



KEMENTERIAN PERTANIAN REPUBLIK INDONESIA
2023

PENGELOLAAN LAHAN UNTUK PERTANAMAN KEDELAI DI LAHAN KERING SUBOPTIMAL

**Wiwik Hartatik
Umi Haryati
Irawan**



PENGELOLAAN LAHAN UNTUK PERTANAMAN KEDELAI DI LAHAN KERING SUBOPTIMAL



**KEMENTERIAN PERTANIAN REPUBLIK INDONESIA
2023**



PENGELOLAAN LAHAN UNTUK PERTANAMAN KEDELAI DI LAHAN KERING SUBOPTIMAL

Penanggungjawab:

BPSI Tanah dan Pupuk

Penyusun:

Wiwik Hartatik
Umi Haryati
Irawan

Penyunting:

Heri Wibowo
Rahmah Dewi Astuti
I Wayan Suastika

Setting/Layout:

Didi Supardi

Penerbit:

Kementerian Pertanian Republik Indonesia

Jl. Ir. H. Juanda, No. 20, Bogor 16122
Telp. +62-251-8321746, Fax: +62-251-8326561

Cetakan Pertama : 2023

ISBN : 978-979-582-219-6



**KEMENTERIAN PERTANIAN REPUBLIK INDONESIA
2023**



KATA PENGANTAR

Usaha tani kedelai di lahan kering suboptimal umumnya menghadapi permasalahan reaksi tanah masam, kadar aluminium dan fiksasi P tinggi, kandungan bahan organik, basa basa dapat ditukar, kapasitas tukar kation, kejenuhan basa dan aktivitas biologi yang rendah. Faktor pembatas fisik tanah yaitu bobot isi tanah yang tinggi, kapasitas menahan air yang rendah dan mudah memadat sehingga dibutuhkan pengelolaan lahan yang tepat agar kedelai dapat tumbuh optimal.

Buku ini berisi tentang cara pengelolaan lahan yang baik dan benar untuk budidaya kedelai, ditinjau dari segi kesesuaian lahan, pengolahan tanah, teknik penanaman kedelai, ameliorasi dan pemupukan teknik konservasi tanah dan air, dan analisis finansial usaha tani kedelai. Buku ini bersifat semi ilmiah dan ditujukan bagi teknisi dan penyuluh pertanian yang selanjutnya penyuluh bisa menyampaikan kepada petani dengan bahasa yang lebih sederhana dan mudah diterapkan petani. Terimakasih disampaikan kepada Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian yang telah memfasilitasi diterbitkannya buku ini serta kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam menyusun buku ini. Semoga buku ini bermanfaat dalam usaha tani kedelai di lahan suboptimal.

Bogor, Desember 2022
Kepala Balai Pengujian Standar
Instrumen Tanah dan Pupuk



Dr. Ladiyani Retno Widowati, M.Sc
NIP. 19690303 199403 2 001

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
I. PENDAHULUAN	1
II. PENERAPAN <i>GOOD AGRICULTURE PRACTICES</i> (GAP)	3
2.1. Kesesuaian Lahan (<i>Land Suitability</i>)	3
2.2. Pengolahan Tanah	5
2.3. Teknik Penanaman Kedelai	6
2.4. Ameliorasi	6
2.5. Pemupukan Berimbang	9
2.6. Penerapan Teknik Konservasi Tanah dan Air (KTA)	18
III. ANALISIS FINANSIAL USAHA TANI KEDELAI	37
IV. PENUTUP	41
V. DAFTAR PUSTAKA	41

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Kelas kesesuaian lahan untuk tanaman kedelai (<i>Glycine max.</i>)	4
Tabel 2.	Jarak tanam (cm) kedelai menurut kondisi lahan, musim tanam dan umur tanaman	6
Tabel 3.	Pengaruh ameliorasi dan pemupukan terhadap bobot kering biji kedelai di Desa Taman Bogo, Lampung Timur, MK. 2013	11
Tabel 4.	Pengaruh ameliorasi dan pemupukan terhadap pH, Al-dd, C-organik, N-total dan P-tersedia setelah panen kedelai di Desa Taman Asri, Lampung Timur, MK 2015	13
Tabel 5.	Pengaruh ameliorasi dan pemupukan terhadap sifat kimia tanah saat primordia (50 HST) di Desa Taman Bogo, Lampung Timur, MK. 2013	16
Tabel 6.	Pengaruh hijauan mucuna terhadap kemampuan tanah menahan air(air tersedia)	23
Tabel 7.	Pengaruh mulsa dan pembenah tanah terhadap berat biji kering kedelai (t ha ⁻¹) pada Ultisol di Desa Sukadana, Kec. Sukadana, Lampung Timur, 2012	25
Tabel 8.	Alternatif teknologi konservasi tanah dan air menurut masalah utama dan penyebabnya untuk pertanaman kedelai di lahan kering	26
Tabel 9.	Jenis pembenah tanah yang dapat diaplikasikan pada tanaman kedelai di lahan kering	35
Tabel 10.	Contoh analisis finansial penerapan teknologi introduksi budidaya kedelai (per hektar)	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Keragaan tanaman kedelai pada perlakuan aplikasi soil neutralizer (A1) dan Dolomit (A2) dan Tithoganic (sumber foto: Wiwik Hartatik, 2012).	12
Gambar 2.	Keragaan tanaman kedelai pada perlakuan kontrol dan pemupukan NPK + bahan organik (sumber foto: Wiwik Hartatik, 2012).	12
Gambar 3.	Mulsa jerami 5 – 10 tha^{-1} dapat mempertahankan kelembaban tanah /kadar air tanah <i>Typic Kanhapludults</i> Lampung (Haryati, 2010)	20
Gambar 4.	Pengaruh mulsa terhadap ketahanan penetrasi pada tanah <i>Typic Kanhapludults</i> Tamanbogo, Lampung Timur	24
Gambar 5.	Penanaman tanaman penguat teras pada bibir dan tampungan teras	29
Gambar 6.	Embung sebagai sumber air irigasi pada saat musim kemarau (MK)	30
Gambar 7.	Sketsa rorak untuk pertanaman kedelai di lahan kering berlereng	31
Gambar 8.	Aplikasi mulsa konvensional (kiri) dan mulsa larik (kanan) pada pertanaman kedelai	32

I. PENDAHULUAN

Keberhasilan pembangunan pertanian sangat ditentukan oleh potensi sumberdaya lahan dan teknologi pengelolaan lahan yang tepat. Indonesia mempunyai potensi sumberdaya lahan yang sangat besar untuk pertanian, namun teknologi pengelolaan lahan belum diterapkan secara optimal. Dengan demikian potensi sumberdaya lahan juga belum dapat dimanfaatkan secara optimal.

Lahan suboptimal merupakan lahan yang telah mengalami degradasi atau lahan yang mempunyai tingkat kesuburan yang rendah dan tidak dapat mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal. Lahan suboptimal terdiri dari tanah mineral dan tanah rawa. Tanah mineral dapat berupa tanah mineral masam baik lahan kering maupun lahan sawah bukaan baru. Lahan suboptimal umumnya mempunyai kesuburan fisik, kimia dan biologi yang rendah sehingga memerlukan teknologi pembenah tanah untuk meningkatkan produktivitas tanah dan tanaman.

Kedelai merupakan salah satu komoditas strategis untuk memenuhi kebutuhan pangan dan industri. Kedelai mengandung protein tinggi, kadar kolesterol rendah dan sebagai bahan baku pakan ternak. Kebutuhan kedelai di Indonesia terus meningkat dibandingkan tingkat produksi nasional, bahkan 10 tahun terakhir cenderung menurun baik luas panen maupun produksinya, sehingga harus dipenuhi dari impor. Luas panen kedelai pada tahun 2015 sebesar 624.848 ha dengan produksi sebesar 982.967 ton, dengan produktivitas 15,73 kuintal ha⁻¹, tidak mencukupi kebutuhan kedelai nasional (BPS, 2015).

Praktek pemupukan di tingkat petani sangat bervariasi, mulai dari input rendah sampai sedang. Untuk tanaman kedelai biasanya petani masih menggunakan pupuk N dengan dosis berlebih sebaliknya untuk pupuk P dan K diberikan dengan dosis terbatas. Sering kali suatu jenis unsur diberikan secara berlebihan sedangkan unsur lain diberikan kurang, sehingga efisiensi penggunaan pupuk menjadi rendah. Lahan suboptimal umumnya mempunyai kadar C organik yang rendah sehingga pemberian pupuk kandang sangat diperlukan, namun sebagian petani kedelai tidak memberikan pupuk kandang dalam budidayanya.

Pemupukan yang berimbang (berdasarkan status hara) adalah pemberian pupuk yang memperhatikan status hara tanah dan kebutuhan tanaman untuk mendukung tingkat produksi tertentu dalam bentuk pupuk anorganik, organik dan pupuk hayati. Disamping pemupukan, rotasi tanaman dalam budidaya kedelai perlu diperhatikan dalam rangka pengendalian hama

dan penyakit tanaman tertentu (*soil born disease*). Selama ini banyak petani menggunakan pestisida secara berlebihan, sehingga menyebabkan penurunan atau musnahnya beberapa biota tanah dan pencemaran lingkungan.

Dalam rangka meningkatkan produktivitas kedelai pada lahan suboptimal maka diperlukan pengelolaan lahan yang memperhatikan penerapan pengelolaan hara secara terpadu baik dari sumber pupuk anorganik, organik dan hayati yang berdasarkan konsep pemupukan berimbang serta teknik konservasi tanah dan pengelolaan air yang tepat.

II. PENERAPAN *GOOD AGRICULTURE PRACTICES*(GAP)

Good Agricultural Practices (GAP) merupakan sistem pertanian yang menggunakan teknologi yang tersedia secara optimal untuk meningkatkan produktivitas pertanian dan bahan pangan yang aman dan sehat, layak secara ekonomi, dapat menjaga kelestarian lingkungan dan dapat diterima secara social (FAO 2007). Konsep GAP dimulai dari proses produksi tanaman, penyimpanan, pengolahan sampai pemasaran. Menurut Permentan No. 48 tahun 2009 konsep GAP berhubungan dengan perbaikan budidaya (*on farm*) yang dapat mencapai 4 sasaran yaitu aman konsumsi, bermutu baik, berwawasan kelestarian lingkungan dan berdaya saing tinggi, sehingga terwujudnya keamanan pangan, jaminan mutu, usaha agribisnis yang berkelanjutan serta meningkatnya daya saing.

Good Agricultural Practices bertujuan: 1) meningkatkan produksi dan produktivitas tanaman; 2) meningkatkan mutu hasil dan keamanan konsumsi; 3) meningkatkan penggunaan sumberdaya dan efisiensi produksi; 4) mempertahankan kesuburan lahan, kelestarian lingkungan dan sistem produksi yang berkelanjutan; 5) mendorong petani dan kelompok tani untuk memiliki sikap mental yang bertanggungjawab terhadap produk yang dihasilkan, kesehatan dan keamanan diri dan lingkungan; 6) meningkatkan peluang penerimaan oleh pasar internasional.

2.1. Kesesuaian Lahan (*LandSustainability*)

Pemanfaatan lahan secara optimal dan berkesinambungan ditentukan oleh penggunaan lahan sesuai dengan karakteristik dan kualitasnya. Evaluasi lahan memerlukan sifat-sifat fisik lingkungan suatu wilayah yang dirinci ke dalam kualitas lahan (*land qualities*) dan setiap kualitas lahan biasanya terdiri atas satu atau lebih karakteristik lahan (*land characteristics*). Beberapa karakteristik lahan umumnya mempunyai hubungan satu sama lainnya di dalam pengertian kualitas lahan dan akan berpengaruh terhadap jenis penggunaan dan/atau pertumbuhan tanaman dan komoditas lainnya yang berbasis lahan.

Kesesuaian lahan adalah tingkat kecocokan suatu bidang lahan untuk penggunaan tertentu. Lebih spesifik kesesuaian lahan ditinjau dari sifat-sifat fisik lingkungannya yang terdiri atas iklim, tanah, topografi, hidrologi, dan/atau drainase sesuai untuk suatu usaha tani atau komoditas tertentu yang produktif. Persyaratan penggunaan lahan mempunyai batas kisaran minimum, optimum dan maksimum. Kualitas lahan optimum bagi kebutuhan tanaman atau penggunaan lahan merupakan kondisi lahan yang paling sesuai (S1), kualitas lahan yang berada dibawah optimum merupakan batasan kelas kesesuaian lahan yang cukup sesuai (S2), dan/atau sesuai marginal (S3) serta lahan yang secara fisik tergolong tidak sesuai (N). Perbaikan kualitas lahan melalui

perbaikan pengelolaan lahan untuk mencapai produksi optimum ditentukan oleh kelas kesesuaian lahannya. Syarat tumbuh tanaman kedelai untuk tumbuh dan berproduksi secara optimal disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kelas kesesuaian lahan untuk tanaman kedelai (*Glycine max.*)

Persyaratan penggunaan/karakteristik lahan	Kelas Kesesuaian Lahan			
	S1	S2	S3	N
Temperatur Temperatur rata-rata (°C)	23 - 25	20 -23 25 - 28	18 – 20 28 - 32	< 18 > 32
Ketersediaan air Curah hujan pada masa pertumbuhan (mm) Kelembapan (%)	350 – 1100 24 - 80	250 – 350 1100 – 1600 20 – 24 80 - 85	180 – 250 1600 – 1900 < 20 >85	< 180 >1900 -
Ketersediaan Oksigen Drainase	Baik, sedang	Agak cepat, agak terhambat	terhambat	Sangat terhambat, cepat
Media Perakaran Tekstur Bahan kasar (%) Kedalaman tanah (cm)	Halus, agak halus, sedang <15 >50	15 – 35 30 - 50	35 – 55 20 - 30	>55 <20
Retensi Hara KTK tanah (cmol) Kejenuhan basa (%) pH H ₂ O C-organik (%)	>16 >35 5,5 – 7.5 >1,2	5 – 16 20 – 35 5,0 – 5,5 7,5 – 7,8 0,8 – 1,2	<5 <20 <5,0 >7,8 <0,8	- - - - -
Hara Tersedia N-total (%) P ₂ O ₅ (mg/100g) K ₂ O (mg/100g)	Sedang Tinggi Tinggi	Rendah Sedang Sedang	Sangat Rendah Rendah – sangat rendah Rendah – sangat rendah	- - -
Toksistas Salinitas (dS/m)	< 4	4 - 6	6 – 8	>8
Sodisitas Alkalinitas/ESP (%)	<15	15 - 20	20 - 25	>25
Bahaya Erosi Lereng (%) Bahaya erosi	<3	3 – 8 Sangat ringan	8– 15 Ringan - sedang	>15 Berat – sangat berat
Bahaya banjir/genangan pada masa tanam Tinggi (cm) Lama (hari)	- -	- -	25 <7	>25 ≥7
Penyiapan Lahan Batuan di permukaan (%) Singkapan batuan (%)	<5 <5	5 -15 5 - 15	15 – 40 15 - 25	>40 >25

Sumber: Ritung *et al.* (2012)

2.2. Pengolahan Tanah

2.2.1. Lahan sawah irigasi

Penanaman kedelai di lahan sawah setelah tanam padi, dapat dilakukan tanpa pengolahan tanah, apabila tanah tidak padat, cukup lembab, tidak banyak gulma dan tunggul jerami padi dipotong/dibabat sampai dekat permukaan tanah. Bila kondisi lahan masih terlalu becek, maka perlu dibuat saluran drainase sedalam 25-30 cm disekeliling lahan dan dalam petakan dengan jarak 2-3 m antar saluran. Pengolahan tanah minimum dilakukan bila tanah mengering dan banyak ditumbuhi gulma dan diiri sebelum tanam.

Pada lahan sawah bekas panen palawija diperlukan pengolahan tanah minimum dengan tujuan untuk menggemburkan tanah dan pengendalian gulma. Pembuatan saluran drainase dapat dilakukan dengan lebar 2-3 m dan panjang 10-15 m.

2.2.2. Lahan kering

Penanaman kedelai di lahan kering dilakukan pengolahan tanah sempurna (bajak/cangkul dan garu), pembersihan gulma dan pembuatan saluran drainase dengan lebar 2-3 m dan panjang 10-15 m. Saluran drainase perlu dibuat untuk mencegah tergenangnya air, karena tanaman kedelai sangat sensitif terhadap kondisi drainase yang buruk.

2.2.3. Lahan pasang surut

Lahan rawa dibedakan menjadi lahan lebak dan lahan pasang surut. Pada musim kemarau, lahan lebak khususnya lebak dangkal dan lebak tengahan akan mengering. Dalam kondisi seperti ini, budidaya kedelai sangat memungkinkan dan tanaman tumbuh baik karena tanah ini kaya bahan organik dan subur. Pada lahan lebak ini memungkinkan untuk menerapkan pola tanam padi-palawija atau palawija-palawija.

Lahan pasang surut yang memiliki potensi untuk tanaman kedelai adalah lahan pasang surut tipe C dan D. Lahan tipe luapan B masih memungkinkan setelah tanaman padi atau ditanam pada sistem surjan. Lahan pasang surut potensial memiliki kendala yang relatif kecil jika dibandingkan lahan pasang surut sulfat masam. Pada jenis lahan terakhir, pengelolaan lahan harus lebih hati-hati dan perlu amelioran yang lebih banyak untuk mengurangi kemasaman tanah dan menekan kelarutan Al.

Pengelolaan air pada lahan rawa lebak menggunakan teknologi drainase dangkal intensif dengan dimensi jarak antar saluran maksimal 20 m, kedalaman 20-30 cm. Pengolahan tanah pada lahan rawa pasang surut potensial, dilakukan

dengan pengolahan tanah dangkal 10 cm/traktor rotary, sedangkan pengelolaan airnya menggunakandrainase dangkal intensif. Sedangkan untuk lahan sulfat masam menggunakan pengolahan tanah dangkal (10 cm) /traktor rotary dan pengelolaan air drainase dangkal intensif.

2.3. Teknik penanaman kedelai

Penanaman kedelai dianjurkan dengan cara ditugal dan jarak tanam yang teratur. Di lahan sawah bekas padi, penugalan untuk penempatan benih kedelai dilakukan di samping bekas rumpun padi. Jarak tanam yang dianjurkan untuk varietas kedelai berumur sedang adalah 40 x 20 cm. Bila menggunakan varietas kedelai berumur genjah, jarak tanam yang dianjurkan 20 x 20 cm.

Penanaman kedelai pada lahan kering atau lahan sawah bekas tanaman palawija dengan pengolahan tanah minimum, jarak tanam disesuaikan dengan kondisi lahan, musim tanam dan umur tanaman.

Tabel 2. Jarak tanam (cm) kedelai menurut kondisi lahan, musim tanam dan umur tanaman

Kondisi lahan	Musim tanam	Umur genjah	Umur sedang
Subur	Musim kemarau	40 x 10	40 x 15
	Musim hujan	40 x 15	40 x 20
Kurang subur	Musim kemarau	30 x 10	40 x 10
	Musim hujan	30 x 15	40 x 15

Sumber: Arsyad dan Mahyuddin Syam (1995)

Benih kedelai ditanam 2-3 biji per lubang. Kedalaman lubang tugal lebih kurang 3 cm. Setelah benih dimasukkan ke lubang tugal, kemudian lubang ditutup dengan tanah. Pada lahan yang baru pertama kali ditanami kedelai, sebelum benih ditanam, perlu dicampur dengan Rhizobium seperti Legin, Rhizogin, Nitragin, Nodulin, apabila Rhizobium tidak tersedia sebagai penggantinya dapat menggunakan tanah bekas tanaman kedelai yang sudah diaplikasikan Rhizobium dengan cara menaburkan pada barisan tanam kedelai. Untuk mencegah serangan hama lalat kacang, sebaiknya benih diberi insektisida karbosulfan dengan takaran 5 gram bahan aktif kg⁻¹ benih.

2.4. Ameliorasi

Tanaman kedelai merupakan tanaman yang rentan terhadap kemasaman tanah dan kadar Al, Fe dan Mn yang tinggi serta membutuhkan

kondisi tanah dengan pH mendekati netral (5,6 – 6,8) (Dierolf *et al.* 2000), untuk meningkatkan pH tanah diperlukan bahan pembenah tanah agar tanaman kedelai dapat tumbuh dan menghasilkan biji kering dengan baik. Bahan pembenah tanah yang paling banyak digunakan untuk meningkatkan pH tanah adalah kapur pertanian (kaptan) atau dolomit (Kisinyo *et al.* 2013). Batas toleransi kejenuhan Al untuk tanaman kedelai adalah berkisar 15 - 20% (Wade *et al.* 1986; Meda and Furlani, 2005; Dierolf *et al.* 2000). Kadar Al dan kejenuhan Al yang tinggi dan fiksasi P merupakan salah satu pembatas pada lahan kering masam, untuk meningkatkan produktivitas lahan kering masam diperlukan pengapuran, pemberian bahan organik, pemupukan berimbang dan rekapitulasi pemberian fosfat alam (Rochayati dan Dariah, 2012). Pengapuran sampai kejenuhan Aluminium 20%, pemupukan Phonska 300 kg/ha pada tanah yang mempunyai kesuburan rendah mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil kedelai varietas Wilis (Subandi dan Wijanarko, 2013).

Salah satu pembenah tanah yang sudah lama digunakan untuk meningkatkan pH tanah adalah kapur pertanian dan dolomit. Penggunaan kapur di Indonesia tidak menjadi kendala bagi petani karena banyak sumber bahan kapur di wilayah Indonesia dan dapat diperoleh petani dengan harga yang terjangkau. Dewasa ini beredar pembenah tanah *soil neutralizer*. *soil neutralizer* yang diperkaya dengan mikroorganisme (*soil bio neutralizer*) dan kapur aktif yang berfungsi dalam perbaikan reaksi tanah yang perlu diketahui pengaruhnya terhadap peningkatan pH tanah dan efektivitasnya terhadap produksi tanaman.

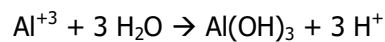
Kapur untuk pertanian diklasifikasikan menurut sifat dan kadar tara kalsium karbonat menjadi 6 jenis yaitu batu kapur, kapur fosfatan, kerang, kapur hasil samping industri, kapur tohor, dan kapur padam, dengan syarat mutu meliputi kadar kalsium karbonat, kadar H₂O, kadar fosfat dan ukuran butir. Kapur pertanian (kaptan) adalah mineral berasal dari alam yang mempunyai reaksi fisiologis basa dapat menaikkan pH tanah, dan dapat sebagai sumber hara kalsium. Kaptan yang umum banyak digunakan dalam pertanian adalah kalsit (CaCO₃). Spesifikasi kaptan dalam SNI 02-0482-1998 : kadar air maksimal 5%, kadar CaCO₃ + MgCO₃ minimal 85%, CaO+MgO minimal 47%, kadar seskuioksida (Fe₂O₃ dan Al₂O₃) maksimal 3%, setara CaCO₃ minimal 8% dan kadar SiO₂ 0-3%, lolos melalui saringan 40 mesh adalah 100% dan lolos melalui saringan 100 mesh adalah 50%.

Dolomit adalah bahan mineral yang berasal dari alam yang mengandung unsur hara kalsium dan magnesium dengan rumus kimia CaMg (CO₃)₂. Spesifikasi dolomit dalam SNI 02-2804-1992: kadar air maksimal 5%, kadar Mg sebagai MgO minimal 18, kadar Ca sebagai CaO minimal 30%, kadar

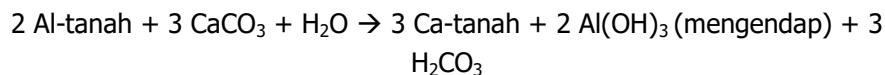
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ (R_2O_3) maksimal 3%, kadar silikat sebagai SiO_2 maksimal 3%, besar butir lolos saringan 40 mesh adalah 100% dan lolos melalui saringan 100 mesh adalah 50%.

Lahan kering dan sawah mineral masam serta tanah sulfat masam memiliki potensi untuk pengembangan tanaman pangan. Namun mempunyai kendala utama yaitu kadar aluminium dapat ditukar tinggi, pH tanah masam dan kadar basa-basa seperti Ca, Mg dan K dapat ditukar dan kapasitas tukar kation yang rendah. Untuk menetralkan aluminium dapat ditukar dan menaikkan pH pada lahan kering masam selama ini digunakan bahan amelioran kapur atau dolomit. Walaupun untuk tanah yang disawahkan tidak diperlukan dosis kapur setinggi lahan kering, karena penggenangan akan meningkatkan pH tanah.

Sumber utama kemasaman tanah mineral masam adalah Al^{+3} yang akan terhidrolisis menyumbangkan H^+ ke dalam larutan tanah dengan reaksi sebagai berikut:



Senyawa CaO dan MgO dalam tanah akan bereaksi dengan air membentuk CaCO_3 dan MgCO_3 yang berperan dalam penurunan Al-dd dalam tanah. Pemberian kapur ke dalam tanah dapat mengendapkan Al^{+3} menjadi $\text{Al}(\text{OH})_3$ sehingga Al tidak aktif dalam meningkatkan kemasaman tanah, melalui mekanisme reaksi sebagai berikut:



Beberapa jenis tanaman mempunyai sensitivitas yang berbeda terhadap aluminium dapat ditukar. Sebagai contoh tanaman kedelai merupakan tanaman yang sensitif terhadap kadar aluminium yang tinggi. Kedelai dapat tumbuh baik pada tanah dengan kejenuhan aluminium < 20%, sedangkan pada tanaman jagung < 40% serta tanaman padi merupakan tanaman yang lebih toleran dibandingkan kedelai dan jagung karena bisa tumbuh baik pada kejenuhan Al < 60%. Kapur maupun dolomit merupakan bahan yang mengandung senyawa karbonat (CO_3^{-2}) yang berfungsi menurunkan aktivitas Al disamping meningkatkan pH.

Dosis pengapuran ditentukan berdasarkan setara kandungan Al dapat ditukar dan sensitivitas tanaman yang akan ditanam. Untuk menentukan perkiraan kebutuhan kapur dapat diestimasi dari nilai pH tanah, bila pH tanah < 5,5 maka kapur diperlukan, tetapi bila pH > 5,5 maka kapur tidak diperlukan, perkiraan ini juga tergantung dari jenis tanah dan tanaman yang ditanam.

Untuk lahan kering Ultisol di Lampung dosis kapur sebesar 1 sampai 2 t per ha dapat menurunkan Al dapat ditukar dan meningkatkan pH tanah.

Rekomendasi kebutuhan kapur untuk tanaman kedelai berkisar 4 -5 t ha⁻¹. Cara pemberian kapur sebaiknya disebar merata kemudian dicangkul merata, diinkubasi selama 1-2 minggu dan kondisi tanah dalam keadaan kapasitas lapang untuk lahan kering.

Kadar Aluminium yang tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada akar tanaman pada pH ≤ 4.0 terutama terlihat pada perkembangan akar cabang yang tertekan dan ujung-ujung akar tanaman mati. Penyerapan Ca, Mg dan K juga terhambat dengan meningkatnya konsentrasi ion Al⁺³ dan H⁺. Manfaat kapur dan dolomit selain meningkatkan pH, juga dapat menyumbangkan hara Ca (kapur) dan hara Ca dan Mg (dolomit) serta dapat meningkatkan rasio Ca/Mg/K. Keseimbangan hara diperlukan untuk mendukung pertumbuhan tanaman yang optimum.

Penggunaan kapur yang bertujuan sebagai penetral pH, dapat disesuaikan dengan peningkatan pH yang diinginkan untuk tanaman tertentu. Cara penentuan kebutuhan kapur untuk tujuan meningkatkan pH tanah pada lahan kering masam sebagai berikut: Untuk meningkatkan pH tanah dari 4-4,5; 4,6-5,5; dan 5,6-6,0 menjadi pH netral (6-7) maka dibutuhkan kapur berturut-turut sebesar 2 t ha⁻¹, 1 t ha⁻¹ dan 0,5 t ha⁻¹. Semakin rendah pH tanah maka dibutuhkan kapur dalam jumlah yang lebih banyak untuk mencapai pH netral. Pada tanah dengan pH netral (6-7) ketersediaan semua unsur hara tanaman tersedia optimum untuk mendukung pertumbuhan tanaman.

2.5. Pemupukan Berimbang

2.5.1. Konsep Pemupukan Berimbang

Tingkat kesuburan tanah ditentukan oleh kadar hara dalam tanah atau status hara tanah. Status hara tanah pada wilayah pengembangan kedelai dapat diketahui dengan menganalisis tanah di laboratorium sehingga dapat mengetahui tanah tersebut berstatus hara tinggi, sedang atau rendah. Agar pupuk yang diberikan lebih tepat, efektif dan efisien, maka rekomendasi pemupukan harus mempertimbangkan faktor kemampuan tanah menyediakan hara dan kebutuhan hara tanaman. Pendekatan ini dinamakan uji tanah (*soil testing*). Secara umum uji tanah adalah suatu kegiatan analisis kimia yang sederhana, cepat, murah, tepat, dan dapat diulang (*reproducible*) untuk menduga ketersediaan hara tertentu dalam tanah dalam hubungannya dengan kebutuhan hara untuk tanaman tertentu. Produktivitas tanaman kedelai ditentukan oleh kesuburan tanah terutama ketersediaan hara, pemupukan,

kondisi iklim (curah hujan dan radiasi surya), varietas tanaman, pengolahan tanah serta pengendalian hama penyakit tanaman. Dalam kondisi lingkungan biotik dan abiotik yang optimal, tanaman kedelai dapat tumbuh dan berproduksi secara optimal.

Pemupukan berimbang tidak harus memberikan semua unsur hara makro/mikro yang dibutuhkan, tetapi memberikan unsur yang jumlahnya tidak cukup tersedia untuk tanaman. Penambahan hara yang sudah cukup tersedia justru menyebabkan masalah pencemaran lingkungan (tanah dan perairan), terlebih bila status hara tanah sudah sangat tinggi. Pemupukan berimbang diartikan sebagai pemupukan untuk mencapai *status semua hara dalam tanah optimum* untuk pertumbuhan dan hasil tanaman. Untuk hara yang telah berada dalam status optimum, hara diberikan pada dosis untuk pemeliharaan agar status hara tanah tidak menurun sehingga pemupukan ditujukan untuk menggantikan hara yang terangkut panen.

Pemupukan berimbang yang didasari oleh konsep "pengelolaan hara spesifik lokasi" (PHSL) adalah salah satu konsep penetapan rekomendasi pemupukan. Dalam hal ini, pupuk diberikan untuk mencapai tingkat ketersediaan hara esensial yang seimbang dan optimum dalam: (a) meningkatkan produktivitas dan mutu hasil tanaman, (b) meningkatkan efisiensi pemupukan, (c) meningkatkan kesuburan tanah, dan (d) menghindari pencemaran lingkungan.

Pemberian pupuk yang tidak berimbang, misalnya pemupukan suatu hara yang sangat berlebihan atau kurangnya dosis pupuk yang diperlukan tanaman akan mengganggu produksi tanaman dan kualitas hasil, mengakibatkan rendahnya efisiensi pemupukan, kesuburan tanah menurun, muncul gejala-gejala kahat unsur hara lain dan pencemaran lingkungan.

2.5.2. Pengelolaan Hara Terpadu

Sejalan dengan meningkatnya kepedulian masyarakat terhadap kesehatan dan pelestarian lingkungan, maka teknologi peningkatan produktivitas tanah dan tanaman harus diupayakan ramah lingkungan agar lahan dapat digunakan dalam jangka panjang. Upaya-upaya penggunaan bahan organik untuk memperbaiki produktivitas tanah, meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk dan keragaman hayati tanah harus ditingkatkan. Penerapan sistem pertanian yang ramah lingkungan diperlukan pendekatan melalui sistem pengelolaan hara terpadu (*Integrated Plant Nutrient Management System – IPNMS*) dengan menerapkan pemupukan berimbang berdasarkan uji tanah dan penggunaan kombinasi pupuk anorganik, organik dan pupuk hayati. Keberadaan bahan organik tanah sangat berpengaruh dalam mempertahankan

kelestarian dan produktivitas tanah serta kualitas tanah melalui aktivitas mikroba tanah dalam memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologis tanah. Sehingga dapat dikatakan bahwa tanah yang kandungan bahan organiknya rendah, akan berkurang daya saingnya terhadap segala aktivitas kimia, fisik dan biologis tanahnya. Untuk memperbaiki produktivitas tanah perlu dilakukan berbagai upaya yang bertujuan untuk meningkatkan kadar bahan organik dalam tanah.

Melalui pengelolaan hara terpadu yang ramah lingkungan, diharapkan produktivitas lahan-lahan pertanian yang sudah menurun dapat ditingkatkan kembali. Pengelolaan hara terpadu mensyaratkan dioptimalkannya penggunaan pupuk organik dan pupuk hayati disamping pupuk anorganik dalam proses produksinya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengelolaan hara terpadu dapat meningkatkan produksi tanaman secara berkelanjutan. Ameliorasi biochar yang dikombinasikan dengan pupuk organik Tithoganic atau Tithoganic + Bionutrient meningkatkan bobot kering biji kedelai berturut-turut sebesar 2,28 t ha⁻¹ dan 2,24 t ha⁻¹ (Tabel 3). (Hartatik *et al.* 2015)

Tabel 3. Pengaruh ameliorasi dan pemupukan terhadap bobot kering biji kedelai di Desa Taman Bogo, Lampung Timur, MK. 2013.

Perlakuan	Anak Petak			Rata-rata
	Tithoganic 2 t/ha (B1)	Tithoganic 2 t/ha + Bionutrient (B2)	Mulsa jerami 2 t/ha (B3)	
Petak Utama t/ha			
Kontrol (A1)	1,97 a	1,92 a	1,78 a	1,89 B
Dolomit (A2)	2,11 a	1,97 a	2,03 a	2,04 AB
Biochar 2,5 t/ha (A3)	2,28 a	2,42 a	1,92 b	2,20 A
Rata - rata	2,12 A	2,10A	1,91A	

Keterangan: Angka-angka pada baris yang sama yang diikuti huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji LSD dan angka-angka pada baris dan kolom yang sama diikuti huruf besar yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji LSD.

Penelitian ameliorasi dan pemupukan terhadap tanaman kedelai di Desa Rejobinangun, Kec. Raman Utara, Kab. Lampung Timur, Provinsi Lampung, MK 2011 menunjukkan bahwa dolomit memberikan pertumbuhan tinggi tanaman dan bobot kering kedelai yang lebih tinggi dibandingkan *Soil Neutralizer*. Perlakuan kombinasi pupuk NPK, Biobus, Tithoganic dan MTM memberikan produksi kedelai yang tinggi sebesar 1,41 t ha⁻¹.



Gambar 1. Keragaan tanaman kedelai pada perlakuan aplikasi soil neutralizer (A1) dan Dolomit (A2) dan Tithoganic (sumber foto: Wiwik Hartatik, 2012).

Penelitian ameliorasi dan pemupukan untuk peningkatan produktivitas kedelai di lahan suboptimal di Taman Bogo, Lampung Timur, MK 2012 menunjukkan bahwa dolomit nyata meningkatkan pH, Ca dapat ditukar dan kejenuhan basa, tinggi tanaman kedelai umur 30 dan 60 hari setelah tanam, bobot brangkasan dan biji kedelai, serapan hara N, P dan K, populasi Azotobacter, enzim dehidrogenase dan jumlah dan bobot bintil kedelai dibandingkan *Bio Soil Neutralizer*. Ameliorasi dolomit dan pemupukan $\frac{3}{4}$ NPK dan pupuk organik (Tithoganic) 2 tha^{-1} nyata meningkatkan P tersedia, P potensial, Mg dapat ditukar dan kejenuhan basa, bobot brangkasan dan biji kering kedelai, jumlah dan bobot bintil akar kedelai serta serapan N, P dan K dibandingkan tanpa pemberian pupuk organik dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan NPK rekomendasi. Pemberian pupuk organik mampu mengefisienkan pupuk anorganik 25%.



Gambar 2. Keragaan tanaman kedelai pada perlakuan kontrol dan pemupukan NPK + bahan organik (sumber foto: Wiwik Hartatik, 2012).

Aplikasi dolomit dan pemupukan NPK di lahan suboptimal Taman Bogo, Lampung Timur, musim tanam 2012 dan 2013 menunjukkan bahwa dolomit nyata menurunkan Al dapat ditukar dan meningkatkan pH. Untuk mendapatkan produksi kedelai sebesar 2 t ha⁻¹ diperlukan dolomit 500 kg ha⁻¹ atau biochar 2,5 t ha⁻¹ dikombinasikan dengan pupuk organik 2 t ha⁻¹, pemupukan Urea 50 kg ha⁻¹, SP-36 100 kg ha⁻¹ dan KCl 150 kg ha⁻¹

Kapur aktif dosis 200 kg/ha belum efektif dalam memperbaiki pH tanah. Perlakuan kapur aktif menaikkan pH menjadi 4,59 dan menurunkan Al-dd menjadi 1,51 cmol(+) kg⁻¹ dan kejenuhan Al sebesar 33%, sedangkan pemberian kapur pertanian dosis 1,23 t ha⁻¹ dan 200 kg ha⁻¹ meningkatkan pH menjadi 4,77 dan 4,66 dan menurunkan Al-dd menjadi 1,06 dan 1,41 cmol(+)kg⁻¹ (Tabel 4). (Hartatik dan Purwani, 2017).

Tabel 4. Pengaruh ameliorasi dan pemupukan terhadap pH, Al-dd, C-organik, N-total dan P-tersedia setelah panen kedelai di Desa Taman Asri, Lampung Timur, MK 2015.

No.	Petak Utama	Parameter				
		pH-H ₂ O	Al-dd	C-organik	N-total	P-tersedia
	Petak Utama		cmol(+)kg ⁻¹ % ppm	
1.	Kapur Pertanian 1,23 t/ha	4,77 A*)	1,06 C	0,913 A	0,103 A	60,33 A
2.	Kapur Pertanian 200 kg/ha	4,66 AB	1,41 B	0,946 A	0,087 A	59,67 A
3.	Kapur Aktif 200 kg/ha	4,59 AB	1,51 B	0,892 A	0,105 A	66,26 A
4.	Biochar	4,65 AB	1,50 B	0,890 A	0,103 A	100,50 A
5.	Senyawa humat	4,48 B	1,78 A	0,863 A	0,110 A	56,33 A
	Anak Petak					
1.	Kontrol	4,64 a	1,55 a	0,874 b	0,106 a	48,27 b
2.	NPK	4,58 a	1,52 ab	0,916 ab	0,09 a	61,93 b
3.	¾ NPK	4,61 a	1,42 ab	0,872 b	0,101 a	63,53 b
4.	¾ NPK + Tithoganic 2 t/ha	4,69 a	1,32 b	0,940 a	0,105 a	100,73 a

Keterangan: *) Petak Utama: Angka dalam kolom yang sama diikuti oleh huruf besar yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji LSD. Anak Petak: Angka dalam kolom yang sama diikuti huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji LSD

Kombinasi Zeolit dan ¾ x dosis NPK (Urea 37,5 kg ha⁻¹, SP-36 75 kg ha⁻¹ dan KCl 112,5 kg ha⁻¹) serta pupuk organik 2 t ha⁻¹ di lokasi Sukadana, Lampung Timur, MT. 2013, meningkatkan hasil kedelai sebesar 1,58 t ha⁻¹ dan serapan hara N, P dan K. Penggunaan pupuk organik dapat mengefisienkan pupuk NPK sebesar ¼ dosis NPK rekomendasi.

2.5.3. Jenis dan Dosis Pupuk

Jenis pupuk yang digunakan dapat berupa pupuk anorganik, organik dan hayati. Pupuk anorganik dapat dalam bentuk pupuk tunggal seperti Urea, SP-36, KCl, Fosfat Alam atau pupuk majemuk NPK. Pupuk organik dapat dibuat dari berbagai jenis bahan, antara lain sisa tanaman (jerami, brangkas, tongkol jagung, bagas tebu, sabut kelapa), serbuk gergaji, kotoran hewan, limbah media jamur, limbah pasar, rumah tangga. Bahan dasar pembuatan pupuk organik sangat bervariasi, maka kualitas pupuk yang dihasilkan juga sangat beragam sesuai dengan kualitas bahan dasar.

Bahan organik yang diaplikasikan dalam bentuk bahan segar disebut dengan pupuk hijau. Tanaman legum biasanya digunakan sebagai pupuk hijau karena mengandung hara N yang tinggi. Agar tidak terjadi imobilisasi hara maka pupuk organik yang diaplikasikan harus matang dengan C/N rasio antara 15-25% dan kandungan C-organik $\geq 15\%$ dengan kadar air antara 15-25%. Pengomposan pupuk organik akan memperkecil volume bahan dasar dan mematangkan bahan organik sehingga unsur hara segera tersedia bagi tanaman. Pupuk hayati seperti penambat N, pelarut P, penyedia K dan pengendali bakteri tular tanah dapat digunakan dalam meningkatkan produksi dan kualitas hasil kedelai.

Pengembangan tanaman kedelai diarahkan ke beberapa agroekosistem yang potensial dan memiliki kesesuaian lahan yang tinggi untuk kedelai seperti lahan sawah irigasi, sawah tadah hujan, lahan kering masam, lahan kering tidak masam, rawa lebak dan lahan rawa pasang surut. Rekomendasi pupuk dan pengelolaan lahan untuk tanaman kedelai pada masing masing agroekosistem sebagai berikut:

Sawah Irigasi

Pada lahan sawah irigasi, kedelai bisa ditanam setelah tanaman padi pada pola tanam padi-padi-palawija atau padi-palawija-palawija. Dosis pemupukan NPK ditetapkan berdasarkan hasil uji tanah. Namun bila uji tanah tidak mungkin dilakukan maka lahan yang digunakan dengan pola padi-padi-palawija diasumsikan memiliki residu pemupukan yang lebih tinggi dibandingkan pada pola padi-palawija-palawija. Oleh karenanya dosis pemupukan pada pola tanam padi-padi-palawija ditetapkan lebih rendah. Pupuk yang digunakan bisa pupuk tunggal atau pupuk majemuk. Penggunaan Rhizobium seperti Nodulin atau Rhizoplus dengan dosis 200 g ha^{-1} mampu menekan penggunaan pupuk urea pada dosis lebih rendah. Pola tanam: padi-palawija-palawija, rekomendasi pupuk yang diberikan Urea 25 kg ha^{-1} , SP-36

100 kg ha⁻¹ dan KCl 75 kg ha⁻¹. Pola tanam: padi-padi-palawija, rekomendasi pupuk yang diberikan Urea 25 kg ha⁻¹, SP-36 75 kg ha⁻¹ dan KCl 50 kg ha⁻¹.

Sawah Tadah Hujan

Sawah tadah hujan adalah sawah yang sumber airnya hanya tergantung pada air hujan. Tidak seperti sawah irigasi, sawah ini tidak pernah mendapat pengayaan hara dari air irigasi. Pada sawah semacam ini biasanya hara Kalium (K) sering kali statusnya rendah. Oleh karenanya suplai K dari pemupukan lebih tinggi. Rekomendasi pupuk yang diberikan Urea 25 kg ha⁻¹, tetapi bila tanahnya mempunyai pH >7,0, Urea bisa diganti ZA, SP-36 100 kg ha⁻¹ dan KCl 100 kg ha⁻¹. Penggunaan Rhizobium seperti Nodulin atau Rhizoplus dengan dosis 200 g ha⁻¹ mampu menekan penggunaan pupuk urea pada dosis lebih rendah.

Lahan kering masam

Lahan ini umumnya terdapat pada daerah yang memiliki curah hujan tinggi, sehingga basa-basanya tercuci intensif. Seringkali kompleks jerapan didominasi oleh Al dan Fe yang akan mengikat P, sehingga ketersediaan P menjadi rendah. Bila kandungan P potensial tinggi, diperlukan bakteri pelarut P untuk meningkatkan ketersediaan P bagi tanaman. Rekomendasi pemupukan pada beberapa status P tanah sebagai berikut pada tanah status P total rendah, ketersediaan rendah, dosis pupuk Urea 25 kg ha⁻¹, SP-36 125 kg ha⁻¹ atau fosfat alam 250 kg ha⁻¹ dan KCl 100 kg ha⁻¹. Pada tanah status P total tinggi, ketersediaan rendah, maka dosis pupuk Urea 25 kg ha⁻¹, SP-36 75 kg ha⁻¹ atau fosfat alam 250 kg ha⁻¹ dan KCl 100 kg ha⁻¹, pupuk organik dalam bentuk pukan 2 t ha⁻¹, diberikan pada larikan. Pupuk hayati Rhizobium seperti Nodulin atau Rhizoplus dengan dosis 200 g ha⁻¹ dan Bio-fosfat 200 g ha⁻¹ merupakan pupuk fosfat yang diperkaya dengan mikroba pelarut P. Untuk meningkatkan pH, tanah perlu diberi amelioran Kaptan atau Dolomit dengan dosis disesuaikan dengan pH tanah yaitu: pH 4-4,5:2 t ha⁻¹, pH 4,6-5,5:1 t ha⁻¹, pH 5,6-6,0: 0,5 t ha⁻¹.

Kedelai sangat sensitif terhadap keracunan aluminium. Tanaman kedelai dapat tumbuh dengan baik apabila kejenuhan aluminium sekitar 20%. Dosis Kaptan atau Dolomit disesuaikan untuk memenuhi kejenuhan Al 20%. Hasil penelitian ameliorasi dan pemupukan kedelai di Desa Taman Bogo, Lampung Timur pada MK 2013 menunjukkan bahwa dolomit nyata meningkatkan pH dan menurunkan Al dapat ditukar serta biochar nyata meningkatkan P potensial dan aplikasi Tithoganic meningkatkan kejenuhan basa dibanding aplikasi mulsa jerami (Hartatik, *et al.* 2015) (Tabel 5).

Tabel 5. Pengaruh ameliorasi dan pemupukan terhadap sifat kimia tanah saat primordia (50 HST) di Desa Taman Bogo, Lampung Timur, MK. 2013

Parameter	pH	Al-dd	C-organik	N-total	P-Bray I	P-potensial	K-potensial	K-dd	Ca-dd	Mg-dd	KTK	KB
		cmol+ /kg	%	%	ppm	mg/100g	mg/100g	cmol+/kg	cmol+ /kg	cmol+/kg	cmol+ /kg	%
Petak Utama												
Kontrol (A1)	4,21 B*)	0,83 A	0,89 A	0,07 A	31,98 A	28,67 A	0,56 B	0,08 A	1,90 A	0,36 A	4,03 A	61,58 A
Dolomit (A2)	4,45 A	0,53 B	0,94 A	0,06 A	33,06 A	33,67 A	1,00 B	0,08 A	2,77 A	0,38 A	4,16 A	75,33 A
Biochar 2,5 t/ha (A3)	4,21 B	0,98 A	0,87 A	0,06 A	34,48 A	28,67 A	1,18 A	0,09 A	1,89 A	0,32 A	4,20 A	56,92 A
Anak Petak												
Tithoganic 2 t/ha (B1)	4,36 a	0,79 ab	0,94 a	0,06 a	29,94 a	31,83 a	1,10 a	0,09 a	2,60 a	0,39 a	4,03 a	72,08 a
Tithoganic 2 t/ha + Bionutrient (B2)	4,30 a	0,64 b	0,90 ab	0,06 a	37,49 a	31,58 a	0,89 a	0,09 a	2,28 a	0,37 ab	4,16 a	69,42 a
Mulsa jerami 2 t/ha (B3)	4,21 a	0,92 a	0,86 b	0,06 a	32,10 a	27,58 a	0,74 a	0,07 a	1,68 b	0,30 b	4,20 a	52,33 b

Keterangan: *) Petak Utama: Angka dalam kolom yang sama, diikuti oleh huruf besar yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji LSD. Anak Petak: Angka dalam kolom yang sama, diikuti huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji LSD

Lahan kering tidak masam

Lahan ini biasanya terdapat di daerah beriklim kering atau daerah yang memiliki bahan induk batu gamping. Tanah ini dicirikan oleh pH tanah yang tinggi dan kejenuhan basanya relatif tinggi sehingga dari ketersediaan hara bagi tanaman kedelai tidak memiliki hambatan serius. Kendala yang umum dihadapi adalah ketersediaan air, sehingga usaha-usaha untuk mempertahankan kelembaban tanah sangat diperlukan seperti pembuatan embung, mulsa dsb. Pada tanah dengan status P rendah rekomendasi dosis pupuk Urea 25 kg ha⁻¹, SP-36 125 kg ha⁻¹, KCl 100 kg ha⁻¹, pupuk organik pukan 2 t ha⁻¹, diberikan pada larikan. Pupuk hayati Rhizobium seperti Nodulin atau Rhizopulus 200 g ha⁻¹, Biofosfat 200 g ha⁻¹ diperlukan bila jerapan P tinggi. Pada tanah status P tinggi, rekomendasi dosis pupuk Urea sebesar 25 kg ha⁻¹, SP-36 75 kg ha⁻¹ dan KCl 100 kg ha⁻¹. Pupuk organik pukan 2 t ha⁻¹, diberikan pada larikan. Pupuk hayati Rhizobium seperti Nodulin atau Rhizopulus 200 g ha⁻¹, Bio-fosfat 200 g ha⁻¹ diperlukan bila jerapan P tinggi.

Lahan Rawa

Rekomendasi dosis pupuk untuk lebak dangkal-tengahan yaitu Urea 25 kg ha⁻¹, SP-36 75 kg ha⁻¹ atau fosfat alam 250 kg ha⁻¹ dan KCl 75 kg ha⁻¹ serta pupuk hayati Rhizobium yang digunakan seperti Nodulin atau Rhizopulus 200 gr/ha. Sedangkan lahan rawa pasang surut potensial memerlukan kaptan 500 kg ha⁻¹, Urea sebesar 25 kg ha⁻¹, SP-36 100 kg ha⁻¹ atau batuan fosfat 250 kg ha⁻¹ dan KCl 75 kg ha⁻¹ serta pupuk hayati Rhizobium seperti Nodulin atau Rhizopulus 200 g ha⁻¹. Rekomendasi dosis pupuk untuk lahan sulfat masam yaitu Urea 25 kg ha⁻¹, SP-36 125 kg ha⁻¹ atau batuan fosfat 250 kg ha⁻¹, dan KCl 75 kg ha⁻¹ serta pupuk hayati Rhizobium seperti Nodulin atau Rhizopulus 200 g ha⁻¹ dan amelioran Kaptan 1-2 t ha⁻¹.

2.5.3.1. Cara dan Waktu Pemupukan N, P dan K

Pemberian pupuk Urea dengan cara disebar memberikan efisiensi yang sangat rendah. Lebih dari 70% Urea yang diberikan hilang melalui proses volatilisasi, nitrifikasi, imobilisasi N oleh jasad mikro, pencucian dan fiksasi NH₄ oleh tanah. Kehilangan terbesar terjadi melalui proses volatilisasi bila sumber N berasal dari pupuk Urea. Oleh karena itu, untuk meningkatkan efisiensi pemupukan Urea dianjurkan untuk membenamkan pupuk ke dalam tanah dan diberikan sebanyak 2-3 kali sesuai dengan kebutuhan tanaman pada setiap fase pertumbuhan tanaman.

Kandungan P tanah merupakan faktor penting yang perlu diperhatikan dalam pemupukan P. Pada tanah yang mempunyai kandungan P tinggi,

pemupukan P ditujukan untuk mengganti P yang terangkut oleh hasil panen, sedangkan pada tanah yang mempunyai kandungan P sedang dan rendah, pemupukan P ditujukan selain untuk mengganti P yang terangkut panen juga untuk meningkatkan kandungan P tanah. Hara P merupakan hara yang tidak mudah bergerak dalam tanah sehingga pemberiannya bisa dilakukan sekaligus saat tanam dan cara aplikasinya pada lubang tanam atau dalam larikan kemudian ditutup dengan tanah. Pupuk SP-36 diberikan seluruhnya pada saat tanam sedangkan pupuk N dan K diberikan dua kali, yaitu masing-masing $\frac{1}{2}$ dosis pada saat tanaman berumur 21 hari setelah tanam (hst) dan $\frac{1}{2}$ dosis sisanya diberikan pada saat tanaman berumur 45 hst. Jika petani menggunakan pupuk majemuk, $\frac{1}{2}$ nya diberikan pada umur 21 hst dan sisanya pada umur 45 hst. Pemupukan dilakukan dengan cara ditaburkan dalam garitan-garitan pada saat tanam dan ditugal pada pemupukan kedua dengan jarak sekitar 5 cm dari tanaman.

Sumber hara K di dalam tanah dapat berasal dari pupuk KCl, jerami dan air irigasi. Dosis pemupukan K perlu memperhatikan status hara K dalam tanah. Pada tanah dengan kandungan K sedang dan tinggi masih perlu diberikan pupuk K dengan tujuan untuk pemeliharaan agar status K tanah tidak turun. Pemupukan K sebaiknya diberikan dengan cara di *split* dua atau tiga kali untuk menghindari pencucian dan pengikatan/fiksasi K.

2.6. PENERAPAN TEKNIK KONSERVASI TANAH DAN AIR UNTUK PERTANAMAN KEDELAI DI LAHAN KERING

2.6.1. Definisi Dan Metoda Konservasi Tanah dan Air

Teknik konservasi tanah dalam arti yang luas adalah penempatan setiap bidang tanah pada cara penggunaan yang sesuai dengan kemampuan tanah tersebut dan memperlakukannya sesuai dengan syarat-syarat yang diperlukan agar tidak terjadi kerusakan tanah (Arsyad, 2010). Konservasi tanah dalam arti yang sempit diartikan sebagai upaya mencegah kerusakan tanah dan memperbaiki tanah yang rusak akibat erosi. Konservasi air pada prinsipnya adalah penggunaan air hujan yang jatuh ke tanah seefisien mungkin untuk pertanian, dan mengatur waktu aliran agar tidak terjadi banjir yang merusak, serta tersedia cukup air pada saat musim kemarau.

Konservasi tanah mempunyai hubungan yang sangat erat dengan konservasi air. Setiap perlakuan yang diberikan pada sebidang tanah akan mempengaruhi tata air pada tempat itu dan tempat-tempat di hilirnya. Oleh karena itu, konservasi tanah dan konservasi air merupakan dua hal yang berhubungan sangat erat; berbagai tindakan konservasi tanah adalah juga

tindakan konservasi air, sehingga secara umum lebih dikenal dengan istilah konservasi tanah dan air.

Usahatani konservasi merupakan suatu bentuk pengelolaan lahan pertanian yang mengintegrasikan teknik konservasi tanah dan air, baik mekanik maupun vegetatif dalam suatu pola usahatani tertentu. Usahatani konservasi harus berpihak pada petani dalam arti mudah dikerjakan/diterapkan, murah serta petani mampu dan senang melakukannya (diterima secara sosial).

Secara umum, metoda teknik konservasi tanah dan air terdiri atas 3 yaitu :

1. Teknik konservasi mekanik (teras, rorak, cekdam, SPA, BTA,dll)
2. Teknik konservasi vegetatif (rotasi tanaman, mulsa, *alley cropping*, strip rumput, penanaman tanaman penguat teras, pupuk hijau, dll)
3. Teknik konservasi kimia (pembenah tanah/*soil conditioner*)

Di lahan kering tanaman kedelai lebih sering ditanam pada musim hujan pada lahan yang relatif datar, sehingga teknik konservasi yang lebih cocok diterapkan adalah teknik konservasi vegetatif dan atau teknik konservasi kimia. Kedua teknik konservasi tersebut sebaiknya dilaksanakan secara simultan agar manfaat penerapan teknik konservasi bisa optimal.

2.6.2. Manfaat Penerapan Teknik Konservasi Tanah dan Air pada Pertanaman Kedelai di Lahan Kering

Mengendalikan erosi dan aliran permukaan

Tanaman kedelai, jika ditanam di lahan kering berlereng diperlukan teknik konservasi tanah dan air untuk mengendalikan erosi, terutama pada saat musim hujan.

Konservasi Kelembaban Tanah/Kadar Air Tanah

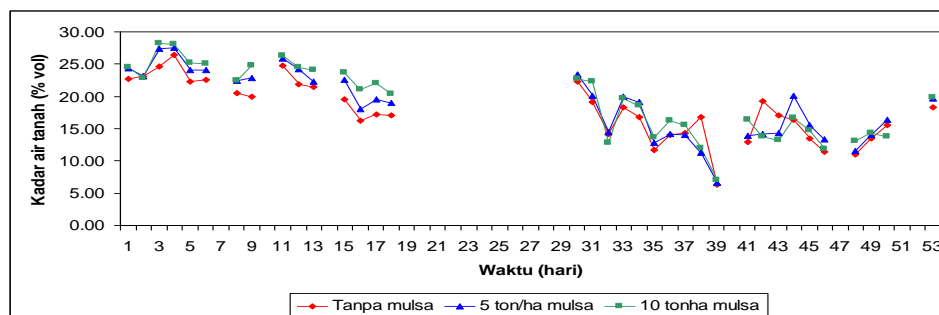
Teknik konservasi tanah dan air sangat diperlukan di lahan kering, karena kawasan ini merupakan kawasan dimana satu-satunya sumber air hanyalah berasal dari curah hujan. Curah hujan di lahan kering bersifat *erratic* dan distribusinya tidak merata sepanjang tahun. Oleh karena itu, seringkali terjadi banjir pada waktu musim hujan dan kekeringan pada waktu musim kemarau.

Kelangkaan air (*water scarcity*) merupakan faktor utama penurunan produksi dan kegagalan panen di lahan kering. Krishnappa *et al.* (1999) mengemukakan bahwa produksi tanaman di lahan kering merupakan fungsi kelembaban tanah baik secara spasial maupun temporal selama periode pertumbuhan tanaman. Distribusi hujan yang tidak pasti merupakan faktor

yang paling memberikan kontribusi terhadap rendahnya produktivitas tanaman dibandingkan terhadap potensi produksinya. Untuk meningkatkan produktivitas di lahan kering, maka kepastian tentang ketersediaan air dalam hal kuantitas, kualitas dan kontinuitas perlu diupayakan. Perbaikan ketersediaan air merupakan prioritas dalam pengelolaan lahan kering pada musim kemarau (Bakker *et al.* 1999; Renault *et al.* 2001).

Pada prinsipnya konservasi air merupakan tindakan yang diperlukan untuk melestarikan sumber daya air. Namun dalam konteks pemanfaatan, Agus *et al.* (2002) mengemukakan bahwa penggunaan air hujan yang jatuh ke permukaan tanah secara efisien merupakan tindakan konservasi air. Strategi konservasi air diarahkan untuk mengupayakan peningkatan cadangan air pada zona perakaran tanaman melalui pengendalian air aliran permukaan (*runoff*) yang biasanya merusak, dengan cara pemanenan air aliran permukaan, peningkatan infiltrasi dan mengurangi evaporasi. Agus *et al.* (2002) mengemukakan bahwa ada dua pendekatan yang dapat ditempuh untuk mengefisienkan penggunaan air yaitu (a) melalui pemilihan tanaman yang sesuai dengan keadaan iklim dan (b) melalui teknik konservasi air seperti penggunaan mulsa, gulud dan teknik tanpa olah tanah.

Mulsa merupakan salah satu teknik konservasi air yang berfungsi untuk mempertahankan kelembaban atau kadar air tanah. Selain itu mulsa juga berperan untuk menurunkan kehilangan air melalui evaporasi. Dengan demikian, hal ini juga dapat membantu peranannya dalam konservasi kelembaban tanah. Hasil penelitian terdahulu (Haryati, 2010) menunjukkan bahwa aplikasi teknik konservasi berupa pemberian mulsa sisa tanaman (jerami) dapat mempertahankan kelembaban tanah *Typic Kanhapludults* Lampung (Gambar 3).



Gambar 3. Mulsa jerami 5 – 10 t ha⁻¹ dapat mempertahankan kelembaban tanah /kadar air tanah *Typic Kanhapludults* Lampung (Haryati, 2010)

Alternatif lain untuk mengatasi kekurangan air adalah konservasi air (*water conservation*) dan peningkatan efisiensi penggunaan air, antara lain melalui pemulsaan (*mulching*), meningkatkan kapasitas tanah menahan air (*water holding capacity*) dan mengurangi evaporasi. 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 di 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).

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.

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 kemiringan 8 – 15 % dapat mengurangi erosi 80 – 90 % dan mengurangi aliran permukaan 60 – 70% (Suwardjo, 1981).

Pemberian mulsa dengan ketebalan lapisan 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 selama lahan bera dapat menurunkan evaporasi 15 % (Gardner, 1969 *dalam* Gardner, 1972).

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).

Perbaikan Sifat Fisik Tanah

Pengendalian aliran permukaan merupakan salah satu strategi konservasi air. Strategi konservasi air adalah upaya peningkatan cadangan air di zona perakaran tanaman yang dapat dilakukan 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, 2010). Salah satu aspek yang sering dilupakan dalam konservasi air adalah pengendalian evaporasi (Nicholaichuk *et al.*, 1978 *dalam* Noeralam, 2002). Menurut Scholes *et al.* (1997), 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.* 1997). 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 congesta*) 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 Kuning-Jambi dan Ketahun-Bengkulu, Erfandi *et al.* (1993) melaporkan bahwa hijauan mukuna mampu meningkatkan kadar air tersedia (kemampuan menahan air), dan umumnya makin lama umur mukuna, makin besar kontribusinya dalam menahan air (Tabel 6).

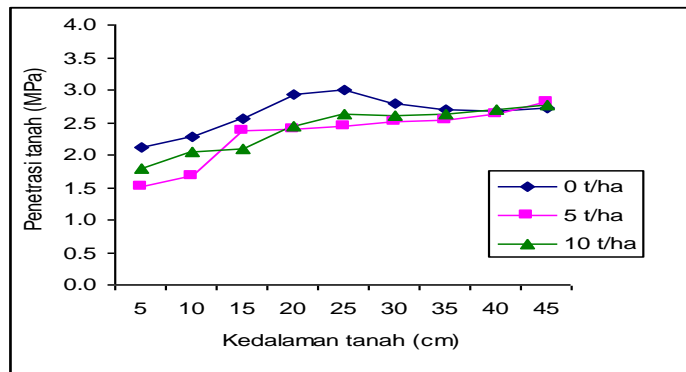
Tabel 6. Pengaruh hijauan mucuna terhadap kemampuan tanah menahan air(air tersedia)

Perlakuan	Air tersedia (% vol)
Kuamang Kuning- Jambi (1991/1992)	
Sebelum ditanam mukuna	10,5
Setelah ditanam mukuna	11,2
Ketahun-Bengkulu (1990/1991)	
Kontrol	6,1
2 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

Kadar air di dalam tanah erat hubungannya dengan ketahanan penetrasi tanah. Sifat fisika tanah ini sangat menentukan kemampuan akar tanaman menembus tanah. Pada umumnya tanaman semusim sudah terhambat perkembangannya apabila ketahanan penetrasinya sudah mencapai $> 16 \text{ kg F cm}^{-2}$ (Suwardjo, 1981). 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 $1,6 \text{ g/cm}^3$, diatas 1,0 MPa akar tanaman kedelai dan jagung hampir tidak ditemukan lagi (Mazurak dan Pohlman,1968 dalam Rachman *et al.* 2004).

Hasil penelitian Haryati (2010) menunjukkan bahwa aplikasi mulsa pada tanah *Typic Kanhapludults* Lampung menurunkan ketahanan penetrasi tanah (Gambar 4). Perkembangan akar ini selanjutnya menentukan kemampuan akar tanaman dalam mengekstrak air dan atau unsur hara dari dalam tanah.



Gambar 4. Pengaruh mulsa terhadap ketahanan penetrasi pada tanah *TypicKanhapludults* Tamanbogo, Lampung Timur

Mulsa di permukaan tanah melindungi permukaan tanah dari energi hampasan butir-butir hujan mengurangi terjadinya penyumbatan pori (*soil crusting*), sehingga meningkatkan volume air yang terinfiltrasi, dan dapat juga mengurangi daya angkut aliran permukaan. Kekasaran permukaan akibat adanya mulsa dapat meningkatkan kapasitas penyimpanan air di zona pengolahan tanah, mengurangi daya angkut aliran permukaan, dan mengurangi tingkat penyumbatan pori tanah (Rachman *et al.* 2004)

Pemberian pembenah tanah merupakan salah satu metoda konservasi tanah secara kimia. Sifat fisik tanah yang diperbaiki akibat adanya tindakan konservasi tanah melalui aplikasi pembenah tanah telah banyak dikemukakan oleh para peneliti sebelumnya. Aplikasi pembenah tanah pada pertanaman kedelai di lahan sub-optimal Lampung dapat memperbaiki agregasi tanah, pori drainase cepat dan permeabilitas (Haryati *et al.* 2013), sedangkan Dariah dan Nurida (2010, 2011) melaporkan bahwa pemberian pembenah tanah pada tanah *Typic Kanhapludults* Tamanbogo, Lampung Timur meningkatkan stabilitas agregat dan permeabilitas tanah.

Meningkatkan Produktivitas Tanaman

Aplikasi pembenah tanah pada pertanaman kedelai dapat meningkatkan produktivitas tanaman kedelai (Tabel 7). Hasil penelitian yang lain juga membuktikan bahwa pemberian pembenah tanah dapat meningkatkan produktivitas tanaman (Dariah dan Nurida, 2010 dan 2011).

Tabel 7. Pengaruh mulsa dan pembenah tanah terhadap berat biji kering kedelai (t ha⁻¹) pada Ultisol di Desa Sukadana, Kec. Sukadana, Lampung Timur, 2012

Pembenah tanah	Mulsa		Rata-rata
	M-1 (tanpa mulsa)	M-2 (mulsa jagung)	
Tanpa pembenah (SC-0)	1,27	1,23	1,25
Biochar I (SP 50) 2,5 t ha ⁻¹ (SC-1)	1,47	1,30	1,38
Beta 2,5 t ha ⁻¹ (SC-2)	1,67	1,30	1,48
Biochar II (arang sekam) 2,5 t ha ⁻¹ (SC-3)	1,30	1,83	1,57
Pupuk kandang 5,0 t ha ⁻¹ (SC-4)	1,90	1,27	1,58

Keterangan : Sumber : Haryati *et al.* (2013).

2.6.3. Penerapan Teknik Konservasi Tanah dan Air untuk Pertanaman Kedelai di Lahan Kering

Pemilihan teknik konservasi tanah dan air

Sebelum menerapkan teknologi konservasi tanah dan air, masalah utama yang harus segera diatasi di daerah dimana akan dikembangkan pertanaman kedelai diidentifikasi terlebih dahulu. Hal ini agar dapat ditentukan prioritas pemecahan masalahnya. Selanjutnya dapat dipilih beberapa alternatif teknologi konservasi tanah dan air yang dapat diterapkan di lahan kering sehubungan dengan masalah utama dan penyebabnya (Tabel 8). Masalah utama tersebut bisa terdiri lebih dari satu masalah, sehingga diperlukan beberapa alternatif penanganan yang harus dilaksanakan secara simultan.

Pada daerah dengan topografi yang curam/lahan miring dengan curah hujan yang tinggi, maka masalah utama yang terjadi adalah erosi dan aliran permukaan. Dengan demikian alternatif teknik konservasi yang dapat diterapkan adalah teknik konservasi tanah dan air yang dapat mengendalikan erosi dan aliran permukaan, agar tidak terjadi percepatan degradasi lahan.

Tabel 8. Alternatif teknologi konservasi tanah dan air menurut masalah utama dan penyebabnya untuk pertanaman kedelai di lahan kering

No	Masalah utama	Penyebab/sumber masalah	Alternatif teknologi konservasi tanah dan air yang bisa diterapkan
1	Erosi	<ul style="list-style-type: none"> • Lahan miring • Curah hujan tinggi 	<ul style="list-style-type: none"> • Kombinasi teknik konservasi mekanik dan vegetatif • Panen hujan dan aliran permukaan
2	Air tersedia (dalam tanah) rendah	<ul style="list-style-type: none"> • Kapasitas memegang air rendah • Agregasi tanah kurang baik • Distribusi ruang pori makro rendah 	<ul style="list-style-type: none"> • Pemberian bahan organik (pupuk kandang, pupuk hijau) • Aplikasi pembenah tanah • Olah tanah minimum
3	Ketersediaan sumber air rendah (MK)	<ul style="list-style-type: none"> • Curah hujan rendah • Evaporasi tinggi 	<ul style="list-style-type: none"> • Panen hujan dan aliran permukaan (embung, rorak, mulsa vertikal/mulsa larik) • Aplikasi mulsa sisa tanaman • Teknik irigasi yang efisien • Efisiensi penggunaan air
4	Tekstur tanah terlalu berat, tanah susah diolah, drainase buruk	Kandungan liat terlalu tinggi	<ul style="list-style-type: none"> • Aplikasi bahan organik dan pembenah tanah • Varietas kedelai tahan genangan
5	Tekstur tanah terlalu ringan, stabilitas agregat rendah, drainase buruk	Kandungan pasir terlalu tinggi	<ul style="list-style-type: none"> • Aplikasi bahan organik dan pembenah tanah • Penanaman <i>cover crops</i>

Ketersediaan air di dalam tanah sering menjadi kendala di lahan kering. Hal ini disebabkan oleh adanya kemampuan tanah memegang air yang rendah dan agregasi tanah yang kurang baik, sehingga tanah tidak mampu menahan air lebih banyak dan lebih lama. Oleh karena itu, teknologi konservasi tanah dan air yang harus diterapkan adalah teknik konservasi tanah dan air yang mampu memperbaiki sifat fisik tanah agar agregasi tanah menjadi lebih baik sehingga distribusi pori makro/air tersedia di dalam tanah menjadi lebih banyak. Selain itu, sedapat mungkin tidak melakukan manipulasi mekanik terhadap tanah agar agregasi tanah terpelihara. Dengan demikian, pemberian bahan organik berupa pupuk kandang dan pupuk hijau, aplikasi pembenah tanah dan olah tanah minimum atau olah tanah konservasi menjadi alternatif teknologi yang dapat diterapkan (Tabel 8).

Selain hal tersebut diatas, ketersediaan sumber air juga sering menjadi kendala di lahan kering. Sumber air utama di lahan kering selain air hujan adalah air permukaan dan air tanah. Air hujan yang tidak berinfiltrasi melalui permukaan tanah menjadi aliran permukaan. Aliran air permukaan apabila tidak dikendalikan dalam hal jumlah dan kecepatannya akan merusak tanah dengan

membawa sejumlah partikel tanah dalam bentuk erosi. Apabila pada musim hujan aliran permukaan ini dapat disimpan dan digunakan pada musim kemarau, maka teknologi panen hujan dan aliran permukaan pun dapat dilaksanakan dan dijadikan sumber air pada saat musim kemarau.

Dengan adanya keterbatasan sumber air, maka kehilangan air yang tidak perlu dari dalam tanah harus dihindari. Penguapan air dari tanah merupakan salah satu sumber kehilangan air dari dalam tanah melalui pori-pori tanah pada lapisan permukaan tanah (*evaporasi*). Evaporasi ini dapat diminimalkan dengan cara menutup pori-pori tanah melalui aplikasi mulsa yang ditabur merata di atas permukaan tanah.

Air aliran permukaan dan air hujan yang ditampung dan akan digunakan sebagai sumber air irigasi harus didistribusikan dengan cara yang efektif dan efisien. Teknik irigasi tetes (*drip irrigation*) atau irigasi bawah permukaan (*sub-surface irrigation*) merupakan teknik irigasi yang efektif dan efisien (Haryati, 2010). Dengan demikian kehilangan air dari areal pertanian dapat diminimalkan, sehingga sumber air yang terbatas itu dapat dioptimalkan penggunaannya dan efisiensi penggunaan air pun dapat diraih.

Tekstur tanah yang terlalu berat (kandungan liat tinggi) menyebabkan tanah susah diolah dan drainasenya menjadi buruk. Hal ini akan mengakibatkan tanah terlalu lembab dan memicu datangnya penyakit. Oleh karena itu diperlukan teknologi yang dapat meningkatkan proporsi pori makro tanah sehingga drainase menjadi lebih baik. Pemberian bahan organik dan atau pembenah tanah dapat meningkatkan agregasi tanah dan permeabilitas tanah sehingga drainase menjadi baik. Selain itu pemilihan varietas kedelai yang tahan genangan menjadi salah satu alternatif lainnya.

Tekstur tanah terlalu ringan (kandungan pasir tinggi) menyebabkan air cepat lolos dari tanah atau dengan kata lain kapasitas tanah memegang air (*water holding capacity*) sangat rendah, sehingga air mudah keluar dan meninggalkan zona perakaran menuju ke lapisan profil tanah yang lebih dalam. Dengan demikian diperlukan teknologi yang dapat meningkatkan agregasi tanah agar tanah mempunyai kapasitas memegang air yang lebih baik. Pemberian bahan organik dan pembenah tanah sudah terbukti dapat meningkatkan agregasi tanah dan kapasitas memegang air sehingga air tersedia lebih tinggi. Selain itu penanaman tanaman penutup tanah berupa leguminosa (*legume cover crop*) dapat membantu meningkatkan agregasi tanah, karena selain menghasilkan bahan organik yang dapat dijadikan pupuk hijau, juga eksudat akar tanamannya dapat membantu meningkatkan agregasi tanah.

Penerapan alternatif teknik konservasi tanah dan air

Teknik konservasi vegetatif

Tanaman kedelai di lahan kering biasanya ditanam dengan pola tanam sebagai berikut :

- padi gogo – kedelai- bera,
- kedelai – kedelai – bera,
- jagung – kedelai – bera ,
- jagung + kedelai – kacang tanah/ kacang hijau

Pola tanam berurutan dan atau tumpangsari seperti diatas merupakan salah satu teknik konservasi vegetatif yang dapat dilakukan pada areal pertanaman kedelai. Pada saat bera (MT III) sebaiknya lahan ditanami dengan tanaman leguminosa penutup tanah agar kesuburan tanah lebih terpelihara dengan adanya pengembalian sisa tanaman/bahan hijau ke tanah dan juga sebagai usaha inokulasi bintil akar ke dalam tanah (penambat N udara).

Dengan pola tanam seperti tersebut diatas, tanaman kedelai di lahan kering biasa ditanam baik pada musim hujan maupun musim kemarau. Oleh karena itu, memerlukan strategi penerapan teknik konservasi tanah dan air yang berbeda antara pertanaman kedelai pada waktu musim hujan (MH) ataupun kedelai yang ditanam pada waktu musim kemarau (MK). Pada saat MH, teknik konservasi pada pertanaman kedelai lebih ditujukan untuk mencegah kelembaban tanah yang terlalu berlebihan, sehingga diperlukan penataan drainase tanah. Hal ini juga agar tanaman tidak mudah terkena penyakit dan atau busuk akar. Teknik konservasi pada MK lebih ditujukan untuk efisiensi penggunaan air tanaman. Hal ini agar tanaman dapat memenuhi kebutuhan airnya pada saat diperlukan secara efektif dan efisien. Pada saat MK, konservasi kelembaban tanah juga menjadi tujuan utama. Oleh sebab itu diperlukan juga teknologi yang mendukung terjadinya konservasi kelembaban tanah yaitu minimalisasi kehilangan air baik melalui kebocoran irigasi dan atau melalui evaporasi.

Selain itu pertanaman kedelai di lahan kering ditanam pada lahan yang datar atau pada lahan – lahan yang sudah dteras bangku, sehingga tidak diperlukan teknik konservasi mekanik untuk mengendalikan erosi. Hal yang harus dilakukan adalah teknik konservasi vegetatif dengan cara menanam tanaman penguat teras pada bibir teras dan tampingan teras (Gambar 5).



Gambar 5. Penanaman tanaman penguat teras pada bibir dan tampungan teras

Teknologi panen hujan dan aliran permukaan

Teknologi panen hujan dan aliran permukaan merupakan salah satu teknik konservasi air. Teknologi panen hujan dan aliran permukaan yang dapat dilakukan pada pertanaman kedelai diantaranya adalah :

- pembuatan embung
- pembuatan rorak
- aplikasi mulsa vertikal (*slot mulch*)

Embung merupakan kolam yang bentuknya mendekati segi empat untuk menampung air hujan dan air limpasan dan atau air rembesan di lahan sawah tadah 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 (gogoranch) 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 hilir 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 (Syamsiah *et al.* 1994; Tala'ohu, 1998).

Embung dibuat untuk menampung hujan dan aliran permukaan pada saat MH dan bisa digunakan pada saat tanaman memerlukan air pada MK.

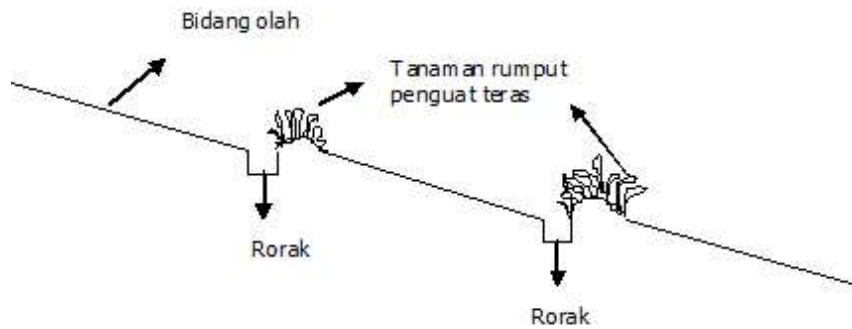
Embung dapat dibuat secara individu dan atau berkelompok (Gambar 6) sebagai sumber air irigasi untuk tanaman.



Gambar 6. Embung sebagai sumber air irigasi pada saat musim kemarau (MK)

Rorak adalah parit/selokan atau lubang kecil yang dibuat memotong lereng, berukuran kecil sampai sedang, dibuat dibidang olah atau di saluran peresapan atau pada saluran pembuangan air (SPA) yang ditujukan untuk : a) menampung dan mersapkan air aliran permukaan ke dalam tanah; b) memperlambat laju aliran permukaan; c) pengumpul sedimen yang memudahkan untuk mengembalikannya ke bidang olah; dan d) jika dibangun pada saluran peresapan akan meningkatkan efektivitas saluran peresapan tersebut.

Dimensi rorak dapat dibuat bervariasi, dan sangat tergantung pada kondisi dan kemiringan lahan serta besarnya limpasan permukaan. Umumnya rorak dibuat dengan ukuran panjang 1- 2 m, lebar 0,25 – 0,50 m dan dalam 0,20 – 0,30 m atau dapat juga dibuat dengan panjang 1-2 m, lebar 0,30 – 0,40 m dan dalam 0,40 – 0,50m.



Gambar 7. Sketsa rorak untuk pertanian kedelai di lahan kering berlereng

Pembuatan rorak dilakukan bersamaan dengan pengolahan tanah dan persiapan tanam. Biasanya setelah beberapa kali hujan, rorak ini akan tertutup sedimen, oleh sebab itu butuh pemeliharaan agar dapat berfungsi secara optimal. Apabila sudah tertutup sedimen, maka dimensi rorak perlu disempurnakan sewaktu-waktu dengan jalan menggali/mengangkat tanah dari dalam rorak untuk dikembalikan lagi ke bidang olah. Pemeliharaan ini dapat dilakukan bersamaan dengan waktu penyiangan atau pembumbunan.

Aplikasi mulsa sisa tanaman

Mulsa adalah bahan-bahan (sisa-sisa panen, plastik dan lain-lain) yang disebar atau digunakan untuk menutup permukaan tanah agar tanah tersebut terhindar dari kerusakan. Dari segi konservasi air, mulsa digunakan untuk mengurangi penguapan (evaporasi), melindungi tanah dari pukulan langsung butir-butir hujan, sehingga mengurangi kepadatan tanah, dan kapasitas infiltrasi menjadi lebih besar. Mulsa dapat disediakan di areal pengelolaan maupun didatangkan dari luar lahan pengelolaan berupa sisa-sisa panen, hasil pangkasan tanaman, plastik dan lain-lain. Pemberian mulsa yang bahannya dari luar lahan pengelolaan lebih sulit diterapkan, karena memerlukan tenaga untuk mengumpulkan dan mengangkut bahan organik tersebut.

Mulsa sisa tanaman dapat diberikan dengan jalan menyebarkannya secara merata di permukaan tanah. Mulsa tersebut selain dapat melindungi tanah dari daya rusak butir-butir hujan serta mengurangi aliran permukaan, memelihara kelembaban tanah, serta mengurangi evaporasi dari permukaan tanah, juga merupakan sumber bahan organik dan unsur hara bagi tanaman. Bahan mulsa yang baik adalah bahan yang sukar melapuk seperti jerami padi, jagung dan atau rumput hasil penyiangan.

Rorak dapat diisi dengan sisa tanaman atau serasah (mulsa) untuk meningkatkan kemampuan rorak dalam menyimpan dan menjerap sedimen. Kombinasi antara rorak dan mulsa ini disebut mulsa vertikal (*slot mulch*). Mulsa yang ditumpuk pada suatu selokan menurut garis kontur (*slot mulch* atau mulsa vertikal) berfungsi menahan air, sehingga laju aliran air di permukaan berkurang.

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).

Haryati *et al.* (2013) memperlihatkan bahwa pemberian mulsa secara dilarik (modifikasi mulsa vertikal) sebanyak 10 t ha⁻¹ memberikan pengaruh yang lebih baik dibandingkan mulsa konvensional/ditaburkan merata diatas permukaan tanah. Keragaan tanaman kedelai umur 15 dan 30 hst pada perlakuan mulsa konvensional dan larik disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Aplikasi mulsa konvensional (kiri) dan mulsa larik (kanan) pada pertanaman kedelai

Pemberian bahan organik (pupuk hijau)

Rotasi atau tumpang gilir tanaman pokok dengan tanaman legum penutup tanah akan meningkatkan penyediaan bahan organik sebagai mulsa. Tanaman legum yang dapat digilirkan, antara lain adalah bengkok (*Mucuna sp.*), kacang tunggak dan lain-lain. Tanaman-tanaman tersebut relatif toleran terhadap kekeringan. Bahan organik dapat ditambahkan ke dalam tanah sebagai mulsa atau ditanamkan kedalam lapisan olah sebagai pupuk hijau.

Olah tanah konservasi (OTK)

Pengolahan tanah dapat diartikan sebagai kegiatan manipulasi mekanik terhadap tanah. Tujuannya adalah untuk mencampur dan menggemburkan tanah, mengontrol tanaman pengganggu, mencampur sisa tanaman dengan

tanah, dan menciptakan kondisi kegemburan tanah yang baik untuk pertumbuhan akar. Setiap upaya pengolahan tanah akan menyebabkan terjadinya perubahan sifat-sifat tanah. Tingkat perubahan yang terjadi sangat ditentukan oleh jenis alat pengolah tanah yang digunakan. Penggunaan cangkul misalnya, relatif tidak akan menyebabkan terjadinya pemadatan pada lapisan bawah tanah. Namun demikian, karena seringnya tanah terbuka, terutama antara 2 musim tanam, maka lebih riskan terhadap dispersi agregat, erosi dan proses iluviasi (penumpukan liat) yang selanjutnya dapat memadatkan tanah. Pengolahan tanah yang berlebihan menjadi penyebab utama terjadinya kerusakan struktur tanah, dan kekahatan kandungan bahan organik tanah.

Olah tanah konservasi OTK adalah cara penyiapan lahan yang menyisakan sisa tanaman diatas permukaan tanah sebagai mulsa dengan tujuan untuk mengurangi erosi dan penguapan air dari penguapan tanah. Definisi lain (Utomo, 1995) menyebutkan bahwa OTK adalah suatu cara pengolahan tanah yang bertujuan untuk menyiapkan lahan agar tanaman dapat tumbuh dan berproduksi optimum, namun tetap memperhatikan aspek konservasi tanah dan air. OTK dicirikan oleh berkurangnya pembongkaran/pembalikan tanah, penggunaan sisa tanaman sebagai mulsa, dan kadang-kadang disertai dengan penggunaan herbisida untuk menekan pertumbuhan gulma atau tanaman pengganggu lainnya. Kelebihan penerapan sistem OTK dalam penyiapan lahan adalah (Rachman *et al.* 2004):

1. Menghemat tenaga dan waktu
2. Meningkatkan kandungan bahan organik tanah
3. Meningkatkan ketersediaan air di dalam tanah
4. Memperbaiki kegemburan tanah dan meningkatkan porositas tanah
5. Mengurangi erosi tanah
6. Memperbaiki kualitas air
7. Meningkatkan kandungan fauna tanah
8. Mengurangi penggunaan alsintan seperti traktor
9. Menghemat penggunaan bahan bakar
10. Memperbaiki kualitas udara

Beberapa cara penyiapan lahan yang akhir-akhir ini banyak diperkenalkan dan memenuhi kriteria sebagai OTK adalah (Sinukaban, 1990) :

Tanpa olah tanah (TOT) (*zero tillage*), adalah cara penanaman yang tidak memerlukan penyiapan lahan, kecuali membuka lubang kecil untuk meletakkan benih. Di negara maju peletakan benih menggunakan alat berat planter yang dilengkapi dengan disk-opener, sedangkan di negara-negara berkembang seperti indonesia umumnya masih menggunakan tongkat kayu

yang diruncingkan dibagian bawahnya (tugal). TOT biasanya dicirikan oleh sangat sedikitnya gangguan terhadap permukaan tanah, kecuali lubang kecil untuk meletakkan benih dan adanya penggunaan sisa tanaman sebagai mulsa yang menutupi sebagian besar (60 – 80 %) permukaan lahan.

Olah tanah seperlunya (OTS) (*reduced tillage*), adalah cara pengolahan tanah yang dilakukan dengan mengurangi frekuensi pengolahan. Pengolahan tanah dilakukan sekali setahun atau sekali dalam dua tahun tergantung pada tingkat kepadatan tanahnya dan sisa tanaman disebarkan seluruhnya diatas permukaan tanah sebagai mulsa setelah pengolahan tanah. Pada tanah-tanah yang cepat memadat seperti pada tanah yang bertekstur berat, pengolahan tanah dapat dilakukan sekali dalam setahun, sedangkan pada tanah-tanah yang bertekstur sedang, pengolahan tanah dapat dilakukan sekali dalam dua tahun.

Olah tanah strip (OTS) (*strip tillage*), adalah cara pengolahan tanah yang dilakukan hanya pada strip-strip atau alur-alur yang akan ditanami, biasanya strip-strip tersebut dibuat mengikuti kontur. Bagian lahan diantara dua strip dibiarkan tidak terganggu/diolah. Sisa tanaman disebar sebagai mulsa diantara dua strip dan menyisakan zona sekitar strip tanpa adanya mulsa.

Pemberian pembenah tanah (soil conditioner)

Pembenah tanah adalah bahan alami atau sintetik mineral atau organik untuk menanggulangi kerusakan atau degradasi tanah. Kegiatan rehabilitasi lahan salah satunya diarahkan untuk memperbaiki kualitas tanah (sifat fisik, kimia dan biologi tanah). Pemulihan sifat tanah dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai bahan *amelioran* (pembenah tanah/*soil conditioner*), yang salah satunya adalah *biochar* atau arang.

Biochar atau arang merupakan pembenah tanah alami berbahan baku hasil pembakaran tidak sempurna (*pyrolysis*) dari residu atau limbah pertanian yang sulit didekomposisi, seperti kayu-kayuan, tempurung kelapa sawit, sekam padi, kulit buah kakao dan lain-lain. Pembakaran tidak sempurna dilakukan dengan menggunakan alat pembakaran atau pirolisator suhu sekitar 250° – 350°, selama 2 – 3,5 jam, sehingga diperoleh arang yang mengandung karbon tinggi dan dapat diaplikasikan sebagai pembenah tanah.

Manfaat penggunaan *Biochar* pada lahan kering antara lain :

- Meningkatkan pH dan KTK tanah
- Meningkatkan kemampuan tanah meretensi air dan hara
- Meningkatkan kandungan C-total tanah (carbon sink)

Dibandingkan dengan bahan pembenah tanah yang lain, *Biochar* mempunyai keunggulan antara lain :

- Dapat mengurangi laju emisi CO²
- Bentuknya yang stabil (sulit didekomposisi) dalam tanah, mampu bertahan dalam tanah untuk jangka waktu yang lama (> 400 tahun) dan berfungsi sebagai konservasi karbon
- Dapat membentuk habitat yang baik bagi mikro organisme (lingkungan bersifat netral pada tanah masam).

Dosis *Biochar* yang optimum yang direkomendasikan sebagai pembenah tanah berkisar dari 1 s/d 2,5 t ha⁻¹musim⁻¹ tanam tergantung tingkat degradasi lahannya atau kandungan C-organik tanahnya. Hal ini dirasa cukup tinggi dan *voluminous*, sehingga diperlukan teknologi yang dapat menurunkan dosisnya tanpa mengurangi fungsi dan efektivitasnya sebagai pembenah tanah. Teknologi nano dapat dijadikan alternatif untuk hal ini, sehingga Biochar dapat dikemas dalam bentuk nano dengan cara menambahkan senyawa *humat*, selanjutnya diformulasi dalam bentuk nano sehingga terbentuk *biochar humat submicron*.

Bahan utama pembenah tanah, dosis optimum dan cara pemberiannya relatif berbeda untuk masing-masing jenis pembenah tanah. Jenis pembenah tanah yang dapat diaplikasikan pada tanaman kedelai di lahan kering disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Jenis pembenah tanah yang dapat diaplikasikan pada tanaman kedelai di lahan kering

No	Jenis pembenah	Bahan utama	Dosis optimum (tha ⁻¹)	Cara pemberian
1	<i>Biochar</i> sekam padi	Arang sekam	2,5 - 5	Diberikan 2,5 tha ⁻¹ /musim, disebar merata dan diaduk sedalam lapisan olah (0–20cm), diberikan 2 minggu sebelum tanam.
2	Beta	Pukan dan zeolit/dolomit	5 - 10	Disebar merata dan diaduk sedalam lapisan olah (0–20 cm), diberikan 2 minggu sebelum tanam.
3	Pupuk kandang	Pupuk kandang	10 - 15	Diberikan pada saat pengolahan tanah, diaduk merata pada kedalaman 0-20cm, 1 minggu sebelum tanam.
4	SP - 50	Arang sekam dan pupuk kandang	5 - 10	Disebar merata dan diaduk sedalam lapisan olah (0–20 cm), diberikan 2 minggu sebelum tanam.

Pemberian pembenah tanah sebaiknya diberikan secara bertahap namun bersifat kontinyu. Tanah-tanah terdegradasi/suboptimal seperti *Typic Kanhapludults* di Tamanbogo, Lampung Timur, sebaiknya diberikan dengan dosis 10 t ha⁻¹ pada awal proses rehabilitasi dan selanjutnya diberikan dengan dosis 5 t ha⁻¹ setiap musim tanam.

Teknik irigasi yang efektif dan efisien

Pertanaman kedelai yang ditanam pada saat musim kemarau, riskan dan dihadapkan pada kendala kekurangan air pada saat tanaman membutuhkan air. Oleh karena itu efisiensi penggunaan air harus menjadi perhatian yang lebih terintegrasi terhadap teknik budidaya lainnya. Untuk itu pemberian air irigasi harus tepat waktu (diberikan pada saat tanaman membutuhkan) dan tepat jumlah (volume yang diberikan sesuai dengan kebutuhan tanaman).

Jumlah air irigasi yang diberikan ditetapkan berdasarkan kebutuhan tanaman, dinamika kelengasan tanah dimana kemampuan tanah memegang air berperan sangat penting, serta sarana irigasi yang tersedia. Kemampuan tanah memegang air perlu diperhitungkan, karena pemberian air yang berlebihan hingga melebihi tanah memegang air, menyebabkan air akan mengalir sebagai aliran permukaan atau masuk kedalam lapisan yang lebih dalam melalui perkolasi. Tanah yang bertekstur halus dan berstruktur remah lebih mampu menahan air sesudah pori aerasinya kosong dari air, dan tanah liat berat mampu menyimpan lebih banyak air, namun sulit melepaskannya untuk tanaman.

Ada 3 aspek penting dalam memanfaatkan air secara efisien melalui irigasi, yaitu : 1) jumlah air yang diberikan, 2) waktu pemberian, 3) cara pemberian. Pemberian air irigasi sejumlah 20 mm hari⁻¹ dengan interval waktu 5 harian (pemberian dilakukan 1 kali dalam 5 hari) merupakan pilihan yang terbaik.

Beberapa alternatif sistem irigasi yang dapat diterapkan untuk memanfaatkan air secara efisien adalah (a) irigasi tetes (*drip irrigation*), (b) irigasi curah (*sprinkler irrigation*) dan (c) irigasi bawah permukaan (*sub-surface irrigation*).

III. ANALISIS FINANSIAL USAHATANI KEDELAI

Salah satu pertimbangan petani untuk melakukan usahatani kedelai adalah keuntungan usahatani dan ketersediaan lahannya. Para petani akan menanam kedelai jika mereka yakin akan memperoleh manfaat ekonomi (keuntungan), peluang keberhasilannya tinggi dan tersedianya modal. Salah satu indikator keuntungan usahatani kedelai bagi petani relatif sederhana, yakni harga jual kedelai yang menarik (cukup tinggi) dan stabil. Indikator peluang keberhasilan usahatani kedelai bagi petani adalah kondisi iklim atau ketersediaan air. Kemudian salah satu aspek permodalan dalam berusahatani kedelai adalah tersedianya benih kedelai yang bermutu dan harganya terjangkau petani. Di beberapa daerah menanam kedelai sudah merupakan budaya petani sehingga faktor-faktor tersebut tidak selalu menjadi penyebab utama petani berusahatani kedelai. Pada kondisi tersebut petani menanam kedelai karena alasan tumpang gilir tanaman yang diyakininya dapat meningkatkan kesuburan tanah.

Alasan ekonomi tetap menjadi faktor penyebab utama petani menanam atau tidak menanam kedelai pada lahan usahatannya. Perkembangan luas tanam kedelai selama ini menjadi bukti preposisi tersebut. Pada tahun 1980-1990-an luas tanam kedelai di Indonesia lebih dari satu juta hektar, tetapi saat ini luas tanam kedelai sekitar 500-600 ribu hektar saja. Hal tersebut karena harga jual kedelai di tingkat petani fluktuatif dan tidak menarik bagi petani, dan di sisi lain ketersediaan lahan sudah berkurang. Bertani kedelai kalah kompetitif dengan komoditas lainnya. Analisis finansial diperlukan untuk mengetahui tingkat keuntungan budidaya kedelai.

3.1. Konsep operasional

Beberapa konsep operasional yang terkait dengan analisis finansial usahatani kedelai, yaitu:

1. Nilai produksi merupakan hasil perkalian antara jumlah produksi dengan harga pasar pada tingkat petani atau *farmers' gate price* (Rp/ha). Nilai produksi seringkali disebut dengan penerimaan usahatani atau *revenue*.
2. Pendapatan bersih usahatani merupakan selisih antara nilai produksi dengan biaya produksi (Rp/ha).
3. Biaya produksi merupakan semua biaya yang dikeluarkan oleh petani untuk mengelola usahatani (Rp/ha).
4. Biaya produksi terdiri atas biaya variabel dan biaya tetap. Biaya variabel adalah semua pengeluaran usahatani yang manfaatnya

langsung habis pada satu musim tanam atau berkaitan langsung dengan tingkat produktivitas. Contoh biaya variabel adalah biaya pembelian benih, pupuk, dan pestisida; upah tenaga kerja pengolahan tanah, tanam, penyiangan, aplikasi pupuk, dan aplikasi pestisida. Biaya tetap adalah pengeluaran usahatani yang manfaatnya tidak habis dalam satu musim tanam atau tidak berkaitan langsung dengan peningkatan produktivitas, misalnya pengeluaran untuk pajak tanah (PBB), upah tenaga kerja pembuatan terasering (teknik konservasi tanah), dan pembelian peralatan pertanian.

5. Hasil adalah jumlah kacang kedelai yang diperoleh sebagai akibat bekerjanya beberapa faktor produksi pada usahatani (kg/ha).
6. Harga adalah nilai jual yang diterima bersih oleh petani (Rp/kg).
7. Nilai B/C adalah rasio penerimaan bersih atau keuntungan usahatani dengan biaya usahatannya. Nilai B/C menunjukkan besarnya penerimaan bersih yang diperoleh dari setiap rupiah biaya usahatani yang dikeluarkan. Terkait dengan penerapan teknologi introduksi budidaya kedelai maka yang dihitung adalah peningkatan nilai B/C atau *incremental B/C ratio*, yakni rasio peningkatan keuntungan terhadap peningkatan biaya akibat penerapan teknologi introduksi budidaya tersebut.
8. Titik impas merupakan suatu keadaan dimana nilai hasil usahatani dapat menutupi semua biaya variabel usahatani sehingga petani tidak mengalami kerugian tetapi juga tidak memperoleh keuntungan. Titik impas dapat diukur dalam satuan produksi (kg) atau nilai penjualannya (Rp).
9. Manfaat non-pasar atau *intangible benefit* adalah suatu manfaat penerapan teknologi introduksi budidaya kedelai yang tidak bisa dinilai melalui mekanisme pasar karena belum ada harganya. Pada umumnya penerima *intangible benefit* bukan hanya para petani, tetapi juga masyarakat luas. Contoh *intangible benefit* yang dimaksud adalah: (1) berkurangnya erosi dan aliran permukaan akibat penerapan terasering, rorak, guludan, dan penanaman searah kontur pada usahatani kedelai pada lahan kering berlereng, (2) berkurangnya pencemaran air akibat penerapan konsep pemupukan berimbang, dan (3) tersedianya pasokan bahan baku (kedelai) untuk keberlanjutan kegiatan produksi (tahu/tempe) dan penyerapan angkatan kerja non-usahatani. Di dalam analisis finansial manfaat *intangible* tersebut tidak diperhitungkan.

3.2. Cara pengukuran

Data usahatani diperoleh dengan cara membuat catatan usahatani yang diisi langsung oleh petani atau disebut *farm record keeping* (FRK). Catatan usahatani tersebut memuat data dan informasi penggunaan sarana produksi, teknik budidaya, dan keperluan tenaga kerja, baik dalam satuan fisik, seperti kg, liter, hari orang kerja, maupun dalam satuan nilai uang (nominal) atau rupiah dengan cara mengalikan satuan fisik tersebut dengan harga beli atau harga jualnya. Data dan informasi pada FRK kemudian disarikan oleh teknisi atau peneliti menjadi tabel usahatani. Penyusunan tabel usahatani tersebut memerlukan konfirmasi atau diskusi dengan petani, misalnya melalui *focus group discussion* (FGD). Contoh catatan usahatani (FRK) dan tabel usahatani disajikan pada Lampiran 1 dan Lampiran 2 serta contoh analisis B/C dan BEP pada Lampiran 3.

Biaya penerapan teknologi introduksi budidaya kedelai yang manfaatnya berlangsung lebih dari satu musim tanam, dihitung penyusutannya. Biaya penyusutan adalah nilai perolehan dibagi dengan umur ekonomi penggunaannya. Sebagai contoh, jika biaya pembuatan guludan searah kontur dan rorak sebesar Rp X, umur ekonomi guludan dan rorak tersebut selama 6 musim tanam, maka biaya penyusutan per musim tanamnya adalah Rp X/6. Perhitungan yang sama dapat dilakukan terhadap peralatan pertanian (sprayer, cangkul dan lain-lain) dan sewa lahan.

3.3. Cara analisis

Analisis kelayakan finansial penerapan teknologi introduksi budidaya kedelai dapat dilakukan dengan menghitung rasio B/C (*Benefit Cost ratio*), BEP (*Break Even Point*), NPV (*Net Present Value*), dan IRR (*Internal Rate of Return*). Di dalam juknis ini dijelaskan dua cara yang pertama mengingat caranya sederhana dan indikator tersebut sudah cukup untuk dapat memberikan informasi kepada petani dalam mengambil keputusan untuk menerapkan atau tidak menerapkan teknologi introduksi tersebut terutama dalam jangka pendek. Contoh ilustrasi analisis finansial usahatani kedelai disajikan pada Tabel 10 dan Lampiran 3.

Tabel 10. Contoh analisis finansial penerapan teknologi introduksi budidaya kedelai (per hektar)

Jenis Pengeluaran	Perlakuan		
	P1	P2	P3
Benih kedelai (Rp)	400.000	400.000	400.000
Pupuk an-organik (Rp)	360.000	360.000	1.760.000
Amelioran (Rp)	-	-	260.000
Insektisida/herbisida/fungisida (Rp)	1.020.000	1.020.000	1.020.000
Sub total biaya bahan (Rp)	1.780.000	1.780.000	3.440.000
Upah TK pengolahan tanah (Rp)	700.000	700.000	700.000
Upah TK tanam dan pemeliharaan (Rp)	1.250.000	1.650.000	2.160.000
Upah TK panen dan pasca panen (Rp)	750.000	1.000.000	1.200.000
Sub total biaya upah kerja (Rp)	2.700.000	3.350.000	4.060.000
Total biaya produksi (Rp)	4.480.000	5.130.000	7.500.000
Produksi kedelai (biji kering) (ton/ha)	1,10	1,50	1,63
Harga jual (Rp/kg)	8.000	8.000	8.000
Penerimaan usahatani (Rp)	8.800.000	12.000.000	13.040.000
Keuntungan usahatani	4.320.000	6.870.000	5.540.000
Ratio B/C	0,96	1,34	0,74
<i>Incremental B/C ratio</i>		3,92	0,40

Catatan: P1= Teknologi budidaya kedelai cara petani; P2= P1 yang diperbaiki;
P3= Teknologi budidaya kedelai introduksi

Berdasarkan hasil analisis finansial (Tabel 9) di atas dapat dinyatakan bahwa Perlakuan P2 lebih baik daripada Perlakuan P3. Hal tersebut karena peningkatan nilai B/C Perlakuan P2 atas Perlakuan P1 lebih tinggi daripada Perlakuan P3 atas Perlakuan P1. Titik impas (BEP) produksi untuk ketiga perlakuan tersebut adalah 560 kg/ha (Perlakuan P1), 641 kg/ha (Perlakuan P2) dan 938 kg/ha (Perlakuan P3). Titik impas (BEP) harga produk untuk ketiga perlakuan tersebut adalah Rp 4.073/kg (Perlakuan P1), Rp 3.420/kg (Perlakuan P2) dan Rp 4.601/kg (Perlakuan P3).

Secara ringkas deskripsi perlakuan tersebut adalah sebagai berikut: (1) P1 atau teknologi pengelolaan lahan berdasarkan praktek petani merupakan teknologi pemupukan dan teknologi konservasi air yang diterapkan petani di lokasi penelitian, (2) P2 atau teknologi pengelolaan lahan praktek petani yang diperbaiki merupakan praktek pemupukan sesuai praktek petani dan teknik konservasi air berupa mulsa konvensional, dan (3) P3 atau teknologi pengelolaan lahan introduksi merupakan teknologi perbaikan kualitas tanah

melalui ameliorasi dan pengelolaan hara secara terpadu dengan memadukan sumber pupuk anorganik, organik dan hayati serta teknik konservasi air mulsa vertikal. Dengan demikian berdasarkan ilustrasi perhitungan di atas pemberian mulsa pada usahatani kedelai sangat elastis dalam peningkatan produktivitas dan pendapatan petani, sekaligus meningkatkan kelayakan finansial usahatannya.

IV. PENUTUP

Buku pengelolaan lahan pada tanaman kedelai ini merupakan buku yang membahas pengelolaan lahan yang tepat untuk tanaman kedelai. Buku ini dapat digunakan sebagai bahan/ materi bagi *stake holder* (pelajar, mahasiswa, guru, dosen, teknisi dan penyuluh pertanian). Buku ini diharapkan dapat mempercepat penerapan dan adopsi teknologi pengelolaan lahan pada usahatani kedelai.

Penerapan teknologi ameliorasi, pemupukan berimbang dan teknik konservasi tanah dan air disertai teknik budidaya yang tepat diharapkan dapat meningkatkan produktivitas lahan dan tanaman kedelai, sehingga usaha tani kedelai berkelanjutan dan menguntungkan.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Amayreh, 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.
- Arsyad, S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press.
- Agus, F., E. Surmaini, dan N. Sutrisno. 2002. Teknologi hemat air dan irigasi suplemen. Hal. 239- 264 dalam Abdurachman *et al. (eds.)*. *Teknologi Pengelolaan Lahan Kering. Menuju Pertanian Produktif dan Ramah Lingkungan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian.
- Badan Pusat Statistik. 2015. *Statistik Indonesia*. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Bakker, 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.
- 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.

- Darman M. Arsyad dan Mahyuddin Syam. 1995. Kedelai. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Dariah, 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.
- Dariah, A., Sutono dan N. L. Nurida. 2010. Penggunaan Pembenh Tanah Organik dan Mineral untuk Perbaikan Kualitas Tanah Typic Kanhapludults Tamanbogo Lampung. Jurnal Tanah dan Iklim No 31, Juli 2010. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Litbang Pertanian. Kementrian Pertanian.
- Dariah, A., dan N. L. Nurida. 2011. Formula Pembenh Tanah Diperkaya Humat untuk Meningkatkan Produktivitas Tanah Ultisol Taman Bogo Lampung. Jurnal Tanah dan Iklim No 33, Juli 2011. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Litbang Pertanian. Kementrian Pertanian.
- Dierolf, T., T. H. Fairhust and E.W. Mutert. 2000. Soil Fertility Kit: A toolkit for acid upland soil fertility management in Southeast Asia. Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH; Food and Agriculture Organisation; PT Katom; and Potash and Phosphate Institute (PPI), Potash and Phosphate Institute of Canada (PPIC). P.132.
- FAO. 2007. Good Agricultural Practices a working concept. Background paper for the FAO Internal Workshop on Good Agricultural Practices. FAO GAP Working Paper Series 5. Rome, Italy 27-29 October 2004. FAO.
- Gardner, H. R. 1972. Water utilization by a dryland rowcrop. In : Hillell, D (ed). Optimizing the soil physical environment toward greater crop yield. Academic Press. Inc. New York. Pp. : 163 – 171.
- 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.
- 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.

- Hartatik, W. 2015. Pemupukan Berimbang dan Berwawasan Lingkungan. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. Vol. 37 No.1, ISSN: 0216-4427.
- Hartatik, W., D. Setyorini dan H. Wibowo. 2015. Verifikasi Rekomendasi Pemupukan P dan K pada Tanaman Kedelai pada Inceptisol Kediri, Jawa Timur. *Prosiding Seminar Nasional Sistem Informasi dan Pemetaan Sumber Daya Lahan Mendukung Swasembada Pangan*, Balai Besar Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Hartatik, W., H. Wibowo dan Jati Purwani. 2015. Aplikasi Biochar dan Tithoganic dalam Peningkatan Produktivitas Kedelai (*Glycine max* L.) pada Typic Kanhapludults di Lampung Timur. *Jurnal Tanah dan Iklim* Vol. 39 No.1, Juli 2015, Halaman: 51 – 62.
- Hartatik, W. dan J. Purwani. 2017. Peningkatan Produktivitas Kedelai (*Glycine max* L.) pada Typic Kanhapludults dengan Aplikasi Pembenh Tanah dan Pupuk NPK. *Jurnal Tanah dan Iklim* Vol. 41 No.2, Desember 2017, Halaman: 123 – 134.
- Haryati, U. 2010. Peningkatan Efisiensi Penggunaan Air Untuk Pertanian Lahan kering Berkelanjutan Melalui Berbagai Teknik Irigasi Pada *Typic Kanhapludult* Lampung. *Disertasi. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor*.
- Haryati, U., W. Hartatik dan I. Juarsah. 2013. Inovasi teknik Konservasi Air Untuk Peningkatan Produktivitas Kedelai Pada Lahan Sub-optimal di Lampung. *Prosiding Seminar Nasional Pertanian Ramah Lingkungan*. Bogor, 29 Mei 2013. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian.
- Kisinyo, P.O., C.O. Othieno, S.O Gudu, J.R. Okalebo, P.A. Opala, J.K. Maghanga, W.K. Ng'etich, J.J. Angalo, R.W. Opile, J.A. Kisinyo, and B.O. Ogola. 2013. Phosphorus sorption and lime requirements of maize growing acid soils of Kenya. *Sustainable Agriculture Research* 2(2): 116 – 123.
- Krishnappa, 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.
- Lal, R., D. Vlesshauer, and R. M. Ngaje. 1980. Change in properties of cleared tropical Alfisol as effected by mulching. *Soil. Sci. Soc. Am. J.* 44 : 827 - 833.

- Marwoto, Subandi, T. Adisarwanto, Sudaryono, A. Kasno, S. Hardaningsih, D. Setyorini dan M. Muchlish Adie. 2011. Pedoman Umum PTT Kedelai. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Meda, A.R. and P. R. Furlani. 2005. Tolerance to aluminium toxicity by tropical leguminous plants used as cover crops. *Brazilian Archives of Biology and Technology, An International Journal* 48 (2): 309 – 317.
- Mohammad Masjkur dan W. Hartatik. 2015. Perbandingan Model Statistika Bagi Penentuan Batas Kritis Hara Kalium pada Kedelai. *Jurnal BIAstatistic* vol.9, No.1, Februari 2015 ISSN: 1907-6274.
- Noeralam, A. 2002. Teknik Pemanenan Air yang Efektif dalam Pengelolaan Lugas Tanah Pada Usahatani Lahan Kering. Desertasi Doktor. Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Rachman, A., A. Dariah dan E. Husen. 2004. Olah Tanah Konservasi *dalam* Kurnia *et al.* (eds) *Teknologi Konservasi Tanah pada Lahan Kering Berlereng*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Badan Litbang Pertanian. Departemen Pertanian.
- 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.
- Ritung S., K. Nugroho, A. Mulyani dan E. Suryani. 2012. Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan Untuk Komoditas Pertanian. Ed. Revisi. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian.
- Rochayati, S. dan Ai Dariah. 2012. Pengembangan lahan kering masam: peluang, tantangan dan strategi serta teknologi pengelolaan. Hal. 187 – 204 *dalam* *Prospek Pertanian Lahan Kering Dalam Mendukung Ketahanan Pangan*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Scholes, M. C., D. Powlson and G. Tian. 1997. Input control and organic matter dynamic. *Geoderma.* 79: 25 – 47.

- Sinukaban, N. 1990. Pengaruh pengolahan tanah konservasi dan pemberian mulsa jerami terhadap produksi tanaman pangan dan erosi hara. *Pembrit. Penel. Tanah dan Pupuk* 9 : 32 – 38.
- Stevenson. F. J. 1982. *Humus Chemistry, Genesis, Composition, Reaction*. 2nd ed. New York. John Willey and Sons.
- Subandi dan A. Wijanarko. 2013. Pengaruh teknik pemberian kapur terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai pada lahan kering masam. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 32 (3): 171-178.
- 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.
- Suwardjo. 1981. Peranan Sisa-sisa Tanaman dalam konservasi Tanah dan Air pada Usahatani Tanaman Semusim. Disertasi. Fakultas Pasca Sarjana, IPB. Bogor.
- Sudirman dan A. Abdurachman. 1981. Pengaruh kadar air tanah, mulsa, dan pupuk organik terhadap pertumbuhan jagung dan pemakaian air. hlm. 297-304 *dalam* *Prosiding Pertemuan Teknis Penelitian Tanah*. Cipayung, 10-13 Nopember 1981. Pusat Penelitian Tanah, Bogor.
- Syamsiah, I., P. Wardana, Z. Arifin dan A. M. Fagi. 1994. *Embung. Kolam Penampung Air Serbaguna*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian.
- 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.
- Taufiq, A., Marwoto, F. Rozi, IM. Jana Mejaya. 2009. *Peningkatan Produksi Kedelai di Lahan Pasang Surut*. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Badan Litbang Pertanian.
- Utomo, M. 1995. Kekerasan tanah dan serapan hara tanaman jagung pada olah tanah konservasi jangka panjang. *J. Tanah Trop.* 1 : 1 – 7.

- Wade, M.K., D.W. Gill, H. Subagja, M. Sudjadi, and Pedro A. Sanchez. 1986. Overcoming soli fertility constraints in a Transmigration area of Indonesia. Neil Caudle (Ed). Trop Soils Bulletin No. 88-101. The Soil Management Collaborative Research Support Program, North Carolina State University.
- Wardana, 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.
- Wang, 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.

LAMPIRAN 1

Catatan Pengelolaan Usahatani (*Farm Record Keeping*) kedelai pada lahan kering

Nama petani/kooperator: Umur petani (th) :

Kampung/Desa:/..... Pendidikan petani :

Kec./Kab./Prov.:/...../.....

Perlakuan konservasi tanah dan air: :.....

Perlakuan pemupukan:

Luas lahan usahatani (ha):.....

Varietas kedelai:/

Waktu tanam (tgl/bulan/th):

Penggunaan tenaga kerja untuk aplikasi teknik konservasi tanah dan air

No Urut kegiatan	Tgl/Bulan	Jenis kegiatan	Lama kegiatan (hari atau jam)	Jumlah TK (orang)	Upah kerja (Rp/HOK)1)	Keterangan
1						
2						
3						
..						

Penggunaan tenaga kerja untuk kegiatan budidaya

kegiatan	Tgl/Bulan	Jenis kegiatan	Lama kegiatan (hari atau jam)	Jumlah TK (orang)	Upah kerja (Rp/hok)1)	Keterangan
1						
2						
3						
..						

Catatan: 1) upah kerja total berupa tunai ditambah bentuk naturanya (dinilai)

Penggunaan input (benih, pupuk an-organik, pupuk organik/pukan, obat-obatan, dll)

No Urut	Tgl/Bulan	Jenis input (saprodi)	Satuan	Kuantitas	Harga beli	Keterangan
			(kg/liter/..)		(Rp/satuan)	(sumber input)
1						
2						
3						
..						
..						

LAMPIRAN 2

Analisis Usahatani Kedelai

Desa :

Varietas :

Kecamatan :

Kabupaten :

Provinsi :

Perlakuan (KTA dan Pemupukan) :

Luas lahan (Ha) :

No.	Uraian	Satuan	Jumlah Fisik	Harga (Rp/satuan)
1	Saprodi			
	a. Benih Kedelai	kg		
	b. Pupuk kimia/an-organik	kg		
	b1. NPK/Majemuk	...		
	b2. Urea	...		
	b3. SP36	...		
	b4. KCl			
	b5. ZA /			
	c. Pupuk organik			
	c.1. padat (kompos)	kg		
	c.2. cair	liter		
	c3. lainnya.....			
	d. Input lainnya			
	d.1. Dolomit/kapur pertanian	kg		
	d.2.	kg		
	e. Obat-obatan	kg;lt; CC		
	e1.Insektisida		
	e2.Pestisida.....	...		
	e3.Herbisida.....	...		
	Jumlah (1)	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxxxxxx
2	Penggunaan tenaga kerja budidaya			
	a. Persiapan&pengolahan tanah	HOK		
	b. Pembuatan terasering/guludan/rorak	HOK		
	c. Penanaman	HOK		
	d. Penyiangan (I & II)	HOK		
	e. Aplikasi pupuk kandang	HOK		
	f. Aplikasi pupuk an-organik (total)	HOK		
	g. Aplikasi pestisida (total)	HOK		
	h. Pemeliharaan tanaman	HOK		
	i. Pemeliharaan guludan/rorak/KTA	HOK		
	Jumlah (2)	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxxxxxx

(dilanjutkan)

(Lanjutan Lampiran 2.)

No.	Uraian	Satuan	Jumlah Fisik	Harga (Rp/satuan)	Total Nilai (Rp)
3	Penggunaan TK panen&pasca panen	Satuan	Jumlah	Rp/satuan	Total nilai
	a. Kegiatan panen	HOK			
	b. Pasca panen/pengangkutan	HOK			
	Jumlah (3)	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxxxxxx	
	Jumlah biaya produksi[(1)+(2)+(3)]	Rp	xxxxxxx	xxxxxxxxxxx	
4	Output	Satuan	Jumlah	Rp/Satuan	Total nilai
	Hasil panen kedelai	Kg			

Catatan: Formulir ini diisi oleh teknisi/peneliti (berdasarkan FRK dan konfirmasi dengan petani)

LAMPIRAN 3

Analisis rasio B/C dan BEP penerapan teknologi introduksi pada usahatani kedelai di lahan kering

No	Deskripsi	Teknologi petani (1)	Teknologi introduksi (2)	Perbedaan (2-1)
1	Biaya sarana produksi (Rp/ha)	A	B	A-B
2	Biaya penggunaan tenaga kerja budi daya (Rp/ha)	C	D	D-C
3	Biaya penerapan teknik KTA (Rp/ha)	-	E	E/i
4	Biaya pemeliharaan teknik KTA	-	F	F
5	Biaya lain-lain	G	H	H-G
6	Total biaya usahatani	I	J	J-I
7	Produksi (*)	K	L	L-K
8	Nilai produksi (*)	M	N	N-M
9	Penerimaan bersih	M-I	N-J	(N-J) - (M-I)
10	Rasio B/C	(M-I)/I	(N-J)/J	(N-M)/(J-I)
11	BEP harga (Rp/kg)	I/K	J/L	
12	BEP produksi (kg)	I/harga pasar	J/harga pasar	

Catatan : i adalah umur ekonomi teknik KTA;

(*) analisis ini menjadi tidak relevan jika $L < K$ atau $N < M$, artinya secara cepat dapat diketahui bahwa penerapan teknologi introduksi merugikan petani, kecuali jika nilai E dan F adalah berupa bantuan atau subsidi pemerintah.

ISBN 978-979-582-219-6



9 789795 822196