

Penyunting: Ayda Krisnawati



Kunci Sukses Budi Daya Kedelai di Lahan Rawa Pasang Surut



**Abdullah Taufiq
Andy Wijanarko
Pratanti Haksiwi Putri**

Sanksi Pelanggaran Pasal 113 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, sebagaimana yang telah diatur dan diubah dari Undang-Undang Nomor 19 Tahun 2002, bahwa:

- (1) Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
- (2) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
- (3) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
- (4) Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

KUNCI SUKSES BUDI DAYA KEDELAI DI LAHAN RAWA PASANG SURUT

Penulis:

Abdullah Taufiq
Andy Wijanarko
Pratanti Haksiwi Putri

Penyunting:

Ayda Krisnawati

KUNCI SUKSES BUDI DAYA KEDELAI DI LAHAN RAWA PASANG SURUT

Edisi Pertama

Copyright @ 2021

ISBN 978-623-377-019-4

14,8 x 21 cm

74 h.

cetakan ke-1, 2021

Penulis:

Abdullah Taufiq

Andy Wijanarko

Pratanti Haksiwi Putri

Penyunting:

Ayda Krisnawati

Penerbit

Madza Media

Anggota IKAPI: No.273/JTI/2021

Kantor I: Jl. Pahlawan, Kanor, Bojonegoro

Kantor II: Jl. Bantaran Indah Blok H Dalam 4a Kota Malang

redaksi@madzamedia.co.id

www.madzamedia.co.id

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh isi dengan cara apapun, termasuk dengan cara penggunaan mesin fotocopy tanpa izin sah dari penerbit.

PRAKATA

Kedelai menjadi komoditas pangan strategis di Indonesia sejak dulu hingga kini. Pemenuhan kebutuhan kedelai nasional dari produksi dalam negeri sudah lama diupayakan, baik melalui intensifikasi maupun ekstensifikasi. Lahan rawa pasang surut (LPS) menjadi salah satu target utama pengembangan kedelai karena tersedia cukup luas, dan dicanangkan menjadi lahan pertanian masa depan, penopang program Indonesia lumbung pangan dunia.

Penelitian pemanfaatan LPS untuk budi daya tanaman pangan, termasuk kedelai, sudah banyak dilakukan. Buku ini berbicara khusus tentang LPS dan potensinya untuk pengembangan kedelai di Indonesia. Bermula dari pembahasan tentang LPS dan karakternya, kondisi lahan yang kurang mendukung pertumbuhan kedelai, dan ditutup dengan kunci sukses budi daya kedelai di LPS. Penulis menyertakan beberapa contoh teknologi budi daya yang dapat diterapkan oleh petani ataupun praktisi pertanian.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada banyak pihak yang telah memberikan sumbang saran dalam penyusunan buku ini. Kami berupaya menyajikan buku ini dengan bahasa yang mudah dipahami oleh berbagai pihak, sehingga dapat menjadi acuan bagi peneliti, akademisi, pengambil kebijakan, dan praktisi pertanian untuk pengembangan dan pemanfaatan teknologi budi daya kedelai di LPS.

Malang, Agustus 2021

Penulis

PENGANTAR PENYUNTING

Kedelai merupakan komoditas tanaman pangan yang saat ini terus dipacu peningkatan produksinya agar kebutuhan nasional bisa terpenuhi. Salah satu kunci sukses peningkatan produksi kedelai nasional adalah ketersediaan lahan. Lahan rawa pasang surut (LPS) memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai pusat pertumbuhan kedelai nasional.

Permasalahan pengembangan kedelai pada LPS adalah masih rendahnya capaian produktivitas kedelai di tingkat petani. Varietas kedelai adaptif LPS sudah tersedia, demikian juga rakitan teknologi budi daya juga sudah tersedia. Buku yang mengupas kunci sukses budi daya kedelai di LPS ini dapat membantu dan sekaligus digunakan sebagai pedoman untuk mendongkrak produktivitas kedelai di LPS. Berbagai uji coba rakitan teknologi budi daya kedelai di LPS tersebut memberikan harapan untuk memperoleh produksi kedelai sekitar 2,0 t/ha.

Memandang posisi kedelai di LPS menjadi menarik. Pertama, komoditas kedelai berfungsi sebagai sumber pangan fungsional bagi masyarakat di kawasan LPS dan sekitarnya. Kedua, komoditas kedelai melalui seresahnya juga menjadi penyedia nutrisi bagi tanah LPS, yakni sebagai bahan pembenah tanah.

Buku ini sangat bermanfaat dan dapat digunakan oleh berbagai pengguna, baik itu peneliti, akademisi, penyuluh, ataupun oleh praktisi lapang. Semoga LPS menjadi penyumbang terhadap kebutuhan kedelai nasional.

Malang, Agustus 2021

Penyunting

DAFTAR ISI

PRAKATA	i
PENGANTAR PENYUNTING	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR LAMPIRAN	vii
I. PENDAHULUAN.....	1
II. POTENSI LAHAN RAWA PASANG SURUT	6
III. KARAKTERISTIK DAN MASALAH LAHAN RAWA PASANG SURUT BAGI TANAMAN KEDELAI	11
3.1. Kondisi Keairan	12
3.2. Kemasaman Tanah dan Aluminium (Al)	16
3.3. Status Unsur Hara	23
3.4. Salinitas Tanah	24
IV. KUNCI BUDI DAYA KEDELAI PADA LAHAN RAWA PASANG SURUT	26
4.1. Varietas Adaptif	26
4.2. Ameliorasi Tanah.....	30
4.3. Pemupukan	32
V. TEKNOLOGI BUDI DAYA	35
5.1. Teknologi Budi Daya ISDP	35
5.2. Teknologi Budi Daya PTT.....	37
5.3. Teknologi Budi Daya Jenuh Air (BJA)	38
5.4. Teknologi Budi Daya KEPAS	39
VI. PENUTUP.....	43
DAFTAR PUSTAKA.....	44
LAMPIRAN	58

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Pengguna kedelai di Indonesia tahun 2014-2017.	3
Tabel 2.	Luas lahan rawa pasang surut di Indonesia.	7
Tabel 3.	Keragaan kedelai pada lahan rawa pasang surut tipe B di Kalimantan Selatan dalam model surjan pada MK II 2011.	10
Tabel 4.	Kriteria kesesuaian lahan untuk tanaman kedelai.	12
Tabel 5.	pH, Al-dd, dan kejenuhan Al-dd lahan rawa pasang surut tipe C dari beberapa lokasi di Lampung Selatan, Kalimantan Selatan, Kalimantan Tengah, Jambi, dan Sumatera Selatan.	19
Tabel 6.	Hasil biji kedelai pada beberapa kadar Al-dd dan kejenuhan Al lahan rawa pasang surut.	21
Tabel 7.	Status unsur hara tanah lahan rawa pasang surut tipe C dari beberapa lokasi di Lampung Selatan, Kalimantan Selatan, Kalimantan Tengah, Jambi, dan Sumatera Selatan.	24
Tabel 8.	Klasifikasi status unsur hara untuk kedelai.	25
Tabel 9.	Tingkat toleransi varietas kedelai terhadap salinitas tanah.	29
Tabel 10.	Hasil biji kedelai varietas Anjasromo dengan pemupukan N, P, dan dolomit pada lahan rawa pasang surut tipe C di Jambi.	33
Tabel 11.	Keragaan kedelai varietas Anjasromo menggunakan teknologi KEPAS pada lahan rawa pasang surut di Jambi dan Kalimantan Selatan tahun 2018.	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Konsumsi kedelai di 34 provinsi di Indonesia tahun 2017.	2
Gambar 2.	Luas panen dan produksi kedelai di Indonesia tahun 1961-2014.....	4
Gambar 3.	Tanaman kedelai fase menjelang berbunga (A) dan siap panen (B) pada budi daya model surjan pada lahan rawa pasang surut tipe B di Kalimantan Selatan.	9
Gambar 4.	Tanaman kedelai fase perkecambahan (A) dan fase pertumbuhan awal (B) pada lahan rawa pasang surut tipe C di Barito Kuala, Kalimantan Selatan tergenang akibat hujan bersamaan dengan air pasang.....	13
Gambar 5.	Tanaman kedelai pada lahan rawa pasang surut tipe B/C di Kapuas, Kalimantan Tengah akibat pengaruh salinitas (A)dengan gejala daun klorosis dan diikuti nekrosis (B).	14
Gambar 6.	Pengaruh penggenangan selama 8 hari pada berbagai fase pertumbuhan beberapa genotipe kedelai.	15
Gambar 7.	Hubungan pH tanah dengan ketersediaan unsur hara. Semakin tebal garis berarti ketersediaan unsur hara semakin tinggi, dan sebaliknya.	17
Gambar 8.	Hubungan pH tanah dengan hasil biji kedelai.	18
Gambar 9.	Hubungan Al-dd dengan pH tanah pada lahan rawa pasang surut tipe C di Jambi (A) dan lahan kering masam di Lampung (B).	19
Gambar 10.	Gejala keracunan Al dan Mn, serta kekahatan unsur P, Ca, Mg, dan K pada tanaman kedelai.	23
Gambar 11.	Varietas Sinabung yang tidak toleran kemasaman menunjukkan kekahatan Ca (A) dan varietas Tanggamus yang toleran	

	kemasaman tumbuh normal (B) pada lahan rawa pasang surut tipe D di Jambi.	27
Gambar 12.	Hasil biji kedelai varietas Anjasmoro dengan pemupukan Phonska, dolomit, dan pupuk kandang pada lahan rawa pasang surut tipe C di Jambi.	33
Gambar 13.	Hasil biji kedelai dengan pemupukan NPK, dolomit, dan pupuk kandang pada lahan rawa pasang surut tipe C di Wanaraya, Kalimantan Selatan.	34
Gambar 14.	Produktivitas kedelai menggunakan teknologi KEPAS pada petani kooperator di lahan rawa pasang surut di Jambi dan Kalimantan Selatan tahun 2018.	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Fase pertumbuhan vegetatif tanaman kedelai.....	58
Lampiran 2. Fase pertumbuhan generatif tanaman kedelai.....	59
Lampiran 3. Karakter agronomi varietas unggul kedelai adaptif lahan rawa pasang surut.	60

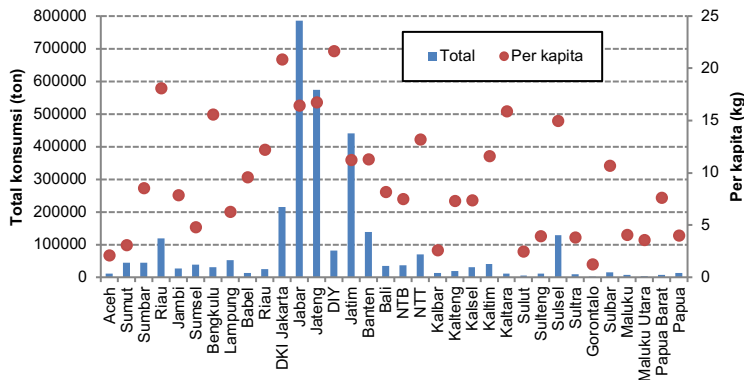


I. PENDAHULUAN

Kebutuhan kedelai di Indonesia cenderung meningkat setiap tahun. Tingkat konsumsi kedelai nasional pada tahun 2017 adalah 8,78 kg/kapita/tahun, dan konsumsi tersebut hingga tahun 2022 diperkirakan meningkat 2,73% per tahun. Dengan laju pertumbuhan penduduk rata-rata 1,15% per tahun, maka kebutuhan kedelai pada tahun 2022 diperkirakan sebesar 2,75 juta ton (Riniarsi 2018). Konsumen kedelai tersebar di 34 provinsi, namun konsumsi tertinggi adalah di Provinsi Jawa Barat (25,3%), diikuti Jawa Tengah (18,5%), Jawa Timur (14,2%), dan DKI Jakarta (7,0%). Konsumsi kedelai per kapita tertinggi adalah DI Yogyakarta dan DKI Jakarta, yaitu lebih dari 20 kg/kapita/tahun (Gambar 1). Itulah mengapa, kedelai menjadi komoditas yang penting dan strategis bagi masyarakat Indonesia (Shurtleff dan Aoyagi 2007).

Kedelai menduduki urutan ketiga dari sembilan komoditas pangan (beras, jagung, kedelai, gula konsumsi, bawang, telur unggas, daging ruminansia, daging unggas, dan cabai) yang

menjadi perhatian pemerintah. Hal tersebut tertuang dalam Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 66 tahun 2021 pasal 4 ayat 1. Sebagai bahan makanan, kedelai terutama diolah menjadi tempe dan tahu (97%), sedangkan 3% sisanya diolah menjadi kecap, susu kedelai, tepung kedelai, dan minyak kedelai (BPS 2019). Oleh karena itu, pengguna utama kedelai di Indonesia adalah industri mikro-kecil (Tabel 1). Tempe dan tahu dari bahan baku kedelai populer sebagai makanan yang ekonomis, mudah dalam pengolahan, serta kaya nutrisi, dan menjadi bagian menu makan sehari-hari bagi sebagian besar penduduk Indonesia. Tempe, bahkan telah dikenal luas di beberapa negara di Eropa, Australia, Amerika, dan Asia. Rata-rata tingkat konsumsi tempe dan tahu sepanjang tahun 2017–2019 berturut-turut adalah 0,15 dan 0,16 kg per kapita per minggu (BPS 2020).



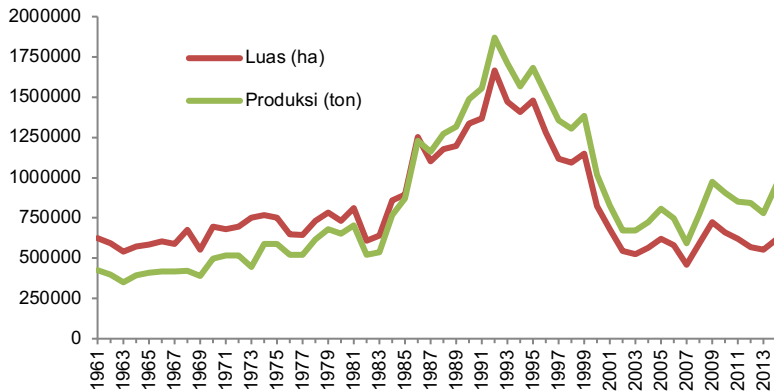
Gambar 1. Konsumsi kedelai di 34 provinsi di Indonesia tahun 2017. (Sumber: BPS 2018)

Tabel 1. Pengguna kedelai di Indonesia tahun 2014-2017.

Pengguna	Jumlah penggunaan (ton)		
	2014	2015	2017
Rumah tangga	5.663	-	12.079
Hotel	87	84	187
Restoran dan katering	137	77	2.942
Rumah makan dan penyedia makanan-minuman lainnya	71.728	85.479	92.847
Industri besar-sedang	337.201	1.052.961	330.015
Industri mikro-kecil	1.797.381	1.544.647	2.665.312
Jasa kesehatan	57	49	92
Jasa lainnya	-	484	
Total	2.212.254	2.683.781	3.103.474

Sumber: BPS (2018)

Produksi kedelai nasional sangat fluktuatif, dipengaruhi oleh luas panen dan produktivitas (Kharisma 2018). Riniarsi (2018) melaporkan bahwa produksi kedelai pada tahun 2014 adalah 955.000 ton, meningkat 0,8% pada tahun 2015, namun pada tahun 2016 dan 2017 turun berturut-turut menjadi 859.000 dan 539.000 ton, dan pada tahun 2018 meningkat menjadi 968.000 ton. Jika dilihat dari kebutuhan (Tabel 1), maka produksi kedelai domestik hanya mampu memenuhi sekitar 17–43% kebutuhan nasional, dan sisanya dipenuhi dari impor. Sejarah kejayaan kedelai di Indonesia terjadi antara tahun 1986 hingga 1993, dimana luas panen mencapai 1,6 juta hektar dan produksi mencapai 2 juta ton, namun kemudian turun drastis hingga tahun 2003, dan setelah itu luas panen cenderung tetap, yaitu 500.000–600.000 ha (Gambar 2).



Gambar 2. Luas panen dan produksi kedelai di Indonesia tahun 1961-2014. (Sumber: BPS 2015)

Tantangan pemenuhan kebutuhan kedelai nasional menjadi semakin berat, karena produksi sulit meningkat akibat luas panen cenderung tetap, dan bahkan turun. Faktor utama penurunan luas panen kedelai adalah lahan penanaman kedelai banyak mengalami transformasi, alih fungsi lahan, dan harus bersaing dengan tanaman strategis lainnya, seperti padi dan jagung (Riniarsi 2018). Mulyani *et al.* (2016a) menunjukkan bahwa pada periode tahun 2000–2015 terjadi penyusutan lahan sawah secara nasional seluas 96.512 ha/tahun akibat konversi ke penggunaan non pertanian. Penyusutan lahan sawah berdampak pada penyusutan luas panen kedelai, mengingat 54% luas penanaman kedelai dilakukan pada lahan sawah irigasi (Susanti dan Waryanto 2017). Selain itu, terjadi penurunan minat petani menanam kedelai, karena belum ada jaminan kepastian harga, dan keuntungan usaha tani kedelai lebih rendah dibandingkan tanaman palawija lainnya (Harsono 2017).

Penurunan luas panen kedelai nasional didominasi oleh kontribusi penurunan luas panen di Pulau Jawa. Meskipun demikian, harapan penambahan luas panen kedelai muncul dari luar Pulau Jawa. Riniarsi (2018) menunjukkan bahwa

kontribusi kedelai dari luar Pulau Jawa dalam periode tahun 2016–2018 lebih tinggi (39,7%) dibandingkan periode tahun 2000–2015 (30,9%), sedangkan kontribusi dari Pulau Jawa terjadi sebaliknya, yaitu turun dari 69,1% menjadi 60,3%.

Pemenuhan defisit kebutuhan kedelai nasional memerlukan upaya peningkatan produksi kedelai nasional. Strategi peningkatan produksi kedelai yang akan dilakukan Kementerian Pertanian adalah dengan peningkatan produktivitas pada sentra-sentra produksi melalui intensifikasi, peningkatan luas tanam melalui pemanfaatan dan pencetakan lahan baku sawah baru seluas 1 juta hektar, dan optimasi lahan rawa pasang surut seluas 1 juta hektar (Riniarsi 2018).



II. POTENSI LAHAN RAWA PASANG SURUT

Lahan rawa pasang surut (LPS) adalah lahan rawa yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut/sungai, terletak dekat pantai, berupa tanah mineral maupun tanah gambut (Mulyani *et al.* 2016a). LPS di Indonesia cukup luas, yakni 20,1 juta ha, terdiri atas lahan potensial 2,1 juta ha, sulfat masam 6,7 juta ha, gambut 10,9 juta ha, dan salin 0,4 juta ha (Haryono 2012; Susanto 2015). Dari luas LPS tersebut, 39% tergolong agak salin hingga salin (Tabel 2). Meskipun potensinya sangat luas, LPS yang sudah dibuka seluas 7,55 juta ha tersebar di Sumatera (2,5 juta ha), Kalimantan (2,5 juta ha), dan Papua (2,26 juta ha), sedangkan sisanya di Jawa, Sulawesi, dan Maluku. LPS yang sudah dikelola seluas 773.000 ha terdiri atas hutan produksi konversi (HPK) 103.000 ha, hutan produksi (HP) 446.000 ha, dan areal penggunaan lahan (APL) 224.000 ha, sehingga yang potensial untuk areal pengembangan adalah 5,25 juta ha (Mulyani *et al.* 2016b).

Berdasarkan bahan penyusunnya, ada dua jenis tanah yang terbentuk pada LPS, yaitu (1) tanah gambut, dan (2) tanah non-gambut atau tanah mineral basah, dengan luas berturut-turut 38,8% dan 61,5% dari total luas lahan rawa (Subagyo 2006a). Berdasarkan zona pembentukannya, LPS dikelompokkan menjadi tiga zona (Subagyo 2006b), yaitu:

- (1) Zona I: wilayah rawa pasang surut air asin/payau;
- (2) Zona II: wilayah rawa pasang surut air tawar; dan
- (3) Zona III: wilayah rawa lebak/rawa non pasang surut.

Tabel 2. Luas lahan rawa pasang surut di Indonesia.

No.	Tipologi lahan	Luas (ha)
1	Gambut dangkal dan gambut sedang	4.261.900
2	Asosiasi gambut dangkal-sedang dengan lahan agak salin	103.000
3	Gambut dalam	3.720.650
4	Asosiasi gambut dalam dan gambut sangat dalam	2.817.000
5	Lahan potensial	30.130
6	Asosiasi lahan potensial dengan lahan agak salin	1.205.430
7	Asosiasi lahan potensial dengan lahan salin	832.400
8	Sulfat masam potensial	1.132.750
9	Asosiasi sulfat masam potensial dengan gambut dangkal dan sedang	66.000
10	Asosiasi sulfat masam potensial dengan lahan agak salin	1.017.430
11	Asosiasi sulfat masam potensial dengan lahan salin	2.127.800
12	Asosiasi sulfat masam aktual dengan lahan salin	2.374.000
13	Lahan agak salin	304.000
14	Lahan salin	140.300
Luas total lahan rawa pasang surut		20.132.790

Sumber: Suwanda dan Noor (2014).

Penyebaran dan karakteristik tanah yang terbentuk beragam antar zona, misalnya LPS pada Zona I terletak dekat pantai dan mempunyai salinitas tinggi (Na tertukar $>8 \text{ me}/100 \text{ g}$), sehingga tidak cocok untuk pertanian (Subagyo 2006b). Meskipun demikian, lahan pada Zona I banyak dimanfaatkan petani untuk budi daya padi dan tanaman lain dengan pengelolaan model surjan (Ar-Riza dan Alkasuma 2008).

Berdasarkan jangkauan air pasang atau tipe luapan air pasang, LPS pada Zona I dan II dikelompokkan menjadi empat (Wahyunto *et al.* 2005), yaitu:

- (1) Tipe A: lahan rawa di bagian terendah, selalu terluapi air pasang harian, baik pasang besar maupun pasang kecil selama musim hujan maupun kemarau;
- (2) Tipe B: lahan rawa di bagian agak lebih tinggi, hanya terluapi oleh air pasang besar, dan tidak terluapi oleh pasang kecil atau pasang harian, namun pada musim hujan dapat terluapi oleh air hujan, atau air yang berasal dari wilayah hutan gambut;
- (3) Tipe C: lahan rawa yang relatif kering, tidak pernah terluapi walaupun oleh pasang besar, air pasang berpengaruh melalui air tanah, karena kedalaman air tanah $<50 \text{ cm}$ dari permukaan tanah;
- (4) Tipe D: lahan yang termasuk kering, tidak pernah terluapi oleh air pasang, kedalaman air tanah umumnya $>50 \text{ cm}$ dari permukaan tanah.

Secara alamiah, LPS tipe A dan B tidak sesuai untuk tanaman palawija, tetapi kondisi tersebut dapat dimodifikasi, misalnya dengan pengelolaan model surjan maupun dengan guludan besar (Gambar 3). Tanaman palawija yang diusahakan pada kedua tipe LPS tersebut terbukti dapat tumbuh baik, memberikan hasil relatif tinggi, dan menguntungkan (Masganti 2008; Anwar 2011; Rina dan Syahbuddin 2013). Pengelolaan dengan model surjan juga sesuai diterapkan pada LPS tipe luapan B dan C, sedangkan tipe luapan D dapat dikelola seperti mengelola pertanian pada lahan kering (Suriadikarta dan Setyorini 2006). Produktivitas

kedelai yang diusahakan dengan model surjan pada LPS tipe B dapat mencapai >2 t/ha (Tabel 3). Melalui modifikasi lingkungan dan perbaikan pengelolaan lahan, maka kelas kesesuaian LPS bagi tanaman dapat ditingkatkan. Namun demikian, modifikasi lingkungan dan pengelolaan lahan harus tetap memperhatikan hubungan antara tipologi lahan, tipe luapan air, dan pemanfaatannya agar produktif dan lestari (Suriadikarta dan Setyorini 2006).

Berdasarkan jenis dan kondisi fisiko-kimia tanah, LPS dikelompokkan menjadi enam (Wahyunto *et al.* 2005; Widjaya-Adhi dan Alihamsyah *dalam* Noor 2004), yaitu:

- (1) Sulfat Masam Potensial (SMP) 1: kedalaman pirit <50 cm, pH tanah $>3,5$;
- (2) SMP 2: kedalaman pirit 50–100 cm, pH tanah $<3,5$;
- (3) SMP 3: kedalaman pirit >100 cm, pH tanah $<3,5$;
- (4) Sulfat Masam Aktual (SMA) 1: kedalaman pirit <100 cm, belum memenuhi horison sulfurik, pH $>3,5$, tetapi sering ada bercak berpirit, pH tanah 3,5–4,0;
- (5) SMA 2: kedalaman pirit <100 cm, menunjukkan adanya horison sulfurik, pH tanah $>4,0$; dan
- (6) SMA 3: kedalaman pirit >100 cm, menunjukkan adanya horison sulfurik, pH tanah 4,0–4,5.



(A)

(B)

Gambar 3. Tanaman kedelai fase menjelang berbunga (A) dan siap panen (B) pada budi daya model surjan di LPS tipe B, Kalimantan Selatan.

Tabel 3. Keragaan kedelai pada lahan rawa pasang surut tipe B di Kalimantan Selatan dalam model surjan pada MK II 2011.

No.	Varietas	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah polong isi/ tanaman	Hasil biji (t/ha) ¹⁾	Produktivitas (t/ha)
1	Wilis	81,1	77	1,01	2,5
2	Grobogan	70,8	26	0,97	2,4
3	Argomulyo	70,1	35	0,86	2,2
4	Burangrang	89,1	63	1,04	2,6
5	Anjasmoro	93,4	73	1,02	2,6
6	Kaba	80,7	76	1,36	3,4
7	Malabar	71,4	35	0,87	2,2
8	Gema	67,6	51	0,80	2,0

¹⁾hasil biji pada luasan efektif 40%. (Sumber: Taufiq *et al.* 2011a)

Lahan sulfat masam potensial disarankan untuk dimanfaatkan sebagai lahan sawah agar senyawa pirit stabil atau tidak teroksidasi menjadi sulfat, yang dapat menyebabkan pH tanah semakin masam dan berdampak buruk terhadap kesuburan tanah secara keseluruhan. Masalah yang terjadi pada tanaman manakala senyawa pirit teroksidasi adalah terjadinya keracunan unsur Al, Mn, dan Fe, serta kekahatan/defisiensi unsur P (Subagyo dan Widjaja-Adhi 1998).

Pengembangan tanaman kedelai disarankan memanfaatkan LPS tipe C dan D agar biaya pengelolaan lebih murah, usaha tani lebih kompetitif, serta dapat menjaga kelestarian dan keberlanjutan lahan. Pengembangan kedelai pada LPS disarankan dilakukan di kawasan areal penggunaan lahan (APL) yang memiliki potensi seluas 224 ribu ha, karena kawasan APL lebih siap dikelola, sarana dan prasarana cukup tersedia, akses jalan memadai, dan sudah ada penggarap/petani (Mulyani *et al.* 2016b).



III. KARAKTERISTIK DAN MASALAH LAHAN RAWA PASANG SURUT BAGI TANAMAN KEDELAI

Karakteristik lahan rawa pasang surut (LPS) yang dibahas adalah LPS tipe C dan tipe B, atau peralihan dari tipe B ke tipe C, karena tanaman kedelai banyak diusahakan atau mempunyai peluang tinggi diusahakan pada kedua tipe LPS tersebut. Penilaian terhadap karakter tanah bagi tanaman kedelai menggunakan acuan karakteristik tanah untuk kelas kesesuaian lahan bagi tanaman kedelai menurut FAO (1976), Naidu *et al.* (2006), dan Peraturan Menteri Pertanian No. 79/Permentan/OT.140/8/2013 tentang Pedoman Kesesuaian Lahan pada Komoditas Tanaman Pangan (Tabel 4).

Tabel 4. Kriteria kesesuaian lahan untuk tanaman kedelai.

No.	Komponen lingkungan	Kriteria kesesuaian lahan			
		Sangat sesuai (S1)	Cukup sesuai (S2)	Agak sesuai (S3)	Tidak sesuai (N)
1	pH-H ₂ O	6,0–6,5	6,6–7,0	4,5–5,0	<4,5
2	C-organik (%)	>3	5,0–6,0	7,0–7,5	>7,5
3	P ₂ O ₅ (ppm)		2–3	1–2	<1
	• Bray I	>15	9–15	4–10	<4
	• Olsen	>20	10–20	5–11	<5
4	K-dd (me/100 g)				
	• KTK <10	>0,3	0,2–0,3	0,1–0,2	<0,1
	• KTK 10–25	>0,5	0,3–0,5	0,2–0,3	<0,2
	• KTK >25	>0,8	0,5–0,8	0,3–0,5	<0,3
5	Kejenuhan Al (%)	<8	8–15	15–20	>20
6	N total (%)	>0,5	0,2–0,5	0,1–0,2	<0,1
7	Drainase	Baik, sedang	Agak cepat, agak terhambat	Terhambat	Sangat terhambat, cepat
8	Ketebalan gambut (cm)	-	-	< 60	>60
9	Salinitas (dS/m)	< 4	4–6	6–8	> 8
10	Kejenuhan Na (%)	< 15	15–20	20–25	> 25
11	Kedalaman bahan sulfidik (cm)	> 100	75–100	40–75	< 40

Keterangan: komponen lingkungan no. 1–6 berdasarkan FAO (1976) dan Naidu *et al.* (2006), no. 7–11 berdasarkan Permentan No.79/Permentan/OT.140/8/2013.

3.1. Kondisi Keairan

Lahan rawa pasang surut (LPS) secara alamiah merupakan tanah yang jenuh air atau tergenang dangkal sepanjang tahun atau beberapa bulan dalam setahun, topografi datar, berada pada dataran rendah dekat dengan pantai atau sungai (Subagyo 2006b). Kondisi demikian

berpotensi menimbulkan masalah cekaman kelebihan air, khususnya pada musim hujan, karena adanya genangan akibat gabungan pengaruh air pasang, air hujan, dan drainase yang lambat (Gambar 4). Hal tersebut menyebabkan kadar oksigen dalam tanah menjadi rendah atau anaerob (kondisi reduktif). Pada kondisi aerasi tanah yang buruk, kadar unsur Fe^{2+} , gas H_2S dan CO_2 , serta asam-asam organik yang larut dalam air meningkat, sehingga dapat meracuni tanaman, dan kemungkinan juga terjadi keracunan garam jika air asin masuk ke lahan (Subagyo dan Widjaja-Adhi 1998).



Gambar 4. Tanaman kedelai fase perkecambahan (A) dan fase pertumbuhan awal (B) pada lahan rawa pasang surut tipe C di Barito Kuala, Kalimantan Selatan tergenang akibat hujan bersamaan dengan air pasang.

Pengaruh salinitas akibat masuknya air laut sering terjadi pada LPS tipe B atau peralihan dari tipe B ke C, terutama pada musim kemarau (Gambar 5). Oleh karena itu, faktor kunci pemanfaatan LPS untuk pertanian adalah pengelolaan tata air (Noor 2004), penataan lahan, pemilihan komoditas adaptif dan prospektif, serta teknologi budi daya yang sesuai (Saragih 2013).

Kondisi tergenang dan kondisi jenuh air memberikan pengaruh yang berbeda terhadap pertumbuhan tanaman

kedelai. Kondisi tanah jenuh air adalah keadaan dimana semua pori-pori tanah terisi oleh air, dan kondisi ini menunjukkan kapasitas maksimum tanah menyerap air. Apabila jumlah air melebihi kapasitas maksimum tanah dalam menyerap air, maka akan terjadi genangan.

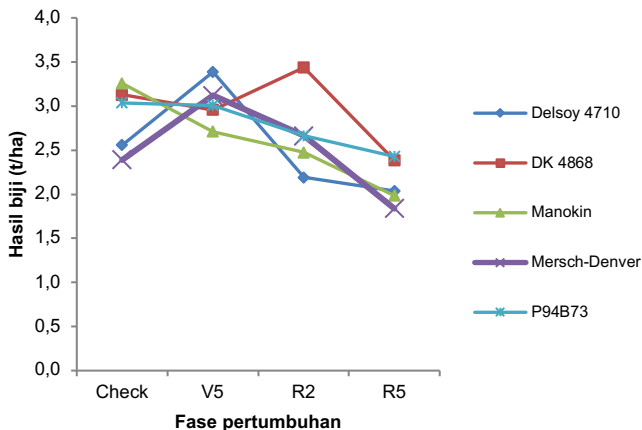


Gambar 5. Tanaman kedelai pada lahan rawa pasang surut tipe B/C di Kapuas, Kalimantan Tengah akibat pengaruh salinitas (A) dengan gejala daun klorosis dan diikuti nekrosis (B).

Kedelai tergolong tanaman yang peka terhadap kelebihan air, sehingga lahan yang sesuai adalah yang mempunyai drainase sedang hingga baik. Kondisi lahan tergenang mengganggu pertumbuhan akar dan menurunkan penyerapan unsur hara (Morita *et al.* 2004), serta mengakibatkan penurunan hasil biji kedelai sebesar 20% hingga 75%, tergantung pada varietas yang digunakan, lama periode tergenang, dan fase pertumbuhan (Sumarno *et al.* 1988; Adisarwanto *et al.* 1989; Tampubolon *et al.* 1989; Rodiah dan Sumarno 1993; Tames 2001). Kondisi jenuh air saat tanaman berumur 15–30 hari (sekitar fase V1–V4) dapat menurunkan hasil biji 15% hingga 25% (Adisarwanto 2001). Fase pertumbuhan kedelai diuraikan pada Lampiran 1 dan 2.

Toleransi tanaman kedelai terhadap genangan tergantung pada lama periode tergenang, fase pertumbuhan tanaman, dan genotipe. Tanaman kedelai mampu bertahan hidup pada

kondisi tergenang hingga 8 hari yang terjadi pada fase V5, R2, dan R5, tetapi kondisi tersebut menurunkan serapan N, P, dan K, serta hasil biji sebesar 20% hingga 39% (Rhine *et al.* 2010). Penurunan hasil biji tertinggi terjadi apabila tanaman tergenang pada fase R5 (Gambar 6). Penggenangan 5 cm di atas permukaan tanah selama 7 hari sejak umur 15 hari hingga menjelang panen dengan interval 7 hari menurunkan hasil biji 38% hingga 94%, tergantung pada genotipe yang digunakan (Kuswanto 2011). Penggenangan pada fase V5 selama 15 hari menurunkan hasil biji antara 40,1 hingga 61,7%, tergantung genotipe yang digunakan (Hasani *et al.* 2020). Penurunan hasil biji kedelai akibat penggenangan berkaitan dengan penurunan fiksasi N₂ (Bacanamwo dan Purcell 1999), dan penurunan serapan N (Sullivan *et al.* 2001). Ghulamahdi *et al.* (2016) menunjukkan bahwa hasil biji kedelai dapat mencapai 2,8 t/ha pada kondisi tergenang 5 cm di atas permukaan tanah selama tiga hari pada fase V1 dan V4.



Gambar 6. Pengaruh penggenangan selama 8 hari pada berbagai fase pertumbuhan beberapa genotipe kedelai. (Sumber: Rhine *et al.* 2010)

Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil biji kedelai pada kondisi jenuh air (BJA) dapat mencapai 2,4 t/ha hingga 4,6 t/ha, lebih tinggi dibandingkan pada kondisi non BJA (Ghulamahdi *et al.* 2009; Ghulamahdi *et al.* 2016). Hafif dan Santi (2016) juga melaporkan hasil biji kedelai pada kondisi jenuh air lebih tinggi 34% dibandingkan pada kondisi normal. Peningkatan hasil biji kedelai pada kondisi jenuh air berkaitan dengan peningkatan kadar N daun, karena peningkatan aktivitas nitrat reduktase, dan bukan karena peningkatan fiksasi N₂ (Indradewa *et al.* 2004).

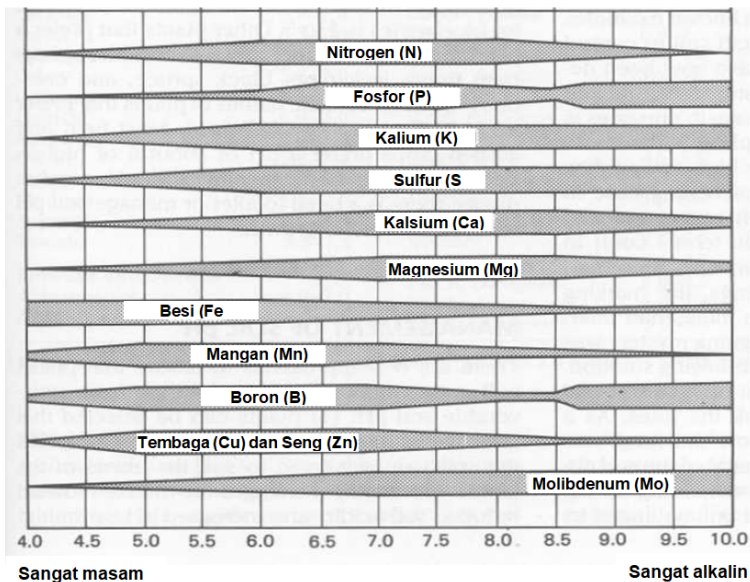
Hasil-hasil penelitian di atas menunjukkan bahwa kondisi keairan pada LPS yang berpeluang menjadi masalah bagi tanaman kedelai adalah kondisi kelebihan air yang menyebabkan genangan. Namun demikian, masalah tersebut dapat dihindari dengan melakukan penanaman mengikuti waktu tanam yang biasa dilakukan petani setempat (*indigenous knowledge*) untuk meminimalkan risiko terjadinya genangan. Selain itu, juga menggunakan varietas adaptif, penerapan pengelolaan tata air yang baik, dan penerapan teknologi budi daya yang tepat.

3.2. Kemasaman Tanah dan Aluminium (Al)

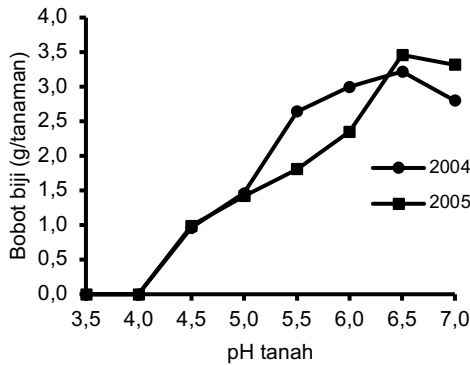
Sifat kemasaman tanah diindikasikan oleh nilai pH tanah. Semakin kecil nilai pH tanah berarti semakin masam, dan sebaliknya. Pengaruh pH tanah terhadap tanaman dapat bersifat langsung dan tidak langsung. Pengaruh tidak langsung dari pH tanah berkaitan dengan ketersediaan unsur hara makro dan mikro, serta risiko keracunan unsur Aluminium (Al), Besi (Fe), dan Mangan (Mn) (Gambar 7).

Berdasarkan kriteria penilaian kesesuaian lahan, nilai pH tanah yang sesuai untuk kedelai berkisar antara 5,5–7,5, tetapi pH tanah optimal adalah 6,5 (Gambar 8). Subandi dan Wijanarko (2013) menunjukkan kedelai yang ditanam pada lahan dengan pH tanah 3,9–4,5 memberikan hasil biji yang

sangat rendah, namun hasil biji meningkat 60%–155% pada pH tanah sekitar 5,0. Pengaruh pH tanah terhadap tanaman kedelai beragam tergantung pada nilai pH. Pada $\text{pH} < 4,0$, kedelai dapat tumbuh, tetapi tidak mampu berbunga; sedangkan pada $\text{pH} < 4,5$, kedelai dapat berbunga, tetapi gagal berpolong; dan hasil biji cenderung turun pada $\text{pH} > 6,5$ (Uguru *et al.* 2012). Penurunan hasil biji kedelai pada $\text{pH} > 7,0$ dapat disebabkan oleh kekahatan unsur Besi (Fe), Fosfor (P), dan Nitrogen (N), karena ketersediaan unsur hara tersebut turun pada kondisi pH tanah $> 7,0$.



Gambar 7. Hubungan pH tanah dengan ketersediaan unsur hara. Semakin tebal garis berarti ketersediaan unsur hara semakin tinggi, dan sebaliknya (diadaptasi dari Foth 1990).



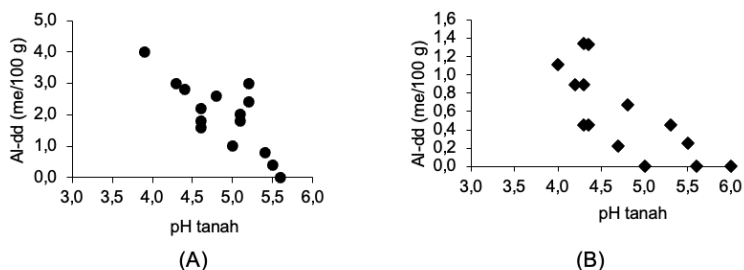
Gambar 8. Hubungan pH tanah dengan hasil biji kedelai (data diolah dari Uguru *et al.* 2012).

Kemasaman (pH) tanah LPS beragam antar lokasi, yaitu pH 3,6 hingga pH 5,3 (rata-rata $4,51 \pm 0,51$), Al-dd (Aluminum dapat ditukar) dan kejenuhan Al-dd beragam dari rendah hingga sangat tinggi (Tabel 5). Hal ini menunjukkan bahwa tidak semua tanah masam mempunyai kadar Al-dd tinggi. Pada pH <4,5, kelarutan Al^{3+} dan Fe^{2+} meningkat, dan dalam konsentrasi tinggi dapat meracuni tanaman (Noor 2004; Wijanarko *et al.* 2016; Wijanarko dan Taufiq 2016; Li dan Johnson 2016). Pada pH $\geq 5,5$, Al berada dalam bentuk tidak larut (Lindsay 1979). Dominasi ion Al^{3+} pada kompleks pertukaran turun drastis pada pH 5,5 (Abreu *et al.* 2003). Semakin tinggi pH tanah, semakin rendah kadar Al-dd tanah, dan menjadi sangat rendah pada pH 5,0–5,5 (Gambar 9). Adanya hubungan antara pH tanah dengan Al-dd, maka serapan Al pada tanaman kedelai dikendalikan oleh pH tanah, serapan Al semakin tinggi dengan semakin rendah pH (Dong *et al.* 1993).

Tabel 5. pH, Al-dd, dan kejenuhan Al-dd lahan rawa pasang surut tipe C dari beberapa lokasi di Lampung Selatan, Kalimantan Selatan, Kalimantan Tengah, Jambi, dan Sumatera Selatan.

Nilai	pH-H ₂ O	Al-dd (me/100g)	Kejenuhan Al-dd (%)
Minimum	3,60	0,35	2,80
Maksimum	5,30	13,23	51,60
Rata-rata	4,58	4,73	21,63
Standar deviasi	0,51	4,35	16,23
Jumlah lokasi	24	17	9

Data diolah dari: Hafif dan Santi (2016), Taufiq *et al.* (2011b), Subandi (2017), Wijanarko dan Taufiq (2016), Annisa dan Nursyamsi (2016), Susilawati *et al.* (2016), Noya *et al.* (2014), Perkasa *et al.* (2016), Sulistiyan *et al.* (2014), Aminah *et al.* (2016), Pujiwati *et al.* (2016a), Paripurna *et al.* (2017), Susilawati *et al.* (2014), Imanudin dan Armanto (2012)



Gambar 9. Hubungan Al-dd dengan pH tanah pada lahan rawa pasang surut tipe C di Jambi (A) dan lahan kering masam di Lampung (B). (Sumber: Taufiq *et al.* 2008; Taufiq dan Wijanarko 2012)

Kadar Al-dd maupun kejenuhannya mempunyai arti penting bagi tanaman, terutama bila kemasaman tanah tinggi, karena keduanya dapat menunjukkan tinggi rendahnya risiko keracunan Al. Botta (2015) menyarankan persentase kejenuhan Al dihitung terhadap jumlah kation dapat ditukar. Bagi tanaman kedelai, Al dalam konsentrasi sangat rendah

menjadi unsur hara menguntungkan (*beneficial element*). Pada konsentrasi Al hingga 10 μM (0,00033 me/100 g) dapat meningkatkan perpanjangan akar dan penyerapan nitrat, tetapi berpengaruh negatif pada konsentrasi 44 μM atau 0,0015 me/100 g (Miyasaka *et al.* 2007).

Menurut standar Hill Laboratory (<https://www.hill-laboratories.com>), kadar Al-dd (metode 1 N KCl) dikelompokkan menjadi empat, yaitu rendah (<0,5 me/100 g), sedang (0,5–1,0 me/100 g), tinggi (1,0–2,5 me/100 g), dan sangat tinggi (>2,5 me/100 g). Kadar Al-dd (metode 1 N KCl) yang ideal adalah <50 ppm, atau setara 0,55 me/100 g (Botta 2015). Kadar Al-dd tertinggi untuk mencapai hasil maksimum adalah 0,42 me/100 g (Smyth dan Cravo 1992). Pada media larutan hara, varietas Tanggamus, Burangrang, Wilis, Sinabung, Sibayak, Tampomas, Merbabu, dan Lompobatang mengalami keracunan Al pada kadar 0,87–1,75 mg Al/100 g atau 0,1–0,2 me/100 g, dengan batas kritis 0,44–0,87 mg/100 g atau 0,05–0,10 me/100 g (Manshuri 2003), dan 5 ppm (0,5 mg/100 g atau 0,06 me/100 g) untuk varietas Slamet (Wijanarko 2004). Batas toleransi terhadap Al pada media larutan untuk varietas Tanggamus, Cikuray, dan Ceneng adalah 0,5–0,7 mMol Al atau 0,15–0,21 me/100 g (Pujiwati *et al.* 2016b). Varietas Tanggamus, Karasumame (asal Nepal), dan M652 (asal India) mengalami keracunan Al pada konsentrasi 160 ppm $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (setara 2,83 mg Al/100 g atau 0,31 me Al/100 g) (Sagala *et al.* 2018). Hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa nilai kadar Al-dd tertinggi sebesar 0,42 me/100 g untuk mencapai hasil maksimum seperti yang dilaporkan Smyth dan Cravo (1992) adalah cukup realistis.

Pada kondisi lapang, kadar Al-dd yang dapat ditolerir tanaman kedelai lebih tinggi dibandingkan pada media larutan. Purwantoro *et al.* (2007) menunjukkan bahwa hasil biji kedelai varietas Burangrang dan Panderman mencapai >2 t/ha pada pH 5,5 dan Al-dd 1,6 me/100 g, dan hasil biji kedua varietas tersebut turun drastis pada pH 4,4 dan Al-dd 1,2 me/100 g, namun hasil biji varietas Tanggamus, Sibayak, Seulawah, dan

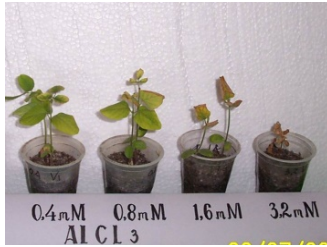
Wilis masih tergolong tinggi pada kedua lingkungan tersebut. Hasil biji kedelai masih cukup tinggi pada Al-dd 0,60–1,10 me/100 g, tetapi hasil biji turun 16%–60% pada Al-dd dan kejenuhan Al-dd yang lebih tinggi (Tabel 6). Berdasarkan Tabel 6 dan bila batas kritis adalah penurunan hasil biji 10%, maka nilai kritis Al-dd adalah 0,60–1,10 me/100 g.

Tanaman kedelai tidak toleran terhadap kejenuhan Al tinggi. Kejenuhan Al ideal dalam tanah adalah <5% (Botta 2015). Kejenuhan Al-dd maksimum untuk kedelai berkisar antara 20% hingga 30% (Hartatik *et al.* 1987; Hartatik dan Adiningsih 1987; Smyth dan Cravo 1992). Kejenuhan Al sebesar 25% hingga 75% dilaporkan tidak berpengaruh terhadap bobot kering akar varietas Wilis, tetapi pada varietas Slamet, Sindoro, dan Dieng terjadi penurunan 68%–80% (Hanum *et al.* 2007). Hasil-hasil penelitian di lapang menunjukkan bahwa penurunan hasil biji semakin tinggi dengan meningkatnya kejenuhan Al-dd (Tabel 6). Hasil biji kedelai sangat rendah pada LPS dengan pH 3,8 dan kejenuhan Al-dd 65%, namun hasil meningkat 500% dan 700% berturut-turut pada pH 4,4 dengan kejenuhan Al-dd 17%, dan pada pH 5,0 dengan kejenuhan Al-dd 7% (Koesrini *et al.* 2015).

Tabel 6. Hasil biji kedelai pada beberapa kadar Al-dd dan kejenuhan Al lahan rawa pasang surut.

Al-dd (me/100 g)	Kejenuhan Al (%)	Hasil biji (t/ha)	Penurunan hasil (%)	Sumber
0,63	12,90	1,72		Wijanarko dan Taufiq (2016)
1,14	20,91	1,43	16,9	
2,15	34,12	1,30	24,4	
2,54	36,92	1,14	33,7	
3,13	47,93	0,69	59,9	
1,10	15,30	1,80		Koesrini dan William (2004)
1,60	17,92	1,51	16,1	
3,60	28,55	1,02	43,3	

Hasil-hasil penelitian di atas menunjukkan bahwa kadar Al-dd dan kejenuhan Al-dd pada LPS berpotensi menjadi kendala bagi tanaman kedelai. Kejenuhan Al-dd 20% seperti yang digunakan dalam kriteria evaluasi kesesuaian lahan (Tabel 4) cukup realistis menjadi batas tertinggi kejenuhan Al-dd untuk kedelai, agar penurunan hasil biji tidak terlalu tinggi. Masalah lainnya yang sering terjadi berkaitan dengan kemasaman tinggi adalah keracunan Al, Fe, dan Mn, serta kekahatan unsur N, P, K, Ca, dan Mg (Gambar 10). Pada LPS, tanaman kedelai berpotensi mengalami cekaman ganda, yaitu cekaman akibat pH masam dan sekaligus cekaman yang ditimbulkan akibat pH masam (keracunan unsur Al, Fe, dan Mn, serta kekahatan unsur makro N, P, K, Ca, dan Mg). Namun demikian, masalah tersebut dapat diatasi dengan menanam varietas kedelai toleran kondisi kemasaman, dan melakukan ameliorasi kemasaman tanah hingga mencapai sekitar pH 5,0 dan kejenuhan Al-dd maksimal sekitar 20%.



Keracunan Al



Keracunan Mn



Kekahatan P



Kekahatan Ca



Kekahatan Mg



Kekahatan K

Gambar 10. Gejala keracunan Al (Foto A.G Manshuri, Balitkabi), dan Mn, serta kekahatan unsur P, Ca, Mg, dan K pada tanaman kedelai (Foto Taufiq, Balitkabi).

3.3. Status Unsur Hara

Lahan rawa pasang surut (LPS) umumnya miskin unsur hara makro P, K, Ca, dan Mg maupun hara mikro Cu, Zn, dan B (Noor 2004; Taufiq *et al.* 2011b; Wijanarko *et al.* 2016;

Wijanarko dan Taufiq 2016). Berdasarkan analisis tanah LPS dari berbagai lokasi (Tabel 7) dan dibandingkan dengan syarat untuk tanaman kedelai (Tabel 8) menunjukkan bahwa status N termasuk cukup, sedangkan P, K, Ca, dan Mg beragam dari sangat rendah hingga tinggi.

Tabel 7. Status unsur hara tanah lahan rawa pasang surut tipe C dari beberapa lokasi di Lampung Selatan, Kalimantan Selatan, Kalimantan Tengah, Jambi, dan Sumatera Selatan.

Nilai	N total (%)	P- Bray 1 (ppm P ₂ O ₅)	K-dd	Na-dd (me/100g)	Ca-dd	Mg-dd
Minimum	0,11	0,23	0,12	0,09	0,85	0,15
Maksimum	1,85	180,4	0,71	0,80	16,11	3,79
Rata-rata	0,42	41,41	0,28	0,37	4,37	1,49
Standar deviasi	0,46	39,82	0,16	0,22	3,89	1,12
Jumlah lokasi	23	22	23	23	17	16

Data diolah dari sumber: Hafif dan Santi (2016), Taufiq *et al.* (2011b), Subandi (2017), Wijanarko dan Taufiq (2016), Annisa dan Nursyamsi (2016), Susilawati *et al.* (2016), Noya *et al.* (2014), Perkasa *et al.* (2016), Sulistiyan *et al.* (2014), Aminah *et al.* (2016), Pujiwati *et al.* (2016a), Paripurna *et al.* (2017), Susilawati *et al.* (2014), Imanudin dan Armanto (2012)

3.4. Salinitas Tanah

Lahan rawa pasang surut (LPS) yang terpengaruh salinitas dengan tingkat agak salin hingga salin mencapai 39% dari luas total 20,1 juta ha (Suwanda dan Noor 2014). Tingkat salinitas dapat dinilai berdasarkan daya hantar listrik (DHL) tanah. Tanah salin pada umumnya mempunyai pH >7,5 dan bahkan mencapai pH 8,5 dengan kadar Na dan kejenuhan Na tinggi.

Tabel 8. Klasifikasi status unsur hara untuk kedelai.

Unsur hara	Metode analisis	Satuan	Klasifikasi				Sumber
			Batas kritis	Rendah	Tinggi	Optimal	
N	Kjeldahl	%		<0,1			1
P ₂ O ₅	Bray 1	ppm	6–10				1
P ₂ O ₅	Bray 1	ppm		<8	>20		2
P ₂ O ₅	Bray 1	ppm		<5	23		3
K	NH ₄ -asetat	me/100g	0,2–0,3				4
Mg	NH ₄ -asetat	me/100g				1,4	1
Ca	NH ₄ -asetat	me/100g		2-5		2,8	1,5

Keterangan: 1) Fageria (2009); 2) Nursyamsi dan Fajri (2004); 3) Wijanarko dan Sudaryono (2007); 4) Nursyamsi (2006); 5) Blakemore *et al.* (1987)

Cekaman salinitas merusak rambut akar, menghambat perkembangan bintil akar (Duzan *et al.* 2004), menurunkan fiksasi N (Mudgal 2004), dan serapan N (Van Hoorn *et al.* 2001) pada tanaman kedelai, karena terjadinya penurunan leghaemoglobin dalam bintil akar dan aktivitas nitrat reduktase (Abd-El Baki *et al.* 2000; Flores *et al.* 2000), serta aktivitas nitrogenase (Amirjani 2010). Pada kondisi salinitas tinggi, hasil biji kedelai sangat rendah, karena jumlah polong sedikit dan ukuran biji kecil, serta banyak tanaman yang mati (Putri *et al.* 2017; Taufiq *et al.* 2019a).



IV. KUNCI BUDI DAYA KEDELAI PADA LAHAN RAWA PASANG SURUT

Berdasarkan karakteristik lahan rawa pasang surut (LPS) dan masalahnya pada tanaman kedelai, maka kunci untuk memperoleh pertumbuhan dan hasil biji kedelai yang optimal adalah: (a) penggunaan varietas adaptif, (b) ameliorasi tanah, dan (c) pemupukan N, P, K serta pemberian bahan organik.

4.1. Varietas Adaptif

Varietas adaptif merupakan salah satu komponen budi daya yang berperan sangat penting dalam meningkatkan produksi kedelai di LPS (Gambar 11). Varietas kedelai adaptif LPS adalah varietas yang dapat beradaptasi terhadap kondisi umum LPS, terutama toleran terhadap kondisi eksisting lahan, seperti kondisi keairan (genangan, jenuh air), kemasaman (pH dan Al), dan masalah-masalah yang timbul akibat

kemasaman, serta salinitas. Bentuk adaptasi yang paling mudah terlihat adalah mampu bertahan hidup dan memberikan capaian hasil biji (produktivitas) yang cukup tinggi hingga tinggi. Hingga tahun 2021, dari 106 varietas kedelai yang telah dilepas, hanya ada empat varietas yang dirakit untuk dapat beradaptasi pada LPS, yaitu Menyapa, Lawit, Depas 1, dan Depas 2.

Perkembangan penelitian menunjukkan terdapat beberapa alternatif varietas kedelai yang dapat dikembangkan di LPS, antara lain Slamet, Burangrang, Panderman, Sibayak, Anjasmoro, Wilis, Dering 1, Dega 1, Dena 1, Devon 1, Deja 1, dan Deja 2. Varietas-varietas tersebut memiliki kemampuan adaptasi terhadap kondisi LPS, seperti jenuh air, tanah masam, dan tanah bergaram (salin).



Gambar 11. Varietas Sinabung yang tidak toleran kemasaman menunjukkan kekahatan Ca (A) dan varietas Tanggamus yang toleran kemasaman tumbuh normal (B) pada lahan rawa pasang surut tipe D di Jambi. (Foto Taufiq, Balitkabi)

Varietas Panderman, Burangrang, dan Sibayak mampu memberikan hasil 2,06–2,61 t/ha pada kondisi lahan masam (pH 5,5 dan Al-dd 1,6 me/100 g) (Purwantoro *et al.* 2007). Varietas Anjasmoro mampu mencapai hasil 2,1–2,8 t/ha, varietas Dega 1 mencapai 2,5 t/ha, dan varietas Dena 1, Deja 2, serta Devon 1 mencapai produktivitas 2,3–2,6 t/ha pada LPS di Jambi (Taufiq *et al.* 2008; Taufiq *et al.* 2011c; Subandi 2017; Taufiq *et al.* 2019b). Produktivitas varietas Dering 1 pada LPS Barito Kuala mencapai 2,3–2,8 t/ha. Varietas Deja 1 dan Deja 2 merupakan varietas yang toleran kondisi jenuh air dengan potensi hasil 2,7 t/ha (Suhartina *et al.* 2018). Keragaan karakter agronomi varietas-varietas tersebut disajikan pada Lampiran 3.

Kedelai merupakan tanaman yang tergolong sensitif terhadap tanah salin (bergaram). Pada kondisi tanah salin, terdapat beberapa varietas/genotipe yang dapat digunakan, namun kepekaannya tidak sama antar varietas (Ghassemi-Golezani *et al.* 2011; Putri *et al.* 2017; Taufiq *et al.* 2021). Taufiq *et al.* (2019a) yang melakukan pengujian lapang terhadap 202 genotipe kedelai mendapatkan 52% genotipe tidak toleran salinitas, 36% genotipe toleran salinitas 4,7–8,4 dS/m, dan 13% genotipe toleran salinitas 8,8–15,4 dS/m. Pengujian 41 varietas kedelai pada lahan salin dengan DHL 6,3–13,3 dS/m mendapatkan 19 varietas sensitif, 15 varietas agak toleran, dan 7 varietas toleran terhadap salinitas (Taufiq *et al.* 2021).

Fase kritis tanaman kedelai terhadap salinitas terjadi pada fase perkecambahan (Agarwal *et al.* 2015; Kandil *et al.* 2015) dan fase berbunga hingga berpolong (generatif) (Taufiq dan Purwaningrahyu 2013). Varietas kedelai yang pernah diuji di lahan salin disajikan pada Tabel 9. Tingkat salinitas tanah diindikasikan oleh nilai daya hantar listrik (DHL). Semakin tinggi nilai DHL, semakin tinggi tingkat salinitas tanah tersebut.

Diantara varietas-varietas yang adaptif tersebut, varietas Anjasmoro lebih dikenal dan diminati petani, karena

produktivitas tinggi, ukuran biji besar, keragaan biji bagus, dan polong tidak mudah pecah. Biji varietas Anjasromo lebih disukai produsen tahu dan tempe, karena rasa lebih enak dan gurih, serta rendemen lebih tinggi dibandingkan kedelai impor. Varietas Dega 1 juga diminati, karena produktivitas tinggi, umur genjah, biji besar, dan postur tanaman pendek, sehingga lebih mudah untuk melakukan aktivitas pemeliharaan tanaman (Taufiq *et al.* 2019b).

Tabel 9. Tingkat toleransi varietas kedelai terhadap salinitas tanah.

Varietas	DHL (dS/m) ¹⁾	Keterangan	Sumber
Wilis, Tanggamus, Gema	5,8	Percobaan pot, cekaman selama pertumbuhan	Purwaningrahayu <i>et al.</i> (2015)
Tidar, Lokon, Ringgit, Kipas Putih, dan Anjasromo	2,88	Percobaan pot, cekaman sejak fase generatif	Susanto <i>et al.</i> (2016)
Anjasromo	15,3–15,8	Percobaan lapang	Putri <i>et al.</i> (2017)
Lokon, Wilis, Kipas Putih, Ringgit, dan Tidar	<11,7	Percobaan lapang	Putri <i>et al.</i> (2017)
Dena 1, Lokon, Dieng, Detam 2, Sinabung, Guntur, Baluran	6,3–13,3	Percobaan lapang	Taufiq <i>et al.</i> (2021)

Keterangan: ¹⁾pengukuran langsung menggunakan Portable EC meter (Hanna Instrument)

4.2. Ameliorasi Tanah

Ameliorasi tanah menjadi kunci penting untuk keberhasilan budi daya kedelai pada LPS, selain menanam varietas adaptif. Tanpa pengapuran, produktivitas varietas Lawit (adaptif lahan masam) <1 t/ha, sedangkan varietas Anjasmoro dan Tanggamus mencapai 1,4 t/ha (Noya *et al.* 2014). Pemberian dolomit dosis 1–2 t/ha menghasilkan produktivitas 1,79–2,13 t/ha pada varietas Lawit, 2,26–2,79 t/ha pada varietas Menyapa, 1,78–2,29 t/ha pada varietas Wilis, dan 1,97–2,09 t/ha pada varietas Slamet (Koesrini dan Wiliam 2009).

Varietas-varietas kedelai lainnya mampu berproduksi tinggi pada LPS dengan pemberian dolomit dan pengelolaan yang baik, meskipun tidak secara khusus dirakit untuk agroekologi tersebut. Contohnya, varietas Anjasmoro yang tidak dirakit untuk LPS, memiliki produktivitas 1,8 t/ha, lebih tinggi dibandingkan varietas Lawit dan Seulawah (adaptif LPS) yang memiliki produktivitas berturut-turut 1,5 t/ha dan 1,6 t/ha (Saleh *et al.* 2011).

Target utama ameliorasi tanah LPS adalah meningkatkan pH tanah serta menurunkan kadar dan kejenuhan Al. Oleh karena itu, bahan amelioran yang sesuai adalah yang mampu menurunkan kemasaman tanah serta menurunkan kadar dan kejenuhan Al. Bahan yang mengandung Ca maupun Mg efektif menetralkan toksisitas Al (Hashimoto *et al.* 2007). Dengan kata lain, bahan amelioran yang mengandung Ca dan Mg lebih efektif mengurangi pengaruh negatif Al. Berdasarkan respon hasil biji kedelai, Anwar (2014) menunjukkan bahwa dolomit $[\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2]$ lebih efektif dibandingkan kalsit (CaCO_3) pada dosis 0,5 t/ha CaO. Aplikasi dolomit dosis 1–2 t/ha meningkatkan hasil kedelai 6–30%, tergantung varietas yang digunakan (Koesrini dan Wiliam 2009), meningkatkan hasil 28,6%, 78,6%, dan 55,6% berturut-

turut pada varietas Anjasmoro, Tanggamus, dan Lawit (Noya *et al.* 2014).

Pengaruh utama pengapuran adalah peningkatan pH dan penurunan kadar Al-dd maupun kejenuhan Al-dd. Aplikasi dolomit dosis 1 t/ha meningkatkan pH tanah dari 5,1 menjadi 5,5 (Barus 2016). Pada LPS dengan pH 4,6, peningkatan pH akibat pemberian dolomit menurut Sagala (2010) mengikuti persamaan (1), sedangkan menurut Paripurna *et al.* (2017) mengikuti persamaan (2).

- $\text{pH akhir} = 4,91 + (0,207 \cdot \text{dosis dolomit t/ha}) \dots\dots (1)$
- $\text{pH akhir} = 4,665 + (0,0596 \cdot \text{dosis dolomit t/ha}) \dots\dots (2)$

Aplikasi dolomit, selain meningkatkan pH, juga menurunkan kadar dan kejenuhan Al-dd. Aplikasi dolomit 5 t/ha menurunkan Al-dd dari 4,2 me/100 g menjadi 3,5 me/100 g, dan kejenuhan Al dari 38% menjadi 32,5% (Wijanarko *et al.* 2016). Pengapuran selain meningkatkan pH dan menurunkan Al, juga meningkatkan P tersedia (Barus 2016), K, Ca, dan Mg (Noya *et al.* 2014), serta efisiensi pemupukan P (Aribawa *et al.* 1997; Subiksa *et al.* 1999). Paripurna *et al.* (2017) menunjukkan bahwa pada tanah dengan Al-dd 3,32 me/100 g dan kejenuhan Al-dd 40,77%, penurunan Al-dd mengikuti persamaan (3) dan kejenuhan Al-dd mengikuti persamaan (4).

- $\text{Al-dd akhir} = 5,099 - (0,739 \cdot \text{dosis dolomit t/ha}) \dots\dots (3)$
- $\text{Kejenuhan Al-dd akhir} = 38,478 - (5,8926 \cdot \text{dosis dolomit t/ha}) \dots\dots (4)$

Selain dengan pengapuran, peningkatan pH dan penurunan Al-dd dapat dilakukan dengan pemberian pupuk organik (Wijanarko *et al.* 2016), pemberian asam humat komersial maupun yang diekstrak dari bahan organik dan kompos (Wahyudi 2007; Winarso *et al.* 2010; Winarso dan Taufiq 2011; Ifansyah 2013). Pemberian asam humat juga mampu meningkatkan P tersedia (Winarso *et al.* 2010; Winarso dan Taufiq 2011; Ifansyah 2013). Efektivitas bahan organik berupa kompos dalam menetralkan Al-dd dapat

bertahan lebih lama dibandingkan menggunakan asam humat (Wahyudi 2007).

Pengapuran berpengaruh nyata terhadap peningkatan hasil biji kedelai, dan peningkatan hasil menjadi lebih tinggi bila disertai dengan pemberian pupuk organik. Aplikasi dolomit 0,75 t/ha meningkatkan hasil biji kedelai 24%, dan hasil meningkat 30% bila disertai pupuk kandang 1 t/ha (Taufiq *et al.* 2011b). Aplikasi dolomit 5 t/ha (setara kejenuhan Al-dd 20%) meningkatkan hasil biji kedelai 55%, dan meningkat 342% bila disertai pupuk kandang 2,5 t/ha (Wijanarko *et al.* 2016). Hasil biji kedelai lebih tinggi dengan pengapuran dosis $\frac{1}{4} \times$ Al-dd dibandingkan dengan dosis $\frac{1}{2} \times$ Al-dd maupun $\frac{3}{4} \times$ Al-dd (Pujiwati *et al.* 2016a).

Hasil-hasil penelitian diatas menunjukkan bahwa ameliorasi kemasaman tanah pada LPS menjadi kunci peningkatan hasil kedelai.

4.3. Pemupukan

Kesuburan tanah LPS sangat beragam, terutama unsur hara makro N, P, dan K. Peningkatan hasil kedelai selain memerlukan ameliorasi kemasaman tanah, juga memerlukan penambahan pupuk N, P, dan K.

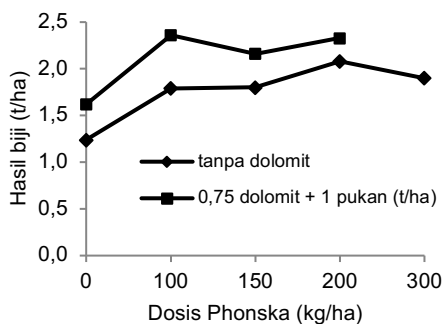
Pada LPS di Kalimantan Tengah, pemupukan N dosis 37,5 kg N/ha meningkatkan hasil kedelai 44%, dan pemupukan P dosis 45 kg P_2O_5 /ha meningkatkan hasil 26–49%, tetapi hasil tidak meningkat lagi pada dosis yang lebih tinggi (Anwar 2014). Aplikasi pupuk P dapat dilakukan dengan cara larikan, sebar, maupun tugal (Anwar 2014). Pada LPS di Jambi, pemupukan P dosis 36 kg P_2O_5 /ha meningkatkan hasil biji kedelai varietas Anjasmoro 18%. Hasil biji meningkat 48% jika disertai pupuk N dosis 22,5 kg N/ha, dan meningkat 53% jika disertai pupuk N dosis 45 kg N/ha dan dolomit 0,75 t/ha (Tabel 10). Bila menggunakan pupuk Phonska 15-15-15, hasil tertinggi diperoleh pada dosis 200 kg/ha, tetapi dosis Phonska cukup 100 kg/ha bila disertai dolomit 0,75 t/ha + pupuk kandang 1 t/ha (Gambar 12). Pada

LPS di Kalimantan Selatan, hasil biji kedelai 2,5 t/ha dicapai dengan pemupukan dosis 45-72-60 kg N-P₂O₅-K₂O/ha disertai dolomit 5 t/ha atau dengan dolomit 5 t/ha + pupuk kandang 2,5 t/ha (Gambar 13).

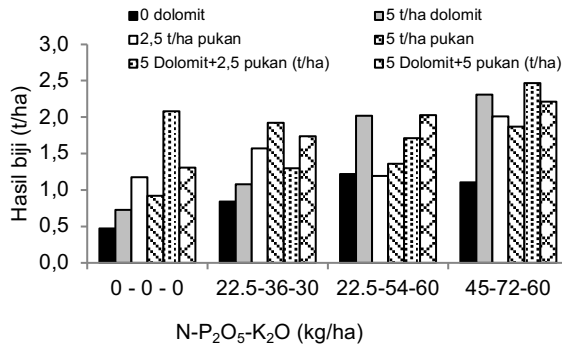
Tabel 10. Hasil biji kedelai varietas Anjasromo dengan pemupukan N, P, dan dolomit pada lahan rawa pasang surut tipe C di Jambi.

N (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	Dolomit (t/ha)	Hasil biji (t/ha)	Peningkatan hasil biji (%)
0	0	0	1,24	-
0	36	0	1,47	18,5
22,5	36	0	1,84	48,4
45	72	0	1,79	44,4
45	0	0,75	1,90	53,2

Sumber: Taufiq *et al.* (2011b)



Gambar 12. Hasil biji kedelai varietas Anjasromo dengan pemupukan Phonska, dolomit, dan pupuk kandang pada lahan rawa pasang surut tipe C di Jambi. (Sumber: Taufiq *et al.* 2011b)



Gambar 13. Hasil biji kedelai dengan pemupukan NPK, dolomit, dan pupuk kandang pada lahan rawa pasang surut tipe C di Wanaraya, Kalimantan Selatan. (Sumber: Wijanarko *et al.* 2016)

Hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pemupukan NPK menjadi kunci peningkatan hasil biji kedelai pada LPS. Dosis pemupukan untuk mencapai hasil biji tinggi adalah 22,5–45 kg N/ha, 36–72 kg P₂O₅/ha, dan 15–60 kg K₂O/ha. Bila menggunakan pupuk majemuk N-P-K 15-15-15, maka dosis optimalnya 200 kg/ha, atau dosis 100 kg/ha jika disertai pengapuran dan pemberian pupuk kandang.



V. TEKNOLOGI BUDI DAYA

Upaya pemanfaatan LPS untuk budi daya kedelai sudah sejak lama dilakukan. Penelitian-penelitian yang telah dilakukan oleh berbagai pihak telah menghasilkan berbagai teknologi budi daya kedelai pada LPS.

5.1. Teknologi Budi Daya ISDP

Teknologi budi daya ISDP dikembangkan oleh Proyek Penelitian dan Pengembangan Pertanian Rawa Terpadu (ISDP, *Integrated Swampland Development Project*). Produktivitas kedelai dengan teknologi budi daya tersebut mencapai 2 t/ha (Swastika *et al.* 1997). Uraian paket teknologinya adalah sebagai berikut:

1. Lahan ditata mengikuti model surjan dan model tegalan. Pada model surjan, kedelai pada musim hujan ditanam pada guludan, sedangkan pada musim kemarau ditanam di guludan dan tabukan. Pada model tegalan, kedelai

- ditanam pada lahan yang dilengkapi saluran cacing (kemalir).
2. Pengolahan tanah dilakukan secara sempurna (dua kali). Kedalaman pengolahan tanah di lahan potensial dan sulfat masam sekitar 20 cm, sedangkan di lahan gambut sekitar 10 cm tanpa pembalikan. Tanah diratakan menggunakan garu, kemudian dibuat saluran cacing (kemalir) dengan lebar 30 cm, kedalaman 30 cm, dan jarak antar saluran 6–10 m.
 3. Varietas kedelai yang dianjurkan adalah Galunggung, Lokon, Wilis, Dempo, Guntur, dan Kerinci. Jumlah benih yang diperlukan 40–45 kg/ha. Varietas-varietas tersebut dilepas pada tahun 1981–1985 dengan produktivitas 1,5–1,8 t/ha. Anjuran menggunakan varietas-varietas tersebut disesuaikan dengan varietas yang sudah dilepas pada saat itu.
 4. Benih ditanam secara tugal, jarak tanam 20 cm × 40 cm, 2–3 biji per lubang, kemudian ditutup dengan tanah. Sebelum tanam, benih diinokulasi dengan rhizobium 7,5 g setiap 1 kg benih, atau menggunakan tanah bekas tanaman kedelai sebanyak 1 kg untuk 9 kg benih. Penjarangan dilakukan pada umur 1–2 minggu.
 5. Pemupukan pada tipologi potensial menggunakan kapur 500 kg, Urea 50 kg (46% N), TSP 100 kg (45% P_2O_5), KCl 75 kg (60% K_2O) per hektar. Pada tipologi sulfat masam dan bergambut menggunakan kapur 1 ton kg, Urea 50 kg, TSP 100 kg, KCl 100 kg per hektar. Kapur dilarik bersamaan dengan pemberian Urea, TSP, dan KCl pada saat tanam.
 6. Penyiangan untuk mengendalikan gulma dilakukan dua kali, yaitu pada saat tanaman berumur 2–3 minggu dan 5–6 minggu. Penyiangan dilakukan secara manual atau menggunakan herbisida.
 7. Pengendalian hama/penyakit dilakukan sesuai kebutuhan.

5.2. Teknologi Budi Daya PTT

Teknologi budi daya PTT adalah teknologi budi daya kedelai pada LPS tipe C dan tipe D yang dikembangkan berdasarkan pendekatan Pengelolaan Tanaman dan Sumber Daya Terpadu (PTT). Cara budi daya ini dirakit dan sekaligus diuji pada tahun 2007-2009. Uraian paket teknologi PTT adalah sebagai berikut:

1. Pada lahan tipe C: Jerami padi dibersihkan, tanpa pengolahan tanah. Sebelum penanaman, lahan disemprot herbisida kontak. Saluran drainase dibuat setiap 3–4 m disesuaikan kondisi lahan.
2. Pada lahan tipe D: Lahan dibersihkan, dilakukan pengolahan tanah. Saluran drainase dibuat setiap 3–4 m disesuaikan kondisi lahan. Sebelum penanaman, lahan disemprot herbisida kontak.
3. Kedelai varietas Anjasmoro ditanam secara tugal dengan jarak tanam 40 cm × 15 cm, 2– 3 biji/lubang.
4. Ameliorasi tanah menggunakan dolomit dosis 300–750 kg/ha dan pupuk kandang 1 t/ha. Dolomit dan pupuk kandang dicampur rata, kemudian diaplikasikan pada saat tanam sebagai penutup benih.
5. Pemupukan: Dosis pemupukan 22,5-36-30 kg/ha N-P₂O₅-K₂O berturut-turut menggunakan urea (46% N), SP36 (36% P₂O₅), dan KCl (60% K₂O). Semua pupuk dicampur dan diaplikasikan dengan cara disebar pada saat tanaman berumur 15–20 hari.
6. Pengendalian gulma: Dilakukan dua kali (umur 20 hari dan 45 hari) menggunakan herbisida kontak dengan sprayer yang dimodifikasi agar tidak mengenai tanaman kedelai.
7. Pengendalian hama dan penyakit: Dilakukan berdasarkan pemantauan, menggunakan pestisida kimia sesuai kondisi hama/penyakit.

Produktivitas kedelai dengan teknologi budi daya PTT adalah 2,11–2,8 t/ha, atau 26–30% lebih tinggi dari

produktivitas dengan budi daya eksisting, dan produktivitas tertinggi adalah 3,2 t/ha dengan nisbah B/C 1,7–2,4 (Taufiq *et al.* 2008; Taufiq *et al.* 2011c).

5.3. Teknologi Budi Daya Jenuh Air (BJA)

Teknologi budi daya jenuh air (BJA) dikembangkan tahun 2009 dan 2010 oleh Ghulamahdi (2011), berdasarkan penelitian dan uji coba penerapannya di lahan petani Desa Banyu Urip, Kecamatan Tanjung Lago, Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan. Uraian paket teknologi BJA adalah sebagai berikut:

1. Lahan diolah ringan bersama penambahan kapur 2 t/ha, 200 kg SP36/ha (72 kg P_2O_5), dan 100 kg KCl/ha (60 kg K_2O) yang diberikan secara sebar dan dicampur dengan tanah sedalam 5 cm. Lahan didiamkan selama 1 minggu.
2. Bedengan dibuat selebar 2 dan 4 m, dengan ketinggian permukaan air dibuat 15–20 cm di bawah permukaan tanah. Saluran air dibuat selebar 30 cm dan sedalam 25 cm.
3. Varietas yang digunakan adalah Tanggamus dan Anjasmoro.
4. Sebelum penanaman, benih dicampur terlebih dahulu dengan inoculan *Rhizobium* sp. dan insektisida untuk mengatasi lalat bibit. Jarak tanam yang digunakan adalah 20 cm × 25 cm, dengan lubang tanam sedalam 1–2 cm. Benih ditanam 2 biji per lubang, atau populasi tanaman 400.000 tanaman/ha.
5. Pemeliharaan meliputi menjaga kecukupan air sesuai perlakuan kedalaman muka air. Pengairan diberikan sejak tanam sampai panen dengan memanfaatkan curah hujan dan saluran sekunder. Jika daun mengalami pemudaran warna hijau, dapat dilakukan penyemprotan N melalui daun pada umur 2–4 minggu dengan dosis 7,5 g Urea/L air. Selain itu, pengendalian gulma, hama, dan penyakit dilakukan sesuai kondisi di lahan.

Produktivitas kedelai varietas Tanggamus menggunakan teknologi BJA adalah 2,05–3,51 t/ha (tiga petani kooperator) dan varietas Anjasromo adalah 2,36–2,46 t/ha (dua petani kooperator). Hal-hal yang harus diperhatikan dalam pengelolaan budi daya kedelai jenuh air, antara lain:

1. Tanam secara serempak di kawasan LPS untuk menekan kemunculan hama dan penyakit.
2. Penanaman dilakukan di tipe luapan C yang air tersedia, tetapi tidak terkena luapan banjir.
3. Waktu tanam sebaiknya pada bulan Mei hingga Agustus yang airnya tersedia, tetapi salinitas belum tinggi.

Teknologi BJA juga diuji di Kabupaten Tanjung Jabung Timur, Provinsi Jambi, menggunakan kedelai hitam dengan hasil biji 2,08 t/ha, R/C rasio 1,2; B/C rasio 0,19; dan pendapatan Rp 2.140.000 (Lestari 2018).

5.4. Teknologi Budi Daya KEPAS

Teknologi budi daya KEPAS (teknologi budi daya kedelai lahan rawa pasang surut) merupakan pengembangan dari teknologi budi daya PTT. Teknologi KEPAS diuji pada LPS tipe C di Jambi pada tahun 2017 dan 2018, masing-masing seluas 40 ha, serta di Kecamatan Wanaraya, Kabupaten Barito Kuala, Kalimantan Selatan tahun 2018 seluas 20 ha. Karakteristik LPS di Jambi adalah: pH $5,23 \pm 0,04$, C-organik $3,01 \pm 0,66\%$, P-tersedia (Bray 1) $34,88 \pm 7,62$ ppm P_2O_5 , K-dd $0,20 \pm 0,04$ cmol/kg, Al-dd $1,05 \pm 0,42$ cmol/kg, dan kejenuhan Al-dd $12,90 \pm 6,35\%$. Karakteristik LPS di Kalimantan Selatan adalah: pH $4,40 \pm 0,33$, C-organik $6,26 \pm 0,60\%$, P-tersedia (Bray 1) $100,26 \pm 26,42$ ppm P_2O_5 , K-dd $0,40 \pm 0,10$ cmol/kg, Al-dd $7,84 \pm 3,31$ cmol/kg, dan kejenuhan Al-dd $35,54 \pm 9,56\%$.

Uraian teknologi KEPAS sebagai berikut:

1. Pada lahan tipe C: Jerami padi dibersihkan, tanpa pengolahan tanah. Sebelum penanaman, lahan disemprot herbisida kontak. Saluran drainase dibuat setiap 2,3–3,0 m disesuaikan kondisi lahan.

2. Pada lahan tipe D: Lahan dibersihkan, kemudian dilakukan pengolahan tanah. Saluran drainase dibuat setiap 3–4 m disesuaikan kondisi lahan. Sebelum penanaman, lahan disemprot herbisida kontak.
3. Kedelai varietas Anjasmoro ditanam secara tugal dengan jarak tanam 40 cm × 15 cm, 2–3 biji/lubang. Sebelum ditanam, benih dicampur insektisida berbahan aktif fipronil, atau tiametoksam untuk mengendalikan lalat kacang atau hama pemakan benih. Alternatif varietas lainnya dapat dilihat pada Lampiran 3.
4. Ameliorasi tanah menggunakan dolomit dosis 750 kg/ha dan pupuk kandang 1 t/ha. Dolomit dan pupuk kandang dicampur rata, kemudian diaplikasikan pada saat tanam sebagai penutup benih.
5. Pemupukan dosis 100–150 kg/ha SP36 (36% P_2O_5) dan 150 kg/ha Phonska (15-15-15). Pupuk SP36 diaplikasikan saat tanam dengan cara disebar. Pupuk Phonska diaplikasikan pada umur 15–20 hari dengan cara disebar di antara barisan tanaman.
6. Pengendalian gulma dilakukan dua kali, yaitu pada umur 15–20 hari dan 40–45 hari menggunakan herbisida bahan aktif fenoxaprop-ethyl (sistemik dan kontak, selektif gulma golongan rumput-rumputan, relatif aman untuk tanaman kedelai). Bila menggunakan herbisida bahan aktif parakuat diklorida (kontak, purna tumbuh) maupun isopropil amina glifosat (sistemik, purna tumbuh), maka penyemprotan dilakukan dengan sprayer yang dimodifikasi agar tidak mengenai tanaman kedelai.
7. Pengendalian hama dan penyakit pada umur sekitar 7 hari, disemprot dengan insektisida bahan aktif fipronil untuk mengendalikan lalat kacang. Pengendalian selanjutnya menggunakan pestisida kimia disesuaikan dengan kondisi serangan hama dan penyakit.

Budi daya kedelai menggunakan teknologi KEPAS pada LPS di Jambi menghasilkan produktivitas rata-rata 2,3 t/ha, produktivitas pada 75% petani kooperator mencapai 2,0–2,5

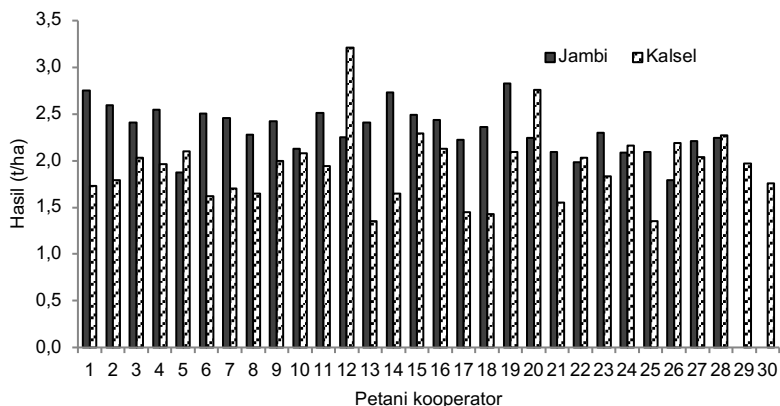
t/ha, 14,3% petani kooperator mencapai >2,5 t/ha, dan 10,7% petani koperator mencapai 1,7-1,9 t/ha. Produktivitas kedelai pada LPS di Kalimantan Selatan memiliki rata-rata 1,9 t/ha. Sejumlah 7% petani kooperator mencapai produktivitas >2,5 t/ha, produktivitas 2,0–2,5 t/ha dan 1,5–<2,0 t/ha masing-masing dicapai oleh 40% dari petani kooperator, dan produktivitas <1,5 t/ha dicapai oleh 13% petani kooperator (Tabel 11, Gambar 14). Biaya usaha tani kedelai menggunakan teknologi KEPAS di Jambi adalah Rp 10.224.000/ha (34,1% saprodi dan 65,9% tenaga kerja), sedangkan di Kalimantan Selatan sebesar Rp 11.115.000/ha (29,0% saprodi dan 71,0% tenaga kerja). Harga kedelai pada saat panen adalah Rp 9.000/kg di Jambi dan Rp 8.500/kg di Kalimantan Selatan. Pada kondisi tersebut, tingkat keuntungan beragam, dan titik impas produksi di Jambi dicapai pada produktivitas 1,14 t/ha, dan di Kalimantan Selatan 1,31 t/ha. Titik impas (*Break Even Point*, BEP) harga jual kedelai berdasarkan produktivitas 1,79–2,83 t/ha di Jambi adalah Rp 3.613–5.712/kg, sedangkan di Kalimantan Selatan berdasarkan produktivitas 1,35–3,21 t/ha adalah Rp 3.463–8.233/kg. Teknologi KEPAS secara teknis layak, karena bisa diterima dan dapat dilaksanakan, dan dari aspek ketersediaan sarana produksi dipandang mudah diperoleh (Taufiq *et al.* 2019).

Tabel 11. Keragaan kedelai varietas Anjasmoro menggunakan teknologi KEPAS pada lahan rawa pasang surut di Jambi dan Kalimantan Selatan tahun 2018.

Peubah ¹⁾	Minimum	Maksimum	Rata-rata	Std ²⁾
Tanjung Jabung Timur, Jambi				
Tinggi tanaman (cm)	43,8	66,6	53,6	5,9
Jumlah polong isi/tanaman	40	96	59	12,5
Bobot 100 biji (g)	12,61	16,93	14,33	0,95
Hasil biji (t/ha)	1,79	2,83	2,33	0,25
Barito Kuala, Kalimantan Selatan				
Tinggi tanaman (cm)	46,7	91,0	63,4	10,1
Jumlah polong isi/tanaman	14	102	63	10,1
Bobot 100 biji (g)	8,80	15,30	12,88	1,67
Hasil biji (t/ha)	1,35	3,21	1,93	0,40

Keterangan: ¹⁾ bobot 100 biji dan hasil biji pada kadar air biji 12%;

²⁾ Std = standar deviasi. Sumber: Taufiq *et al.* (2019b)



Gambar 14. Produktivitas kedelai menggunakan teknologi KEPAS pada petani kooperator di lahan rawa pasang surut di Jambi dan Kalimantan Selatan tahun 2018. (Sumber: Taufiq *et al.* 2019b)

VI. PENUTUP

LPS dapat dijadikan areal perluasan tanam kedelai, karena tersedia cukup luas dan dapat menghasilkan produktivitas kedelai diatas 2 t/ha jika dikelola dengan baik. Pengembangan kedelai mempunyai peluang keberhasilan tinggi apabila dilakukan pada lahan tipe C dan tipe D, atau peralihan dari tipe B ke tipe C. Teknologi budi daya kedelai yang layak secara teknis dan ekonomis pada tipe lahan tersebut telah tersedia, sehingga produktivitas kedelai dapat dioptimalkan. Dukungan kebijakan harga jual kedelai yang layak perlu diimplementasikan, agar perluasan areal tanam tersebut segera terwujud dan memberi dampak nyata bagi peningkatan kesejahteraan petani serta peningkatan produksi kedelai nasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd-El Baki, G.K., F. Siefritz, H-M. Man, H. Weiner, R. Kaldenhoff, and W.M. Kaiser. 2000. Nitrate reductase in *Zea mays* L. under salinity. *Plant Cell Environment* 23: 515-521.
- Abreu, C.H., T. Muraoka, and A.F. Lavorante. 2003. Relationship between acidity and chemical properties of Brazilian soils. *Scientia Agricola* 60(2): 337-343.
- Adisarwanto, T. 2001. Bertanam kedelai di tanah jenuh air. *Buletin Palawija* 1: 24-32.
- Adisarwanto, T., B.S. Radjit, Marwoto, A.G. Manshuri, dan C. Floyd. 1989. Survei kedelai Jawa Timur. Balittan, Malang. 24 hlm.
- Agarwal, N., A. Kumar, S. Agarwal, and A. Singh. 2015. Evaluation of soybean (*Glycine max* L.) cultivars under salinity stress during early vegetative growth. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 4(2): 123-134.
- Aminah, I.S., N. Marlina, dan A. Rahman. 2016. Aplikasi pupuk hayati pada beberapa varietas kedelai (*Glycine max* L. Merrill) pada lahan lebak. Hlm. 101-107. *Dalam* Herlinda, S. *et al.* (Eds). *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2015*, Palembang 8-9 Oktober 2015. Unsri Press, Palembang. 955 hlm.
- Amirjani, M.R. 2010. Effect of salinity stress on growth, mineral composition, proline content, antioxidant enzymes of soybean. *American Journal of Plant Physiology* 5: 350-360.
- Annisa, W. dan D. Nursyamsi. 2016. Pengaruh amelioran, pupuk dan sistem pengelolaan tanah sulfat masam terhadap hasil padi dan emisi metana. *Jurnal Tanah dan Iklim* 40(2): 135-145.
- Anwar, K. 2011. Peningkatan produktivitas kedelai di lahan pasang surut kawasan PLG melalui pemberian ameliorasi dan pupuk. Hlm. 47-58. *Dalam* Kertiwa, B. *et al.* (Eds). *Prosiding Seminar Nasional Sumber Daya Lahan Pertanian*. Buku I. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian Bogor.

- Anwar, K. 2014. Ameliorasi dan pemupukan untuk meningkatkan produktivitas kedelai di lahan gambut. Hlm 353-360. *Dalam* Yasin, M. *et al.* (Eds). Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian Spesifik Lokasi, Banjarbaru 6-7 Agustus 2014.
- Aribawa, I.B.A., Supardi, M. Al-Jabri, dan I.P.G. Widjaja-Adhi. 1997. Rehabilitasi lahan tidur pasang surut jenis sulfat masam di Basarang, Kuala Kapuas, Kalimantan Tengah. Hlm. 155-162. *Dalam* Kurnia, U. *et al* (Eds). Prosiding Pertemuan Pembahasan dan Komunikasi Hasil Penelitian Tanah dan Agroklimat. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Badan Litbang Pertanian.
- Ar-Riza, I dan Alkasuma. 2008. Pertanian lahan rawa pasang surut dan strategi pengembangannya dalam era otonomi daerah. *Jurnal Sumberdaya Lahan* 2(2): 95-104.
- Bacanamwo, M. and L.C. Purcell. 1999. Soybean dry matter and N accumulation responses to flooding stress, N sources and hypoxia. *Journal of Experimental Botany* 50(334): 689-696.
- Balitkabi. 2016. Deskripsi Varietas Unggul Aneka Kacang dan Umbi. Cetakan ke-8 (revisi). Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi, Malang. 218 hlm.
- Barus, J. 2016. Efektivitas dolomit dan biochar sekam terhadap produktivitas dua VUB padi rawa. Hlm. 95-100. *Dalam* Herlinda, S. *et al.* (Eds). Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2015, Palembang 8-9 Oktober 2015. Unsri Press, Palembang. 955 hlm.
- Blakemore, L.C., P.L. Searle, and B.K. Daly. 1987. Methods for Chemical Analysis of Soils. NZ Soil Bureau Scientific Report. 80, New Zealand. 103 pp.
- Botta, C. 2015. Understanding Your Soil Test. River Catchment Landcare Group, Australia. 49p.
- BPS. 2015. Statistik 70 Tahun Indonesia Merdeka. Badan Pusat Statistik, Jakarta. 365 hlm.
- BPS. 2018. Kajian Konsumsi Bahan Pokok Tahun 2017. Badan Pusat Statistik Indonesia, Jakarta. 84 hlm.
- BPS. 2019. Statistik Indonesia 2019. Badan Pusat Statistik, Jakarta. 738 hlm.

- BPS. 2020. Rata-rata konsumsi per kapita seminggu beberapa macam bahan makanan penting tahun 2007-2019 (Tabel Dinamis BPS). <https://www.bps.go.id/statictable/2014/09/08/950> [Akses 12 Agustus 2021].
- Dong, D., I. Thornton, and M.H. Ramsey. 1993. Influence of soil-extractable aluminium and pH on the uptake of aluminium from soil into the soybean plant (*Glycine max*). *Environmental Geochemistry and Health* 15(2- 3): 105-111.
- Duzan, H.M., X. Zhou, A. Souleimanov, and D. Smith. 2004. Perception of *Bradyrhizobium japonicum* Nod factor by soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] root hairs under abiotic stress condition. *Journal of Experimental Botany* 55: 2641-2646.
- Fageria, N.K. 2009. The Use of Nutrients in Crops Plants. CRC Press, Brazil. 430p.
- FAO. 1976. A framework for land evaluation. Soils Bulletin 32. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- Flores, P., M.A. Botella, V. Martinez, and A. Cedra. 2000. Ionic and osmotic effects on nitrate reductase activity in tomato seedlings. *Journal of Plant Physiology* 156: 552-557.
- Foth, D.H. 1990. Fundamentals of Soil Science. 8th ed. John Wiley & Sons, Inc., Canada. 360pp.
- Ghassemi-Golezani, K., M. Taifeh-Noori, S. Oustan, M. Moghaddam, and S.S. Rahmani. 2011. Physiological performance of soybean cultivars under salinity stress. *Journal of Plant Physiology and Breeding* 1(1): 1-7.
- Ghulamahdi, M. 2011. Best practice dalam budidaya kedelai di lahan pasang surut. Kongres Ilmu Pengetahuan Nasional (KIPNAS) X tahun 2011. Departemen Agronomi dan Hortikultura Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. 10 hlm.
- Ghulamahdi, M., M. Melati, and D. Sagala. 2009. Production of soybean varieties under saturated soil culture on tidal swamps. *Jurnal Agronomi Indonesia* 37(3): 226-232.
- Ghulamahdi, M., S. R. Chaerunisa, I. Lubis, and P. Taylor. 2016. Response of five soybean varieties under saturated

- soil culture and temporary flooding on tidal swamp. *Procedia Environmental Sciences* 33: 87- 93.
- Hafif, B dan L.P. Santi. 2016. Optimasi produksi kedelai (*Glycine max* L. Merr) melalui aplikasi pupuk hayati dan budidaya jenuh air di lahan rawa. *Menara Perkebunan* 84(2): 88-97.
- Hanum, C., W.Q. Mugnisjah, S. Yahya, D. Sopandy, K. Idris, dan A. Sahar. 2007. Pertumbuhan akar kedelai pada cekaman aluminium, kekeringan dan cekaman ganda aluminium dan kekeringan. *Agritrop* 26(1): 13-18.
- Harsono, A. 2017. Langkah Merengkuh Swasembada Kedelai: Ragam pemikiran pengembangan pertanian. Forum Komunikasi Profesor Riset. IAARD Press. Hlm. 43-48.
- Hartatik, W dan J.S. Adiningsih. 1987. Pengaruh pengapuran dan pupuk hijau terhadap hasil kedelai pada tanah Podsolik Sitiung di rumah kaca. *Pemberitaan Penelitian Tanah dan Pupuk* 7: 1-4.
- Hartatik, W., I.B. Aribawa, dan J.S. Adiningsih. 1987. Penelitian pengelolaan hara terpadu pada lahan sulfat masam. Hlm. 205-222. *Dalam* Agus, F. *et al.* (Eds). *Prosiding Seminar Nasional Sumber Daya Tanah, Iklim dan Pupuk*. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Badan Litbang Pertanian.
- Haryono. 2012. Lahan Rawa Lumbung Pangan Masa Depan Indonesia. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 142 hlm.
- Hasani, S., S. Galeshi, E. Zeinali, B. Torabi, and M. Khadempir. 2020. Evaluation of tolerance and resistance to flooding stress in different soybean varieties. *Journal Environmental Stresses in Crop Sciences* 12(4): 1323-1339.
- Hashimoto, Y., T.J. Smyth, D. Hesterberg, and D.W. Israel. 2007. Soybean root growth in relation to ionic composition in magnesium-amended acid subsoils: Implications on root citrate ameliorating aluminum constraints. *Soil Science and Plant Nutrition* 53: 753-763.
- Hill Laboratories. Aluminium Soil Test Interpretation. <https://www.hill-laboratories.com/assets/Documents/Technical-Notes> [Akses 11 Desember 2018].

- <https://balitkabi.litbang.pertanian.go.id>. Deskripsi Varietas Baru. [Akses 9 Agustus 2021].
- Ifansyah, H. 2013. Soil pH and solubility of aluminium, iron, and phosphorus in Ultisols: the roles of humic acid. *Journal Tropical Soils* 18(3): 203-208.
- Imanudin, M.S. and E. Armanto. 2012. Effect of water management improvement on soil nutrient content, iron and aluminum solubility at tidal low land area. *Asia-Pacific Chemical, Biological & Environmental Engineering Society (APCBEE) Procedia* 4: 253- 258.
- Indradewa, D., S. Sastrowinoto, S. Notohadisuwarno, dan H. Prabowo. 2004. Metabolisme nitrogen pada tanaman kedelai yang mendapat genangan dalam parit. *Ilmu Pertanian* 11(2): 68-75.
- Kandel, H and G. Endres. 2019. *Soybean Production Field Guide for North Dakota*. North Dakota Soybean Council. 162pp.
- Kandil, A.A., A.E. Sharief, and Kh.R. Ahmed. 2015. Performance of some soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivars under salinity stress to germination characters. *International Journal of Agronomy and Agricultural Researches (IJAAR)* 6(3): 48-56.
- Kharisma, B. 2018. Determinan produksi kedelai di Indonesia dan implikasi kebijakannya. *E-Jurnal Ekonomi dan Bisnis Universitas Udayana* 7(3): 679-710.
- Koesrini dan E. William. 2004. Keragaan hasil dan daya toleransi genotipe kedelai di lahan sulfat masam. *Jurnal Agronomi Indonesia* 32(2): 33-38.
- Koesrini dan E. William. 2009. Penampilan genotipe kedelai dengan dua perlakuan kapur di lahan pasang surut bergambut. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 28(1): 29-33.
- Koesrini, K. Anwar, dan E. Berlian. 2015. Penggunaan kapur dan varietas adaptif untuk meningkatkan hasil kedelai di lahan sulfat masam aktual. *Berita Biologi* 14(2): 155-161.
- Kuswantoro, H. 2011. Response of soybean genotypes to waterlogging. *Jurnal Agronomi Indonesia* 39(1): 19-23.
- Lestari, W. 2018. Penerapan teknologi budidaya jenuh air untuk meningkatkan pendapatan petani kedelai hitam di

- Kabupaten Tanjung Jabung Timur. *Khazanah Intelektual* 2(2): 149-161.
- Li, W and C.E. Johnson. 2016. Relationships among pH, aluminum solubility and aluminum complexation with organic matter in acid forest soils of the Northeastern United States. *Geoderma* 271: 234-242.
- Lindsay, W.L. 1979. *Chemical Equilibria In Soils*. John Wiley and Sons Ltd. 449p.
- Manshuri, A.G. 2003. Karakterisasi sifat-sifat agro-morfo-fisiologi kedelai toleran terhadap keracunan aluminium di lahan Podsolik Merah Kuning. Laporan Teknis Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian Tahun Anggaran 2001. Balitkabi, Malang.
- Masganti. 2008. Kesuburan tanah dan hasil padi lokal di lahan pasang surut kawasan PLG Kabupaten Kapuas, Kalimantan Tengah. Hlm. 89-100. *Dalam* D. Subardja *et al.* (Eds.). *Prosiding Seminar Nasional Sumberdaya Lahan Pertanian*. Buku IV. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.
- Miyasaka, S.C., N.V. Hue, and M.A. Dunn. 2007. Aluminium. p.439-497. *In* A.V. Barker and D.J. Pilbeam (Eds). *Handbook of Plant Nutrition*. CRC Press, NY. 613p.
- Morita, S., J. Abe, Sfurobayashi, A. Lux, and R. Tajima. 2004. Effect of water logging on root system of soybean. <http://www.cropscience.org.au/icsc2004> [Akses 22 Desember 2020].
- Mudgal, V. 2004. Physiological studies on growth and nitrogen metabolism in *Cicer arietinum* L. under saline conditions. Ph.D. Thesis. Rohilkhand University, India.
- Mulyani, A., D. Nursyamsi, dan D. Harnowo. 2016b. Potensi dan Tantangan Pemanfaatan Lahan Suboptimal untuk Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. Hlm 16-30. *Dalam* Rahmianna, A.A *et al.* (Eds). *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi Tahun 2016*. 710 hlm.
- Mulyani, A., Dwi Kuncoro, D. Nursyamsi, dan F. Agus. 2016a. Analisis konversi lahan sawah: Penggunaan data spasial resolusi tinggi memperlihatkan laju konversi yang mengkhawatirkan. *Jurnal Tanah dan Iklim* 40(2): 121-133.

- Naidu, L.G.K., V. Ramamurthy, O. Challa, R. Hegde, and P. Krishnan. 2006. Manual Soil-Site Suitability Criteria for Major Crops. National Bureau of Soil Survey and Land Use Planning No. 129. Nagpur, India. 118 pp.
- Nleya, T., P. Sexton, K. Gustafson, and J. M. Miller. 2013. Soybean growth stages. *In*: Clay, D.E., C.G. Carlson, S.A. Clay, L. Wagner, D. Deneke, C. Hay (Eds). iGrow Soybean: Best Management Practices for Soybean Production. South Dakota State University, SDSU Extension, Brookings, SD.
- Noor, M. 2004. Lahan Rawa: Sifat dan Pengelolaan Tanah Bermasalah Sulfat Masam. Raja Grafindo Persada. 241 hlm.
- Noya, A.I., M. Ghulamahdi, D. Sopandie, A. Sutandi, dan M. Melati. 2014. Pengaruh kedalaman muka air dan amelioran terhadap produktivitas kedelai di lahan sulfat masam. *Jurnal Pangan* 23(2): 120-133.
- Nursyamsi, D dan Nurul Fajri. 2004. Metode ekstraksi dan batas kritis hara fosfor tanah Vertisol untuk kedelai (*Glycine max* L.). *Jurnal Ilmu Pertanian* 18: 15-25.
- Nursyamsi, D. 2006. Kebutuhan hara kalium tanaman kedelai di tanah Ultisol. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan* 6(2): 71-81.
- Paripurna, A., D. Budianta, dan A. Napoleon. 2017. Respon aplikasi kapur terhadap beberapa sifat kimia tanah lahan pasang surut. *Jurnal Lahan Suboptimal* 6(1): 59-70.
- Perkasa, A.Y., M. Ghulamahdi, dan Dwi Guntero. 2016. Penggunaan herbisida untuk pengendalian gulma pada budi daya kedelai jenuh air di lahan pasang surut. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 35(1): 63-70.
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 66 Tahun 2021 Tentang Badan Pangan Nasional. 20 hlm.
- Pujiwati, H., M. Ghulamahdi, S. Yahya, S.A. Aziz, dan O. Haridjaja. 2016a. Efisiensi pengapuran dengan amelioran air gambut memperbaiki adaptasi kedelai hitam (*Glycine soja*) terhadap cekaman Al dan Fe di lahan pasang surut. Hlm. 143-151. *Dalam* Herlinda, S. *et al.* (Eds). *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2015*, Palembang 8-9 Oktober 2015. Unsri Press, Palembang. 955 hlm.

- Pujiwati, H., M. Ghulamahdi, S. Yahya, S.A. Aziz, dan O. Haridjaja. 2016b. Tanggap kedelai hitam terhadap cekaman aluminium pada kultur hara. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 35(2): 149-154.
- Purwaningrahyu, R.D., H.T. Sebayang, Syekhiani, and N. Aini. 2015. Resistance level of some soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) genotypes toward salinity stress. *Journal of Biological Research* 20: 7-14.
- Purwantoro, H. Kuswantoro, dan D.M. Arsyad. 2007. Keragaan beberapa galur kedelai di tanah Ultisol. Hlm 23-32. *Dalam* Harnowo, D. *et al.* (Eds). *Prosiding Seminar Peningkatan Produksi Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Mendukung Kemandirian Pangan*. Puslitbangtan, Bogor. 628 hlm.
- Putri, P.H., G.W.A. Susanto, dan A. Taufiq. 2017. Toleransi genotipe kedelai terhadap salinitas. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 1(3): 233-242.
- Rhine, M.D., G. Stevens, G. Shannon, A. Wrather, and D. Sleper. 2010. Yield and nutritional responses to waterlogging of soybean cultivars. *Irrigation Science* 28: 135-142.
- Rina, D.Y dan H. Syahbuddin. 2013. Zona kesesuaian lahan rawa pasang surut berbasis keunggulan kompetitif komoditas. *Jurnal SEPA* 10(1): 103-117.
- Riniarsi, T.D. 2018. Outlook Komoditas Pertanian Tanaman Pangan: Kedelai. *Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Kementerian Pertanian*. 126 hlm.
- Rodiah dan Sumarno. 1993. Keragaan hasil genotipe kedelai pada keadaan tanah jenuh air. *Risalah Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan 1994*. Balittan, Malang. Hlm. 115-124.
- Sagala, D. 2010. Peningkatan pH tanah masam di lahan rawa pasang surut pada berbagai dosis kapur untuk budidaya kedelai. *Jurnal Agroqua* 8(2): 1-5.
- Sagala, D., E. Suzanna, Prihanani, M. Ghulamahdi, I. Lubis, and Trikoesoemaningtyas. 2018. Effect of aluminum stress in early-stage growth of soybean. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 144: 1-7.

- Saleh, M., E. William, dan S. Raihan. 2011. Penampilan tiga varietas kedelai di lahan rawa pasang surut tipe sulfat masam tipe B. Hlm. 90-95. *Dalam* Adie, M.M. *et al.* (Eds). Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. Puslitbangtan, Bogor.
- Saragih, S. 2013. Empat kunci sukses pengelolaan lahan rawa pasang surut untuk usaha pertanian berkelanjutan. <http://balitra.litbang.pertanian.go.id/1index.php?> [Akses 13 Juli 2020].
- Shurtleff, W. and A. Aoyagi. 2007. History of Tempeh. History of Soybeans and Soyfoods: 1100 B.C. to the 1980s. Soyinfo Center, Lafayette, California. 85p.
- Smyth, T.J and M.S. Cravo. 1992. Aluminum and calcium constraints to continuous crop production in a Brazilian Amazon Oxisol. *Agronomy Journal* 84(5): 843-850.
- Subagyo, H. dan I.P.G. Widjaja-Adhi. 1998. Peluang dan kendala pembangunan lahan rawa untuk pengembangan pertanian di Indonesia. Hlm. 13-50. *Dalam* Kurnia, U. *et al* (Eds). Prosiding Pertemuan Pembahasan dan Komunikasi Hasil Penelitian Tanah dan Agroklimat. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Badan Litbang Pertanian.
- Subagyo, H. 2006a. Klasifikasi Penyebaran Lahan Rawa. Hlm 1-22. *Dalam* Didi Ardi S. *et al.* (Eds). Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa. Edisi Pertama. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor, Bogor. 297 hlm.
- Subagyo, H. 2006b. Lahan rawa pasang surut. Hlm 23-98. *Dalam* Didi Ardi S. *et al.* (Eds). Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa. Edisi pertama. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor. 297 hlm.
- 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.
- Subandi. 2017. KEPAS (Kedelai Pasang Surut). Laporan Akhir Tahun 2017. Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi), Malang. 49 hlm.

- Subiksa, I.G.M., Heryadi, dan S. Suping. 1999. Penelitian respon tanaman terhadap pemupukan fosfat dan pengapuran pada lahan sulfat masam. Hlm. 223-234. *Dalam* Agus, F. *et al.* (Eds). Prosiding Seminar Nasional Sumber Daya Tanah, Iklim dan Pupuk. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Badan Litbang Pertanian.
- Suhartina, Purwantoro, dan N. Nugrahaeni. 2018. DEJA 1 dan DEJA 2: Varietas unggul baru kedelai toleran jenuh air. Hlm 81-95. *Dalam* Hayati, D., Sutoyo, dan M. Fadli (Eds). Prosiding Seminar Perhimpunan Ilmu Pemuliaan Indonesia (PERIPI) Komda Sumatera Barat. Padang, 4-5 Oktober 2018.
- Sulistiyani, D.P., Napoleon, dan A.G. Putra. 2014. Penilaian kualitas tanah pada lahan rawa pasang surut untuk tanaman jagung (*Zea mays L*) di Desa Banyu Urip Kecamatan Tanjung Lago Kabupaten Banyuasin. Hlm. 812-820. *Dalam* Herlinda, S. *et al.* (Eds). Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2014, Palembang 26-27 September 2014. Unsri Press, Palembang. 851 hlm.
- Sullivan, M., T. VanToai, N. Fausey, J. Beuerlein, R. Parkinson, and A. Soboyejo. 2001. Evaluating On-Farm Flooding Impacts on Soybean. *Crop Science* 41: 93-100.
- Sumarno, F. Dauphin, A. Rachim, N. Sunarlim, B. Santoso, and Kuntastuti. 1988. Soybean Yield Gap Analysis in Java. CRIFT-ESCAP CGPRT. Bogor. 71 hlm.
- Suriadikarta, D.A. dan D. Setyorini. 2006. Teknologi pengelolaan lahan sulfat masam. Hlm. 117-150. *Dalam* Suriadikarta, D.A *et al.* (Eds). Karakterisasi dan Pengelolaan Lahan Rawa. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.
- Susanti, AA. dan B. Waryanto, 2017. Statistik Pertanian 2017. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 362 hlm.
- Susanto, G.W.A., A. Taufiq, dan P.H. Putri. 2016. Penilaian genotipe (koleksi plasma nutfah) kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.) pada kondisi salin. Hlm. 312-324. *Dalam*: Taryono, Supriyanta, Kristamtini (Eds.). Pemanfaatan Sumber Daya Genetik Lokal dalam Mendukung Keberhasilan Program Pemuliaan. Prosiding Seminar Nasional PERIPI Komda

- Jateng dan DIY. Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Susanto, R.H. 2015. Potensi, kendala, dan strategi pemanfaatan lahan rawa lebak dan pasang surut untuk pertanian (PAJALE) peternakan dan perikanan dengan TTG spesifik lokasi di Indonesia. <http://semnaslahansuboptimal.unsri.ac.id> [Akses November 2016].
- Susilawati, A., D. Nursyamsi, dan M. Syakir. 2016. Optimalisasi penggunaan lahan rawa pasang surut mendukung swsembada pangan nasional. *Jurnal Sumberdaya Lahan* 10(1): 51-64.
- Susilawati, K. Subatra, R.A. Suwigno, dan R. Hayati. 2014. Adaptasi beberapa varietas unggul kedelai yang berdaya hasil tinggi dengan pemberian dolomit dan urea di lahan pasang surut. *Jurnal Lahan Suboptimal* 3(2): 126-131.
- Suwanda, M.H dan M. Noor. 2014. Kebijakan pemanfaatan lahan rawa pasang surut untuk mendukung kedaulatan pangan nasional. *Jurnal Sumberdaya Lahan* 8(3): 31-40.
- Swastika, I.W., N.P. Sri Ratmini, dan T. Tumarlan. 1997. Budi Daya Kedelai di Lahan Pasang Surut. Proyek Penelitian Pengembangan Pertanian Rawa Terpadu-ISDP, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 14 hlm.
- Tames, S. 2001. Lodging of Cereal Crops. Government of Alberta. [www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdecs.nsf/all/crop1271-intro.html](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdecs.nsf/all/crop1271-intro.html) [Akses 2 Maret 2004].
- Tampubolon, B., J. Wiroatmodjo, Justika, Baharsjah, dan Soedarsono. 1989. Pengaruh penggenangan pada berbagai fase pertumbuhan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) terhadap pertumbuhan dan produksi. *Forum Pascasarjana* 12: 17-25.
- Taufiq, A and A. Wijanarko. 2012. Variability of soybean [*Glycine max* (L.) Merr] growth in relation to chemical properties of Ultisol from East Lampung. *Journal Tropical Soils* 17(1): 37-4.
- Taufiq, A. dan R.D. Purwaningrahyu. 2014. Pengaruh cekaman salin terhadap keragaan varietas kacang hijau pada fase perkecambahan. Hlm. 465–477. *Dalam*: Saleh,

- N. *et al.* (Eds). Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi Tahun 2013. Malang, 22 Mei 2013. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Taufiq, A., A. Wijanarko, A. Kristiono, S. Mutmaidah, N. Prasetyaswati, dan Jumakir. 2019b. Evaluasi kelayakan teknis dan finansial teknologi budi daya kedelai pada lahan pasang surut. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 3(2):101-110.
- Taufiq, A., A. Wijanarko, dan Suyamto. 2011b. Takaran optimal pupuk NPKS, dolomit, dan pupuk kandang pada hasil kedelai di lahan pasang surut. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 30(1): 43-48.
- Taufiq, A., A. Wijanarko, Fakhurrozi, dan C. Prahoro. 2011c. Verifikasi Teknologi Budidaya Kedelai melalui Pendekatan Pengelolaan Tanaman Terpadu pada Lahan Pasang Surut Tipe C. Hlm 144-159. *Dalam* Widjono, A. *et al.* (Eds). Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi tanggal 21 Desember 2008. Puslitbangtan, Bogor.
- Taufiq, A., A. Wijanarko, Marwoto, T. Adisarwanto, dan C. Prahoro. 2008. Verifikasi Teknologi Budidaya Kedelai di Lahan Pasang Surut. Hlm 269-278. *Dalam* Harsono, A. *et al.* (Eds). Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Tahun 2007. 507 hlm.
- Taufiq, A., G.W.A Susanto, Y. Baliadi, T. Sundari, N. Nugrahaeni, dan J. Purnomo. 2011a. Peragaan teknologi dan komunikasi hasil penelitian. Laporan Akhir Tahun. Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian (Balitkabi). 52 hlm.
- Taufiq, A., N. Nugrahaeni, dan G.W.A. Susanto. 2019a. Evaluasi Toleransi Sumber Daya Genetik Kedelai terhadap Cekaman Salinitas. *Buletin Palawija* 17(1):10-20.
- Taufiq, A., N. Nugrahaeni, G.W.A. Susanto, and N.A. Subekti. 2021. Evaluation of soybean tolerance to soil salinity. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 724: 012073.

- Uguru, M.I., B.C. Oyiga, and E.A. Jandong. 2012. Responses of some soybean genotypes to different soil pH regimes in two planting season. *The African Journal of Plant Science and Biotechnology* 6(1): 26-37.
- Van Hoorn, J.W., N. Karteji, A. Hamdy, and M. Mastorilli. 2001. Effect of salinity on yield and nitrogen uptake of four grain legumes and on biological nitrogen contribution from the soil. *Agricultural Water Management* 51(2): 87-98.
- Wahyudi, I. 2007. Peran asam humat dan fulvat dari kompos dalam detoksifikasi Aluminium pada tanah masam. *Buana Sains* 7(2): 123-130.
- Wahyunto, S. Ritung, Suparto, dan H. Subagjo. 2005. Sebaran Gambut dan Kandungan Karbon di Sumatera dan Kalimantan. *Proyek Climate Change, Forests and Peatlands in Indonesia. Wetlands International – Indonesia Programme dan Wildlife Habitat Canada*. Bogor. 254 hlm.
- Wijanarko, A and A. Taufiq. 2016. Effect of lime application on soil properties and soybean yield on tidal land. *Agrivita* 38(1): 14-23.
- Wijanarko, A. 2004. Penggunaan Asam Sitrat, Kapur dan Fosfat Dikaitkan dengan Keracunan Aluminium, Serapan Hara, dan Pertumbuhan Tanaman Kedelai. Tesis. IPB, Bogor. 79 hlm.
- Wijanarko, A. dan Sudaryono. 2007. Uji kalibrasi P pada tanaman kedelai di tanah Ultisol Seputih Banyak Lampung Tengah. Hlm. 233-242. *Dalam* Harnowo, D. *et al.* (Eds). *Prosiding Seminar Peningkatan Produksi Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Mendukung Kemandirian Pangan*. Puslitbangtan, Bogor. 628 hlm.
- Wijanarko, A., A. Taufiq, and D. Harnowo. 2016. Effect of liming, manure, and NPK fertilizer application on growth and yield performance of soybean in swamp land. *Journal of Degraded and Mining Lands Management* 3(2): 527-533.
- Winarso, S and A. Taufiq. 2011. Aluminium exchangeable and phosphorous availability on ultisol using humic substance and synthetic organic acid. *Journal Tropical Soils* 16(3): 183-190.

Winarso, S. E. Handayanto, and A. Taufiq. 2010. Aluminium detoxification by humic substance extracted from compost of organic wastes. *Journal Tropical Soils* 15(1): 19-24.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Fase pertumbuhan vegetatif tanaman kedelai.

Sandi fase	Fase pertumbuhan	Deskripsi
Ve	Perkecambahan	Daun keping (kotiledon) terbuka di atas permukaan tanah
Vc	Kotiledon	Dua daun tunggal mulai terbuka, tepi daun tidak saling bersentuhan
V1	Buku ke-1	Daun berangkai tiga (<i>trifoliate</i>) yang pertama sepenuhnya keluar dan mulai terbuka
V2	Buku ke-2	Tanaman mempunyai tiga buku, dua daun berangkai tiga telah terbuka
V3	Buku ke-3	Tanaman mempunyai empat buku, tiga daun berangkai tiga telah terbuka
V4	Buku ke-4	Tanaman mempunyai lima buku, empat daun berangkai tiga telah terbuka
Vn	Buku ke-n	Kode “n” mewakili jumlah buku pada batang utama dengan daun telah berkembang penuh dimulai daun tunggal

Sumber: Nleya *et al.* (2013); Kandel and Endres (2019)

Lampiran 2. Fase pertumbuhan generatif tanaman kedelai.

Sandi fase	Fase pertumbuhan	Deskripsi
R1	Mulai berbunga	Satu bunga mekar pada sembarang buku pada batang utama
R2	Berbunga penuh	Satu bunga mekar pada salah satu dari dua buku teratas pada batang utama dengan daun telah berkembang sempurna
R3	Mulai pembentukan polong	Terdapat polong dengan panjang 5 mm pada salah satu dari empat buku teratas pada batang utama
R4	Polong berkembang penuh	Terdapat polong dengan panjang 2 cm pada salah satu dari empat buku teratas pada batang utama
R5	Polong mulai berisi	Terdapat biji dengan panjang 3 mm pada salah satu polong pada empat buku teratas pada batang utama
R6	Biji penuh	Polong berisi biji hijau yang mengisi penuh rongga polong pada salah satu dari empat buku paling atas pada batang utama
R7	Permulaan polong matang	Satu polong normal pada batang utama menunjukkan warna matang (berwarna coklat pucat atau coklat)
R8	Polong matang penuh	95% polong telah menunjukkan warna matang

Sumber: Nleya *et al.* (2013); Kandel and Endres (2019)

Lampiran 3. Karakter agronomi varietas unggul kedelai adaptif lahan rawa pasang surut.

No.	Varietas	Tahun pelepasan	Umur berbunga (hari)	Umur masak (hari)	Bobot 100 biji (g)	Potensi hasil (t/ha)
1	Wilis	1983	39	85–90	10,00	1,60
2	Slamet	1995	37	87	12,5	2,26
3	Burangrang	1999	35	80–82	17,00	2,50
4	Lawit	2001	40	84	10,5	1,93
5	Menyapa	2001	41	85	9,1	2,03
6	Sibayak	2001	38	89	12,50	1,41
7	Tanggamus	2001	35	88	11,00	1,22
8	Anjasmoro	2001	35–39	82–92	14,8–15,3	2,25
9	Panderman	2003	33	85	18,0–19,0	2,37
10	Dering 1	2012	35	81	10,70	2,80
11	Dena 1	2014	33	78	14,30	2,90
12	Devon 1	2015	34	83	14,30	3,09
13	Dega 1	2016	29	71	22,98	3,82
14	Deja 1	2017	39	79	12,90	2,87
15	Deja 2	2017	37	80	14,80	2,75
16	Demas 2	2019	34	77	14,99	3,27
17	Demas 3	2019	29	76	14,40	2,88
18	Dering 2	2019	33	76	14,80	3,32
19	Dering 3	2019	31	70	13,90	2,99
20	Depas 1	2020	34	83	11,93	2,84
21	Depas 2	2020	35	84	11,37	2,94

Sumber: No. 1–13 (Balitkabi 2016); No. 14–21 (<https://balitkabi.litbang.pertanian.go.id/deskripsi-varietas-baru/>)

BIODATA PENULIS



Abdullah Taufiq lahir di Gresik 6 Januari 1963. Pendidikan Sarjana (S1) di Jurusan Ilmu Tanah, Universitas Brawijaya tahun 1983-1987, dan Pasca Sarjana (S2) di Jurusan Ilmu Tanah, Universitas Gadjah Mada tahun 1999-2001.

Bekerja di Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi) Malang mulai tahun 1989 sebagai tenaga honorer, dan diangkat menjadi PNS tahun 1990. Tahun 1993-1995 aktif penelitian pengelolaan kesuburan tanah pada komoditas jagung, 1996-2001 pada komoditas kacang tanah, 2001-2018 pada komoditas kacang tanah dan kedelai, dan 2019-sekarang pada komoditas kedelai dan ubi kayu. Tahun 2009 memperoleh penghargaan sebagai peneliti tanaman kedelai berprestasi dari Kementerian Pertanian RI. Tahun 2010-2011 menjadi mitra bestari untuk Jurnal Agrivita. Tahun 2010-sekarang menjadi dewan editor Buletin Palawija (Balitkabi). Menduduki fungsional Asisten Peneliti tahun 1989, dan tahun 2017 sebagai Peneliti Ahli Utama golongan IV/e. Dalam tujuh tahun terakhir sejak 2014 telah menulis 50 karya tulis ilmiah hasil penelitian (sebagai *author* dan *co-author*) yang dipublikasikan dalam prosiding nasional maupun internasional, dan jurnal nasional maupun internasional, serta monograf dan bunga rampai.



Andy Wijanarko lahir di Malang, 15 November 1974. Mendapatkan gelar sarjana pada tahun 1998 dari Jurusan Ilmu Tanah, Universitas Brawijaya. Pendidikan S2 didapatkan pada tahun 2004 di Jurusan Ilmu Tanah di Institut Pertanian Bogor dan S3 diselesaikan pada tahun 2014 pada Jurusan Ilmu Pertanian (Minat Ilmu Tanah) di Universitas Gadjah Mada.

Bekerja di Balitkabi mulai tahun 2000, dimulai sebagai Peneliti Non Kelas. Pada tahun 2007 diangkat menjadi Peneliti Muda pada bidang Kesuburan dan Biologi Tanah dan pada tahun 2010 menduduki Peneliti Ahli Madya. Hingga saat ini, telah menulis kurang lebih 60 karya tulis ilmiah hasil penelitian (sebagai *author* dan *co-author*) yang dipublikasikan dalam prosiding dan jurnal nasional maupun internasional, melakukan diseminasi hasil penelitian, dan menjadi narasumber pada kegiatan pelatihan/sosialisasi.



Pratanti Haksiwi Putri lahir di Yogyakarta, 14 Maret 1986. Pendidikan S1 ditempuh di Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada hingga lulus tahun 2010 dan dilanjutkan pendidikan S2 di tempat yang sama, lulus pada tahun 2013.

Perjalanan sebagai peneliti di Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi), Malang dimulai pada tahun 2014 sebagai Calon Peneliti, dan pada tahun 2019 diangkat sebagai Peneliti Ahli Pertama hingga saat ini. Sejak tahun 2015 terlibat dalam perakitan varietas unggul kedelai adaptif cekaman abiotik. Pada tahun 2016 menjadi pengelola plasma nutfah aneka kacang potensial (*underutilized legumes*) hingga saat ini. Penulis juga terlibat dalam kegiatan karakterisasi berbasis molekuler di Laboratorium Biologi Molekuler-Laboratorium Sentral Balitkabi. Hingga saat ini, penulis aktif berpartisipasi dalam seminar nasional maupun internasional serta menghasilkan 10 karya tulis ilmiah dalam prosiding dan 3 karya tulis ilmiah dalam jurnal nasional.