

FASILITASI PENINGKATAN PRDODUKTIVITAS KEDELAI DI LAHAN RAWA PASANG SURUT



**BADAN STANDARISASI INSTRUMEN PERTANIAN
PUSAT STADARISASI INSTRUMEN TANAMAN PANGAN
BALAI PENGUJIAN STANDAR INSTRUMEN
TANAMAN ANEKA KACANG
2023**

**FASILITASI PENINGKATAN
PRODUKTIVITAS KEDELAI DI LAHAN RAWA
PASANG SURUT**

Penulis:
Abdullah Taufiq

**BADAN STANDARISASI INSTRUMEN PERTANIAN
PUSAT STADARISASI INSTRUMEN TANAMAN PANGAN
BALAI PENGUJIAN STANDAR INSTRUMEN
TANAMAN ANEKA KACANG
2023**

KATA PENGANTAR

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 dan kajian pemanfaatan LPS untuk budidaya kedelai sudah banyak dilakukan. Sebagian dari hasil-hasil penelitian tersebut telah dirakit menjadi teknologi budidaya spesifik LPS dan telah terbukti keefektifannya.

Penyusunan naskah ini dimaksudkan untuk memberikan pemahaman dan pengetahuan praktis yang berkaitan dengan karakteristik LPS dan hubungannya dengan upaya optimalisasi produksi kedelai di lahan tersebut. Penulis berupaya menyajikan naskah ini dengan bahasa yang mudah dipahami oleh berbagai pihak, sehingga dapat menjadi acuan bagi pengambil kebijakan, praktisi pertanian, dan petani.

Malang, Oktober 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
I. PENDAHULUAN	1
II. KARAKTERISTIK LAHAN RAWA PASANG SURUT	2
2.1 Lahan Rawa Pasang Surut	2
2.2 Karakteristik Lahan / Tanah	3
2.2.1 Kondisi keairan	3
2.2.2 Kemasaman tanah dan Aluminium (Al).....	4
2.2.3 Status unsur hara	7
2.2.4 Salinitas Tanah.....	8
III. KUNCI BUDIDAYA KEDELAI PADA LAHAN RAWA PASANG SURUT	9
3.1. Varietas Adaptif	9
3.2. Ameliorasi Tanah.....	10
3.3. Pemupukan	11
IV. TEKNOLOGI BUDIDAYA	12
4.1. Teknologi Budidaya ISDP	12
4.2. Teknologi Budidaya PTT	13
4.3. Teknologi Budidaya KEPAS.....	14
4.4. Teknologi Budidaya Jenuh Air (BJA).....	16
V. PENUTUP.....	17
DAFTAR PUSTAKA.....	18

DAFTAR TABEL

Tabel 1. pH, Al-dd, dan kejenuhan Al-dd lahan rawa pasang surut tipe C dari beberapa lokasi di Lampung, Kalimantan, Jambi, dan Sumatera Selatan.....	4
Tabel 2. Hasil biji kedelai pada beberapa kadar Al-dd dan kejenuhan Al lahan rawa pasang surut.....	7
Tabel 3. Status unsur hara tanah lahan rawa pasang surut tipe C dari beberapa lokasi.....	8
Tabel 4. Klasifikasi status unsur hara untuk kedelai.....	8
Tabel 5. Karakter agronomi varietas unggul kedelai adaptif lahan rawa pasang surut.....	10

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1. Hubungan pH tanah dengan ketersediaan unsur hara. Semakin lebar garis berarti ketersediaan semakin tinggi, dan sebaliknya. 6
- Gambar 2. Hubungan Al-dd dengan pH tanah pada lahan rawa pasang surut tipe C di Jambi (A) dan lahan kering masam di Lampung (B). 6
- Gambar 3. Hasil biji kedelai varietas Anjasmoro dengan pemupukan Phonska, dolomit, dan pupuk kandang pada lahan rawa pasang surut tipe C di Jambi. 12
- Gambar 4. Produktivitas kedelai menggunakan teknologi KEPAS pada petani kooperator di lahan rawa pasang surut di Jambi dan Kalimantan Selatan tahun 2018. 16

I. PENDAHULUAN

Kedelai menjadi salah satu dari sembilan komoditas pangan strategis, seperti yang tertuang dalam Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 66 tahun 2021 pasal 4 ayat 1. Hal ini karena kedelai merupakan bahan baku utama (97%) tahu dan tempe yang sudah menjadi bagian dari menu utama makanan sebagian besar penduduk Indonesia. Tempe dan tahu berbahan baku kedelai populer sebagai makanan yang ekonomis, mudah diolah, dan kaya nutrisi. Tingkat konsumsi tempe dan tahu sepanjang tahun 2017–2019 berturut-turut adalah 0,15 dan 0,16 kg per kapita per minggu (BPS 2020).

Kebutuhan kedelai nasional mencapai 2,75 juta ton per tahun, dan mayoritas dipenuhi dari impor karena produksi kedelai domestik memasok sekitar 17% dari total kebutuhan. Pemenuhan kebutuhan kedelai nasional menghadapi banyak tantangan, karena produksi sulit ditingkatkan 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. Selain itu, minat petani menanam kedelai semakin turun, karena belum ada kepastian harga, dan keuntungan usaha tani kedelai lebih rendah dibandingkan tanaman palawija lainnya.

Penurunan luas panen kedelai nasional terjadi karena penurunan luas kedelai 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 penurunan dari 69,1% menjadi 60,3%.

Pemenuhan defisit kebutuhan kedelai nasional memerlukan upaya peningkatan produksi melalui peningkatan produktivitas pada sentra-sentra produksi melalui intensifikasi, dan peningkatan luas tanam melalui optimasi pemanfaatan lahan rawa pasang surut .

II. KARAKTERISTIK LAHAN RAWA PASANG SURUT

2.1 Lahan Rawa Pasang Surut

Lahan rawa pasang surut (LPS) adalah lahan rawa yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut/sungai, terletak dekat pantai. Luas LPS di Indonesia mencapai 20,1 juta ha (Suwanda dan Noor (2014). Namun demikian, yang sudah dibuka adalah 7,55 juta ha (Mulyani *et al.* 2016).

Berdasarkan bahan penyusunnya, ada dua jenis tanah yang terbentuk pada LPS, yaitu (1) tanah gambut, dan (2) tanah non-gambut atau tanah mineral basah (Subagyo 2006a). Berdasarkan pembentukannya, LPS dikelompokkan menjadi tiga zona 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 (Subagyo 2006b).

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, 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 cm dari permukaan tanah;

- (4) Tipe D: lahan yang termasuk kering, tidak pernah terluapi oleh air pasang, kedalaman air tanah umumnya >50 cm dari permukaan tanah.

Berdasarkan jenis dan kondisi fisiko-kimia tanah, LPS dikelompokkan menjadi enam (Wahyunto *et al.* 2005), 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 horizon sulfurik, pH tanah >4,0; dan
- (6) SMA 3: kedalaman pirit >100 cm, menunjukkan adanya horizon sulfurik, pH tanah 4,0–4,5.

2.2 Karakteristik Lahan / Tanah

Karakteristik lahan rawa pasang surut (LPS) yang berpotensi berpengaruh buruk terhadap tanaman kedelai adalah: (1) kondisi keairan, (2) kemasaman tanah dan Aluminium (Al), (3) status unsur hara, dan (4) salinitas tanah.

2.2.1 Kondisi keairan

Secara alamiah, tanah di LPS jenuh air atau tergenang dangkal sepanjang tahun atau beberapa bulan dalam setahun. Kondisi demikian berpotensi menimbulkan masalah cekaman kelebihan air, khususnya pada musim hujan. Hal tersebut menyebabkan aerasi tanah buruk karena kadar oksigen dalam tanah

rendah. Pada kondisi aerasi tanah buruk, kadar ion Fe^{2+} , gas H_2S dan CO_2 , serta asam-asam organik yang larut dalam air meningkat yang dapat meracuni tanaman, dan kemungkinan juga terjadi keracunan garam jika air asin masuk ke lahan. Pengaruh salinitas akibat masuknya air laut sering terjadi pada LPS tipe B atau peralihan dari tipe B ke C, terutama pada musim kemarau.

2.2.2 Kemasaman tanah dan Aluminium (Al)

Indikator yang umum digunakan untuk menggambarkan kemasaman tanah adalah pH tanah. Ada tiga klasifikasi pH tanah, yaitu netral (pH 7,0), masam (pH <7,0), dan basa atau alkalin (pH >7,0). Semakin rendah pH berarti semakin masam, dan semakin tinggi berarti semakin basa/alkalin. Nilai pH tanah di lapang umumnya antara 3,5 hingga 8,5. Kemasaman tanah LPS beragam antar lokasi, yaitu dari pH 3,6 hingga pH 5,3 (rata-rata $4,51 \pm 0,51$). Aluminium dapat ditukar (Al-dd) dan kejenuhan Al-dd dari rendah hingga sangat tinggi (Tabel 1).

Tabel 1. pH, Al-dd, dan kejenuhan Al-dd lahan rawa pasang surut tipe C dari beberapa lokasi di Lampung, Kalimantan, Jambi, dan Sumatera Selatan.

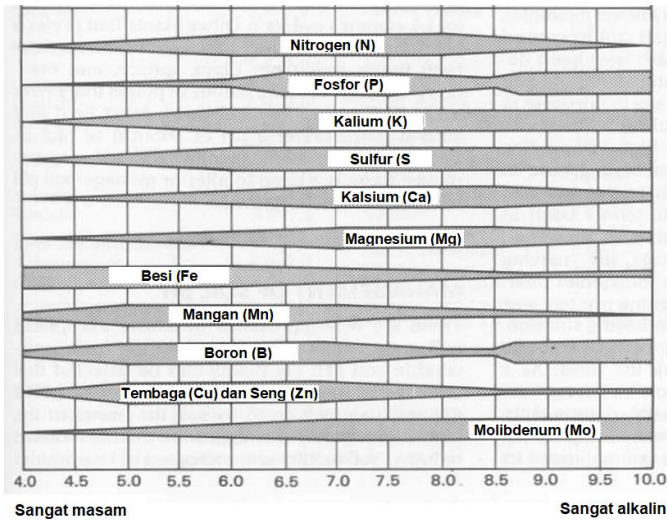
Nilai	pH-H ₂ O	Al-dd (me/100 g)	Kejenuhan Al-dd (%)
Minimum	3,60	0,35	2,80
Maksimum	5,30	13,23	51,60
Rata-rata	4,58	4,73	21,63
Standar deviasi	0,51	4,35	16,23
Jumlah lokasi	24	17	9

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

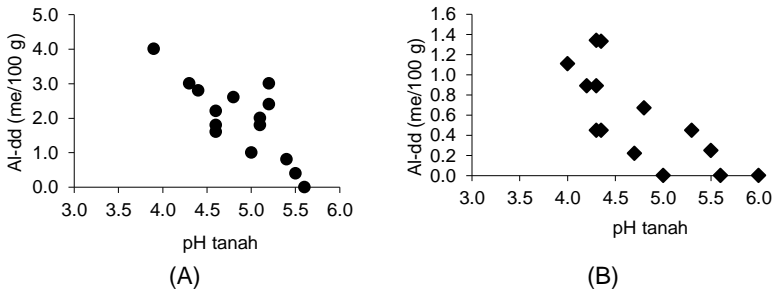
Pengaruh pH tanah terhadap tanaman dapat bersifat langsung dan tidak langsung. Nilai pH tanah yang sesuai untuk kedelai adalah 5,5–7,5, tetapi optimal 6,5. Uguru *et al.* (2012) menunjukkan bahwa hasil maksimum diperoleh pada pH 6,5, dan hasil cenderung turun pada pH >6,5. Hasil kedelai sangat rendah pada pH 3,9–4,5, dan hasil meningkat 60%–155% pada pH sekitar 5,0 (Subandi dan Wijanarko 2013).

Pengaruh tidak langsung dari pH berkaitan dengan ketersediaan unsur hara makro dan mikro, serta risiko keracunan unsur Aluminium (Al), Besi (Fe), dan Mangan (Mn) (Gambar 1). Pada pH <4,5, kelarutan ion Al^{3+} dan Fe^{2+} meningkat dan berpotensi meracuni tanaman, tetapi pada pH $\geq 5,5$, Al berada dalam bentuk tidak larut (Lindsay 1979). Abreu *et al.* (2003) juga menunjukkan bahwa ion Al^{3+} pada kompleks pertukaran turun drastis pada pH 5,5. Semakin tinggi pH tanah, semakin rendah kadar Al-dd tanah, dan menjadi sangat rendah pada pH 5,0–5,5 (Gambar 2).

Kadar Al-dd maupun kejenuhannya mempunyai arti penting bagi tanaman karena keduanya menjadi indikator tingkat risiko keracunan Al. 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). Al-dd yang ideal adalah <50 ppm atau setara 0,55 me/100 g (Botta 2015). Hasil biji kedelai masih cukup tinggi pada Al-dd 0,60–1,10 me/100 g, tetapi hasil turun 16%–60% pada Al-dd dan kejenuhan Al-dd yang lebih tinggi (Tabel 2). Berdasarkan Tabel 6 dan bila batas kritis adalah penurunan hasil biji 10%, maka kadar kritis Al-dd adalah 0,60–1,10 me/100 g. Hasil biji kedelai sangat rendah pada pH 3,8 dan kejenuhan Al-dd 65%, namun hasil meningkat 500% dan 700% berturut-turut pada pH 4,4 dengan Al-dd 17%, dan pH 5,0 dengan Al-dd 7% (Koesrini *et al.* 2015).



Gambar 1. Hubungan pH tanah dengan ketersediaan unsur hara. Semakin lebar garis berarti ketersediaan semakin tinggi, dan sebaliknya (diadaptasi dari Foth 1990).



Gambar 2. 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)

Tabel 2. 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	

Pada LPS, tanaman kedelai berpeluang mengalami cekaman ganda, yaitu cekaman pH rendah dan sekaligus cekaman yang diakibatkan oleh pH rendah seperti keracunan unsur Al, Fe, dan Mn, serta kekahatan (defisiensi) unsur hara N, P, K, Ca, dan Mg (Gambar 10).

2.2.3 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.* 2011a; Wijanarko *et al.* 2016; Wijanarko dan Taufiq 2016). Dari analisis tanah LPS dari berbagai lokasi (Tabel 3) dan dibandingkan dengan syarat untuk tanaman kedelai (Tabel 4) menunjukkan bahwa status N termasuk cukup, sedangkan P, K, Ca, dan Mg beragam dari sangat rendah hingga tinggi.

Tabel 3. Status unsur hara tanah lahan rawa pasang surut tipe C dari beberapa lokasi.

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	180,40	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.* (2011a), Subandi (2017), Wijanarko dan Taufiq (2016), Annisa dan Nursyamsi (2016), Susilawati *et al.* (2016), Noya *et al.* (2014), Perkasa *et al.* (2016), Sulistiyani *et al.* (2014), Aminah *et al.* (2016), Pujiwati *et al.* (2016a), Paripurna *et al.* (2017), Susilawati *et al.* (2014), Imanudin dan Armanto (2012)

Tabel 4. Klasifikasi status unsur hara untuk kedelai.

Unsur hara	Metode analisis	Satuan	Klasifikasi			Sumber
			Batas kritis	Rendah	Tinggi	
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/100 g	0,2–0,3			4
Mg	NH ₄ -asetat	me/100 g			1,4	1
Ca	NH ₄ -asetat	me/100 g		2-5		2,8
					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)

2.2.4 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.

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

III. KUNCI BUDIDAYA KEDELAJ PADA LAHAN RAWA PASANG SURUT

Berdasarkan karakteristik lahan rawa pasang surut (LPS), maka kunci keberhasilan budidaya kedelai pada lahan tersebut adalah: (a) penggunaan varietas adaptif, (b) ameliorasi tanah melalui pengapuran dan pemberian bahan organik, dan (c) pemupukan N, P, K.

3.1. Varietas Adaptif

Penggunaan varietas adaptif merupakan salah satu komponen penting dalam budidaya kedelai pada LPS. Varietas adaptif LPS adalah varietas yang dapat beradaptasi terhadap kondisi umum LPS, yaitu toleran terhadap kondisi eksisting lahan seperti kondisi jenuh air, kemasaman (pH dan Al), dan salinitas. Indikator adaptasi yang paling mudah terlihat adalah mampu bertahan hidup dan tumbuh baik, serta memberikan capaian hasil (produktivitas) yang cukup tinggi.

Hingga tahun 2022, ada empat varietas yang dirakit untuk dapat beradaptasi pada LPS, yaitu Menyapa, Lawit, Depas 1, dan Depas 2. Meskipun demikian, banyak varietas kedelai yang terbukti dapat

memberikan hasil yang tinggi pada LPS, asalkan dikelola dengan baik. Varietas Anjasmoro, Dega 1, Dena 1, Deja 2, dan Devon 1 produktivitasnya mencapai lebih dari 2,1 t/ha pada LPS di Jambi. Produktivitas varietas Dering 1 pada LPS Barito Kuala dapat mencapai 2,8 t/ha. Varietas Deja 1 dan Deja 2 merupakan varietas yang toleran kondisi jenuh air dengan potensi hasil 2,7 t/ha. Varietas Anjasmoro, Dega1, dan Dena 1 juga relatif toleran terhadap salinitas. Keragaan karakter agronomi varietas-varietas tersebut disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Karakter agronomi varietas unggul kedelai adaptif lahan rawa pasang surut.

No.	Varietas	Tahun pelepasan	Umur masak (hari)	Bobot 100 biji (g)	Potensi hasil (t/ha)
1	Burangrang	1999	82	17,00	2,50
2	Lawit	2001	84	10,50	1,93
3	Menyapa	2001	85	9,10	2,03
4	Anjasmoro	2001	90	15,3	2,25
5	Tanggung	2001	88	11,00	1,22
6	Panderman	2003	85	18,00	2,37
7	Dering 1	2012	81	10,70	2,80
8	Dena 1	2014	78	14,30	2,90
9	Devon 1	2015	83	14,30	3,09
10	Dega 1	2016	71	22,98	3,82
11	Deja 1	2017	79	12,90	2,87
12	Deja 2	2017	80	14,80	2,75
13	Demas 2	2019	77	14,99	3,27
20	Demas 3	2019	76	14,40	2,88
21	Dering 2	2019	76	14,80	3,32
22	Dering 3	2019	70	13,90	2,99
23	Depas 1	2020	83	11,93	2,84
24	Depas 2	2020	84	11,37	2,94

3.2. Ameliorasi Tanah

Ameliorasi tanah menjadi kunci keberhasilan budidaya kedelai pada LPS. Tujuan ameliorasi untuk meningkatkan pH tanah dan menurunkan konsentrasi unsur-unsur yang dapat bersifat toksik bagi

tanaman seperti Al, Fe, dan Mn. Bahan yang terbukti efektif meningkatkan pH dan menetralkan toksisitas Al adalah yang mengandung Ca maupun Mg, seperti dolomit [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$] dan kalsit (CaCO_3).

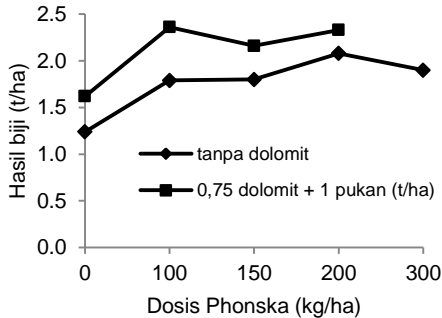
Selain dengan pengapuran, peningkatan pH dan penurunan Al-dd dapat dilakukan dengan pemberian pupuk organik (Wijanarko *et al.* 2016), pemberian asam humat komersial maupun yang diekstrak dari bahan organik dan kompos (Winarso dan Taufiq 2011; Ifansyah 2013). Efek kompos untuk menetralkan Al-dd dapat bertahan lebih lama dibandingkan menggunakan asam humat (Wahyudi 2007).

Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi dolomit 0,75 t/ha meningkatkan hasil kedelai 24%, dan hasil meningkat 30% bila disertai pupuk kandang 1 t/ha (Taufiq *et al.* 2011a). Aplikasi dolomit 5 t/ha meningkatkan hasil kedelai 55%, dan meningkat 342% bila disertai pupuk kandang 2,5 t/ha (Wijanarko *et al.* 2016).

3.3. Pemupukan

Kesuburan tanah LPS sangat beragam, dan pada umumnya mengandung unsur hara makro N, P, dan K rendah. Oleh karena itu, pemupukan N, P, K berperan penting meningkatkan hasil kedelai.

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 dengan cara larikan, sebar, maupun tugal meningkatkan hasil 26–49% (Anwar 2014). Pada LPS di Jambi, pemupukan 22,5 kg N/ha + 36 kg P_2O_5 /ha meningkatkan hasil 48% dengan, dan hasil meningkat 53% dengan pemupukan 45 kg N/ha + dolomit 0,75 t/ha (Taufiq *et al.* (2011a). Hasil yang tinggi juga diperoleh dengan pemupukan Phonska 15-15-15 dosis 200 kg/ha, dan dosis Phonska cukup 100 kg/ha bila disertai dolomit 0,75 t/ha + pupuk kandang 1 t/ha (Gambar 3).



Gambar 3. Hasil biji kedelai varietas Anjasmoro dengan pemupukan Phonska, dolomit, dan pupuk kandang pada lahan rawa pasang surut tipe C di Jambi. (Sumber: Taufiq *et al.* 2011b)

IV. TEKNOLOGI BUDIDAYA

Berikut adalah beberapa contoh cara budidaya kedelai pada lahan pasang surut yang sudah diuji keefektifannya dalam meningkatkan produktivitas.

4.1. Teknologi Budidaya ISDP

Teknologi budidaya ISDP dikembangkan oleh Proyek Penelitian dan Pengembangan Pertanian Rawa Terpadu (ISDP, *Integrated Swampland Development Project*). Produktivitas kedelai dengan teknologi budidaya 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 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) setiap 6–10 m dengan lebar 30 cm dan kedalaman 30 cm.

3. Menggunakan varietas kedelai unggul dan adaptif.
4. Benih ditanam secara tugal, jarak tanam 40 cm × 20 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 menjadi 2 tanaman/rumpun dilakukan pada umur 1–2 minggu.
5. Pemupukan pada tipologi potensial menggunakan kapur 500 kg, 23 kg N + 45 kg P₂O₅ + 45 kg K₂O per hektar. Pada tipologi sulfat masam dan bergambut menggunakan kapur 1 ton/ha, 23 kg N + 45 kg P₂O₅ + 60 kg K₂O per hektar. Kapur dilarik bersamaan dengan pemberian pupuk pada saat tanam.
6. Penyiangan untuk mengendalikan gulma dilakukan pada saat tanaman berumur 2–3 minggu dan 5–6 minggu. Penyiangan secara manual atau dengan herbisida.
7. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan sesuai kebutuhan.

4.2. Teknologi Budidaya PTT

Teknologi budidaya PTT adalah teknologi budidaya kedelai pada LPS tipe C dan tipe D yang dikembangkan berdasarkan pendekatan Pengelolaan Tanaman dan Sumber Daya Terpadu (PTT). Produktivitas kedelai dengan teknologi budidaya PTT mencapai 2,1–2,8 t/ha, atau 26–30% lebih tinggi dari produktivitas dengan budidaya eksisting, dengan nisbah B/C 1,7–2,4 (Taufiq *et al.* 2008; Taufiq *et al.* 2011b).

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 atau disesuaikan kondisi lahan. Sebelum penanaman, lahan disemprot herbisida kontak.
3. Menggunakan varietas kedelai yang adaptif. Benih ditanam secara tugal, jarak tanam 40 cm x 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. Dosis pemupukan 22,5 kg N + 36 kg P₂O₅ + 30 kg K₂O per hektar. Semua pupuk dicampur dan diaplikasikan dengan cara disebar pada saat tanaman berumur 15–20 hari. Dapat juga menggunakan pupuk NPK (15-15-15) dosis 100-150 kg/ha.
6. Pengendalian gulma: Dilakukan pada umur 20 hari dan 45 hari menggunakan herbisida kontak dengan sprayer yang nozelnya diberi corong pelindung agar tidak mengenai tanaman kedelai.
7. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan berdasarkan pemantauan, menggunakan pestisida kimia sesuai kondisi hama/penyakit.

4.3. Teknologi Budidaya KEPAS

Teknologi budidaya KEPAS (teknologi budidaya kedelai lahan rawa pasang surut) merupakan pengembangan dari teknologi budidaya PTT.

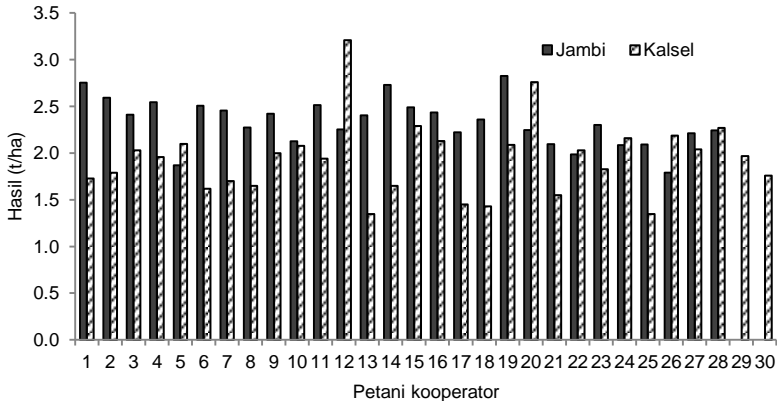
Uraian teknologi KEPAS sebagai berikut:

1. Pada lahan tipe C: Jerami padi dibersihkan, lahan disemprot herbisida kontak, tanpa pengolahan tanah. Saluran drainase dibuat setiap 2,3–3,0 m atau 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. Menggunakan varietas adaptif. Benih kedelai ditanam secara tugal, jarak tanam 40 cm × 15 cm, 2–3 biji/lubang. Sebelum ditanam, benih dicampur insektisida berbahan aktif fipronil, atau tiametoksam untuk mencegah serangan lalat kacang atau hama pemakan benih.
4. Ameliorasi tanah menggunakan 750 kg/ha dolomit dan pupuk kandang 1 t/ha. Dolomit dan pupuk kandang dicampur, kemudian diaplikasikan saat tanam sebagai penutup benih.
5. Pemupukan P dosis 36–50 kg/ha P_2O_5 disebar saat tanam, dan 22.5 kg/ha NPK 15-15-15 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). Dapat juga menggunakan herbisida bahan aktif parakuat diklorida (kontak, purna tumbuh) maupun isopropil amina glifosat (sistemik, purna tumbuh), penyemprotan dengan sprayer yang nozelnya dikasih corong agar tidak mengenai tanaman kedelai.
7. Pengendalian hama dan penyakit pada umur sekitar 7 hari dengan insektisida bahan aktif fipronil untuk mencegah hama lalat kacang. Pengendalian selanjutnya menggunakan pestisida kimia disesuaikan dengan kondisi serangan hama dan penyakit.

Budidaya kedelai teknologi KEPAS pada LPS di Jambi menggunakan varietas Anjasmoro produktivitasnya rata-rata 2,3 t/ha, sedangkan di Kalimantan Selatan rata-rata 1,9 t/ha (Gambar 4). Biaya usaha tani di Jambi Rp 10.224.000/ha (34,1% saprodi dan 65,9% tenaga kerja), sedangkan di Kalimantan Selatan Rp

11.115.000/ha (29,0% saprodi dan 71,0% tenaga kerja). Titik impas (*Break Even Point*, BEP) produksi di Jambi dicapai pada produktivitas 1,14 t/ha, dan di Kalimantan Selatan 1,31 t/ha (Taufiq *et al.* 2019).



Gambar 4. Produktivitas kedelai menggunakan teknologi KEPAS pada petani kooperator pada lahan rawa pasang surut di Jambi dan Kalimantan Selatan tahun 2018. (Sumber: Taufiq *et al.* 2019)

4.4. Teknologi Budidaya Jenuh Air (BJA)

Teknologi budidaya jenuh air (BJA) dikembangkan oleh Ghulamahdi (2011). Produktivitas kedelai di Sumatera Selatan dengan teknologi BJA adalah 2,0–3,5 t/ha dengan varietas Tanggamus (tiga petani kooperator) dan 2,4–2,5 t/ha dengan varietas Anjasmoro (dua petani kooperator). Pada pengujian di Jambi menggunakan kedelai hitam dengan produktivitas 2,1 t/ha, R/C rasio 1,2; B/C rasio 0,19 (Lestari 2018).

Uraian paket teknologi BJA adalah sebagai berikut:

1. Lahan diolah ringan, kapur 2 t/ha, 72 kg P₂O₅ + 60 kg K₂O per hektar diberikan secara sebar dan dicampur dengan tanah sedalam 5 cm. Lahan didiamkan selama 1 minggu.

2. Bedengan dibuat selebar 2–4 m, dengan ketinggian permukaan air 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 dengan inokulan *Rhizobium* sp. dan insektisida untuk mengatasi lalat bibit. Benih ditanam secara tugal sedalam 1–2 cm, jarak tanam 20 cm × 25 cm, 2 biji/lubang, atau populasi 400.000 tanaman/ha.
5. Pemeliharaan meliputi menjaga kecukupan air sesuai 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.
6. Pengendalian gulma, hama, dan penyakit dilakukan sesuai kondisi di lahan.

V. 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 budidaya 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 memberi dampak nyata bagi peningkatan kesejahteraan petani serta peningkatan produksi kedelai nasional. Selain itu, diperlukan dukungan ketersediaan benih varietas unggul kedelai yang adaptif dan sarana produksi terutama kapur/dolomit, pupuk, dan pestisida.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd-El Baki, G.K., F. Siefert, 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.
- 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. 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.
- 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. 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.

- 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.
- 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.
- 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.
- Ifansyah H. 2013. Soil pH and solubility of aluminum, 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.
- 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 lahansulfat masam aktual. *Berita Biologi* 14(2): 155-161.
- 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.
- Lindsay, W.L. 1979. *Chemical Equilibria In Soils*. John Wiley and Sons Ltd. 449p.
- Mulyani, A., D. Nursyamsi, dan D. Harnowo. 2016. 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.
- 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 Guntoro. 2016. Penggunaan herbisida untuk pengendalian gulma pada budidaya kedelai jenuh air di lahan pasang surut. Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 35(1): 63-70.
- Pujiwati, H., M. Ghulamahdi, S. Yahya, S.A. Aziz, dan O. Haridjaja. 2016. 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.
- Putri, P.H., G.W.A. Susanto, dan A. Taufiq. 2017. Toleransi genotipe kedelai terhadap salinitas. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 1(3): 233-242.
- Riniarsi, T.D. 2018. Outlook Komoditas Pertanian Tanaman Pangan: Kedelai. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Kementerian Pertanian. 126 hlm.
- 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.
- Sulistyani, 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.

- 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.
- 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.
- 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., A. Wijanarko, A. Kristiono, S. Mutmaidah, N. Prasetyaswati, dan Jumakir. 2019. Evaluasi kelayakan teknis dan finansial teknologi budidaya kedelai pada lahan pasang surut. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 3(2):101-110.
- Taufiq, A., A. Wijanarko, dan Suyamto. 2011a. 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. 2011b. 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.
- 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. Mastrorilli. 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. 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. Aluminum exchangeable and phosphorous availability on ultisol using humic substance and synthetic organic acid. *Journal Tropical Soils* 16(3): 183-190.



Standard - Services – Globalization
www.bsip.pertanian.go.id