada usahatani cabai dengan berbagai teknik irigasi pada tanah *Typic Kanhapludult* Tamanbogo, Lampung Timur

Skenario	Teknik Irigasi	BCR	NPV (Rp/ha)	IRR (%)
I	Gelontor	2,35	120.269.443	120
	Tetes	1,26	35.963.342	79
	Curah	1,43	54.154.510	81
	Bawah permukaan	1,82	103.455.019	104
	Gelontor petani	1,20	25.669.250	116
	Tetes petani	1,14	55.812.267	117
II	Gelontor	2,38	85.111.713	107
	Tetes	1,28	26.608.922	82
	Curah	1,45	39.214.012	85
	Bawah permukaan	1,85	73.716.180	104
	Gelontor petani	1,21	19.320.760	116
	Tetes petani	1,15	43.312.250	117
III	Gelontor	2,38	85.111.713	107
	Tetes	1,28	26.608.922	82
	Curah	1,45	39.214.012	85
	Bawah permukaan	1,85	73.716.180	104
	Gelontor petani	1,21	19.320.760	116
	Tetes petani	1,15	43.312.250	117

Keterangan : skenario I = total biaya meningkat 45 %, jumlah produksi dan harga tetap
 skenario II = jumlah produksi turun 30 %, total biaya dan harga tetap
 skenario III = harga turun 30 %, total biaya dan jumlah produksi tetap

Persepsi dan Preferensi Petani terhadap Air dan Teknik Irigasi

Petani cabai di Lampung Timur berpendapat bahwa air merupakan kebutuhan yang esensial baik untuk kehidupan manusia atau kebutuhan rumah tangga (96 %), tanaman (100 %), hewan ternak (94 %) maupun untuk menyuburkan tanah (18 %), sehingga air irigasi sangat dibutuhkan (100 %) terutama untuk menunjang produktivitas tanaman (Tabel 40). Sumber air yang dapat dijadikan sebagai alternatif untuk irigasi menurut pendapat petani adalah air sungai (76 %), air hujan (46 %), air rawa (14 %) dan air tanah (2). Jika tidak ada air irigasi atau jauh dari sumber air untuk irigasi, mereka akan menyewa pompa untuk mengambil air dari sumber irigasi terdekat (50 %), membuat sumur (32 %) atau mengangkut air dari rawa (6%), menyewa lahan yang dekat dengan sumber air (6 %) atau tidak usahatani sama sekali pada saat kemarau/menganggur (6 %).

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Tabel 40 Persepsi petani cabai tentang air dan irigasi di Kabupaten Lampung Timur

Aspek	Frekuensi (n = 50)	Persentase (%)
Manfaat dan prioritas penggunaan air		
Kebutuhan rumah tangga	48	96
Kebutuhan produksi tanaman	50	100
Kehidupan temak	47	94
Fertilitas tanah	9	18
Kebutuhan air irigasi	50	100
Sumber air irigasi		
Air hujan	23	46
Air tanah	1	2
Sungai	38	76
Rawa	7	14
Jika tidak ada air untuk irigasi		
Membuat pompa	25	50
Membuat sumur	16	32
Mengangkut air dari rawa	3	6
Membuka lahan yang dekat sumber air	3	6
Tidak berusaha/menganggur	3	6
Upaya pelestarian sumberdaya air		
Menjaga/melestarikan hutan	32	64
Menghemat penggunaan air	3	6
Penghijauan/menanam pohon	47	94
Menanam rumput	3	6
Kebutuhan subsidi	50	100
Bentuk subsidi yang diperlukan		
Benih	3	6
Pupuk	3	6
Pompa	17	34
Modal	36	72

Fungsi air yang demikian penting, membuat petani berpendapat bahwa air harus dijaga kelestariannya dengan cara menjaga kelestarian hutan (64 %), menghemat penggunaan air (6 %), menanam pohon atau penghijauan (94 %) dan menanam rumput (6 %). Selanjutnya Tabel 40 juga menunjukkan bahwa seluruh petani responden (100%) memerlukan subsidi terutama dalam bentuk modal (74 %), pompa (34 %) serta benih (3 %) dan pupuk (3 %).

Hasil wawancara dengan petani menunjukkan bahwa pengetahuan petani tentang teknik irigasi modern bervariasi. Namun semua petani responden mengenal dan mengetahui tentang cara irigasi atau sistem irigasi *kocor* (istilah lokal dimana air diberikan bersama-sama dengan pupuk. Sistem irigasi *existing*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



lain, yang dikenal petani yaitu sistim *leb* (82 %). Sistim *leb* adalah pemberian air irigasi dengan cara memberikan air ke tanah yang dilakukan selama 7-10 jam selama 2 hari yang dilakukan sebelum tanam, sampai tanah menjadi jenuh air untuk persediaan air tanah. Sistim *gelontor* juga merupakan salah satu cara irigasi lokal yang dikenal dan diketahui petani (52 %), dimana air dipompa dan dialirkan ke lahan melalui selang. Sistim *gembor* merupakan sistim irigasi lokal yang diketahui petani (34 %) dimana petani memberikan air irigasi dengan cara menyalurkan air dengan alat/tempat air yang dilubangi dan diberikan sambil berjalan di antara barisan tanaman. Ada juga petani yang sudah mendengar atau mengenal teknik irigasi tetes (20 %), curah (12 %) dan bawah permukaan (6 %) (Tabel 41).

Informasi tentang berbagai teknik irigasi ini dikenal dan diketahui petani melalui sumber informasi yang berasal dari penyuluh (26 %), teman dan atau kelompok tani (88 %) serta perusahaan pupuk, obat-obatan dan benih (6 %). Petani yang mengenal dan mengetahui teknik irigasi melalui perusahaan biasanya petani dengan skala usahatani cabai yang cukup luas (> 1,00 ha) dan atau sebagai ketua kelompok. Selanjutnya ketua kelompok tersebut menyalurkan informasi yang didapatnya pada saat pertemuan rutin atau kegiatan kelompok tani yang paling tidak dilaksanakan 2 kali selama satu musim tanam.

Manfaat air irigasi secara spesifik dikemukakan petani dalam hubungannya dengan tanaman adalah agar tanaman tumbuh subur (88 %), tidak kekeringan (96 %), tanaman tidak mati (92 %), penggunaan pupuk menjadi menurun (16 %). Hanya 16 % dari petani responden yang secara spesifik menjawab bahwa air sangat penting untuk peningkatan produksi tanaman. Jadi yang penting menurut mereka, kalau tanaman tidak mati, tidak kekeringan dan tumbuh subur, peningkatan produksi akan menyusul kemudian (Tabel 41).

Petani sudah sejak lama melakukan irigasi di lahan kering, terutama pada saat musim kemarau ketika cabai mulai ditanam. Teknik irigasi yang sudah lama dan banyak dilakukan petani berturut-turut dari yang terbanyak dilakukan sampai yang sedikit petani melakukannya adalah teknik irigasi kocor (100 %), *leb* (44 %), *gelontor* (42 %), tetes (32 %), *gembor* (26 %), dan bawah permukaan (2 %). Belum ada petani yang melakukan teknik irigasi curah.

Tabel 41 Identifikasi teknik irigasi pada petani cabai di Kabupaten Lampung Timur

Aspek	Frekuensi (n= 50)	Persentase (%)
Pengetahuan petani tentang teknik irigasi		
Gelontor/permukaan	26	52
Tetes/tetes	20	40
Curah/curah	6	12
Bawah permukaan/bawah permukaan	3	6
Sistim <i>leb</i> (istilah lokal)	41	82
Sistim <i>gembor</i> (istilah lokal)	17	34
Sistim <i>kocor</i> (istilah lokal)	50	100
Sumber informasi tentang teknik irigasi		
Penyuluh	13	26
Perman/Kelompok Tani	44	88
Perusahaan pupuk, obat-obatan, benih	3	6
Martabat air irigasi		
tanaman menjadi subur	44	88
tanaman tidak kekeringan	48	96
tanaman tidak mati	46	92
penggunaan pupuk menurun	8	16
produksi tanaman meningkat	8	16
Penggunaan teknik irigasi		
gelontor/permukaan	21	42
etes/tetes	16	32
curah/curah	0	0
bawah permukaan/bawah permukaan	1	2
Sistim <i>leb</i> (istilah lokal)	22	44
Sistim <i>gembor</i> (istilah lokal)	13	26
Sistim <i>kocor</i> (istilah lokal)	50	100
Kendala penggunaan teknik irigasi modern		
Tidak tahu	18	36
Aplikasi sulit	22	44
Membutuhkan biaya dan tenaga banyak	33	66
Tidak ada bimbingan/penyuluhan	24	48
Kekurangan biaya/Modal	19	38
Sumber (tempat mendapatkan)	42	84
Harga mahal	45	90
Ketersediaan jumlah/keterbatasan	46	92
Ketersediaan waktu (menerapkan)	8	16
Teknik irigasi yang paling disukai		
etes/tetes	40	80
gelontor	10	20

Tidak semua petani yang sudah mengenal, apalagi mengetahui baik alat maupun cara penerapan teknik irigasi, terutama sistim irigasi modern lalu mereka melupakan dilahan usahatannya. Terdapat beberapa kendala baik teknis maupun non teknis yang dirasakan dan dialami petani untuk menerapkan teknik irigasi yang mereka kenal dan ketahui. Kendala yang paling banyak

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



dialami petani adalah keterbatasan jumlah alat/bahan (92 %) yang dipertukan dan harga yang mahal (90 %) (Tabel 41). Ini sangat berhubungan dengan keterbatasan modal petani, meskipun keluhan ini tidak secara terbuka dikemukakan. Sementara ini mereka mendapatkan pinjaman modal dari petani/ketua kelompok yang bekerja sama dengan perusahaan pupuk, obat-obatan atau benih. Pinjaman modal bersifat kolektif dan dibayar apabila tanaman sudah menghasilkan (disebut yamen = dibayar saat panen). Hal ini bisa meringankan dan membantu petani mengatasi kekurangan modalnya.

Kendala lain adalah sumber untuk mendapatkan alat dan atau bahan untuk menerapkan teknik irigasi yang mereka inginkan (84 %), membutuhkan biaya dan tenaga yang banyak (66 %), tidak ada bimbingan/penyuluhan (48 %), aplikasi sulit (44 %), tidak tahu (36 %) dan ketersediaan waktu (16 %). Semua itu menyebabkan petani untuk memilih teknik irigasi yang menurut mereka mudah menerapkan dan mendapatkannya.

Setiap teknik irigasi mempunyai kelebihan dan kekurangan. Hal ini menyebabkan petani lebih memilih teknik irigasi tertentu dibandingkan teknik irigasi yang lain. Preferensi petani cabai terhadap teknik irigasi yang ditawarkan, apabila modal tidak menjadi kendala adalah teknik irigasi tetes (80 %) dengan alasan menghemat air dan tenaga, mudah menerapkannya, dan menghemat waktu, dibandingkan dengan teknik irigasi *leb* misalnya yang memakan waktu cukup lama (7-10 jam) selama 2 hari. Hal ini dikemukakan petani sebagai kelebihan teknik irigasi tetes. Sedangkan kekurangannya adalah hanya membasahi bagian bawah saja. Teknik irigasi curah, menurut petani mempunyai kelebihan dapat menyebarkan air secara merata. Sedangkan kekurangannya adalah harganya mahal, lebih cocok untuk tanaman tahunan, karena pada cabai akan menyebabkan terganggunya akar dan bunga tanaman cabai menjadi rontok, karena air terlalu deras (Tabel 42).

Teknik irigasi gelontor atau *leb*, yang banyak dilakukan petani disadari petani boros air dan tenaga, disamping dapat mengganggu perakaran cabai dan menyebabkan erosi. Namun demikian petani tetap melakukan karena mudah, lebih murah dan belum mengetahui teknik yang lain. Teknik gembor, merupakan alternatif teknik irigasi yang juga sudah biasa dilakukan. Petani menyadari bahwa teknik tersebut tidak efisien apabila dilakukan pada lahan usahatani yang luas yang mengakibatkan borosnya tenaga kerja, meskipun mudah dilakukan/diterapkan (Tabel 42).

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang meminumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Tabel 42 Kelebihan dan kekurangan beberapa teknik irigasi menurut petani cabai di Lampung Timur

Teknik irigasi	Kelebihan	Kekurangan
Gelontor/ lebl/ surface irrigation	Tanah cepat basah Mudah	Menyebabkan erosi Mengganggu perakaran Boros air Boros tenaga kerja
Tetes/ drip irrigation	Menghemat air Menghemat tenaga Menghemat waktu	Bagian bawah yg terbasahi
Curug/ sprinkle irrigation	Air lebih merata	Terlalu deras untuk cabai Bunga cabai menjadi rontok Untuk tanaman tahunan Harga mahal Cepat rusak
Gerbor/ kocor	Mudah	Tidak efisien untuk lahan luas Boros tenaga

Keberlanjutan Berbagai Teknik Irigasi pada Usahatani Cabai

Harus selaras dengan indikator keberlanjutan pertanian lahan kering yang terkait dengan aspek teknis, ekologis, ekonomi dan sosial (Gips, 1986 dalam Reijntjes et al., 1999; Munasinghe, 1993; Sinukaban, 2007), pembangunan pertanian berkelanjutan pada prinsipnya harus memiliki tiga tujuan utama yang saling terkait dan tidak dapat dipisahkan satu sama lain, yaitu tujuan sosial (*social objective*), tujuan ekonomi (*economic objective*), dan tujuan ekologi (*ecological objective*) (Munasinghe, 1993). Ini berarti bahwa teknologi yang diintroduksi agar dapat berjalan secara lestari (*sustainable*) harus memenuhi kriteria : a) dapat diterima petani, b) layak secara finansial yang dicirikan oleh produktivitas dan keuntungan finansial yang tinggi dan c) ramah lingkungan dengan upaya pelestarian sumberdaya alam.

Hasil analisis keempat teknik irigasi yang dicoba dan penggunaan mulsa jerami, maka teknik irigasi gelontor dan tetes/bawah permukaan dengan penggunaan 5 – 10 t/ha mulsa jerami, pada sistem pertanian lahan kering di tanah Typic Kanhapludult dengan tanaman cabai, merupakan teknologi yang paling berkelanjutan. Empat ciri utamanya adalah produktivitas paling tinggi, penggunaan air paling efisien, yang berimplikasi terhadap peningkatan optimalisasi lahan dan air, secara finansial menguntungkan serta dapat diterima dan diterapkan petani. Secara teknis, produktivitas cabai dengan kombinasi teknologi tersebut mempunyai produktivitas tertinggi yaitu 4,90 – 5,00 t/ha.



Usahatani cabai dengan semua teknik irigasi yang dicoba (gelontor, tetes, curah dan bawah permukaan) memberikan nilai $BCR > 1$, $NPV > 0$, dan $IRR > 17\%$ (suku bunga Bank). Ini berarti teknik irigasi yang dicoba layak secara finansial dan memenuhi kriteria *economic objective*. Teknik irigasi gelontor, bawah permukaan dan tetes yang dilakukan petani memberikan pendapatan bersih (dengan *discount*) masing-masing sebesar Rp 14.796.253,-/tahun, Rp 14.238.501,-/tahun dan Rp 18.312.218,-/tahun dan telah melebihi standar KHL yang besarnya Rp 12.000.000,-/tahun. Dengan demikian usahatani cabai dengan menggunakan teknik irigasi gelontor, bawah permukaan dan tetes yang dilakukan petani memenuhi kriteria *economic objective*.

Menurut hasil wawancara, usahatani cabai dengan teknik irigasi gelontor yang dilakukan petani menyebabkan erosi, mengganggu perakaran, boros air dan boros tenaga kerja (Tabel 42). Hal ini karena teknik irigasi gelontor yang dilakukan petani mempunyai debit yang tinggi, yang dilakukan secara terus-menerus dalam waktu yang singkat sehingga kekuatan energi kinetik yang ditimulkannya menyebabkan tanah tererosi dan mengakibatkan akar tanaman menjadi terganggu dan rusak. Pemborosan air terjadi karena petani memberikan air secara berlebih, bahkan melebihi batas atas kapasitas lapang, sehingga banyak air yang terbuang dan tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Dengan demikian teknik gelontor yang dilakukan petani tidak ramah lingkungan dan tidak memenuhi kriteria *ecological objective*.

Ditinjau dari segi ekologis dan pelestarian sumberdaya lahan dan air, teknik irigasi yang dicoba pada penelitian ini telah menggunakan level MAD 60 % air tersedia sebagai batas bawah waktu pemberian irigasi untuk tanaman cabai, sehingga lebih menghemat air. Hal ini terbukti dengan adanya teknik irigasi gelontor yang memberikan nilai WUE yang cukup tinggi. Usahatani cabai dengan teknik irigasi bawah permukaan dan gelontor pada level MAD ini memberikan nilai WUE yang lebih tinggi dibandingkan teknik irigasi yang lainnya yaitu $0,78 \text{ kg/m}^3$ dan $0,73 \text{ kg/m}^3$ masing-masing untuk teknik bawah permukaan dan gelontor. Ini berarti kedua teknik tersebut merupakan teknik irigasi yang lebih hemat air dibandingkan teknik irigasi lainnya sehingga lebih ramah lingkungan serta memenuhi kriteria *ecological objective*. Secara makro atau kawasan, penerapan teknologi tersebut dapat meningkatkan luas areal tanam dan atau meningkatkan intensitas tanam 50 sampai dengan 100 persen.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Berdasarkan kajian sosial, ternyata teknik irigasi gelontor dan tetes/bawah permukaan dapat diterima petani. Pengguna teknologi (dalam hal ini petani), harus dapat mengimplementasikan teknologi tersebut dengan senang hati dan dapat melakukannya tanpa bantuan orang/pihak lain. Petani cabai di Kabupaten Lampung Timur menyukai dan sejak lama telah mempraktekkan teknik irigasi gelontor dan tetes/bawah permukaan. Petani pada umumnya memberikan air irigasi setiap hari. Pemberian air pada level MAD 60 % air tersedia menguntungkan petani karena memperjarang frekuensi atau interval pemberian air (setiap hari menjadi 3 hari sekali). Dengan demikian pemberian air pada level MAD 60 % air tersedia dengan teknik irigasi gelontor dan tetes/bawah permukaan memenuhi kriteria *social objective*

Berdasarkan hal tersebut diatas dapat disimpulkan bahwa dari 4 teknik irigasi yang dicoba (gelontor, tetes, curah dan bawah permukaan), teknik irigasi bawah permukaan (dalam hal ini tetes bawah permukaan) dan gelontor merupakan teknik irigasi yang memenuhi pilar pembangunan yang berkelanjutan (*sustainable*).

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Pemberian irigasi pada level MAD 60 % air tersedia (saat kehilangan air maksimal 40 %) setinggi 9,6 mm setiap 3 hari memberikan kelembaban tanah, pertumbuhan dan panen cabai paling optimum, efisiensi penggunaan air tertinggi serta menghemat air 264 mm per musim tanam.
Teknik irigasi bawah permukaan dan gelontor merupakan teknik irigasi yang hemat air karena memberikan efisiensi penggunaan air yang lebih tinggi (masing-masing 0,78 kg/m³ dan 0,73 kg/m³) dibandingkan teknik irigasi lainnya.
Pemberian mulsa jerami meningkatkan hasil tanaman dan efisiensi penggunaan air pada setiap teknik irigasi kecuali teknik irigasi bawah permukaan.
Semua teknik irigasi yang dicoba layak secara finansial dan mampu mengembalikan modal. Usahatani cabai dengan teknik irigasi gelontor dan bawah permukaan memberikan nilai BCR yang paling tinggi (3,40 dan 2,65) sehingga merupakan usahatani dengan penggunaan modal yang efisien.
5. Irigasi pada saat kehilangan air maksimal 40 % air tersedia setinggi 9,6 mm setiap 3 hari sekali dengan teknik irigasi gelontor dan bawah permukaan merupakan usahatani yang berkelanjutan.

Saran

1. Jumlah pemberian air dan kedalaman irigasi suplemen perlu dilakukan secara bertahap sesuai perkembangan akar tanaman, agar tercapai penggunaan air yang efisien. Sebagai contoh, pada bulan pertama setelah tanam diberikan setinggi 4,8 mm atas dasar perhitungan ketebalan tanah 15 cm, bulan kedua 6,4 mm ketebalan 20 cm, dan bulan ketiga 9,6 mm ketebalan 30 cm.



2. Air permukaan merupakan sumber air irigasi alternatif yang potensial dan lebih hemat biaya dibandingkan air tanah. Penghematan air dapat dilakukan dengan pemberian mulsa jerami, agar dicapai efisiensi penggunaan air yang lebih tinggi.
3. Disamping faktor teknis (iklim, tekstur tanah, efisiensi penggunaan air), modal investasi, preferensi dan kendala penerapan teknik irigasi pada usahatani cabai di tingkat petani harus dipertimbangkan agar teknologi tersebut dapat diterima dan diadopsi petani.

Hasil penelitian ini dapat diterapkan pada *Typic Kanhapluduit* di Sumatra dan Kalimantan dimana cabai dapat ditanam *Off-season*, sehingga daerah ini merupakan *recomendation domain* hasil penelitian.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



DAFTAR PUSTAKA

- Adimihardja, A., A. Mulyani, Hikmatullah, dan A. B. Siswanto. 2005. Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis : Tinjauan Aspek Kesesuaian Lahan. Badan Litbang Deptan. 20 hal.
- Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes, and M. Smith. 1998. Crop Evapotranspiration. Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and drainage paper. 301 p.
- American Society of Agricultural Engineering (ASEA). 1988. Design and installation of micro irrigation systems. P.536-539. In Standards 1988. EP405, ASEA, St. Joseph, MI.
- Amareh, J. and N. Al-Abed. 2005. Developing crop coefficients for field-grown tomato (*Lycopersicon Esculentum* Mill) under drip irrigation with black plastic mulch. Agric. Water Manage 73 (2005) 247- 254. Elsevier B. V.
- Antony, E. and R. B. Singandhupe. 2004. Impact of drip and surface irrigation on growth, yield and WUE of capsicum (*Capsicum annum* L.). Agric. Water Manage. 65 (2004) 121- 132. Elsevier. B.V.
- Arsyad, S. 2000. Konservasi Tanah dan Air. Penerbit IPB (IPB Press).
- Ayars, J. E., C.J. Phene, R. B. Hutmacher, K. R. Davis, R. A. Schoneman, S. S. Vail, R. M. Mead. 1999. Subsurface drip irrigation of row crops : a review of 15 years research at the Water Management Research Laboratory. Agric. Water Manage 42 (1) 1- 27. Elsevier B. V.
- Baker, M., R. Meinzen-Dick, and F. Konradsen. Eds. 1999. Multiple Uses of Water in Irrigated Areas. A case study from Srilanka. SWIM paper No. 8. 1999. IWMI. Colombo.
- Bank Indonesia. 2007. Pola Pembiayaan Usaha Kecil (PPUK). Budidaya Cabai Merah (Pola Pembiayaan Konvensional). Bank Indonesia Direktorat Kredit, BPR dan UMKM. tbtkm@bi.go.id. 18 April 2010.
- Beese, F., R. Horton, and P.J. Wierenga. 1982. Growth and Yield Respon of Chile Pepper to Trickle Irrigation. Agronomy Journal Vol 74 :556 - 561 , May-June.
- Brata, K. R. 1995 a. Efektivitas mulsa vertikal sebagai tindakan konservasi tanah dan air pada pertanian lahan kering di Latosol Darmaga. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia 5 (1) : 13-19. Institut Pertanian Bogor.
- Brata, K. R. 1995 b. Peningkatan efektivitas mulsa vertikal sebagai tindakan konservasi tanah dan air pada pertanian lahan kering dengan pemanfaatan bantuan cacing tanah. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia. 5 (2) : 69 - 75. Institut Pertanian Bogor.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



- Cox, J. and A. Pitman. 2002. Catchment Scale Water and Soil Balance Modelling in Southern Australia. Proceedings 12 th Internasional Soil Conservation. Organization conference. May 26 – 31, 2002. Beijing, China. Sustainable Utilization of Global Soil and Water Resources. Proses of Soil Erosion and Its Environment Effect Volume II. Tsinghua University Press. [http : // www. Tup. Tsinghua. Edu. Cn.](http://www.Tup.Tsinghua.Edu.Cn)
- Dalla Costa, L., and G. Gianquinto. 2002. Water stress and watertable depth influence yield, water use efficiency, and nitrogen recovery in bell pepper : lysimeter studies. *Aust. J. Agric. Res.* Vol 53 : 201 – 210.
- Darlan, A. dan A. Rachman. 1989. Pengaruh mulsa hijauan alley cropping dan pupuk kandang terhadap pertumbuhan dan hasil jagung serta beberapa sifat fisik tanah. *Pros. Penelitian Tanah* no 8. BPT. Bogor.
- Dastar, N. G. 1974. Effective Rainfall in Irrigated Agriculture. *FAO Irrigation and Drainage Paper.* FAO, UN. Rome.
- Doornbos, J. and W. O. Pruitt. 1977. Guideline for Predicting Crop Water Requirement. *FAO Irrigation and Drainage Paper.* Vol. 24. Rome.
- _____. and A. H. Kassam. 1979. Yield Respons to Water. *FAO Irrigation and Drainage Paper.* Vol. 33. Rome.
- Erdem, T., Y. Erdem, H. Orta, and H. Okursoy. 2006. Water-yield relationships of potato under diferent irrigation methodes and regimes. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*, v. 63, n. 3, p.226-231, May/June 2006.
- Erfandi, D. I P.G. Widjaja-Adhi, dan M. Ramli. 1993. Pengelolaan sistem usaha tani lahan masam tropika basah. hlm. 17-28 *dalam* *Prosiding Pertemuan Teknis Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor, 18-21 Februari 1993.* Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- (FAO) Food and Agriculture Organization of the United Nation. 1995. Planning of Sustainable Use of Land Resources. *Toward a New Approach.* *FAO Land and Water Bulletin.* FAO, Rome.
- Gardner, H. R. 1972. Water utilization by a dryland rowcrop. In : Hillel, D (ed). *Optimizing the soil physical environment toward greater crop yield.* Academic Press. Inc. New York. Pp. : 163 – 171.
- Gencoglan, C., I. E. Akinci, S. Akinci, S. Gencoglan and K. Ucan. 2005. Effect of different irrigation methods on yield of red hot pepper and plant mortality caused by *Phytophthora capsici* Leon. *Kahramanmaras Sutcu Imam University, Agricultural Faculty, Agricultural Department, Kahramanmaras, Turkey.*
- Gittinger, J.P. 1973. *Economic Analysis of Agricultural Project.* *Development Digest* Vol. XI No. 3. Washington, DC.
- Greene, B. W. 1983. Water Conservation : Central Great Palins. In Dregne , H. E., and W.O. Willis (eds). *Dryland Agriculture.* ASA. CSSA. SSSA. Medison. Wisconsin. USA. Pp. 66-67.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



- Gregory, P.J. 1989. Water-use efficiency of crops in Semi-Arid Tropic. In Soil, Crop and Water management in The Sudano-Sahelian Zone. International Crop Research Institute for The Semi-Arid Tropics (ICRISAT). Patancheru, Andhra Pradesh 502 324. India. Pp. 85-98.
- Grismer, M. E. 2002. Regional cotton line yield, ETc, and water value in Arizona and California. *Agric. Water Manage.* 54 : 227 – 242. Elsevier B.V.
- Gupta, R. K. and R. P. Rajput. 1999. Crop- Water Relationship Studies in Dryland Agriculture. In Singh *et al.*, (eds). Fifty Years of Dryland Agricultural Research in India. Central Research Institut for Dryland Agriculture. Santoshnagar, Hyderabad – 500 059.
- Hansen, V. E., O. W. Israelsen dan G. E. Stringham. 1992. Dasar-dasar dan Praktek Irigasi. Terjemahan Erlangga. Jakarta.
- Hardjowigeno, S. 1993. Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis. Edisi Pertama. Akademika Pressindo.
- Hammer, G. 2005. Sub-surface drip irrigation : Advantages and limitations. DPI&F note. Note No: 17650. ISSN 0155 – 3054. p 6. Department of Primary Industries and Fisheries. Queensland Government. Delivery Business Group.
- Hasegawa, S and T. Kasubuchi. 1999. Water Regime In Fields With Vegetation. In Miyazaki *et al.* (eds). Water Flow in soil. Marcel Dekker, Inc. 270 madison Avenue, New York, New York 10016.
- Hassanli, A. M., A. E. Mohammad and B.Simon. 2009. The effects of irrigation methods with effluent and irrigation shceduling on water use efficiency and corn yields in an arid region. *Agric. Water Manage.* 96 (2009) 93 – 99. Elsevier B.V.
- Hidayat, A dan A Mulyani. 2002. Lahan Kering Untuk Pertanian. Hal 1 – 39. Dalam Abdurachman *et al.*(eds). Teknologi Pengelolaan Lahan Kering Menuju Pertanian Produktif dan Ramah Lingkungan. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Hillel, D. 1971. Soil and Water. Physical Principles and Processes. Academic Press. New York and London. Pp. 49 – 61.
- _____. 1990. Role of irigation in agricultural systems. Pp. 5-30. In B.A. Stewart and D.R. Nielsen (eds.) Irrigation of Agricultural Crops. Agronomy 30. American Society of Agronomy, Madison, WI.
- Horn, P. G., R. K. Panda and S. Kar. 2002. Effect of methode of scheduling irrigation on water and nitrogen use efficiencies of Okra (*Abelmoschus esculentus*). *Agricultural Water Management* 55 (2002) 159-170. Elsevier B. V.
- Ibratimov, N., Steven, R. E., Yusupbek, E., Bakhtiyor, S. K., Lutfullo, M. and John, P. A. Lamers. 2007. Water use efficiency of irrigated cotton in Uzbekistan under drip and furrow irrigation. *Agric. Water Manage.* 90 (2007) 112 – 120. Elsevier. B.V.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



- Irianto, G., H. Sosiawan, dan A. S. Karama. 1998. Strategi Pembangunan Pertanian Lahan Kering untuk mengantisipasi Persaingan Global. Makalah Utama Pertemuan Pembahasan dan Komunikasi Hasil Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor 10 Februari 1998. Pusat penelitian tanah dan Agroklimat. Badan Litbang Deptan.
- _____. dan E. Surmaini. 2002. Analisis Potensi dan Kebutuhan Air untuk Menyusun rekomendasi Irigasi Suplementer tanaman Tebu Lahan Kering. *Jurnal Tanah dan Iklim*. Nomor 20, Desember 2002. ISSN 1410-7244. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Badan Litbang Pertanian. Departemen Pertanian.
- James, L.G. 1988. *Principle of Farm Irigation System Design*. John Wiley & Sons. Inc. New York.
- Jhorris, R.K., A.A.M.F.R. Smit and C.W.J. Roest. 2009. Assessment of alternative water management option for irrigated agriculture. *Agric. Water Manage.* 96 (2009) 975 - 981. Elsevier. B.V.
- Kalsan, D. K. 2003. *Prosedur Desain Irigasi Tetes (Trickle Irrigation)*. Jurusan Teknik Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Kamali, D. G. Peri and M. Todes. 1985. *Irigation System : Design and Operation*. Oxford University Press. Cape Town.
- Keller, J. and Bliessner, R. D. 1990. *Sprinkle and Trickle Irrigation*. AVI Book. New York.
- Krishnamappa, A. M., Y. S. Arun Kumar, Murukannappa, and B. R. Hedge. 1999. Improve in situ Moisture Conservation Practises for Stabilized Crop yield in Drylands. *In Singh et al.*, (eds). *Fifty Years of Dryland Agricultural Research in India*. Central Research Institut for Dryland Agriculture. Santoshnagar, Hyderabad – 500 059.
- Kruse, E.G., D.A. Bucks, and R.D. von Bernuth. 1990. Comparison of irrigation systems. Pp. 475-508. *In* B.A. Stewart and D.R. Nielsen (eds.) *Irigation of Agricultural Crops*. *Agronomy* 30. American Society of Agronomy, Madison, WI.
- Lal, R., D. Vlesshauwer, and R. M. Ngaje. 1980. Change in properties of cleared tropical Alfisol as effected by mulching. *Soil. Sci. Soc. Am. J.* 44 : 827 - 833.
- Lasri, A.K. Makarim, A. Hidayat, A.K. Karama, dan I. Manwan. 1991. *Peta Agroekologi Utama Tanaman Pangan di Indonesia*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Li, C. Wei, F. Zhang, J. Zhang, M. Nong and S. Kang. 2010. Water-use efficiency and physiological responses of maize under partial root-zone irigation. *Agric. Water Manage.* (2010). doi :10.1016/j.agwat.2010.01.024
- Malhotra, T.J. and J. W. Holmes. 1988. *Soil Physics*. Cambridge University Press. Cambridge.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

- Mazwar, Abdullah Abas Id., dan B. Haffi. 1995. Embung dan peranannya dalam pengembangan potensi sumber daya lahan di perbukitan kritis Umbulrejo. Prosiding Lokakarya dan Ekspose Teknologi Sistem Usahatani Konservasi dan Alat Mesin Pertanian. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor. Yogyakarta, 17 – 19 Januari.
- Middleton, R. 2005. Air Bersih : Sumber Daya yang Rawan. Makalah Hijau. Kedutaan Besar Amerika Serikat, Jakarta, Indonesia. [http:// www. Usembassy jakarta.org/ptp/airbrsi.html](http://www.Usembassy jakarta.org/ptp/airbrsi.html). 15 Juni 2005.
- Mudiyarso, D. 2003. CDM: Mekanisme Pembangunan Bersih. Seri Perubahan Iklim. Kompas, Penerbit Buku Kompas. Jakarta.
- Munasinghe, M. 1993. Environmental Economics and Sustainable Development. World Bank Environment Paper Number 3. The World Bank. Washington, DC, USA.
- Noerham, A. 2002. Teknik Pemanenan Air yang Efektif dalam Pengelolaan Lugas Tanah Pada Usahatani Lahan Kering. Desertasi Doktor. Program Pasca Sarjana. Institut pertanian Bogor.
- Pandji, R. K. and S. K. Behera. 2003. Effective Management of Irrigation Water for Wheat Crop Under Deficit Condition. Proceedings of the 1st International conference on Hydrology and water resources in Asia Pasific region Vol 1. APHW 2003. Palu-lu Plaza, Kyoto, Japan 13 – 15 March.
- Pandji, R. K., S. K. Behera and P. S. Kashyap. 2004. Effective management of irrigation water for maize under stressed conditions. *Agric. Water Manage.* 66 (2004) 181 – 203. Elsevier B.V.
- Partowijoto, A. 2002. Penelitian kebutuhan air lahan dan tanaman di beberapa daerah irigasi. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pengairan*. Vol. 16 No. 49 Desember 2002. ISSN 02-1111. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air. Badan Litbang Permukiman dan Prasarana Wilayah, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.
- Passiora, J. B. 1977. Grain yield, harvest index and water- use of wheat. *J. Aust. Ins. Agrc. Sci.* 43 : 117-120.
- Pereira, L. S., T. Oweis and A. Zairi. 2002. Irrigation management under water scarcity . *Agric. Water Manage.* 57: 175-206.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. 2001. Atlas Arahana Tata Ruang Pertanian Indonesia Skala 1 : 1000000. Puslitbangtanak Badan Litbang Pertanian.
- Rachman, A., A. Dariah dan E. Husen. 2004. Olah Tanah Konservasi *dalam* Kumia *et al.* (eds) Teknologi Konservasi Tanah pada Lahan Kering Berlereng. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Badan Litbang Pertanian. Departemen Pertanian.
- Reid, C., B. Havercort and A. Water Bayer. 1999. Pertanian Masa Depan. Pengantar Untuk Pertanian Berkelanjutan Dengan Input Luar Rendah. Kanisius . Jogjakarta.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



- Renault, D., M. Hemakumara and D. Molden. 2001. Impacts of water consumption by perennial vegetation in irrigated areas of the humid tropics. A case for rethinking traditional views of irrigation design, management and performance assessment. Annual Report 2000 – 2001. Improving Water and Land Resources Management for Food, Livelihoods and Nature. IWMI. International Water Management Institute, Colombo.
- Rita, D., I. Joachim and S. Thilo. 2007. The effect of mulching and tillage on the water and temperature regimes of a loess soil : experimental findings and modeling. *Soil Tillage Res.* 92: 52-63.
- Romic, D., M. Romic, J. Borosic and M. Poljak. 2003. Mulching decreases nitrate leaching in bell pepper (*Capsicum annum* L.) cultivation. *Agricultural Water Management* 60 (2003) 87 – 97. Elsevier Science B.V.
- Sajojo, S. 1977. Garis Miskin dan Kebutuhan Minimum Pangan. Lembaga Penelitian Sosiologi Pedesaan (LPSP). IPB. Bogor.
- Schwab, G. O., R. K. Frevert, T. W. Edmister and K. K. Barnes. 1981. Soil and Water Conservation Engineering. Third Edition. John Wiley & Sons, Inc., Canada.
- Schofield, M. C., D. Powelson and G. Tian. 1997. Input control and organic matter dynamic. *Geoderma.* 79: 25 – 47.
- Sinukaban, N. 2007. Membangun pertanian menjadi industri yang lestari dengan pertanian konservasi. *dalam Sinukaban (ed). Konservasi Tanah dan Air Kunci Pembangunan Berkelanjutan.* Direktorat Jenderal RLPS, Departemen Kehutanan.
- Soil Survey Staff. 1998. Kunci Taksonomi Tanah. Edisi Kedua Bahasa Indonesia. 1999. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Songsri, P., S. Jogloy, C.C. Holbrook, T. Kesmala, N. Vorasoot, C. Akkasaeng and A. Patanothai. 2009. Assosiation of root, specific leaf area and SPAD chlorophyll meter reading to water use efficiency of peanut under different available soil water. *Agric. Water Manage.* 96 : 790 – 798. Elsevier. B. V.
- Stevenson, F. J. 1982. Humus Chemistry, Genesis, Composition, Reaction. 2nd ed. New York. John Willey and Sons.
- Stewart, B.A. and D.R. Nielsen. 1990. Scope and objective of monograph. Pp. 1-4 *In* B.A. Stewart and D.R. Nielsen (eds.) *Irrigation of Agricultural Crops.* Agronomy 30. American Society of Agronomy, Madison, WI.
- Subagyo, K., T. Vadari, R. L. Watung, Sukristiyonubowo, and F. Agus. 2004. Managing Soil Erosion Control in Babon Catchment, Central Java, Indonesia: Toward community-based soil conservation measures. *Proceeding International Soil Conservation Organization (ISCO2004).* Brisbane, Australia, 4-8 July 2004.
- Sudman dan A. Abdurachman. 1981. Pengaruh kadar air tanah, mulsa, dan pupuk organik terhadap pertumbuhan jagung dan pemakaian air. htm. 297-304 *dalam* *Prosiding Pertemuan Teknis Penelitian Tanah.* Cipayang, 10-13 Nopember 1981. Pusat Penelitian Tanah, Bogor.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

- Suharsono, H., J. S. Baharsyah, I. Las dan R. Hidayati. 1996. Neraca air lahan iklimatik di Indonesia pada suatu kabupaten. Laporan Hasil Penelitian Lembaga Penelitian Institut Pertanian Bogor. Bekerjasama dengan Agricultural Research Management Project. Badan Litbang Pertanian.
- Sukmana, S., H. Suwardjo, A. Abdurachman, and J. Dai. 1986. Prospect of *Flemingia congesta* Roxb. for reclamation and conservation of volcanic skeletal soils. *Pembrit. Penel. Tanah dan Pupuk* 4: 50-54.
- Sutono, S., S. Wiganda, I. Isyafudin, dan F. Agus. 2001. Pengelolaan sumberdaya air dengan teknologi input tinggi. Laporan Akhir Tahun Anggaran 2001. Bagian Proyek Penelitian Sumberdaya Lahan dan Agroklimat dan Proyek Pengkajian Teknologi Pertanian Partisiaptif. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian. (Tidak dipublikasikan).
- Suwardjo. 1981. Peranan Sisa-sisa Tanaman dalam konservasi Tanah dan Air pada Usahatani Tanaman Semusim. Disertasi. Fakultas Pasca Sarjana, IPB. Bogor.
- Soekman, Y., Anny Mulyani, Irawan, dan Fahmuddin Agus. 2001a. Evaluasi teknis dan ekonomis beberapa alternatif sistem irigasi lahan kering. Laporan Akhir Tahun Anggaran 2001. Bagian Proyek Penelitian Sumberdaya Lahan dan Agroklimat dan Proyek Pengkajian Teknologi Pertanian Partisiaptif. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.
- Soekman, Y., Anny Mulyani, Irawan, S. Sutono dan Sudrajat. 2001b. Potensi Irigasi Lahan Kering Tingkat Petani : Studi Kasus di Kecamatan Terbanggi Besar dan Bangunrejo, Lampung Tengah. *Prosiding Seminar Nasional. Pengelolaan Sumberdaya Alam untuk Mencapai Produktivitas Optimum Berkelanjutan. Volume II. Bandar Lampung, 26 – 27 Juni 2001. Universitas Lampung. Bandar Lampung.*
- Sosiawan, H., dan K. Subagyono. 2007. Pembagian Air Secara proporsional untuk Keberlanjutan Pemanfaatan Air. *Jurnal Sumberdaya Lahan Vol 1 no 4 hlm 15 – 24. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Litbang Pertanian. Departemen Pertanian.*
- Svehlik, Z. J. 1987. Estimation of irrigation water requirements. In Ryzdewsky, J. R. (ed) *Irrigation Development planning, An Introduction for Engieers.* John Willey & Sons. Chichester. Pp. 115 – 143.
- Syaifulsiah, I., P. Wardana, Z. Arifin dan A. M. Fagi. 1994. Embung. Kotam Penampung Air Serbaguna. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian.
- Talibuhu, S. H., T. Sudharto, D. Supardi, dan Kuswanda. 1989. Pengaruh pemberian pupuk kandang terhadap beberapa sifat fisik dan kimia tanah Haplorthox Kuamang Kuning. *Pros. No 8. Penelitian. PPT- Bogor.*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor) Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Tala'ohu, S. H. 1998. Teknik Pemanenan Air (Leaflet). Kelompok Kerja Penelitian dan Pengembangan. Sekretariat Tim Pengendali Bantuan Penghijauan dan Reboisasi Pusat. Departemen Kehutanan.

Tala'ohu, S. H., S. Sutono, dan Y. Soelaeman. 2003. Peningkatan produktivitas lahan kering masam melalui penerapan teknologi konservasi tanah dan air. Hal. 45 – 63 dalam Prosiding Simposium Nasional Pendayagunaan Tanah Masam, Bandar Lampung, 29 – 30 September 2003. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian. Bogor.

E. D., P. L. Tacker, S.W. Lancaster and R. E. Glover. 2009. Subsurface drip irrigation of corn in the United State Mid-South. *Agric. Water Manage.* 96 (2009) 912 – 916. Elsevier. B. V.

Y., Z. Xie, S. S. Malhi, C. L. Vera, Y. Zhang and J. Wang. 2009. Effects of rainfall harvesting and mulching technologies on water use efficiency and crop yield in the semi-arid Loess Plateau, China. *Agric. Water Manage.* 96: 374-382.

na, I. P., I. Syamsiah dan A. M. Fagi. 1991. Potensi dan Kendala Pengembangan Embung di Lahan Sawah Tadah Hujan (Kasus Kecamatan Jaken, Pati). *Reflektor* 3 (1-2) :15- 22.

s, B. and S. Vipond. 1974. *Irrigation: Design and Practice*. Bastford Academic and Educational Limited. London. Pp. 73-74.

Yongqiang, Yu Qiang, Shen Yanjun and Liu Changming. 2003. Impact of Irrigation Schedules on Crop Production and Water Use Efficiency in The North China Plain. *Proceedings of the 1st International conference on Hidrology and water recources in Asia Pasific region Vol 1. APHW 2003. Patu-hu Plaza, Kyoto, Japan 13 – 15 March.*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

LAMPIRAN

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.





Tabel Lampiran 1. Hasil deskripsi profil di lapang pada lokasi penelitian di KP Tamanbogo, Lampung Timur.

No. Lapisan	Simbol Horizon	Kedalaman lapisan (cm)	Uraian
I	Ap	0 – 21	coklat kekelabuan tua (10YR 4/2); tekstur lempung liat berpasir, struktur-cukup-halus-gumpal agak bersudut; gembur (lembab), agak lekat - agak plastis (basah); pori-pori mikro, meso dan makro banyak, perakaran halus banyak, sedang, sedikit; pH 4,5; Batas horizon nyata rata.
	Bt ₁	21 – 44	coklat (7,5YR 5/4); tekstur liat; stuktur cukup-halus, gumpal agak bersudut dan cukup-halus-remah; sangat gembur (lembab), agak lekat-agak plastis (basah); pori-pori mikro, meso dan makro sedang; perakaran halus banyak; pH 4,3; batas horizon jelas rata.
	Bt ₂	44 – 65	coklat (7,5 YR 5/4); tekstur liat; struktur cukup-sedang, gumpal agak bersudut; gembur (lembab), agak lekat-agak plastis (basah); pori-pori mikro dan meso banyak, makro sedikit; perakaran halus banyak; pH 4,6; batas horizon jelas rata.
	BCc	65 – 93	coklat (7,5YR 5/4) dan merah (2,5YR 4/6); tekstur liat, struktur cukup-halus-gumpal agak bersudut; gembur (lembab), agak lekat-agak plastis (basah); pori-pori mikro dan meso banyak, makro sedikit; konkresi Fe (35%); perakaran halus sedang; pH 4,7; batas horizon jelas rata.
	Ccg	93 – 125	coklat (10YR 5/3), kelabu sampai kelabu muda (5Y 6/1) dan merah (10R 4/4); tekstur liat, struktur masiv, teguh (lembab), lekat-plastis (basah); konkresi Fe (>35%); pH 4,6.

Keterangan : Terdapat epipedon *okrik* pada lapisan 0-20 cm dan horizon penciri *kandik* pada lapisan 20 – 40 cm.

Klasifikasi Tanah : *Typic Kanhapludult*

Dideskripsi oleh : Abdurachman dan Umi Haryati

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Tabel Lampiran 2. Hasil analisa sifat kimia masing-masing horizon pada profil tanah di lokasi penelitian di KP Tamanbogo, Kabupaten Lampung Timur.

Sifat kimia & tekstur tanah	Batas horison atas-bawah (cm)				
	0 - 21	21 - 44	44 - 65	65 - 93	93 - 125
Lapisan/horison	AP	Bt ₁	Bt ₂	BCc	Ccg
Tekstur					
Pasir (%)	53	37	36	36	35
Debu (%)	14	12	11	16	14
Liat (%)	33	51	53	48	51
pH (1:5)					
H ₂ O	4,5	4,3	4,6	4,7	4,6
KCl	3,9	4,0	4,2	4,2	4,2
Bahan Organik					
C (%)	0,87	0,29	0,26	0,20	0,14
N (%)	0,05	0,02	0,02	0,02	0,01
C/N	17	15	13	10	14
Dalam HCl 25 %					
P ₂ O ₅ (mg/100g)	39	11	10	10	10
K ₂ O (mg/100g)	3	3	2	2	2
P ₂ O ₅ Bray I (ppm)	33,6	3,0	1,8	2,3	2,5
K ₂ O (organ) (ppm)	24,5	23,6	10,5	10,9	0,0
Nilai Tukar Kation (NH ₄ - Acetat 1N, pH 7)					
Ca (me/100 g)	0,53	0,67	1,62	1,57	0,85
Mg (me/100 g)	0,15	0,16	0,28	0,22	0,13
K (me/100 g)	0,05	0,05	0,02	0,02	0,00
Na (me/100 g)	0,00	0,00	0,06	0,00	0,01
Jumlah (me/100 g)	0,73	0,88	1,98	1,81	0,99
KTK (me/100 g)	4,67	4,97	4,98	5,39	5,86
KB (%)	16	18	40	34	17
Dalam KCl 1 N					
Al ³⁺ (me/100 g)	1,50	2,00	0,91	1,01	2,13
H ⁺ (me/100 g)	0,21	0,24	0,19	0,19	0,20
DTPA					
Fe (ppm)	90,96	17,52	10,17	5,93	5,50
Mn (ppm)	73,71	106,61	13,39	0,98	1,57
Cu (ppm)	1,12	0,56	0,51	0,45	0,45
Zn (ppm)	1,16	1,00	0,58	0,65	0,69
Pb (ppm)	0,11	0,37	0,70	0,42	0,41
Co (ppm)	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Tabel Lampiran 3 Keragaan teknik budidaya dan tingkat produksi usahatani cabai petani pada skala usahatani yang berbeda di Lampung Timur

Teknik budidaya	Skala usahatani cabai (ha)			
	0,25 (n= 20)	0,50 (n=16)	1,00 (n= 11)	>1,00 (n= 3)
Pola Tanam				
Jagung - Cabai	10	13	8	3
Jagung + Cabai	4	0	2	0
Padi - Cabai + Jagung	5	3	1	0
Jagung + Padi gogo - Cabai	1	0	0	0
Varietas				
Jagung	BC2	BC2	BC2	BC2
Cabai	Lado	Lado	Lado	Lado
Jumlah benih				
Jagung (kg/ha)	30	60	120	150
Cabai (g/ha)	25	25	25	25
Cabai (g/ha)	106,0	107,5	112,2	112,2
Jarak tanam (cm x cm)				
Jagung	(50-80)x(20-40)	(40-100)x(50-100)	(75)x(25-40)	(75x40)
Cabai	(50-90)x(40-75)	(70-150)x(75-80)	(70-125)x(40-80)	(75x40)
Pupuk cabai (kg/ha)				
Urea	380	375	264	299
Zn	120	0	0	0
SP6	405	281	246	246
K	300	175	97	97
NPK	209	118	118	160
Dolomit	0	313	371	798
Bat	0	0	0	8
Pupuk kandang	6.528	5.375	2.690	3.666
Mulsa plastik (gutung)	6	4	4	7
Pestisida dan Fungisida (kg/ha)	32	21	16	13
Serangan hama dan penyakit				
Hama		Trip, ulat, kutu, tungau		
Penyakit		kencing (virus, jamur)		
Intensitas serangan		ringan - sedang		
Pengendalian Hama & Penyakit	kimia	kimia	kimia	kimia
Pengolahan tanah				
	Bajak	Bajak	traktor	traktor
	Cangkul	Cangkul		
Cara pemupukan				
	Tugal	Tugal	Tugal	Tugal
Teknik irigasi				
	Leb	Leb	Leb	Tetes
	Gelontor	Gelontor	Gelontor	
	Gembor	Gembor	Gembor	
Tingkat produksi (ton/ha)				
Cabai	6,664	5,608	5,032	7,705
Jagung	5,946	4,600	4,275	5,043

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Tabel Lampiran 4 Analisis biaya dan pendapatan petani (tanpa discount) berdasarkan skala usahatani cabai di Lampung Timur

Komponen/Variabel	Skala usahatani cabai (ha)			
	0,25 (n = 20)	0,5 (n = 16)	1,00 (n = 11)	>1,00 (n = 3)
Biaya/Pengeluaran	(Rp)			
Sarana produksi				
• Cabai	3.336.675	4.789.500	7.534.090	16.793.333
• Jagung	898.500	1.122.187	1.954.090	3.516.666
• Jumlah	4.235.175	5.911.687	9.488.180	20.309.999
Tenaga kerja				
• Cabai	2.958.475	4.193.125	7.375.909	24.530.000
• Jagung	518.750	767.812	1.470.909	3.500.000
• Jumlah	3.477.225	4.960.937	8.846.818	28.030.000
Biaya lain-lain:				
• Sewa Lahan	300.000	600.000	1.200.000	1.800.000
• PBB	50.000	50.000	100.000	150.000
• Jumlah	350.000	650.000	1.300.000	1.950.000
Total biaya/pengeluaran				
• Cabai	6.645.150	9.632.625	16.209.999	43.273.333
• Jagung	1.417.250	1.889.999	3.424.999	9.683.333
• Cabai + Jagung	8.062.400	11.522.624	19.634.998	52.956.666
Pendapatan kotor				
• Cabai	17.160.000	17.685.812	33.416.818	84.338.333
• Jagung	2.229.750	3.450.000	6.284.090	12.633.333
• Cabai + Jagung	19.389.750	21.135.812	39.700.908	96.971.666
Pendapatan Bersih				
• Cabai	10.514.850	8.053.187	17.206.819	41.065.000
• Jagung	812.500	1.560.001	2.859.091	2.950.000
• Cabai + Jagung	11.327.350	9.613.188	20.065.910	44.015.000
B/C ratio				
• Cabai	2,58	1,84	2,06	1,95
• Jagung	1,57	1,83	1,83	1,30
• Cabai + Jagung	2,40	1,83	2,02	1,83

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Tabel Lampiran 5 Analisis biaya kebutuhan bahan dan alat beberapa teknik irigasi

Teknik irigasi	Jenis alat/bahan	Kebutuhan	Harga/unit (Rp)	Biaya (Rp)
Gelontor	Pipa saluran utama, PVC 2" (batang)	25	25.000	625.000
	Pipa pembagi, PVC 1,5" (batang)	125	15.000	1.875.000
	Sambungan T (buah)	25	3.000	75.000
	Pompa	1	3.000.000	3.000.000
	Membuat sumur	1	1.000.000	1.000.000
	jumlah			6.585.000
Tetes	Drip- tape (m)	20.000	1.000	20.000.000
	Selang pengantar (batang)	25	15.000	375.000
	Pipa saluran utama, PVC 2" (batang)	25	25.000	625.000
	Pipa pembagi, PVC 1,5" (batang)	125	15.000	1.875.000
	Lem PVC	10	3.500	35.000
	Sok	25	3.500	87.500
	Saringan	1	1.000.000	1.000.000
	Pompa	1	3.000.000	3.000.000
	Membuat sumur	1	1.000.000	1.000.000
		jumlah		
Curah	Nozle (Jarak nozel 0,5" (2.5*2.5))	1.000	7.000	7.000.000
	Pipa sprinckle			
	Horizontal PVC 1,0" (batang)	500	9.000	4.500.000
	Vertikal, PVC 0,5" (batang)	313	9.000	2.817.000
	Pipa saluran utama, PVC 2" (batang)	25	25.000	625.000
	Pipa pembagi, PVC 1,5" (batang)	125	15.000	1.875.000
	Kran 1" (buah)	50	5.000	250.000
	Sock drat dalam	1.000	2.500	2.500.000
	Sambungan T	1.100	3.000	3.300.000
	Sambungan lurus	963	3.000	2.889.000
	Sambungan siku	50	3.000	150.000
	Lem dll (paket)	1	835.000.00	835.000
	Pompa	1	3.000.000	3.000.000
	Saringan	1	1.000.000	1.000.000
	Membuat sumur	1	1.000.000	1.000.000
		jumlah		
Bahan Permutaan	Pipa horizontal, PVC 0,5" (batang)	2.525	9.000	22.725.000
	Pipa saluran utama, PVC 2" (batang)	25	25.000	625.000
	Pipa pembagi, PVC 1,5" (batang)	125	15.000	1.875.000
	Sambungan T (buah)	200	3.000	600.000
	Lem dll			835.000
	Pompa	1	3.000.000	3.000.000
	Saringan	1	1.000.000	1.000.000
	Membuat sumur	1	1.000.000	1.000.000
	jumlah			31.660.000

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Tabel Lampiran 6 Analisis BCR, NPV dan IRR aktual usahatani cabai dengan berbagai teknik irigasi pada tanah Typic Kanhapludult Tamanbogo, Lampung Timur

Irigasi Gelontor									
Tahun	COST	BENEFIT	PROFIT	DISCOUNT FACTOR		NET COST	NET BENEFIT	NPV (DISCOUNTED)	
	(Rp)	(Rp)	(Rp)	17%	95%	(Rp)	(Rp)	(Rp) 17 %	(Rp) 95%
1	17.804.000	44.765.700	26.961.700	0,855	0,513	15.217.094	38.261.282	23.044.188	13.826.613
2	11.404.000	49.242.270	37.838.270	0,731	0,263	8.330.777	35.972.148	27.641.369	9.950.893
3	11.804.000	40.289.130	28.485.130	0,624	0,135	7.370.070	25.155.347	17.785.276	3.841.620
4	11.404.000	44.765.700	33.361.700	0,634	0,069	6.085.745	23.889.218	17.803.473	2.307.330
5	16.804.000	49.242.270	32.438.270	0,456	0,035	7.664.492	22.459.949	14.795.457	1.150.495
6	11.404.000	40.289.130	28.885.130	0,390	0,018	4.445.719	15.706.258	11.260.538	525.372
7	11.804.000	44.765.700	32.961.700	0,333	0,009	3.933.038	14.915.724	10.982.686	307.445
8	11.404.000	49.242.270	37.838.270	0,285	0,005	3.247.658	14.023.331	10.775.672	180.990
9	11.804.000	40.289.130	28.485.130	0,243	0,002	2.873.138	9.808.525	6.933.387	69.873
10	11.404.000	44.765.700	33.361.700	0,208	0,001	2.372.458	9.312.939	6.940.481	41.966
Total/NPV	127.040.000	447.657.000	320.617.000			61.840.189	209.502.717	147.962.528	32.202.496
Rerata/th	12.704.000	44.765.700	32.061.700			6.184.019	20.950.272	14.796.253	3.220.250
BCR, IRR							3,404		121
Irigasi Tetes									
Tahun	COST	BENEFIT	PROFIT	DISCOUNT FACTOR		NET COST	NET BENEFIT	NPV (DISCOUNTED)	
	(Rp)	(Rp)	(Rp)	17%	95%	(Rp)	(Rp)	(Rp) 17 %	(Rp) 95%
1	41.101.500	37.316.300	-3.785.200	0,855	0,513	35.129.487	31.894.274	-3.235.214	-1.941.128
2	13.404.000	41.047.930	27.643.930	0,731	0,263	9.791.804	29.986.069	20.194.265	7.269.936
3	13.504.000	33.584.670	20.080.670	0,624	0,135	8.431.500	20.969.279	12.537.779	2.708.160
4	13.404.000	37.316.300	23.912.300	0,534	0,069	7.153.045	19.913.845	12.760.800	1.653.800
5	13.504.000	41.047.930	27.543.930	0,456	0,035	6.159.325	18.722.419	12.563.094	976.906
6	37.404.000	33.584.670	-3.819.330	0,390	0,018	14.581.523	13.092.600	-1.488.922	-69.467
7	13.504.000	37.316.300	23.812.300	0,333	0,009	4.499.470	12.433.619	7.934.148	222.105
8	13.404.000	41.047.930	27.643.930	0,285	0,005	3.817.223	11.689.727	7.872.504	132.228
9	13.504.000	33.584.670	20.080.670	0,243	0,002	3.286.924	8.174.634	4.887.710	49.257
10	13.404.000	37.316.300	23.912.300	0,208	0,001	2.788.533	7.763.185	4.974.652	30.080
Total	186.137.600	373.163.000	187.025.500			95.638.834	174.639.651	79.000.817	11.031.876
Rerata/th	18.613.760	37.316.300	18.702.550			9.563.883	17.463.966	7.900.082	1.103.189
BCR, NPV							1,828	79.000.817	11.031.876
IRR									110

Tabel Lampiran 6 (lanjutan)

Irigasi Curah									
Tahun	COST	BENEFIT	PROFIT	DISCOUNT FACTOR		NET COST	NET BENEFIT	NPV (DISCOUNTED)	
	(Rp)	(Rp)	(Rp)	17%	95%	(Rp)	(Rp)	(Rp) 17 %	(Rp) 95%
1	44845000	38.544.400	-8.300.600	0,855	0,513	38.329.060	32.943.932	-5.385.128	-3.231.077
2	12254000	42.398.840	30.144.840	0,731	0,263	8.951.713	30.972.927	22.021.214	7.927.637
3	12354000	34.689.960	22.335.960	0,624	0,135	7.713.474	21.659.390	13.945.916	3.012.318
4	12254000	38.544.400	26.290.400	0,534	0,069	6.539.348	20.569.221	14.029.873	1.818.272
5	12354000	42.398.840	30.044.840	0,456	0,035	5.634.797	19.338.584	13.703.787	1.066.606
6	17254000	34.689.960	17.435.960	0,390	0,018	6.726.275	13.523.485	6.797.210	317.131
7	12354000	38.544.400	26.190.400	0,333	0,009	4.118.296	12.842.816	8.726.520	244.287
8	12254000	42.398.840	30.144.840	0,285	0,005	3.489.723	12.074.442	8.584.719	144.190
9	12354000	34.689.960	22.335.960	0,243	0,002	3.007.010	8.443.666	5.436.656	54.789
10	12254000	38.544.400	26.290.400	0,208	0,001	2.549.290	8.018.676	5.469.386	33.071
Total	160.531.000	386.444.000	224.913.000			87.056.985	180.387.139	93.330.163	11.307.643
Rorata/th	16.053.100	38.544.400	22.491.300			8.705.699	18.038.714	9.333.016	1.130.764
BCR, NPV							2,072	93.330.163	11.307.643
IRR									108
Irigasi Bawah Permukaan									
Tahun	COST	BENEFIT	PROFIT	DISCOUNT FACTOR		NET COST	NET BENEFIT	NPV (DISCOUNTED)	
	(Rp)	(Rp)	(Rp)	17%	95%	(Rp)	(Rp)	(Rp) 17 %	(Rp) 95%
1	45.764.000	48.909.600	3.145.600	0,855	0,513	39.114.530	41.803.077	2.688.547	1.613.128
2	11.904.000	53.800.560	41.896.560	0,731	0,263	8.696.033	39.302.038	30.606.005	11.018.162
3	12.004.000	44.018.640	32.014.640	0,624	0,135	7.494.944	27.483.943	19.988.999	4.317.624
4	11.904.000	48.909.600	37.005.600	0,534	0,069	6.352.570	26.100.610	19.748.040	2.559.346
5	12.004.000	53.800.560	41.796.560	0,456	0,035	5.475.158	24.539.035	19.063.877	1.482.407
6	16.904.000	44.018.640	27.114.640	0,390	0,018	6.589.832	17.160.165	10.570.333	493.169
7	12.004.000	48.909.600	36.905.600	0,333	0,009	3.999.677	16.296.453	12.296.775	344.231
8	11.904.000	53.800.560	41.896.560	0,285	0,005	3.390.049	15.321.451	11.931.402	200.402
9	12.004.000	44.018.640	32.014.640	0,243	0,002	2.921.818	10.714.302	7.792.483	78.530
10	11.904.000	48.909.600	37.005.600	0,208	0,001	2.476.477	10.175.025	7.698.548	46.550
Total	158.300.000	489.096.000	330.796.000			86.611.090	228.896.099	142.385.009	22.153.649
Rorata/th	15.830.000	48.909.600	33.079.600			8.661.109	22.889.610	14.238.501	2.215.355
BCR, NPV							2,646	142.385.009	22.153.649
IRR									113

Tabel Lampiran 6 (lanjutan)

Irigasi Tetes Petani

Tahun	COST	BENEFIT	PROFIT	DISCOUNT FACTOR		NET COST	NET BENEFIT	NPV (DISCOUNTED)	
	(Rp)	(Rp)	(Rp)	17%	95%	(Rp)	(Rp)	(Rp) 17 %	(Rp) 95%
1	65.890.000	98.000.000	32.310.000	0,855	0,513	58.145.299	83.760.684	27.615.385	16.589.231
2	58.903.000	107.800.000	48.897.000	0,731	0,263	43.029.440	78.749.361	35.719.921	12.859.172
3	59.003.000	94.080.000	35.077.000	0,624	0,135	36.839.736	58.740.782	21.901.046	4.730.626
4	58.903.000	98.000.000	39.097.000	0,534	0,069	31.433.589	52.297.705	20.884.116	2.703.989
5	59.003.000	107.800.000	48.797.000	0,456	0,035	26.911.926	49.168.782	22.256.856	1.730.693
6	65.415.000	94.080.000	28.665.000	0,390	0,018	25.501.291	36.676.015	11.174.723	521.368
7	59.003.000	98.000.000	38.997.000	0,333	0,009	19.659.527	32.653.147	12.993.620	363.738
8	58.903.000	107.800.000	48.897.000	0,285	0,005	16.774.538	30.699.540	13.925.004	233.887
9	59.003.000	94.080.000	35.077.000	0,243	0,002	14.361.551	22.899.424	8.537.873	86.042
10	58.903.000	98.000.000	39.097.000	0,208	0,001	12.254.026	20.387.664	8.133.638	49.181
Total	602.729.000	997.640.000	394.911.000			282.910.921	466.033.102	183.122.181	29.729.359
Rerata/th	60.272.900	99.764.000	39.491.100			28.291.092	46.603.310	18.312.218	2.972.936
BCR, NPV							1,647	183.122.181	29.729.359
IRR									113

Irigasi Gelontor Petani

Tahun	COST	BENEFIT	PROFIT	DISCOUNT FACTOR		NET COST	NET BENEFIT	NPV (DISCOUNTED)	
	(Rp)	(Rp)	(Rp)	17%	95%	(Rp)	(Rp)	(Rp) 17 %	(Rp) 95%
1	22.609.999	33.416.818	10.806.819	0,855	0,513	19.324.785	28.561.383	9.236.597	5.541.958
2	17.909.999	36.758.500	18.848.501	0,731	0,263	13.083.497	26.852.582	13.769.085	4.956.871
3	18.009.999	30.075.136	12.065.137	0,624	0,135	11.244.913	18.778.029	7.533.116	1.627.153
4	17.909.999	33.416.818	15.506.819	0,534	0,069	9.557.672	17.832.887	8.275.215	1.072.468
5	18.009.999	36.758.500	18.748.501	0,456	0,035	8.214.561	16.765.962	8.551.400	664.957
6	24.409.999	30.075.136	5.665.137	0,390	0,018	9.515.960	11.724.449	2.208.489	103.039
7	18.009.999	33.416.818	15.406.819	0,333	0,009	6.000.848	11.134.329	5.133.481	143.705
8	17.909.999	36.758.500	18.848.501	0,285	0,005	5.100.452	10.468.173	5.367.721	90.157
9	18.009.999	30.075.136	12.065.137	0,243	0,002	4.383.701	7.320.401	2.936.699	29.595
10	17.909.999	33.416.818	15.506.819	0,208	0,001	3.725.949	6.951.947	3.225.998	19.506
Total	190.699.990	334.168.180	143.468.190			90.162.339	166.390.142	66.237.803	14.249.410
Rerata/th	19.069.999	33.416.818	14.346.819			9.016.234	16.639.014	6.623.780	1.424.941
BCR, NPV							1,735	66.237.803	14.249.410
IRR									121

Tabel Lampiran 7 Analisis sensitivitas (skenario I) usahatani cabai dengan berbagai teknik irigasi pada tanah Typic Kanhapludult Tamanbogo, Lampung Timur

Irigasi Gelontor									
Tahun	COST	BENEFIT	PROFIT	DISCOUNT FACTOR		NET COST	NET BENEFIT	NPV (DISCOUNTED)	
	(Rp)	(Rp)	(Rp)	17%	88%	(Rp)	(Rp)	(Rp) 17 %	(Rp) 88 %
1	25.815.800	44.765.700	18.949.900	0,855	0,513	22.064.786	38.261.282	16.198.498	9.717.897
2	16.535.800	49.242.270	32.708.470	0,731	0,263	12.079.626	35.972.146	23.892.520	8.601.307
3	17.115.800	40.289.130	23.173.330	0,624	0,135	10.886.602	25.155.347	14.468.745	3.125.249
4	16.535.800	44.765.700	28.229.900	0,534	0,069	8.824.330	23.889.218	15.064.887	1.952.409
5	24.365.800	49.242.270	24.876.470	0,456	0,035	11.113.513	22.459.949	11.346.435	882.299
6	16.535.800	40.289.130	23.753.330	0,390	0,018	6.446.293	15.706.258	9.259.965	432.033
7	17.115.800	44.765.700	27.649.900	0,333	0,009	5.702.905	14.915.724	9.212.819	257.900
8	16.535.800	49.242.270	32.708.470	0,285	0,005	4.709.104	14.023.331	9.314.226	156.443
9	17.115.800	40.289.130	23.173.330	0,243	0,002	4.166.050	9.808.525	5.640.475	56.843
10	16.535.800	44.765.700	28.229.900	0,208	0,001	3.440.065	9.312.939	5.872.875	35.511
Total/NPV	184.208.000	447.687.000	263.449.000			89.233.276	209.502.717	120.269.443	26.217.892
Rerata/th	18.420.800	44.765.700	26.344.900			8.923.327	20.950.272	12.026.944	2.521.789
BCR, IRR							2,348		120
Irigasi Tetes									
Tahun	COST	BENEFIT	PROFIT	DISCOUNT FACTOR		NET COST	NET BENEFIT	NPV (DISCOUNTED)	
	(Rp)	(Rp)	(Rp)	17%	80%	(Rp)	(Rp)	(Rp) 17 %	(Rp) 80 %
1	59.597.175	37.316.300	-22.280.875	0,855	0,556	50.937.756	31.894.274	-19.043.483	12.378.264
2	19.435.800	41.047.930	21.612.130	0,731	0,309	14.198.115	29.986.069	15.787.954	6.670.410
3	19.580.800	33.584.670	14.003.870	0,624	0,171	12.225.675	20.969.279	8.743.604	2.401.212
4	19.435.800	37.316.300	17.880.500	0,534	0,095	10.371.916	19.913.845	9.541.930	1.703.294
5	19.580.800	41.047.930	21.467.130	0,456	0,053	8.931.021	18.722.419	9.791.397	1.136.087
6	54.235.800	33.584.670	-20.651.130	0,390	0,029	21.143.208	13.092.600	-8.050.607	-607.168
7	19.580.800	37.316.300	17.735.500	0,333	0,016	6.524.232	12.433.619	5.909.387	289.692
8	19.435.800	41.047.930	21.612.130	0,285	0,009	5.534.973	11.689.727	6.154.754	196.118
9	19.580.800	33.584.670	14.003.870	0,243	0,005	4.766.040	8.174.634	3.408.594	70.599
10	19.435.800	37.316.300	17.880.500	0,208	0,003	4.043.373	7.763.185	3.719.812	50.079
Total	269.899.376	373.163.000	103.263.626			138.676.310	174.639.661	35.963.342	-467.941
Rerata/th	26.989.938	37.316.300	10.326.363			13.867.631	17.463.966	3.596.334	-46.794
BCR, NPV							1,259	35.963.342	-467.941
IRR									79

Tabel Lamplan 7 (lanjutan)

Tahun	Irigasi Curah		PROFIT (Rp)	DISCOUNT FACTOR		NET COST (Rp)	NET BENEFIT (Rp)	NPV (DISCOUNTED)	
	COST	BENEFIT		17%	81%			(Rp) 17 %	(Rp) 81 %
	(Rp)	(Rp)							
1	65.025.250	38.544.400	-26.480.850	0,855	0,558	55.577.137	32.943.932	-22.633.205	14.630.304
2	17.768.300	42.398.840	24.630.540	0,731	0,309	12.979.984	30.972.927	17.992.943	7.518.250
3	17.913.300	34.689.960	16.776.660	0,824	0,171	11.184.537	21.659.390	10.474.853	2.829.240
4	17.768.300	38.544.400	20.776.100	0,534	0,095	9.482.054	20.569.221	11.087.167	1.935.752
5	17.913.300	42.398.840	24.485.540	0,456	0,053	8.170.456	19.338.584	11.168.128	1.260.424
6	25.018.300	34.689.960	9.671.660	0,390	0,029	9.753.099	13.523.485	3.770.388	275.081
7	17.913.300	38.544.400	20.631.100	0,333	0,016	5.968.629	12.842.816	6.874.187	324.170
8	17.768.300	42.398.840	24.630.540	0,285	0,009	5.060.099	12.074.442	7.014.344	213.819
9	17.913.300	34.689.960	16.776.660	0,243	0,005	4.360.164	8.443.666	4.083.502	80.463
10	17.768.300	38.544.400	20.776.100	0,208	0,003	3.696.471	8.018.676	4.322.205	55.053
Total	232.769.950	385.444.000	152.674.050			126.232.629	180.387.139	54.154.510	-138.072
Rerata/th	23.276.995	38.544.400	15.267.405			12.623.263	18.038.714	5.415.451	-13.807
BCR,NPV							1,429	54.154.510	-138.072
IRR									81
Tahun	Irigasi Bawah Permukaan		PROFIT (Rp)	DISCOUNT FACTOR		NET COST (Rp)	NET BENEFIT (Rp)	NPV (DISCOUNTED)	
	COST	BENEFIT		17%	98%			(Rp) 17 %	(Rp) 98 %
	(Rp)	(Rp)							
1	66.357.800	48.909.600	-17.448.200	0,855	0,513	56.716.068	41.803.077	-14.912.991	-8.947.795
2	17.260.800	53.800.560	36.539.760	0,731	0,263	12.609.248	39.302.038	26.692.790	9.609.404
3	17.405.800	44.018.640	26.612.840	0,824	0,135	10.867.669	27.483.943	16.616.274	3.589.115
4	17.260.800	48.909.600	31.648.800	0,534	0,089	9.211.227	26.100.610	16.889.384	2.188.664
5	17.405.800	53.800.560	36.394.760	0,456	0,035	7.938.979	24.539.035	16.600.056	1.290.820
6	24.510.800	44.018.640	19.507.840	0,390	0,018	9.555.256	17.160.165	7.604.909	354.815
7	17.405.800	48.909.600	31.503.800	0,333	0,009	5.799.532	16.286.453	10.496.921	293.847
8	17.260.800	53.800.560	36.539.760	0,285	0,005	4.915.572	15.321.451	10.405.880	174.779
9	17.405.800	44.018.640	26.612.840	0,243	0,002	4.236.637	10.714.302	6.477.665	65.280
10	17.260.800	48.909.600	31.648.800	0,208	0,001	3.590.892	10.175.025	6.584.134	39.812
Total	229.538.000	489.096.000	259.561.000			125.441.080	228.896.099	103.455.019	8.658.941
Rerata/th	22.953.800	48.909.600	25.956.100			12.544.108	22.889.610	10.345.502	866.894
BCR,NPV							1,825	103.455.019	8.658.941
IRR									104

Tabel Lampiran 7 (lanjutan)

Irigasi Tetes Petani

Tahun	COST		PROFIT	DISCOUNT FACTOR		NET COST	NET BENEFIT	NPV (DISCOUNTED)	
	(Rp)	(Rp)		17%	95%			(Rp) 17 %	(Rp) 95 %
1	95.250.500	98.000.000	2.749.500	0,855	0,513	81.410.684	83.760.684	2.350.000	1.410.000
2	85.409.350	107.800.000	22.390.650	0,731	0,263	62.392.688	78.749.361	16.356.673	5.888.402
3	85.554.350	94.080.000	8.525.650	0,624	0,135	53.417.617	58.740.782	5.323.165	1.149.804
4	85.409.350	98.000.000	12.590.650	0,534	0,089	45.578.704	52.297.705	6.719.001	870.783
5	85.554.350	107.800.000	22.245.650	0,456	0,035	39.022.293	49.168.782	10.148.489	788.991
6	94.851.750	94.080.000	-771.750	0,390	0,018	38.978.873	38.676.015	-300.858	-14.037
7	85.554.350	98.000.000	12.445.650	0,333	0,009	28.506.314	32.653.147	4.146.833	116.085
8	85.409.350	107.800.000	22.390.650	0,285	0,005	24.323.077	30.689.540	6.376.462	107.100
9	85.554.350	94.080.000	8.525.650	0,243	0,002	20.824.249	22.899.424	2.075.175	20.913
10	85.409.350	98.000.000	12.590.650	0,208	0,001	17.768.338	20.387.664	2.619.326	15.838
Total	873.957.050	997.640.000	123.682.950			410.220.836	466.033.102	55.812.267	10.353.879
Rerata/th	87.395.705	99.764.000	12.368.295			41.022.084	46.603.310	5.581.227	1.035.388
BCR.NPV							1,136	55.812.267	10.353.879
IRR									117

Irigasi Gelontor Petani

Tahun	COST		PROFIT	DISCOUNT FACTOR		NET COST	NET BENEFIT	NPV (DISCOUNTED)	
	(Rp)	(Rp)		17%	95%			(Rp) 17 %	(Rp) 95 %
1	32.784.499	33.416.818	632.319	0,855	0,513	28.020.939	28.561.383	540.444	324.266
2	25.969.499	38.758.500	10.789.001	0,731	0,263	18.971.071	26.852.582	7.881.512	2.837.344
3	26.114.499	30.075.136	3.960.637	0,624	0,135	16.305.124	18.778.029	2.472.905	534.148
4	25.969.499	33.416.818	7.447.319	0,534	0,089	13.858.624	17.832.887	3.974.262	515.084
5	26.114.499	38.758.500	10.644.001	0,456	0,035	11.911.114	16.765.962	4.854.848	377.513
6	35.394.499	30.075.136	-5.319.363	0,390	0,018	13.798.141	11.724.449	-2.073.693	-96.750
7	26.114.499	33.416.818	7.302.319	0,333	0,009	8.701.230	11.134.329	2.433.099	68.111
8	25.969.499	38.758.500	10.789.001	0,285	0,005	7.395.655	10.468.173	3.072.517	51.608
9	26.114.499	30.075.136	3.960.637	0,243	0,002	6.356.367	7.320.401	964.034	9.715
10	25.969.499	33.416.818	7.447.319	0,208	0,001	5.402.627	6.951.947	1.549.321	9.388
Total	276.814.986	334.168.180	57.653.194			130.720.892	156.390.142	25.669.250	4.630.386
Rerata/th	27.681.499	33.416.818	5.765.319			13.072.089	15.639.014	2.566.925	463.039
BCR.NPV							1,196	25.669.250	4.630.386
IRR									116

1. Dilaporkan mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengutipkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Tabel Lampiran 8 Analisis sensitivitas (skenario II) usahatani cabal dengan berbagai teknik irigasi pada tanah Typic Kanhapludult Tamanbogo, Lampung Timur

Irigasi Gelontor									
Tahun	COST (Rp)	BENEFIT (Rp)	PROFIT (Rp)	DISCOUNT FACTOR		NET COST (Rp)	NET BENEFIT (Rp)	NPV (DISCOUNTED)	
				17%	98%			(Rp) 17 %	(Rp) 98%
1	17.804.000	31.335.990	13.531.990	0,855	0,513	16.217.094	26.782.897	11.565.803	4.604.563
2	11.404.000	34.469.589	23.065.589	0,731	0,263	8.330.777	25.180.502	16.849.725	3.623.012
3	11.804.000	28.202.391	16.398.391	0,624	0,135	7.370.070	17.608.743	10.238.673	782.851
4	11.404.000	31.335.990	19.931.990	0,534	0,069	6.085.745	16.722.453	10.636.707	367.830
5	16.804.000	34.469.589	17.665.589	0,456	0,035	7.664.492	15.721.964	8.057.472	-38.377
6	11.404.000	28.202.391	16.798.391	0,390	0,018	4.445.719	10.994.380	6.548.661	-7.450
7	11.804.000	31.335.990	19.531.990	0,333	0,009	3.933.038	10.441.007	6.507.969	-12.713
8	11.404.000	34.469.589	23.065.589	0,285	0,005	3.247.658	9.816.331	6.568.673	-7.594
9	11.804.000	28.202.391	16.398.391	0,243	0,002	2.873.138	6.864.567	3.991.430	-12.116
10	11.404.000	31.335.990	19.931.990	0,208	0,001	2.372.458	6.519.057	4.146.599	-6.145
Total/NPV	127.040.000	313.359.900	186.319.900			61.540.189	146.661.902	86.111.713	9.293.860
Rerata/th	12.704.000	31.335.990	18.631.990			6.154.019	14.666.190	8.511.171	929.386
BCR, IRR							2,383		107
Irigasi Tetes									
Tahun	COST (Rp)	BENEFIT (Rp)	PROFIT (Rp)	DISCOUNT FACTOR		NET COST (Rp)	NET BENEFIT (Rp)	NPV (DISCOUNTED)	
				17%	82%			(Rp) 17 %	(Rp) 82%
1	41.101.500	26.121.410	-14.980.090	0,855	0,549	35.129.487	22.325.991	12.803.496	8.230.819
2	13.404.000	28.733.551	15.329.551	0,731	0,302	9.791.804	20.990.248	11.198.445	4.627.929
3	13.504.000	23.509.269	10.005.269	0,624	0,166	8.431.500	14.678.495	6.246.995	1.659.643
4	13.404.000	26.121.410	12.717.410	0,534	0,091	7.153.045	13.939.692	6.786.646	1.159.079
5	13.504.000	28.733.551	15.229.551	0,456	0,050	6.159.325	13.105.693	6.946.368	762.659
6	37.404.000	23.509.269	-13.894.731	0,390	0,028	14.581.523	9.164.820	-5.416.702	-382.315
7	13.504.000	26.121.410	12.617.410	0,333	0,015	4.499.470	8.703.533	4.204.063	190.753
8	13.404.000	28.733.551	15.329.551	0,285	0,008	3.817.223	8.182.809	4.365.586	127.338
9	13.504.000	23.509.269	10.005.269	0,243	0,005	3.286.924	5.722.244	2.435.320	45.665
10	13.404.000	26.121.410	12.717.410	0,208	0,003	2.788.533	5.434.230	2.645.697	31.892
Total	186.137.500	261.214.100	75.076.600			96.638.834	122.247.756	26.608.922	-8.177
Rerata/th	18.613.750	26.121.410	7.507.660			9.663.883	12.224.776	2.660.892	-818
BCR, NPV							1,278	26.608.922	-8.177
IRR									82



Tabel Lamplan 8 (lanjutan)

Irigasi Curah									
Tahun	COST (Rp)	BENEFIT (Rp)	PROFIT (Rp)	DISCOUNT FACTOR		NET COST (Rp)	NET BENEFIT (Rp)	NPV (DISCOUNTED)	
				17%	85%			(Rp) 17 %	(Rp) 85 %
1	44.845.000	26.981.080	-17.863.920	0,855	0,541	38.329.060	23.060.752	15.268.308	9.656.173
2	12.254.000	29.679.188	17.425.188	0,731	0,292	8.951.713	21.681.049	12.729.338	5.091.362
3	12.354.000	24.282.972	11.928.972	0,624	0,158	7.713.474	15.161.573	7.448.099	1.884.030
4	12.254.000	26.981.080	14.727.080	0,534	0,085	6.539.348	14.398.455	7.859.107	1.257.273
5	12.354.000	29.679.188	17.325.188	0,456	0,048	5.634.797	13.537.009	7.902.211	799.502
6	17.254.000	24.282.972	7.028.972	0,390	0,025	6.726.275	9.466.440	2.740.165	175.332
7	12.354.000	26.981.080	14.627.080	0,333	0,013	4.116.296	8.989.971	4.873.675	197.222
8	12.254.000	29.679.188	17.425.188	0,285	0,007	3.489.723	8.452.110	4.962.386	127.000
9	12.354.000	24.282.972	11.928.972	0,243	0,004	3.007.010	5.910.566	2.903.556	46.996
10	12.254.000	26.981.080	14.727.080	0,208	0,002	2.549.290	5.613.073	3.063.783	31.362
Total/NPV	160.531.000	269.810.800	109.279.800			87.056.985	126.270.997	39.214.012	-46.094
Rerata/th	16.053.100	26.981.080	10.927.980			8.705.699	12.627.100	3.921.401	-4.609
BCR, IRR							1,48		85
Irigasi Bawah Permukaan									
Tahun	COST (Rp)	BENEFIT (Rp)	PROFIT (Rp)	DISCOUNT FACTOR		NET COST (Rp)	NET BENEFIT (Rp)	NPV (DISCOUNTED)	
				17%	85%			(Rp) 17 %	(Rp) 85%
1	45.764.000	34.236.720	-11.527.280	0,855	0,513	39.114.530	29.262.154	-9.852.376	5.911.426
2	11.904.000	37.660.392	25.756.392	0,731	0,263	8.696.033	27.511.427	18.815.393	6.773.542
3	12.004.000	30.813.048	18.809.048	0,624	0,135	7.494.944	19.238.760	11.743.816	2.536.664
4	11.904.000	34.236.720	22.332.720	0,534	0,069	6.352.570	18.270.427	11.917.857	1.544.554
5	12.004.000	37.660.392	25.656.392	0,456	0,035	5.475.158	17.177.325	11.702.167	909.960
6	16.904.000	30.813.048	13.909.048	0,390	0,018	6.589.832	12.012.115	5.422.284	252.982
7	12.004.000	34.236.720	22.232.720	0,333	0,009	3.999.677	11.407.517	7.407.840	207.372
8	11.904.000	37.660.392	25.756.392	0,285	0,005	3.390.049	10.725.016	7.334.966	123.199
9	12.004.000	30.813.048	18.809.048	0,243	0,002	2.921.818	7.500.011	4.578.193	46.138
10	11.904.000	34.236.720	22.332.720	0,208	0,001	2.476.477	7.122.518	4.646.041	28.093
Total	158.300.000	342.367.200	184.067.200			86.511.090	160.227.269	73.716.180	6.511.079
Rerata/th	15.830.000	34.236.720	18.406.720			8.651.109	16.022.727	7.371.618	651.108
BCR, NPV							1,852	73.716.180	6.511.079
IRR									104

1. Dilaporkan mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 2. Dilarang mengutip dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Tabel Lampiran 8 (lanjutan)

Irigasi Tetes Petani

Tahun	COST (Rp)	BENEFIT (Rp)	PROFIT (Rp)	DISCOUNT FACTOR		NET COST (Rp)	NET BENEFIT (Rp)	NPV (DISCOUNTED)	
				17%	95%			(Rp) 17 %	(Rp) 95%
1	65.890.000	68.800.000	2.910.000	0,855	0,513	56.145.299	58.632.479	2.487.179	1.492.308
2	58.903.000	75.480.000	16.567.000	0,731	0,263	43.029.440	55.124.553	12.095.113	4.354.241
3	59.003.000	65.856.000	6.853.000	0,624	0,135	36.839.736	41.118.547	4.278.811	924.223
4	58.903.000	68.600.000	9.697.000	0,534	0,069	31.433.589	36.608.393	5.174.805	670.655
5	59.003.000	75.480.000	16.457.000	0,456	0,035	26.911.926	34.418.148	7.506.221	583.684
6	65.415.000	65.856.000	441.000	0,390	0,018	25.501.291	25.673.210	171.919	8.021
7	59.003.000	68.600.000	9.597.000	0,333	0,009	19.659.527	22.857.203	3.197.676	89.514
8	58.903.000	75.480.000	16.567.000	0,285	0,005	16.774.536	21.489.678	4.715.142	79.196
9	59.003.000	65.856.000	6.853.000	0,243	0,002	14.361.551	16.029.597	1.668.046	16.810
10	58.903.000	68.600.000	9.697.000	0,208	0,001	12.254.026	14.271.364	2.017.339	12.198
Total	602.729.000	698.348.000	95.619.000			282.910.921	326.223.172	43.312.250	8.230.850
Rorata/th	60.272.900	69.834.800	9.561.900			28.291.092	32.622.317	4.331.225	823.085
BCR,NPV							1,153	43.312.250	8.230.850
IRR									117

Irigasi Gelontor Petani

Tahun	COST (Rp)	BENEFIT (Rp)	PROFIT (Rp)	DISCOUNT FACTOR		NET COST (Rp)	NET BENEFIT (Rp)	NPV (DISCOUNTED)	
				17%	95%			(Rp) 17 %	(Rp) 95%
1	22.809.999	23.391.773	781.774	0,855	0,513	19.324.785	19.992.968	668.183	400.910
2	17.909.999	25.730.950	7.820.951	0,731	0,263	13.083.497	18.796.808	5.713.311	2.056.792
3	18.009.999	21.052.595	3.042.596	0,624	0,135	11.244.913	13.144.621	1.899.707	410.337
4	17.909.999	23.391.773	5.481.774	0,534	0,069	9.557.672	12.483.021	2.925.349	379.125
5	18.009.999	25.730.950	7.720.951	0,456	0,035	8.214.561	11.736.173	3.521.612	273.841
6	24.409.999	21.052.595	-3.357.404	0,390	0,018	9.515.960	8.207.114	-1.308.846	-61.065
7	18.009.999	23.391.773	5.381.774	0,333	0,009	6.000.848	7.794.031	1.793.182	50.198
8	17.909.999	25.730.950	7.820.951	0,285	0,005	5.100.452	7.327.721	2.227.269	37.410
9	18.009.999	21.052.595	3.042.596	0,243	0,002	4.383.701	5.124.280	740.579	7.483
10	17.909.999	23.391.773	5.481.774	0,208	0,001	3.725.949	4.866.363	1.140.414	6.896
Total	180.899.990	233.917.726	43.217.736			90.152.339	109.473.099	19.320.760	3.561.906
Rorata/th	18.089.999	23.391.773	4.321.774			9.015.234	10.947.310	1.932.076	356.190
BCR,NPV							1,214	19.320.760	3.561.906
IRR									116

1. Ditjara mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Ditjara mengutamakan dan memprioritaskan sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Tabel Lampiran 9 Analisis sensitivitas (skenario III) usahatani cabai dengan berbagai teknik irigasi pada tanah Typic Kanhapludult Tamanbogo, Lampung Timur

Irigasi Gelontor									
Tahun	COST (Rp)	BENEFIT (Rp)	PROFIT (Rp)	DISCOUNT FACTOR		NET COST (Rp)	NET BENEFIT (Rp)	NPV (DISCOUNTED)	
				17%	95%			(Rp) 17 %	(Rp) 95%
1	17.804.000	31.335.990	13.531.990	0,855	0,513	15.217.094	26.782.897	11.565.803	4.604.563
2	11.404.000	34.469.589	23.065.589	0,731	0,263	8.330.777	25.180.502	16.849.725	3.623.012
3	11.804.000	28.202.391	16.398.391	0,624	0,135	7.370.070	17.608.743	10.238.673	782.851
4	11.404.000	31.335.990	19.931.990	0,534	0,069	6.085.745	16.722.453	10.636.707	367.830
5	16.804.000	34.469.589	17.665.589	0,456	0,035	7.664.492	15.721.964	8.057.472	-38.377
6	11.404.000	28.202.391	16.798.391	0,390	0,018	4.445.719	10.994.380	6.548.661	-7.450
7	11.804.000	31.335.990	19.531.990	0,333	0,009	3.933.038	10.441.007	6.507.969	-12.713
8	11.404.000	34.469.589	23.065.589	0,285	0,005	3.247.658	9.816.331	6.568.673	-7.594
9	11.804.000	28.202.391	16.398.391	0,243	0,002	2.873.138	6.864.567	3.991.430	-12.116
10	11.404.000	31.335.990	19.931.990	0,208	0,001	2.372.458	6.519.057	4.146.599	-6.145
Total/ NPV	127.040.000	313.359.900	186.319.900			61.540.189	146.651.902	85.111.713	9.293.860
Rerata/th	12.704.000	31.335.990	18.631.990			6.154.019	14.665.190	8.511.171	929.386
BCR, IRR							2,383		107
Irigasi Tetes									
Tahun	COST (Rp)	BENEFIT (Rp)	PROFIT (Rp)	DISCOUNT FACTOR		NET COST (Rp)	NET BENEFIT (Rp)	NPV (DISCOUNTED)	
				17%	82%			(Rp) 17 %	(Rp) 82%
1	41.101.500	26.121.410	-14.980.090	0,855	0,549	35.129.487	22.325.991	12.803.496	8.230.819
2	13.404.000	28.733.551	15.329.551	0,731	0,302	9.791.804	20.990.248	11.198.445	4.627.929
3	13.504.000	23.509.269	10.005.269	0,624	0,166	8.431.500	14.678.495	6.246.995	1.659.643
4	13.404.000	26.121.410	12.717.410	0,534	0,091	7.153.045	13.939.692	6.786.646	1.159.079
5	13.504.000	28.733.551	15.229.551	0,456	0,050	6.159.325	13.105.693	6.946.368	762.659
6	37.404.000	23.509.269	-13.894.731	0,390	0,028	14.581.523	9.164.820	-5.416.702	-382.315
7	13.504.000	26.121.410	12.617.410	0,333	0,015	4.499.470	8.703.533	4.204.063	190.753
8	13.404.000	28.733.551	15.329.551	0,285	0,008	3.817.223	8.182.809	4.365.586	127.338
9	13.504.000	23.509.269	10.005.269	0,243	0,005	3.286.924	5.722.244	2.435.320	45.665
10	13.404.000	26.121.410	12.717.410	0,208	0,003	2.788.533	5.434.230	2.645.697	31.892
Total	186.137.500	261.214.100	76.076.600			95.638.834	122.247.766	26.608.922	-8.177
Rerata/th	18.613.750	26.121.410	7.607.660			9.563.883	12.224.776	2.660.892	-818
BCR, NPV							1,278	26.608.922	-8.177
IRR									82



Tabel Lampiran 9 (lanjutan)

Irigasi Curah									
Tahun	COST	BENEFIT	PROFIT	DISCOUNT FACTOR		NET COST	NET BENEFIT	NPV (DISCOUNTED)	
	(Rp)	(Rp)	(Rp)	17%	88%	(Rp)	(Rp)	(Rp) 17 %	(Rp) 88 %
1	44.845.000	26.981.080	-17.863.920	0,855	0,541	38.329.060	23.060.752	15.268.308	9.658.173
2	12.254.000	29.679.188	17.425.188	0,731	0,282	8.951.713	21.681.049	12.729.338	5.091.382
3	12.354.000	24.282.972	11.928.972	0,624	0,158	7.713.474	15.161.573	7.448.099	1.884.030
4	12.254.000	26.981.080	14.727.080	0,534	0,085	6.539.348	14.388.455	7.859.107	1.257.273
5	12.354.000	29.679.188	17.325.188	0,456	0,046	5.634.797	13.537.009	7.902.211	799.502
6	17.254.000	24.282.972	7.028.972	0,390	0,025	6.726.275	9.466.440	2.740.165	175.332
7	12.354.000	26.981.080	14.627.080	0,333	0,013	4.116.296	8.989.971	4.873.675	197.222
8	12.254.000	29.679.188	17.425.188	0,285	0,007	3.489.723	8.452.110	4.962.388	127.000
9	12.354.000	24.282.972	11.928.972	0,243	0,004	3.007.010	5.910.566	2.903.558	46.996
10	12.254.000	26.981.080	14.727.080	0,208	0,002	2.549.290	5.613.073	3.063.783	31.362
Total/ NPV	160.531.000	269.810.800	109.279.800			87.056.985	126.270.997	39.214.012	-46.094
Rerata/th	16.053.100	26.981.080	10.927.980			8.705.699	12.627.100	3.921.401	-4.609
BCR, IRR							1,450		85
Irigasi Bawah Permukaan									
Tahun	COST	BENEFIT	PROFIT	DISCOUNT FACTOR		NET COST	NET BENEFIT	NPV (DISCOUNTED)	
	(Rp)	(Rp)	(Rp)	17%	95%	(Rp)	(Rp)	(Rp) 17 %	(Rp) 95%
1	45.764.000	34.236.720	-11.527.280	0,855	0,513	39.114.530	29.262.154	-9.852.376	5.911.426
2	11.904.000	37.660.392	25.756.392	0,731	0,263	8.696.033	27.511.427	18.815.393	6.773.542
3	12.004.000	30.813.048	18.809.048	0,624	0,135	7.494.944	19.238.760	11.743.816	2.536.664
4	11.904.000	34.236.720	22.332.720	0,534	0,089	6.352.570	18.270.427	11.917.857	1.544.554
5	12.004.000	37.660.392	25.656.392	0,456	0,035	5.475.158	17.177.325	11.702.167	909.960
6	16.904.000	30.813.048	13.909.048	0,390	0,018	6.589.832	12.012.115	5.422.284	252.982
7	12.004.000	34.236.720	22.232.720	0,333	0,009	3.999.677	11.407.517	7.407.840	207.372
8	11.904.000	37.660.392	25.756.392	0,285	0,005	3.390.049	10.725.016	7.334.966	123.199
9	12.004.000	30.813.048	18.809.048	0,243	0,002	2.921.818	7.500.011	4.578.193	46.136
10	11.904.000	34.236.720	22.332.720	0,208	0,001	2.476.477	7.122.518	4.646.041	28.093
Total	158.300.000	342.367.200	184.067.200			86.511.090	160.227.269	73.716.180	6.511.079
Rerata/th	15.830.000	34.236.720	18.406.720			8.651.109	16.022.727	7.371.818	651.108
BCR, NPV							1,852	73.716.180	6.511.079
IRR									104

1. Dilaporkan mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Tabel Lampiran 9 (lanjutan)

Irigasi Tetes Petani

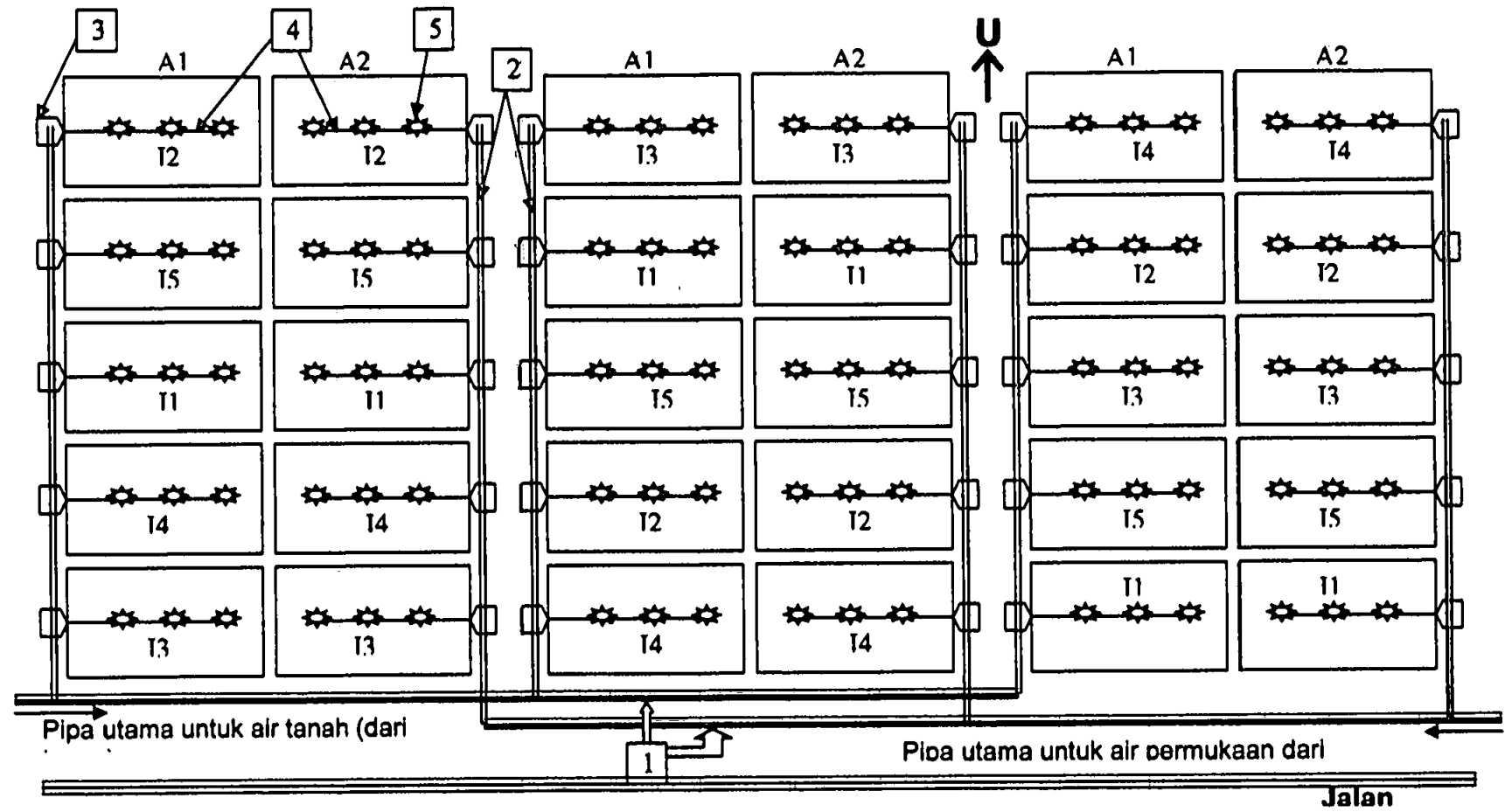
Tahun	COST (Rp)	BENEFIT (Rp)	PROFIT (Rp)	DISCOUNT FACTOR		NET COST (Rp)	NET BENEFIT (Rp)	NPV (DISCOUNTED)	
				17%	95%			(Rp) 17 %	(Rp) 95%
1	65.690.000	68.600.000	2.910.000	0,855	0,513	56.145.299	58.632.479	2.487.179	1.492.308
2	58.903.000	75.460.000	16.557.000	0,731	0,263	43.029.440	55.124.553	12.095.113	4.354.241
3	59.003.000	65.856.000	6.853.000	0,624	0,135	36.839.736	41.118.547	4.278.811	924.223
4	58.903.000	68.600.000	9.697.000	0,534	0,069	31.433.589	36.608.393	5.174.805	670.655
5	59.003.000	75.460.000	16.457.000	0,456	0,035	26.911.926	34.418.148	7.506.221	583.684
6	65.415.000	65.856.000	441.000	0,390	0,018	25.501.291	25.673.210	171.919	8.021
7	59.003.000	68.600.000	9.597.000	0,333	0,009	19.659.527	22.857.203	3.197.676	89.514
8	58.903.000	75.460.000	16.557.000	0,285	0,005	16.774.536	21.489.678	4.715.142	79.196
9	59.003.000	65.856.000	6.853.000	0,243	0,002	14.361.551	16.029.597	1.668.046	16.810
10	58.903.000	68.600.000	9.697.000	0,208	0,001	12.254.026	14.271.364	2.017.339	12.198
Total	602.729.000	698.348.000	95.619.000			282.910.921	326.223.172	43.312.260	8.230.860
Rerata/th	60.272.900	69.834.800	9.561.900			28.291.092	32.622.317	4.331.225	823.086
BCR,NPV							1,153	43.312.260	8.230.860
IRR									117

Irigasi Gelontor Petani

Tahun	COST (Rp)	BENEFIT (Rp)	PROFIT (Rp)	DISCOUNT FACTOR		NET COST (Rp)	NET BENEFIT (Rp)	NPV (DISCOUNTED)	
				17%	95%			(Rp) 17 %	(Rp) 95%
1	22.609.999	23.391.773	781.774	0,855	0,513	19.324.785	19.992.968	668.183	400.910
2	17.909.999	25.730.950	7.820.951	0,731	0,263	13.083.497	18.796.808	5.713.311	2.056.792
3	18.009.999	21.052.595	3.042.596	0,624	0,135	11.244.913	13.144.621	1.899.707	410.337
4	17.909.999	23.391.773	5.481.774	0,534	0,069	9.557.672	12.483.021	2.925.349	379.125
5	18.009.999	25.730.950	7.720.951	0,456	0,035	8.214.581	11.736.173	3.521.612	273.841
6	24.409.999	21.052.595	-3.357.404	0,390	0,018	9.515.960	8.207.114	-1.308.846	-61.066
7	18.009.999	23.391.773	5.381.774	0,333	0,009	6.000.848	7.794.031	1.793.182	50.198
8	17.909.999	25.730.950	7.820.951	0,285	0,005	5.100.452	7.327.721	2.227.269	37.410
9	18.009.999	21.052.595	3.042.596	0,243	0,002	4.383.701	5.124.280	740.579	7.463
10	17.909.999	23.391.773	5.481.774	0,208	0,001	3.725.949	4.866.363	1.140.414	6.896
Total	190.699.990	233.917.726	43.217.736			90.152.339	109.473.099	19.320.760	3.561.905
Rerata/th	19.069.999	23.391.773	4.321.774			9.015.234	10.947.310	1.932.076	356.190
BCR,NPV							1,214	19.320.760	3.561.905
IRR									116



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

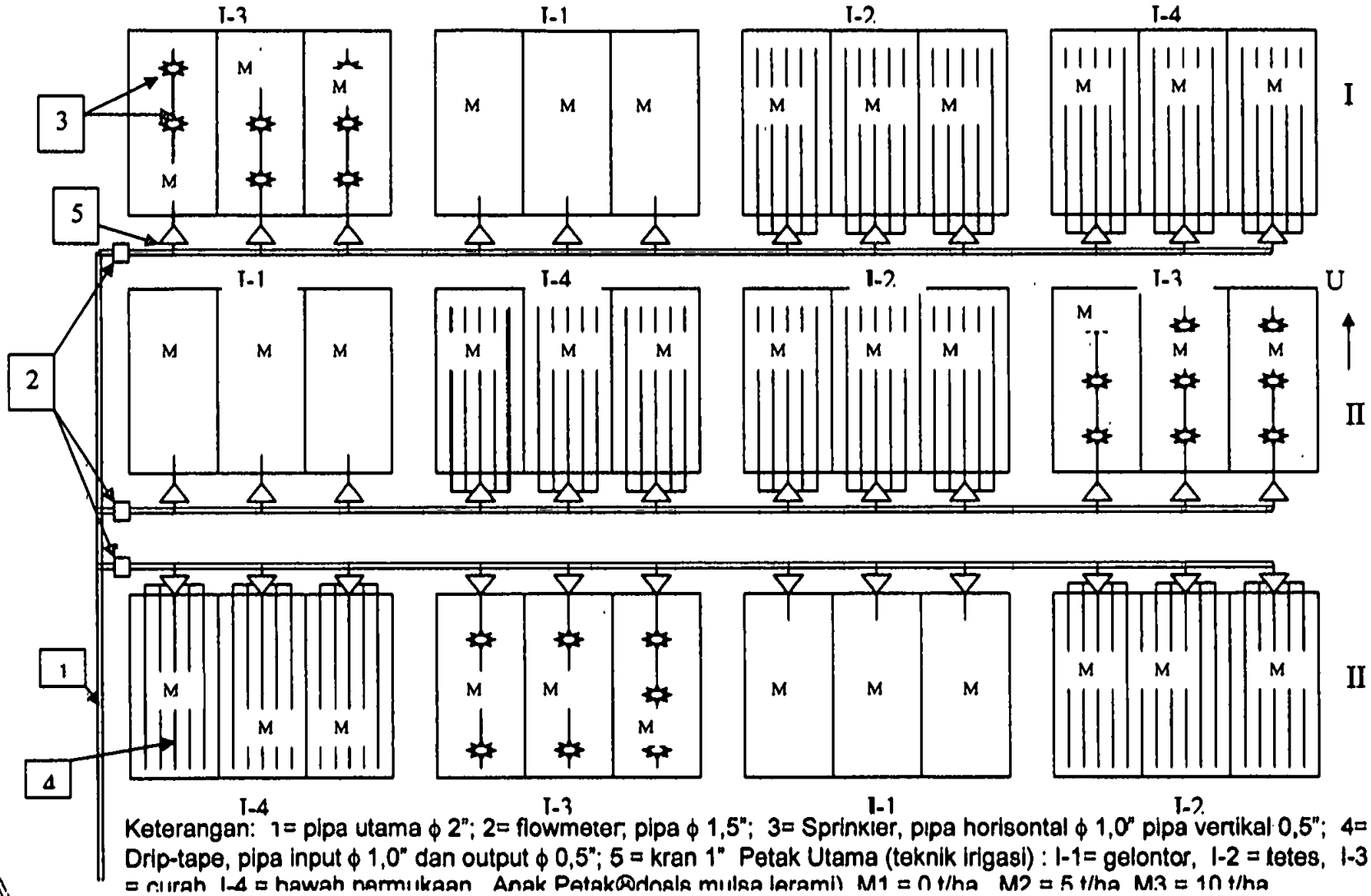


Keterangan: 1= pipa utama ϕ 2"; 2= pipa pembagi; pipa ϕ 1,5"; 3= kran 1"; 4 = pipa sprinkler, pipa horisontal ϕ 1,0" pipa vertikal 0,5"; 5 = sprinkler challenger 0,5" ; Petak Utama: A1= air tanah A-2 = Air permukaan. Anak Petak: I-1 = MAD 20% air tersedia. I-2 = MAD 40% air tersedia . I-3 = MAD 60% air tersedia. I-4 = MAD 80% air tersedia. dan I-5 = MAD

Gambar Lampiran 1 Tata letak percobaan di lapang pada "Penetapan nilai batas kritis penurunan kapasitas air tersedia (MAD level) untuk penjadwalan Irigasi "

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang menyebarkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Gambar Lamplan 2 Tata letak plot percobaan di lapang pada "Aplikasi teknik irigasi suplemen dan mulsa untuk pertanaman cabai"