

## Paket Teknologi Budi Daya Kedelai pada Kebun Sawit Muda di Lahan Pasang Surut

*Soybean Cultivation Packages applied in Young Palm Oil Plantation on Tidal Land*

**Arief Harsono\*, Didik Sucahyono, Dian Adi Anggraeni Elisabeth**

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi  
Jalan Raya Kendalpayak Km 8 Kotak Pos 66 Malang 65101  
\*E-mail: rifharsono@yahoo.co.id

NASKAH DITERIMA 5 FEBRUARI 2020; DISETUJUI UNTUK DITERBITKAN 9 OKTOBER 2020

### ABSTRAK

Di Indonesia, kebun sawit muda di lahan pasang surut mempunyai potensi besar untuk pengembangan kedelai. Penelitian ini bertujuan untuk merakit dan mengevaluasi paket teknologi budi daya kedelai pada lahan pasang surut di perkebunan sawit muda. Penelitian dilaksanakan di lahan pasang surut tipe C di antara tegakan kelapa sawit umur 2-3 tahun di Kecamatan Wanaraya, Kabupaten Barito Kuala, Kalimantan Selatan. Penelitian terdiri atas dua tahap: 1) penelitian skala plot untuk mengetahui respons beberapa varietas kedelai terhadap tingkat kejenuhan Al tanah, dan 2) evaluasi kelayakan paket teknologi yang dirakit dari hasil penelitian pertama. Hasil penelitian menunjukkan bahwa varietas Tanggamus lebih adaptif dan mampu memberikan hasil lebih tinggi pada lahan pasang surut hingga kejenuhan Al 30% dibanding varietas Anjasmoro dan Panderman. Varietas Anjasmoro memiliki ukuran biji lebih besar dan pada kejenuhan Al 30% mampu memberikan hasil tidak berbeda dengan hasil pada kejenuhan Al 20%, yaitu 1,68 t/ha. Pada kebun sawit umur <3 tahun di lahan pasang surut dengan pH tanah <4,8 dan kejenuhan Al >38%, paket teknologi alternatif perbaikan Balitkabi dapat meningkatkan hasil kedelai menjadi 1,64 t/ha biji kering bila dibandingkan dengan paket teknologi eksisting petani (0,96 t/ha) dan paket rekomendasi Dinas Pertanian (0,92 t/ha). Dengan nilai MBCR 1,70 dan 3,44 masing-masing terhadap paket teknologi eksisting petani dan paket teknologi rekomendasi Dinas Pertanian, maka paket teknologi alternatif perbaikan Balitkabi ini layak diadopsi dan diterapkan oleh petani.

Kata kunci: kedelai, kejenuhan Al, kelayakan ekonomi

### ABSTRACT

In Indonesia, young palm oil plantation on tidal swamp land has a great potential for soybean development. This study aimed to create and evaluate soybean cultivation technology packages in between the young palm oil plantation in the tidal swamp land. The study was conducted on type C of tidal land in between young palm oil plantations aged 2-3 years in Wanaraya Sub-district, Barito Kuala, South Kalimantan. The study consisted of two stages: 1) a plot-scale study to determine the response of selected soybean varieties

to the level of soil Al saturation, and 2) to evaluate the feasibility of the technology package designed from the first trial. The results showed that Tanggamus variety was more adaptive and able to produce higher yield on tidal land with 30% of Al saturation than that of Anjasmoro and Panderman. Anjasmoro variety had larger seed size and at 30% of Al saturation was able to give the same yield as the 20% of Al saturation, *c.a.* 1.68 t/ha. In between young palm oil plantation in tidal swamp land with soil pH of <4.8 and 38% of Al saturation, the application of alternative improved technology package was able to improve the plant growth, the formation of root nodules as well as to increase the soybean yield up to 1.64 t dry seeds per ha compared to the farmers' existing technology (0.96 t/ha) and recommended technology from *Dinas Pertanian* (0.92 t/ha). This alternative technology package with a MBCR value of 1.70 and 3.44 toward farmers' existing technology and recommended technology of *Dinas Pertanian* is feasible to be adopted and applied by farmers.

Keywords: Al saturation, economic feasibility, soybean

### PENDAHULUAN

Tantangan pembangunan pertanian ke depan diantaranya adalah peningkatan produksi kedelai dengan target pencapaian swasembada. Saat ini, produksi kedelai di Indonesia baru mampu memenuhi 35-40% kebutuhan nasional (Marwoto *et al.* 2012; Carolina *et al.* 2016). Produksi kedelai nasional pada tahun 2017 baru mencapai 539 ribu ton dari luas panen 356 ribu ha dengan produktivitas 1,50 t/ha (BPS 2019). Produktivitas kedelai nasional masih di kisaran 1,50 t/ha, maka untuk mencapai swasembada kedelai setidaknya dibutuhkan luas panen 1,7 juta ha. Dalam rangka peningkatan area panen kedelai, pembangunan pertanian dihadapkan pada semakin berkurangnya lahan subur (lahan optimal) akibat alih fungsi dengan laju konversi sebesar 96.512 ha per tahun (Mulyani *et al.* 2016). Oleh karena itu, peningkatan produksi kedelai untuk mencapai swasembada, selain dilakukan melalui optimasi pada lahan eksisting (lahan optimal), juga

perlu dikembangkan pada lahan suboptimal, diantaranya lahan pasang surut.

Lahan pasang surut yang tersedia untuk pengembangan tanaman pangan mencapai 773 ribu ha (Mulyani *et al.* 2017). Namun tidak semua lahan tersebut *clear* dan *clean* karena sebagian besar sudah dimanfaatkan untuk berbagai penggunaan, diantaranya sebagai hutan produksi (HP) seluas 446 ribu ha, kawasan hutan konversi (KHK) 103 ribu ha, dan area penggunaan lain (APL) 224 ribu ha. Saat ini, lahan pasang surut juga banyak dimanfaatkan untuk pengembangan perkebunan kelapa sawit. Menurut Purba dan Sipayung (2017), perkembangan luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia sangat pesat, mencapai 16 juta ha pada tahun 2017 dengan laju penambahan luas tanam di Kalimantan mencapai 6,72% per tahun selama periode 2009-2014 (Yunikartika 2015). Areal perkebunan kelapa sawit muda (umur <3 tahun) di lahan pasang surut potensial untuk dimanfaatkan sebagai areal pengembangan kedelai, karena naungan pada lahan di antara tanaman sawit baru berkisar antara 33-50% (Asadi *et al.* 1997 dalam Chairudin *et al.* 2015). Lebih lanjut Chairudin *et al.* (2015) melaporkan, kedelai dapat tumbuh hingga cekaman naungan 50% dengan penurunan hasil antara 30-60% tergantung pada varietasnya. Saat ini telah tersedia varietas unggul kedelai yang tahan terhadap naungan hingga 50%, yaitu Dena 1 dan Dena 2 (Balitkabi 2016). Handriawan *et al.* (2016) melaporkan bahwa penurunan hasil kedelai akibat naungan 25 dan 50% pada varietas kedelai Dena 1 mencapai 17,41 dan 34,38%, Anjasmoro 22,87 dan 45,74%, sementara Grobogan hanya 12,33 dan 23,79%.

Kendala pengembangan kedelai di lahan pasang surut adalah tanah yang umumnya bersifat masam (pH 4-5) dengan kejenuhan Al tinggi (>40%), kandungan hara Fe dan Mn tinggi sehingga menghambat pertumbuhan akar tanaman, serta ketersediaan hara N, P, K, Ca, dan Mg rendah (Ryan dan Delhaize 2010; Harsono *et al.* 2014; Susilawati *et al.* 2016). Kondisi tersebut tidak baik bagi pertumbuhan kedelai (Uguru *et al.* 2012; Subandi dan Wijanarko 2013), sehingga pH tanah perlu ditingkatkan. Menurut Susilawati dan Nursyamsi (2013), sebagian besar kadar Al pada tanah di lahan pasang surut dengan pH <5,5 dalam bentuk  $Al^{3+}$  bebas, dan kadar  $Al^{3+}$  meningkat pada pH <4,5, sehingga dapat meracuni tanaman. Menurut Arya (1990) dalam Harsono dan Subandi (2013), batas toleransi tanaman kedelai untuk dapat tumbuh baik dan memberikan hasil optimal pada tanah masam adalah pada kejenuhan Al paling tinggi sekitar 20%. Agar tanaman kedelai dapat tumbuh optimal pada

tanah masam dengan kejenuhan Al tinggi, perlu pemberian kapur atau dolomit, karena dapat meningkatkan pH tanah, ketersediaan unsur K, Ca, dan Mg, serta menurunkan Fe dan kejenuhan Al (Subandi dan Wijanarko 2013; Paripurna *et al.* 2017). Disamping itu, saat ini sudah tersedia varietas unggul yang toleran terhadap tanah masam, antara lain Tanggamus, Sibayak, Rajabasa, dan Demas 1 (Balitkabi 2016).

Pada lahan pasang surut dan lahan masam, penggunaan varietas kedelai adaptif, pemberian amelioran tanah, pupuk NPK yang tepat, pupuk hayati penambat N dan pelarut/penambang fosfat dilaporkan oleh beberapa peneliti mampu memperbaiki dan meningkatkan hasil kedelai (Subandi dan Wijanarko 2013; Harsono *et al.* 2014; Koesrini *et al.* 2015). Penggunaan inokulan rhizobium dilaporkan efektif memacu pembentukan bintil akar tanaman kedelai (Meitasari dan Wicaksono 2017), sehingga tanaman mampu mensuplai sebagian besar kebutuhan N tanaman melalui proses fiksasi nitrogen (Purwaningsih 2015). Di lahan pasang surut yang bersifat masam, secara alamiah populasi bakteri rhizobium sangat sedikit, sehingga tanaman kedelai tidak atau hanya sedikit membentuk bintil akar, dengan demikian kemampuannya dalam menambat N juga rendah. Oleh karena itu, sebelum benih ditanam perlu diinokulasi dengan pupuk hayati berbahan baku rhizobium (Harsono *et al.* 2014). Beberapa penelitian pada lahan pasang surut di Jambi menunjukkan bahwa dengan pengelolaan tanah dan tanaman yang baik, tanaman kedelai mampu memberikan hasil 2,1-2,8 t/ha (Taufiq *et al.* 2011; Jumakir *et al.* 2016; Taufiq *et al.* 2019); pada lahan pasang surut di Sumatera Selatan mencapai 3,85 t/ha (Pujiwati *et al.* 2016); dan pada lahan pasang surut di Kalimantan Selatan mencapai 1,9 t/ha (Taufiq *et al.* 2019). Hal ini menunjukkan bahwa lahan pasang surut mempunyai prospek yang baik untuk pengembangan kedelai, meskipun untuk mencapai hasil yang tinggi membutuhkan paket teknologi spesifik lokasi.

Untuk meningkatkan daya saing di lahan pasang surut, kedelai harus mampu memberikan hasil tinggi dengan input yang efisien. Dari segi teknis, pengembangan kedelai di lahan pasang surut tipe C di Kalimantan Selatan ditentukan oleh penggunaan kapur/dolomit untuk meningkatkan pH dan menurunkan kejenuhan Al tanah yang tinggi, penggunaan pupuk kandang, serta pemupukan Urea, SP36, dan KCl yang relatif tinggi (Taufiq *et al.* 2011; Subandi dan Wijanarko 2013; Taufiq *et al.* 2019). Budi daya kedelai sebagai tanaman sela pada perkebunan kelapa sawit muda di Jambi mampu menghasilkan kedelai 1,7 t/ha (Agustira *et*

al. 2018). Penelitian ini bertujuan untuk merakit dan mengevaluasi paket teknologi budi daya kedelai pada lahan pasang surut di perkebunan kelapa sawit muda.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada lahan pasang surut tipe C di antara tegakan tanaman kelapa sawit berumur 2-3 tahun di Kecamatan Wanaraya, Kabupaten Barito Kuala, Provinsi Kalimantan Selatan. Penelitian terdiri atas dua tahap. Tahap pertama adalah penelitian skala plot untuk mengetahui respons beberapa varietas kedelai terhadap tingkat kejenuhan Al tanah, dilanjutkan dengan penelitian tahap kedua yaitu penelitian lapang dengan skala lebih luas untuk mengevaluasi kelayakan paket teknologi yang dirakit dari hasil penelitian pertama.

Penelitian tahap pertama dilaksanakan pada musim tanam (MT) 2016 di Desa Sidomulyo, Kecamatan Wanaraya menggunakan rancangan petak terbagi dengan tiga ulangan. Petak utama adalah pemberian dolomit untuk menurunkan tingkat kejenuhan Al yang terdiri atas tiga pemberian dolomit, yaitu tanpa dolomit (kontrol), pemberian dolomit hingga kejenuhan Al tanah turun menjadi sekitar 30%, dan pemberian dolomit hingga kejenuhan Al tanah turun menjadi sekitar 20%. Anak petak adalah tiga varietas kedelai yaitu Anjasmoro (berbiji besar 14,8-15,3 g/100 biji), Panderman (berbiji besar 18-19 g/100 biji), dan Tanggamus (toleran lahan masam berbiji sedang 11 g/100 biji). Plot percobaan yang digunakan berada di antara tanaman kelapa sawit muda umur 2-3 tahun, berukuran 4 m × 5 m. Kedelai ditanam dengan jarak tanam 40 cm × 15 cm, dua tanaman/lubang. Lubang tanam ditutup dengan pupuk kandang dosis 1250 kg/ha dengan cara ditabur pada lubang tanam. Sebelum tanam, benih kedelai diinokulasi dengan pupuk hayati Agriso (berbahan baku rhizobium) 200 g/50 kg benih dan Biovam (berbahan baku mikorhiza) 5 kg/50 kg benih. Semua perlakuan dipupuk dengan 50 kg Urea + 75 kg SP36 + 50 kg KCl/ha yang diberikan secara alur di sisi barisan tanaman pada umur dua minggu. Pengendalian gulma, hama dan penyakit dilakukan secara intensif.

Penelitian tahap kedua merupakan uji paket teknologi yang dirakit dari hasil penelitian pertama, menggunakan varietas yang disukai petani yaitu Anjasmoro. Penelitian dilaksanakan di antara tanaman kelapa sawit umur 2-3 tahun di Desa Sidomulyo dan Desa Kolam Makmur, Kecamatan Wanaraya. Penelitian dilaksanakan dalam skala lebih luas menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) delapan ulangan tersarang dalam perlakuan. Paket teknologi yang dievaluasi ada tiga macam, yaitu paket

teknologi eksisting petani, paket teknologi rekomendasi Dinas Pertanian Kabupaten Barito Kuala, dan paket teknologi alternatif perbaikan Balitkabi yang dirakit dari hasil penelitian pertama dan pengalaman penelitian sebelumnya (Tabel 1).

Setiap perlakuan ditanam di dua lorong tanaman kelapa sawit. dengan ukuran 7 m × 50 m pada setiap lorong sehingga total luas penelitian mencapai sekitar 0,4 ha. Pada setiap lorong kebun sawit dibuat saluran drainase dengan jarak antarsaluran 4 m. Lebar saluran drainase sekitar 30 cm dengan kedalaman 20-30 cm. Varietas yang digunakan adalah Anjasmoro yang ditanam dengan jarak tanam 15 cm × 40 cm, dua tanaman per lubang. Pemberian pupuk, pengendalian gulma, hama dan penyakit dilakukan sesuai dengan paket teknologi yang diuji.

Dosis dolomit untuk menurunkan kejenuhan Al tanah hingga mencapai 20% dan 30% ditentukan menggunakan rumus (Marwoto *et al.* 2009) sebagai berikut:

$BD = ((\text{Kejenuhan Al} - 0,20) \times \text{KTK efektif}) \times Y$ , dimana:

BD = Jumlah dolomit yang harus diberikan (t/ha)

Al = Tingkat kejenuhan Al eksisting dalam persen, contoh 40% ditulis 0,40

0,20 = Tingkat kejenuhan Al yang diinginkan yaitu 20% ditulis 0,20

KTK Efektif = Nilai KTK pada pH tanah asli, diperoleh dengan menjumlah kation basa (Ca, Mg, K, Na), H, dan Al yang terjerap pada kompleks permukaan tanah atau yang dapat ditukar.

Y = Faktor koreksi, nilainya 1,51 jika menggunakan dolomit

Berdasarkan rumus diatas untuk menurunkan kejenuhan Al dari 41,36% menjadi 30% dan 20%, dibutuhkan dolomit berturut-turut sebanyak 2,4 t/ha dan 4,7 t/ha di Sidomulyo. Di Kolam Makmur, untuk menurunkan kejenuhan Al dari 38,48% menjadi sekitar 30% dan 20% dibutuhkan dolomit berturut-turut sebanyak 1,9 t/ha dan 4,3 t/ha.

Data yang dikumpulkan dari kedua penelitian adalah sifat kimia tanah, indeks klorofil daun, jumlah bintil akar, tinggi tanaman, jumlah polong isi, bobot 100 biji, hasil ubinan, biaya produksi, dan pendapatan dari masing-masing paket teknologi yang diterapkan. Untuk mengetahui sifat kimia tanah, contoh tanah pada dua lokasi penelitian diambil secara acak di lima titik secara diagonal, kemudian

**Tabel 1.** Paket teknologi budi daya kedelai yang dievaluasi pada lahan pasang surut tipe C di Kecamatan Wanaraya, Barito Kuala, MT 2016

No	Input	Paket teknologi		
		Eksisting petani	Rekomendasi Dinas Pertanian	Alternatif perbaikan Balitkabi
1.	Pengolahan tanah	Tanah diolah ringan	Tanah diolah ringan	Tanah diolah ringan
2.	Saluran drainase	Tiap 4 m	Tiap 4 m	Tiap 4 m
3.	Herbisida pratumbuh (l/ha)	4	4	4
4.	Jarak tanam, jumlah tanaman/lubang	25 × 20 cm, 2 tanaman/lubang	40 × 15 cm, 2 tanaman/lubang	40 × 15 cm, 2 tanaman/lubang
5.	Phonska (kg/ha)	0	150	0
6.	Urea (kg/ha)	0	50	50
7.	SP36 (kg/ha)	200	100	75
8.	KCl (kg/ha)	0	0	50
9.	Pupuk kandang (kg/ha)	1.000	1.500	1.250
10.	Dolomit (kg/ha)	1.000	1.000	Hingga kejenuhan Al 30%
11.	Rhizobium "Agrisoy" (kg/ha)	0,3	0	0,2
12.	Mikorhiza "Biovam" (kg/ha)	0	0	5,0
13.	Pengendalian gulma	Herbisida+manual	Herbisida+manual	Herbisida+manual
14.	Pengendalian hama/penyakit	Menurut kebutuhan	Menurut kebutuhan	Menurut kebutuhan

tanah di lokasi yang sama dikomposit dan dianalisis di Laboratorium Ilmu Tanah, Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi). Sifat kimia tanah yang dianalisis adalah pH (H<sub>2</sub>O), kandungan C organik, N, P, K, Ca, Mg, Na, Al-dd, H-dd, dan KTK.

Indeks klorofil daun diamati pada daun ketiga dan daun kelima teratas yang sudah membuka penuh pada saat tanaman berumur 45 hari dan 65 hari. Pada masing-masing perlakuan indeks klorofil diamati pada lima rumpun tanaman menggunakan alat *Chlorophyll Meter* SPAD-502. Jumlah bintil akar diamati pada lima tanaman contoh saat tanaman berumur 45 hari. Tinggi tanaman diamati pada lima tanaman contoh mulai dari permukaan tanah hingga titik tumbuh tanaman teratas pada umur 45 hari, 65 hari, dan saat panen. Jumlah polong isi diamati pada saat panen ditampilkan sebagai rata-rata dari lima tanaman contoh, dan hasil biji dihitung dari hasil ubinan seluas 4 m × 5 m pada masing-masing perlakuan.

Analisis ekonomi yang dilakukan meliputi analisis biaya produksi, pendapatan, keuntungan, serta analisis kelayakan masing-masing paket teknologi. Komponen dalam analisis biaya produksi meliputi biaya input sarana produksi (saprodi) serta biaya tenaga kerja yang diperlukan dalam proses produksi mulai dari penyiapan lahan hingga panen dan prosesing. Hasil produksi biji dicatat, kemudian dihitung nilai keuntungan, dan kelayakan usahatani. Rasio penerimaan atas biaya (R/C rasio) digunakan untuk mengetahui suatu usahatani menguntungkan

atau tidak (Normansyah *et al.* 2014). Kelayakan masing-masing paket teknologi dianalisis menggunakan *marginal benefit cost ratio* (MBCR) (Prasetyaswati dan Radjit 2012) dengan formula sebagai berikut:

$$MBCR = \frac{(It1 - It0)}{(TCt1 - TCt0)}$$

dimana:

- It1 = total keuntungan paket alternatif perbaikan Balitkabi
- It0 = total keuntungan teknologi sebelumnya (eksisting petani atau rekomendasi Dinas Pertanian)
- TCt1 = total biaya paket teknologi alternatif perbaikan Balitkabi
- TCt0 = total biaya teknologi sebelumnya (eksisting petani atau rekomendasi Dinas Pertanian)

Jika nilai MBCR >1, maka paket teknologi alternatif perbaikan dari Balitkabi dianggap layak secara ekonomi dan dapat digunakan untuk menggantikan paket teknologi eksisting petani dan rekomendasi Dinas Pertanian yang saat ini sudah diterapkan di lokasi penelitian. Hal ini karena ada tambahan keuntungan yang diperoleh petani dengan menerapkan paket teknologi alternatif perbaikan tersebut (Syuryawati dan Faesal 2016).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sifat Kimia Tanah di Lokasi Penelitian

Tanah di lokasi penelitian Desa Sidomulyo dan Kolam Makmur, Kecamatan Wanaraya, Kabupaten Barito Kuala tergolong sangat masam. pH tanah di Sidomulyo 4,4 dan di Kolam Makmur 4,8. Kejenuhan Al di kedua lokasi penelitian juga tergolong sangat tinggi, mencapai 41,38% di Sidomulyo dan 38,48% di Kolam Makmur (Tabel 2). Beberapa penelitian melaporkan bahwa pH tanah yang sesuai untuk tanaman kedelai berkisar 6,0 hingga 6,5 (Uguru *et al.* 2012), dan tanaman masih dapat tumbuh optimal sampai pH 6,8 (Wijanarko dan Subandi 2017) dengan batas kritis kejenuhan Al tanah 20% (Koesrini *et al.* 2015; Wijanarko dan Subandi 2017). Ketersediaan hara N tergolong sedang, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tinggi, namun ketersediaan hara K, Ca, Na, dan KTK efektifnya rendah (Tabel 2). Hasil analisis tanah ini menunjukkan bahwa sifat kimia tanah di kedua lokasi tidak sesuai untuk usahatani kedelai karena pH tanah sangat masam, kejenuhan Al terlalu tinggi, serta ketersediaan hara makro dan bahan organik rendah. Agar kedelai mampu tumbuh dan memberikan hasil yang tinggi di lokasi yang sifat tanahnya seperti di kedua lokasi tersebut dibutuhkan paket teknologi spesifik lokasi.

### Penelitian I : Respons Beberapa Varietas Kedelai terhadap Tingkat Kejenuhan Al Tanah

#### Keragaan Tanaman

Hasil penelitian menunjukkan terdapat interaksi antara tingkat kejenuhan Al tanah dengan varietas kedelai terhadap tinggi tanaman. Pada saat panen, tinggi tanaman varietas Anjasmoro dan Burangrang pada tingkat kejenuhan Al 30% dengan input 50 kg Urea + 75 kg SP36 + 50 kg KCl + 1,25 t pupuk kandang + 0,2 kg pupuk hayati Rhizobium Agrisoy + 5 kg Biovam/ha lebih rendah dibandingkan tinggi tanaman kedua varietas tersebut yang ditanam pada tingkat kejenuhan Al 20%. Sementara itu, dengan pemupukan yang sama pada tingkat kejenuhan Al 20% dan 30%, varietas Tanggamus memiliki tinggi tanaman yang sama. Pertumbuhan tinggi tanaman varietas Tanggamus baru terhambat ketika ditanam pada kejenuhan Al lebih dari 40%, yakni pada tanah yang tidak diberi dolomit (Gambar 1). Pertumbuhan tinggi tanaman kedelai varietas Tanggamus pada kejenuhan Al 30% yang lebih baik jika dibandingkan varietas Anjasmoro dan Panderman disebabkan varietas Tanggamus memang dirakit toleran terhadap

tanah masam. Kelemahan varietas Tanggamus adalah ukuran biji yang tergolong sedang, yaitu 11,0 g/100 biji, sehingga tidak sesuai dengan permintaan pasar yang menghendaki kedelai berbiji besar, terutama untuk bahan baku tempe. Varietas Anjasmoro dan Panderman memiliki ukuran biji besar dan sesuai dengan permintaan pasar saat ini, yaitu masing-masing dengan bobot 15,3 g/100 biji dan 19,0 g/100 biji (Balitkabi 2016).

Pembentukan bintil akar ketiga varietas kedelai (Anjasmoro, Panderman, dan Tanggamus) terhambat apabila tanah tidak dikapur (kejenuhan Al tanah 41%) meskipun tanaman telah dipupuk lengkap sesuai anjuran (NPK, organik, dan inokulan) (Tabel 3). Hal ini selaras dengan pertumbuhan tinggi tanaman yang terhambat apabila tanaman tumbuh pada kejenuhan Al tanah di atas 40% meskipun dipupuk NPK, organik, dan hayati lengkap (Gambar 1). Jumlah bintil akar yang terbentuk pada varietas Anjasmoro dan Panderman tidak berbeda pada kejenuhan Al 30% dan 20%, tetapi jumlah bintil akar varietas Tanggamus pada kejenuhan Al 30% lebih banyak dibanding 20%. Hal ini sesuai dengan sifat varietas Tanggamus yang memang adaptif terhadap tanah masam dengan pH rendah dan kejenuhan Al relatif tinggi (Balitkabi 2016). Pembentukan bintil pada akar tanaman kedelai sangat penting, karena dengan keberadaan bakteri rhizobium pada bintil akar, tanaman mampu memanfaatkan nitrogen yang ada di udara melalui aktivitas fiksasi. Menurut Harsono *et al.* (2014), apabila tanaman kedelai mampu membentuk bintil akar dengan baik, sebagian besar kebutuhan hara N tanaman (sekitar 60%) dapat dipenuhi melalui aktivitas fiksasi N oleh bakteri rhizobium. Vollmann

**Tabel 2.** Sifat kimia tanah pada kebun kelapa sawit muda di lahan pasang surut Desa Sidomulyo dan Kolam Makmur, Kecamatan Wanaraya, Barito Kuala, MT 2016

Sifat kimia tanah	Sidomulyo	Kolam Makmur	Kriteria cukup
pH H <sub>2</sub> O	4,40	4,80	6,60-7,50
CO (%)	1,90	1,74	2,01-3,00
N (%)	0,30	0,35	0,21-0,50
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	41,10	40,40	11,00-15,00
K (me/100 g)	0,21	0,41	0,40-0,50
Na (me/100 g)	0,40	0,61	0,40-0,70
Ca (me/100 g)	0,47	0,45	6,00-10,00
Mg (me/100 g)	0,41	0,48	1,10-2,00
Al-dd (me/100 g)	6,22	6,10	8,00
H-dd (me/100 g)	7,33	7,80	-
KTK efektif	15,04	15,85	17,00-24,00
Kejenuhan Al (%)	41,36	38,48	11,00-20,00

et al. (2011) melaporkan bahwa bintil akar tanaman kedelai berkorelasi positif dengan ukuran dan kadar klorofil daun, yang pada gilirannya akan berpengaruh terhadap tingkat fotosintesis dan fiksasi nitrogen, tinggi tanaman, jumlah polong per tanaman, bobot 100 biji, kandungan protein, dan kandungan minyak biji.

Varietas Anjasmoro, Panderman, dan Tanggamus tidak mampu membentuk polong dengan baik pada kejenuhan Al 41%. Jumlah polong ketiga varietas tersebut hanya berkisar 3–6 polong per tanaman. Pada kejenuhan Al 30% dan 20%, pembentukan polong varietas Anjasmoro dan Panderman juga masih belum optimal, tetapi untuk varietas Tanggamus jumlah polong pada kedua tingkat kejenuhan Al tersebut sudah cukup memadai, yakni masing-masing 29 polong dan 38 polong per tanaman. Sementara untuk varietas Anjasmoro dan Panderman masih di bawah 16 polong per tanaman (Tabel 4). Jumlah polong isi varietas Anjasmoro dan Panderman pada kejenuhan Al 30% dan 20% tidak berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa kedua varietas tersebut dapat ditanam pada kejenuhan Al 30% atau 20% dan menghasilkan jumlah polong per tanaman yang sama baiknya.

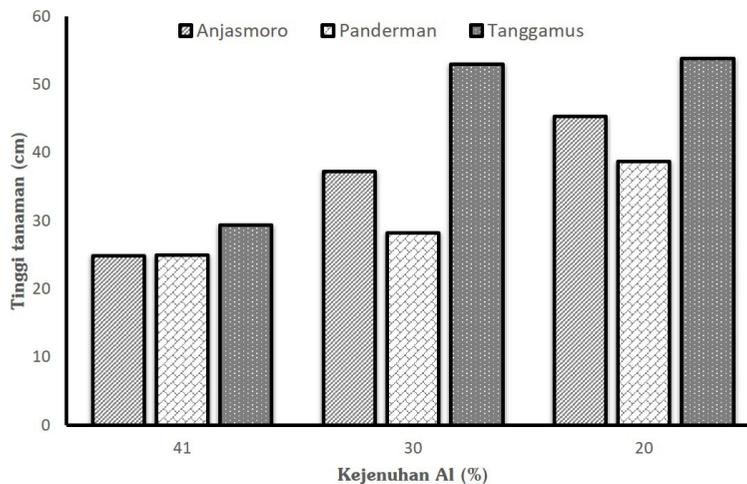
Terdapat pengaruh interaksi antara tingkat kejenuhan Al dengan jenis varietas kedelai yang ditanam terhadap hasil biji. Hal ini menunjukkan bahwa batas toleransi masing-masing varietas terhadap tingkat kejenuhan Al berbeda (Tabel 4). Pada kejenuhan Al sekitar 41% (tidak diberi dolomit), varietas Anjasmoro, Panderman dan Tanggamus memiliki hasil biji yang tidak berbeda dan sangat rendah yakni 0,11 t/ha hingga 0,19 t/ha, meskipun dipupuk NPK lengkap (50 kg Urea + 75 kg SP36 + 50 kg KCl/ha) ditambah 1,25 t pupuk kandang/ha,

200 g/ha pupuk hayati Rhizobium, dan 5 kg/ha Biovam. Hal ini menunjukkan bahwa ketiga varietas, termasuk Tanggamus yang dikategorikan adaptif lahan masam, ternyata tidak toleran terhadap kejenuhan Al lebih dari 40%. Hasil biji varietas Panderman berkurang secara signifikan (37%) pada saat ditanam pada kejenuhan Al tanah 30% bila dibandingkan dengan hasil biji tanaman yang ditanam pada kejenuhan Al tanah 20%. Sementara itu, hasil biji varietas Anjasmoro dan Tanggamus pada kedua tingkat kejenuhan Al tersebut tidak berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa varietas Anjasmoro dan Tanggamus dapat ditanam pada kejenuhan Al sekitar 30% atau sekitar 20% dengan hasil biji yang tidak berbeda (Tabel 4). Namun, petani setempat lebih menyukai kedelai varietas Anjasmoro karena memiliki keragaan tanaman yang bagus dan ukuran biji yang besar seperti kedelai impor.

**Tabel 3.** Jumlah bintil akar tiga varietas kedelai pada tingkat kejenuhan Al tanah berbeda di kebun kelapa sawit muda Desa Sidomulyo, Kecamatan Wanaraya, Barito Kuala, MT 2016

Dosis dolomit (t/ha)	Jumlah bintil akar/tanaman		
	Anjasmoro	Panderman	Tanggamus
0,0 (Kejenuhan Al 41%)	1,00 d	0,58 d	3,00 d
2,4 (Kejenuhan Al 30%)	45,08 a	32,92 bc	47,67 a
4,7 (Kejenuhan Al 20%)	43,42 a	40,25 ab	27,42 c

Keterangan: Angka selajur yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT 5%



**Gambar 1.** Tinggi tanaman varietas Anjasmoro, Panderman, dan Tanggamus saat panen pada kejenuhan Al tanah berbeda di kebun kelapa sawit muda di lahan pasang surut, Desa Sidomulyo, Kecamatan Wanaraya, Barito Kuala, MT 2016.

**Tabel 4.** Jumlah polong isi kedelai pada tiga tingkat kejenuhan Al tanah di kebun kelapa sawit muda Desa Sidomulyo, Kecamatan Wanaraya, Barito Kuala, MT 2016

Dosis dolomit (t/ha)	Jumlah polong isi/tanaman			Hasil biji (t/ha)		
	Anjasmoro	Panderman	Tanggamus	Anjasmoro	Panderman	Tanggamus
0,0 (Kejenuhan Al 41%)	3,53 g	4,53 fg	5,87 f	0,13 e	0,11 e	0,19 e
2,4 (Kejenuhan Al 30%)	16,60 c	12,00 e	29,07 b	1,48 c	0,95 d	1,74 a
4,7 (Kejenuhan Al 20%)	15,93 cd	14,07 de	38,27 a	1,68 abc	1,51 bc	1,69 ab

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada parameter yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT 5%

**Tabel 5.** Tinggi tanaman kedelai pada tiga teknik budi daya di Kecamatan Wanaraya, Barito Kuala, MT 2016

Teknologi budi daya	Tinggi tanaman (cm)						
	Umur 45 hari			Umur 65 hari		Saat panen	
	SM	KM	Rata-rata	SM	KM	SM	KM
Eksisting petani	43,00	52,25	47,62 b	52,12	55,50	52,65	45,00
Rekomendasi Dinas Pertanian	44,50	45,00	44,75 b	45,12	51,25	47,60	58,65
Alternatif perbaikan Balitkabi	51,62	66,25	58,92 a	53,37	56,75	54,30	55,55
Rata-rata	46,37 b	54,50 a		ns*			ns*

Keterangan: SM = Sidomulyo, KM = Kolam Makmur \*ns = not significant (tidak signifikan). Angka selajur yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT 5%

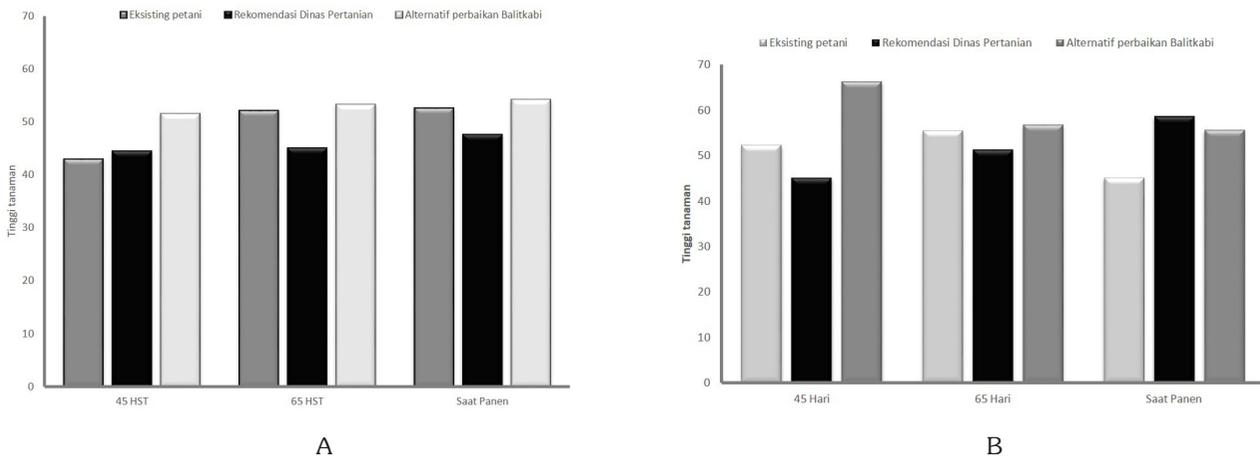
## Penelitian II : Evaluasi Kelayakan Paket Teknologi

Penelitian tahap kedua berupa evaluasi paket teknologi yang dirakit dari hasil penelitian pertama dilaksanakan di dua desa, yakni di Sidomulyo dan Kolam Makmur, Kecamatan Wanaraya, Kabupaten Barito Kuala dengan sifat kimia tanah tersaji pada Tabel 1. Paket teknologi alternatif perbaikan Balitkabi tersebut dievaluasi dengan pembandingan paket teknologi rekomendasi Dinas Pertanian setempat dan teknologi eksisting petani. Evaluasi paket teknologi menggunakan varietas Anjasmoro, dengan pertimbangan varietas tersebut memiliki ukuran biji besar, disenangi oleh petani dan dapat diterima pasar. Disamping itu, hasil penelitian pertama menunjukkan bahwa varietas Anjasmoro mampu menghasilkan biji yang tidak berbeda pada kejenuhan Al 30% dan 20%. Oleh karena itu agar input yang diberikan lebih efisien, pemberian dolomit pada paket teknologi alternatif perbaikan Balitkabi ini hanya sampai pada kejenuhan Al tanah turun hingga mencapai sekitar 30%.

Pada evaluasi paket teknologi budi daya ini, paket teknologi budi daya alternatif perbaikan Balitkabi mampu mempercepat pertumbuhan vegetatif tanaman kedelai dibanding penerapan paket teknologi eksisting petani atau rekomendasi Dinas Pertanian, baik di Sidomulyo maupun di Kolam Makmur hingga tanaman berumur 45 hari. Namun, pada saat panen, tinggi tanaman pada ketiga paket teknologi tersebut (eksisting petani, rekomendasi

Dinas, dan alternatif perbaikan Balitkabi) tidak berbeda (Tabel 5 dan Gambar 2). Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan tinggi tanaman dengan aplikasi ketiga paket teknologi tersebut sudah mencapai optimal. Yang membedakan bahwa paket teknologi budi daya alternatif perbaikan Balitkabi mampu memacu pertumbuhan tinggi tanaman lebih cepat dibandingkan paket teknologi rekomendasi Dinas Pertanian dan eksisting petani. Hal ini lebih menguntungkan karena dapat menghindarkan tanaman dari risiko penghambatan pertumbuhan akibat cekaman kekeringan atau cekaman genangan akibat air pasang.

Paket teknologi budi daya alternatif perbaikan Balitkabi dengan menggunakan inokulan rhizobium Agrisoy 200 g/50 kg benih efektif memacu pembentukan bintil akar. Paket teknologi eksisting petani yang menggunakan rhizobium sisa penelitian tahun sebelumnya dengan kualitas bakteri yang sudah tidak diketahui, paket rekomendasi Dinas Pertanian yang tidak menggunakan rhizobium, dan paket alternatif perbaikan Balitkabi yang menggunakan inokulan rhizobium Agrisoy, masing-masing mampu menghasilkan jumlah bintil akar per tanaman berturut-turut 10,49, 6,42 dan 46,50 bintil/tanaman di Sidomulyo; dan 6,00, 0,42, dan 42,53 bintil/tanaman di Kolam Makmur; dengan rata-rata masing-masing 8,24, 3,42, dan 44,54 bintil/tanaman. Secara umum varietas Anjasmoro mampu membentuk bintil akar lebih banyak di Sidomulyo dibandingkan di Kolam Makmur (Tabel 6).



**Gambar 2.** Perkembangan tinggi tanaman kedelai varietas Anjasmoro di Desa Sidomulyo (A) dan Kolam Makmur (B) pada perlakuan tiga paket teknologi budi daya di kebun kelapa sawit muda, Kecamatan Wanaraya, Barito Kuala, MT 2016.

Pada umur 45 hari, yakni pada saat awal pembentukan dan pengisian polong (fase pertumbuhan tanaman R1-R3), paket teknologi budi daya alternatif perbaikan Balitkabi mampu meningkatkan indeks klorofil daun dibandingkan dengan paket teknologi eksisting petani atau rekomendasi Dinas Pertanian terutama di Kolam Makmur. Hal yang sama juga terjadi pada umur 65 hari (fase pertumbuhan tanaman R4-R6) baik di Sidomulyo maupun di Kolam Makmur (Tabel 7). Tingkat indeks atau kandungan klorofil daun ini akan menentukan laju fotosintesis daun, yang pada akhirnya akan menentukan tingkat pembentukan asimilat yang akan mendukung pertumbuhan tanaman dan pengisian polong.

Jumlah polong per tanaman di kedua lokasi penelitian meningkat dengan diterapkannya paket teknologi budi daya alternatif perbaikan Balitkabi, sementara jumlah polong paket teknologi budi daya rekomendasi Dinas Pertanian tidak meningkat jika dibandingkan dengan teknologi eksisting petani. Tidak berbedanya jumlah polong antara paket teknologi eksisting petani dengan paket teknologi rekomendasi Dinas Pertanian ini berdampak pada tidak berbedanya hasil biji yang diperoleh dari kedua paket teknologi tersebut (Tabel 8). Hal ini menunjukkan bahwa untuk meningkatkan produktivitas kedelai di lahan pasang surut di Desa Sidomulyo dan Kolam Makmur, Kecamatan Wanaraya, paket teknologi budi daya kedelai rekomendasi Dinas Pertanian masih perlu diperbaiki, karena hasilnya tidak berbeda dengan paket teknologi eksisting petani, yakni kurang dari 1,0 t/ha. Selaras dengan jumlah polong yang lebih banyak, hasil biji kering yang dihasilkan dari penerapan paket teknologi budi daya alternatif perbaikan Balitkabi juga lebih tinggi dibandingkan aplikasi paket teknologi eksisting petani dan rekomendasi dari

Dinas Pertanian setempat (Tabel 8). Diterapkannya paket teknologi budi daya alternatif perbaikan tersebut, mampu meningkatkan hasil biji 78% dibandingkan dengan paket teknologi rekomendasi Dinas Pertanian, yakni dari 0,92 t/ha menjadi 1,64 t/ha biji kering.

### Kelayakan Paket Teknologi

Paket teknologi budi daya kedelai yang di-introduksikan akan menarik minat petani jika memiliki kelayakan secara ekonomi, yang ditunjukkan dengan hasil analisis *Marginal Benefit Cost Ratio* (MBCR) yang nilainya lebih dari satu (Prasetyaswati dan Radjit 2012; Elisabeth *et al.* 2018). Biaya produksi yang berupa kebutuhan benih dan herbisida pratumbuh dikondisikan sama, yang membedakan adalah biaya input pupuk, dolomit, dan insektisida untuk pengendalian hama/penyakit (Tabel 9). Total biaya produksi (input saprodi dan tenaga kerja) paket teknologi eksisting petani dan rekomendasi Dinas Pertanian berturut-turut adalah Rp6.080.000/ha dan Rp6.710.000/ha atau dengan selisih sekitar Rp630.000/ha. Biaya produksi tertinggi dicapai oleh paket teknologi alternatif perbaikan Balitkabi meskipun mampu menghasilkan biji kedelai lebih tinggi (Tabel 9).

Paket teknologi alternatif perbaikan Balitkabi mempunyai biaya produksi tinggi disebabkan oleh penggunaan dolomit dengan dosis yang lebih tinggi dan biaya tenaga kerja yang sedikit lebih tinggi dari kedua paket teknologi lainnya terutama tenaga kerja untuk aplikasi dolomit dan prosesing biji kedelai. Pada paket teknologi alternatif perbaikan, untuk menurunkan kejenuhan Al dari 38% menjadi sekitar 30% dibutuhkan dolomit sebanyak 1,9 t/ha, lebih tinggi dibanding teknologi eksisting petani dan anjuran yang menggunakan dosis dolomit 1,0 t/ha.

**Tabel 6.** Jumlah bintil akar kedelai pada perlakuan tiga paket teknologi budi daya di kebun kelapa sawit muda, Kecamatan Wanaraya, Barito Kuala, MT 2016

Paket teknologi budidaya	Jumlah bintil akar/tanaman		
	Sidomulyo	Kolam Makmur	Rata-rata
Eksisting petani	10,49	6,00	8,24 b
Rekomendasi Dinas Pertanian	6,42	0,42	3,42 b
Alternatif perbaikan Balitkabi	46,50	42,58	44,54 a
Rata-rata	21,14 a	16,33 b	

Keterangan : Angka sebaris atau selajur yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT 5%

**Tabel 7.** Indeks klorofil daun kedelai pada perlakuan tiga paket teknologi budi daya kedelai di kebun kelapa sawit muda, Kecamatan Wanaraya, Barito Kuala, MT 2016

Paket teknologi budidaya	Indeks klorofil daun					
	Umur 45 hari			Umur 65 hari		
	Sidomulyo	Kolam Makmur	Rata-rata	Sidomulyo	Kolam Makmur	Rata-rata
Eksisting petani	35,57 b	32,07 c	33,82	36,30	32,12	34,21 b
Rekomendasi Dinas Pertanian	34,05 bc	35,95 b	35,00	41,40	36,62	39,01 a
Alternatif perbaikan Balitkabi	35,60 b	39,12 a	37,36	43,02	41,62	42,32 a
Rata-rata	35,07	35,71		40,24 a	36,79 b	

Keterangan: Angka sebaris atau selajur yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT 5%

**Tabel 8.** Jumlah polong dan hasil kedelai pada perlakuan tiga paket teknologi budi daya di kebun kelapa sawit muda, Kecamatan Wanaraya, Barito Kuala, MT 2016

Paket teknologi budidaya	Jumlah polong isi/tanaman			Hasil biji (t/ha)		
	Sidomulyo	Kolam Makmur	Rata-rata	Sidomulyo	Kolam Makmur	Rata-rata
Eksisting petani	18,55	17,45	18,00 b	1,17	0,75	0,96 b
Rekomendasi Dinas Pertanian	16,30	16,62	16,46 b	0,94	0,91	0,92 b
Alternatif perbaikan Balitkabi	26,42	30,96	28,67 a	1,74	1,53	1,64 a
Rata-rata	20,42 a	21,66 a		1,28 a	1,06 b	

Keterangan: Angka sebaris atau selajur yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT 5%

Penggunaan input tinggi pada perlakuan alternatif perbaikan Balitkabi mampu menghasilkan biji kedelai 1,64 t/ha, atau meningkat hampir dua kali lipat jika dibandingkan dengan perlakuan eksisting petani (0,96 t/ha) dan perlakuan rekomendasi Dinas Pertanian (0,92 t/ha). Meskipun paket teknologi budi daya alternatif perbaikan yang diintroduksi oleh Balitkabi membutuhkan biaya produksi lebih tinggi, yaitu Rp7.845.000/ha, namun dengan hasil biji 1,64 t/ha paket teknologi alternatif perbaikan tersebut mampu memberikan keuntungan yang cukup tinggi yaitu Rp3.635.000/ha. Sementara itu, paket teknologi eksisting petani memberi keuntungan Rp640.000/ha, sedangkan paket teknologi rekomendasi Dinas Pertanian membuahkan kerugian bila diterapkan oleh petani. Tingkat keuntungan penerapan teknologi budi daya eksisting petani dan alternatif perbaikan Balitkabi tersebut ditunjukkan dengan nilai R/C rasio >1 (Tabel 9). Hasil analisis

kelayakan introduksi paket teknologi alternatif perbaikan Balitkabi dengan nilai MBCR 1,70 terhadap paket teknologi eksisting petani dan 3,44 terhadap paket teknologi rekomendasi Dinas Pertanian menunjukkan bahwa paket teknologi alternatif perbaikan Balitkabi layak diterapkan lebih lanjut untuk menggantikan kedua paket teknologi tersebut.

## KESIMPULAN

Varietas Tanggamus lebih adaptif dan mampu memberikan hasil lebih tinggi pada lahan pasang surut hingga kejenuhan Al 30% dibanding varietas Anjasmoro dan Panderman. Varietas Anjasmoro memiliki ukuran biji lebih besar, dan pada kejenuhan Al 30% mampu memberikan hasil tidak berbeda dengan pada kejenuhan Al 20%, yaitu 1,68 t/ha. Pada kebun sawit umur <3 tahun di lahan pasang

**Tabel 9.** Biaya produksi usahatani kedelai pada perlakuan tiga paket teknologi budi daya di lahan pasang surut di bawah kelapa sawit muda, Kecamatan Wanaraya, Barito Kuala, MT 2016

Input teknologi	Paket teknologi		
	Eksisting petani	Rekomendasi Dinas Pertanian	Alternatif perbaikan Balitkabi
Biaya input saprodi			
Benih kedelai	400.000	400.000	400.000
Herbisida pratumbuh	390.000	390.000	390.000
Pupuk kimia			
a. Phonska	0	375.000	0
b. Urea	0	95.000	95.000
c. SP36	400.000	260.000	195.000
d. KCl	0	0	350.000
Pupuk kandang	400.000	600.000	500.000
Dolomit	800.000	800.000	1.520.000
Rhizobium (Agrisoy)	0	0	100.000
Mikorrhiza (Biovam)	0	0	100.000
Pestisida	240.000	240.000	260.000
Total biaya bahan (A)	2.630.000	3.160.000	3.910.000
Biaya tenaga kerja (B)	3.450.000	3.550.000	3.935.000
(Penyiapan lahan, tanam, pemupukan, pengendalian HPT, penyiangan, panen dan prosesing)			
Total biaya produksi (A+B)	6.080.000	6.710.000	7.845.000
Hasil produksi (t/ha)	0,96	0,9	1,64
Penerimaan (Rp)			
(dikali harga kedelai Rp7.000/kg)	6.720.000	6.440.000	11.480.000
Keuntungan (Rp/ha)	640.000	-270.000	3.635.000
R/C ratio	1,11	0,96	1,46
MBCR alternatif thd eksisting	-	-1,44	1,70
MBCR alternatif thd rekomendasi Dinas		-	3,44

surut dengan pH tanah <4,8 dan kejenuhan Al >38%, paket teknologi alternatif perbaikan Balitkabi dapat meningkatkan hasil kedelai menjadi 1,64 t/ha biji kering bila dibandingkan dengan paket teknologi eksisting petani (0,96 t/ha) dan paket rekomendasi Dinas Pertanian (0,92 t/ha). Dengan nilai MBCR 1,70 dan 3,44 masing-masing terhadap paket teknologi eksisting petani dan paket teknologi rekomendasi Dinas Pertanian, maka paket teknologi alternatif perbaikan Balitkabi ini layak diadopsi dan diterapkan oleh petani.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Urip Sembodo, SP, teknisi Balitkabi yang membantu kegiatan penelitian di lapangan

### DAFTAR PUSTAKA

Agustira MA, Lubis I, Listia E, Akoeb EN, Harahap IY, Lubis MES. 2018. Analisis finansial dan ekonomi tanaman sela (jagung dan kedelai) pada areal tanaman belum menghasilkan kelapa sawit. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit* 26(3): 141-152.

Balitkabi. 2016. Deskripsi Varietas Unggul Aneka Kacang dan Umbi. Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. Badan Litbang Pertanian. <http://balitkabi.litbang.pertanian.go.id/publikasi/deskripsi-varietas/> (Diakses pada 23 Januari 2020).

BPS. 2019. Statistik Indonesia. Badan Pusat Statistik Indonesia. <http://www.bps.go.id> (Diakses 23 Januari 2020).

Carolina RA, Mulatsih S, Anggraeni L. 2016. Analisis volatilitas harga dan integrasi pasar kedelai Indonesia dengan pasar kedelai dunia. *Jurnal Agro Ekonomi* 34(1): 46-66.

Chairudin, Efendi, Sabaruddin. 2015. Dampak naungan terhadap perubahan karakter agronomi dan morfologi daun pada tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). *Jurnal Floratek* 10(1): 26-35.

Elisabeth DAA, Ginting E, Restuono J. 2018. The economic feasibility of sweet potatoes farming by using selected N fertilization. *Journal of Socioeconomics and Development* 1(2): 100-105.

Handriawan A, Respatie DW, Tohari. 2016. Pengaruh intensitas naungan terhadap pertumbuhan dan hasil

- tiga kultivar kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) di lahan pasir Pantai Bugel, Kulon Progo. *Vegetalika* 5(3):1-14.
- Harsono A, Subandi. 2013. Peluang pengembangan kedelai pada areal pertanaman ubi kayu di lahan kering masam. *Iptek Tanaman Pangan* 8(1): 31-38.
- Harsono A, Husein E, Sucahyono D, Muzaiyanah S. 2014. Pupuk hayati untuk mendukung pengembangan produksi kedelai di tanah masam. *Buletin Palawija* 28(2014):102-114.
- Jumakir, Endrizal, Suyamto. 2016. Uji beberapa paket pemupukan dan dolomit terhadap hasil kedelai di lahan rawa pasang surut Provinsi Jambi. *Jurnal Lahan Suboptimal* 5(1): 86-94.
- Koesrini, Anwar K, Berlian E. 2015. Penggunaan kapur dan varietas adaptif untuk meningkatkan hasil kedelai di lahan sulfat masam aktual. *Berita Biologi* 14(2): 155-161.
- Li W, Johnson CE. 2016. Relationships among pH, aluminum solubility and aluminum complexation with organic matter in acid forest soils of the Northeastern United States. *Geoderma* 271(1): 234-242.
- Marwoto, Subandi, Adisarwanto T, Sudaryono, Kasno A, Hardaningsih S, Setyorini D, Adie MM. 2009. *Pedoman Umum PTT Kedelai*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta.
- Marwoto, Taufiq A, Suyamto. 2012. Potensi pengembangan tanaman kedelai di perkebunan kelapa sawit. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 31(4): 169-174.
- Meitasari AD, Wicaksono KP. 2017. Inokulasi rhizobium dan perimbangan nitrogen pada tanaman kedelai (*Glycine max* (L) Merrill) varietas Wilis. *Plantropica Journal of Agricultural Science* 2(1): 55-63.
- Mulyani A, Kuncoro D, Nursyamsi D, Agus F. 2016. Analisis konversi lahan sawah: Penggunaan data spasial resolusi tinggi memperlihatkan laju konversi yang mengkhawatirkan. *Jurnal Tanah dan Iklim* 40(2): 121-133.
- Mulyani A, Nursyamsi D, Harnowo D. 2017. Potensi dan tantangan pemanfaatan lahan suboptimal untuk tanaman aneka kacang dan umbi. Hlm.16-30. Dalam: Rahmianna AA, Harnowo D, Sholihin, Nugrahaeni N, Taufiq A, Suharsono, Yusnawan E, Ginting E, Rozi F, Hermanto (eds). *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi Tahun 2016*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.
- Normansyah D, Rochaeni S, Humaerah AD. 2014. Analisis pendapatan usahatani sayuran di kelompok Tani Jaya, Desa Ciaruteun, Kecamatan Cibungbulang, Kabupaten Bogor. *Jurnal Agribisnis* 8(1): 29 – 44.
- Paripurna A, Budianta D, Napoleon A. 2017. Respon aplikasi kapur terhadap beberapa sifat kimia tanah lahan pasang surut. *Jurnal Lahan Suboptimal* 6(1): 59-70
- Prasetyaswati N, Radjit BS. 2012. Kelayakan usahatani ubijalar dengan penerapan teknologi pengguludan di lahan kering masam di Lampung. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 31(3): 188-194.
- Pujiwati H, Ghulamahdi M, Yahya S, Aziz SA, Haridjaja O. 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, Suwandi, Tanbiyaskur, Nursyamsi D, Noor M, et al. (eds). *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal*. Unsri Press, Palembang.
- Purba JHV, Sipayung T. 2017. Perkebunan kelapa sawit Indonesia dalam perspektif pembangunan berkelanjutan. *Masyarakat Indonesia* 43(1): 81-94.
- Purwaningsih S. 2015. Pengaruh inokulasi Rhizobium terhadap pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max* L) varietas Wilis di rumah kaca. *Berita Biologi* 14(1): 69-76.
- Ryan PR, Delhaize E. 2010. The convergent evolution of aluminum resistance in plants exploits a convenient currency. *Function Plant Biology* 37(4): 275-284.
- Subandi, Wijanarko A. 2013. Pengaruh teknik pemberian kapur terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai pada lahan kering masam. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 32(3):171-178.
- Susilawati A, Nursyamsi D. 2013. Residu jerami padi untuk meningkatkan produktivitas tanah sulfat berkelanjutan. *Jurnal Sumberdaya Lahan* 7(1): 27-36.
- Susilawati A, Nursyamsi D, Syakir M. 2016. Optimalisasi penggunaan lahan rawa pasang surut mendukung swasembada pangan nasional. *Jurnal Sumberdaya Lahan* 10(1): 51-64.
- Syuryawati, Faesal. 2016. Kelayakan finansial penerapan teknologi budi daya jagung pada lahan sawah tadah hujan. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 35(1): 71 – 80.
- Taufiq A, Wijanarko A, Suyamto. 2011. Takaran optimal pupuk NPKS, dolomit, dan pupuk kandang pada hasil kedelai di lahan pasang surut. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 30(1): 52-27.
- Taufiq A, Wijanarko A, Kristiono A, Mutmaidah S, Prasetyaswati N, Jumakir. 2019. Evaluasi kelayakan teknis dan finansial teknologi budi daya kedelai pada lahan pasang surut. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 3(2): 101-110.
- Uguru MI, Oyiga BC, Jandong EA. 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.

Vollmann J, Wakter H, Sato T, Schwelger P. 2011. Digital image and chlorophyll metering for phenotyping the effect of nodulation in soybean. *Computers and Electronics in Agriculture* 75(1): 190-195.

Wijanarko A, Subandi. 2017. Pengaruh jenis dan takaran pupuk organik terhadap hasil kedelai pada lahan kering masam. *Buletin Palawija* 15(1): 45-49.

Yunikartika R. 2015. Ekspansi kelapa sawit di Pulau Kalimantan. Hasil studi. *Intip Hutan - Forest Watch Indonesia (FWI)*, Desember 2015, Hlm. 8-11.

