

## Tanam Sisip Jagung-Kedelai dengan Budidaya Jenuh Air di Lahan Pasang Surut: Tantangan Pengembangan Berkelanjutan

### *Relay Cropping of Corn-Soybean with Saturated Soil Culture in tidal swamps: Challenges of Sustainable Development*

Sahuri<sup>1\*</sup>, Munif Ghulamahdi<sup>1</sup>, Suwanto<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Agronomi dan Hortikultura, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor, Jawa Barat

\*Email: [sahuri\\_agr@ymail.com](mailto:sahuri_agr@ymail.com)

Diterima 17 Agustus 2022, Direview 22 September 2022, Disetujui dimuat 11 November 2022, Direview oleh Masganti dan Popi Rejekiingrum

**Abstrak.** Penanaman jagung dan kedelai di LPS lebih dari 75 % dilakukan secara monokultur. Pola tanam sisip jagung+kedelai merupakan pilihan strategis untuk menambah luas tanam dan produktivitas kedua komoditas tersebut secara berkelanjutan di LPS. Pola tanam sisip adalah metode tanam ganda dengan pengaturan waktu tanam dan panen, tanaman kedua ditanam setelah tanaman pertama mencapai tahap reproduksi sebelum siap untuk dipanen. Kedelai memiliki efisiensi penggunaan cahaya dan radiasi yang rendah karena naungan oleh tajuk jagung. Hasil penambatan nitrogen dari udara bebas dengan bantuan bakteri *Rhizobium japonicum* oleh kedelai dapat memenuhi sebagian nitrogen jagung. Pola tanam sisip jagung+kedelai di LPS dapat dilakukan dengan BJA yaitu sistem penanaman dengan memberikan irigasi terus-menerus dan membuat tinggi muka air tetap, sehingga lapisan di bawah permukaan tanah jenuh air. Sistem ini memberikan solusi dalam pengelolaan air di LPS karena dapat menghilangkan pengaruh negatif dari kelebihan air pada pertumbuhan jagung dan kedelai. Peluang pengembangan pola ini antara lain meningkatkan peran pemerintah, penyuluh, menyederhanakan birokrasi administrasi dan mendapatkan komitmen yang kuat dari pimpinan eksekutif dan legislatif di daerah secara menyeluruh dan konsisten yang didukung oleh lembaga penelitian, penyuluh pertanian dan lembaga keuangan daerah. Kebijakan pemerintah diperlukan untuk mendukung PTS jagung+kedelai melalui penguatan kelembagaan ekonomi seperti lembaga pengolahan hasil, penyimpanan dan pemasaran. Selain itu diperlukan dukungan bimbingan teknis, pendampingan manajemen usaha tani jagung dan kedelai serta diseminasi teknologi untuk mempercepat tingkat adopsi dan adaptasi teknologi di tingkat petani sehingga mempermudah petani dalam melaksanakan sistem usahatannya.

**Kata kunci:** Budidaya jenuh air, jagung, kedelai, lahan pasang surut, pola tanam sisip

**Abstract.** More than 75% of corn and soybeans were planted in TS by monoculture. The RC corn+soybean is a strategic choice to increase the planted area and productivity of these two commodities' sustainability in TS. Relay cropping is a double-cropping method with the timing of planting and harvesting the second crop after the first crop reaches the reproductive stage but before harvest. Soybean has low light use efficiency and radiation use efficiency due to the deep shade created by the maize canopy. The results of fixing nitrogen from free air with the help of *Rhizobium japonicum* bacteria in soybeans can meet some of the nitrogen in corn. Relay cropping corn+soybean in TS can be with SSC, a system of planting corn and soybean by providing continuous irrigation and keeping the water depth constant so that the layer below the soil surface is saturated. This system is a solution to water management in TS because it can eliminate the negative effect of flooding on the growth of corn and soybean plants. The Opportunities of this pattern include increasing the role of government, extension workers, and administration and obtaining a commitment from executive and legislative leaders in the regions in a comprehensive and consistent supported by research institutions, extension workers, and regional financial institutions. The policy perspective is needed to support RC corn+soybeans at the farm level through strengthening economic institutions such as product processing, storage, and marketing. In addition, technical support, management assistance for corn and soybean farming, and technology dissemination at the farmer level make it easier for farmers to implement their farming systems.

**Keywords:** Saturated soil culture, corn, soybean, tidal swamps, relay cropping

## PENDAHULUAN

Jagung dan kedelai merupakan komoditas pangan strategis dan penting di Indonesia,

namun produksinya masih rendah. Produksi jagung dan kedelai nasional pada tahun 2020 masing-masing 21,53 dan 0,61 juta ton sedangkan kebutuhannya masing-masing 25,20 dan 2,30 juta ton, maka Indonesia

masih kekurangan produksi jagung dan kedelai masing-masing 3,67 dan 1,69 juta ton. Oleh karena itu Indonesia harus impor jagung dan kedelai sampai sekarang untuk memenuhi kebutuhan nasional dengan laju pertumbuhan penduduk sekitar 1,10 % pada periode tahun 2016-2020 (BPS 2020). Laju pertumbuhan penduduk terus meningkat, maka keperluan akan perumahan, industri maupun transportasi semakin meningkat sementara lahan adalah sesuatu yang konstan. Hal ini mengakibatkan konversi lahan pertanian ke sektor selain pertanian meningkat tajam, diperkirakan 96.512 ha/tahun (Mulyani *et al.* 2016). Oleh karena itu, penanaman jagung dan kedelai dapat dilakukan melalui perluasan pertanaman ke lahan marginal seperti lahan pasang surut sebagai alternatif untuk mengantisipasi semakin menyusutnya lahan-lahan subur akibat alih fungsi lahan.

Luas lahan pasang surut potensial untuk tanaman pangan di Kabupaten Banyuasin adalah 0,39 juta ha, dari luas tersebut sekitar 0,23 juta ha merupakan kawasan pertanian pangan. Luas kawasan pertanian pangan di Kecamatan Tanjung Lago adalah 18,40 ribu ha dari total kawasan pertanian pangan Kabupaten Banyuasin. Hasil produksi pertanian pangan didominasi oleh padi, Kabupaten Banyuasin mampu menopang stok pangan sebesar 28% untuk provinsi Sumatera Selatan yang ditetapkan sebagai lumbung pangan nasional (BAPPEDA Kabupaten Banyuasin 2019). Secara umum indeks pertanaman di lahan pasang surut pada tipe luapan C di Sumatera Selatan sebesar 100%, artinya lahan hanya dapat ditanami satu kali setahun antara November-Maret. Kondisi lahan sawah pada tipe luapan C pada musim hujan dapat disawahkan, namun mulai musim kemarau air pasang tidak mampu menggenangi lahan (Ghulamahdi 2017). Oleh karena itu diperlukan upaya untuk meningkatkan optimalisasi lahan untuk percepatan produksi jagung dan kedelai. Pola tanam sisip merupakan salah satu cara untuk meningkatkan indeks pertanaman di lahan pasang surut karena dapat memanfaatkan curah hujan dan luapan air pasang yang pendek (Ghulamahdi *et al.* 2017).

Pola tanam sisip adalah metode tanam ganda dengan pengaturan waktu tanam dan panen, tanaman kedua ditanam setelah tanaman pertama mencapai tahap reproduksi tetapi sebelum siap untuk dipanen. Manfaat pola tanam sisip adalah menghemat

penggunaan sumber daya, meningkatkan kualitas tanah dan meningkatkan nisbah kesetaraan lahan (Tanveer *et al.* 2017). Selain itu, pola ini dapat memperbaiki kesuburan tanah melalui fiksasi nitrogen pada legum kedelai (Lithourgidis *et al.* 2011), efisiensi penggunaan air dan lahan serta mengurangi risiko kegagalan usaha tani (Kamara *et al.* 2019; Zaeem *et al.* 2021), sebagai upaya ketahanan pangan, diversifikasi sistem tanam, efisiensi tenaga kerja dan pembangunan pertanian berkelanjutan (Tilman 2020), pembentukan bahan organik tanah dan peningkatan siklus nitrogen (Cong *et al.* 2015), mengurangi keberadaan gulma (Abdel-Wahab 2016), serta mengurangi tingkat serangan hama dan penyakit (Chang *et al.* 2020).

Jagung dan kedelai memungkinkan dibudidayakan dengan pola tanam sisip, karena kedua tanaman tersebut dapat menimbulkan efek komplementer yang menguntungkan (Ghulamahdi *et al.* 2017). Daun kedelai menyebar secara mendatar sehingga memungkinkan untuk mendapatkan cahaya secara cukup. Jagung memerlukan nitrogen yang tinggi, sementara kedelai dapat memfiksasi nitrogen dari udara bebas dengan bantuan bakteri *Rhizobium japonicum* sehingga kebutuhan nitrogen pada jagung sebagian dapat terpenuhi oleh nitrogen hasil penambatan nitrogen dari kedelai (Xu *et al.* 2020). Penanaman jagung dan kedelai dengan pola tanam sisip dapat menghemat penggunaan pupuk nitrogen anorganik bahkan capaian hasilnya lebih tinggi dibandingkan penggunaan pupuk nitrogen anorganik dosis konvensional (Yong *et al.* 2018). Pola tanam sisip jagung+kedelai secara global mempunyai nilai nisbah kesetaraan lahan (NKL) rata-rata  $1,32 \pm 0,02$  dan nilai FNER (*Fertilizer N Equivalent Ratio*)  $1,44 \pm 0,03$  yang artinya untuk mencapai hasil yang sama dalam satuan luas yang sama, penanaman secara monokultur memerlukan pupuk nitrogen sebesar 44 % lebih banyak dibandingkan dengan pola tanam sisip (Xu *et al.* 2020).

Pengaturan waktu tanam menentukan keberhasilan pada pola tanam sisip jagung dan kedelai (Ghulamahdi *et al.* 2017). Perbedaan waktu tanam antara jagung dan kedelai pada sebidang tanah dapat mengurangi kompetisi dalam pemanfaatan hara, ruang tumbuh, air dan intensitas cahaya matahari. Penundaan waktu tanam terhadap salah satu komoditas dalam pola tanam sisip dimaksudkan agar pertumbuhan maksimum tidak terjadi pada waktu yang bersamaan (Tanveer *et al.* 2017). Hal ini akan mengoptimalkan

potensi hasil jagung dan kedelai dalam pola tanam sisip. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penanaman kedelai pada 21 hari sebelum jagung menghasilkan jumlah polong tertinggi (Aziz dan El-razek 2012). Penanaman jagung 14 hari setelah penanaman brokoli dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman brokoli sebesar 28,14 % (Karima *et al.* 2013). Penanaman kedelai pada 14 hari sebelum penanaman tebu secara tumpang sari menghasilkan bobot biji dan hasil panen kedelai per hektar lebih tinggi (Rahmasari *et al.* 2016). Penanaman kedelai pada 30 hari setelah penanaman jagung menghasilkan berat kering bintil kedelai dan aktivitas nitrogenase masing-masing 34,2% dan 12,5% lebih tinggi dibandingkan kedelai monokultur. Jumlah dan rasio fiksasi N<sub>2</sub> pada pola tanam sisip nyata lebih besar daripada monokultur sehingga dapat mengurangi aplikasi N secara berkelanjutan dan ramah lingkungan (Du *et al.* 2020). Penanaman jagung 30 hari setelah tanam kedelai dapat menjaga stomata tetap terbuka lebih lama 320 mmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup> dibandingkan dengan jagung monokultur (100 mmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>), karena jagung dalam pola tanam sisip lebih sedikit mengalami cekaman air ( $\delta^{13}\text{C}$ : -10,12 %) dibandingkan dengan jagung monokultur. Jagung pada pola monokultur menggunakan air tanah lebih tinggi sehingga mengurangi indeks nutrisi nitrogen jagung sebesar 40 % (Khongdee *et al.* 2021) (Khongdee *et al.* 2021).

Varietas jagung+kedelai yang adaptif di lahan pasang surut dapat meningkatkan produktivitas PTS jagung+kedelai. Beberapa varietas kedelai yang telah diuji di lahan pasang surut antara lain: Tanggamus, Wilis, Anjasmoro, Selamat (Sagala *et al.* 2011; Ghulamahdi *et al.* 2018; Toyip *et al.* 2019), Argomulyo, Gepak Kuning, Detap 1 dan Demas 1 (Koesrini *et al.* 2015; Balitkabi 2016) merupakan varietas yang dapat dikembangkan di lahan pasang surut. Sementara varietas jagung terdiri atas varietas hibrida dan varietas komposit. Jagung hibrida memiliki persentase tanam paling besar yaitu lebih dari 75 % dibandingkan jagung komposit hanya 5,84 %. Hal ini disebabkan adanya efek heterosis dari gen-gen penyusun hibrida (Sutoro, 2015). Penanaman jagung dan kedelai lebih dari 75 % masih dilakukan secara monokultur (BPS 2020). Dengan demikian masih banyak peluang untuk meningkatkan produktivitas jagung dan kedelai dengan pola tanam sisip sehingga akan menambah luas tanam kedua komoditas tersebut.

Salah satu metode penanaman pola tanam sisip jagung dan kedelai di lahan pasang surut dengan pengairan yang memadai dapat dilakukan dengan sistem budidaya jenuh air yaitu penanaman dengan memberikan irigasi terus-menerus dan memastikan tinggi muka air tetap, sehingga lapisan di bawah permukaan tanah jenuh air. Sistem ini akan menghilangkan pengaruh negatif dari kelebihan air pada pertumbuhan tanaman, kemudian akan beraklimatisasi selama dua minggu setelah tanam dan selanjutnya tanaman memperbaiki pertumbuhannya dengan mengalokasikan hasil fotosintesis ke bagian bawah tanaman untuk pertumbuhan akar dan bintil akar selama 2-4 minggu setelah pelaksanaan irigasi dimulai (Ghulamahdi *et al.* 2015). Sistem ini dapat menekan oksidasi pirit, mencegah penurunan pH, mengurangi Al dan Fe, serta meningkatkan ketersediaan hara (Noya *et al.* 2014). Sistem ini dapat meningkatkan jumlah cabang per tanaman, jumlah polong isi per tanaman, berat kering biji per tanaman, berat kering biji per petak, dan produktivitas kedelai dibandingkan dengan penggenangan sementara (Ghulamahdi *et al.* 2016). Sistem ini meningkatkan produktivitas jagung 28 % nyata lebih tinggi daripada perlakuan genangan sementara (Maulana *et al.* 2019). Hasil penelitian menunjukkan produksi jagung meningkat sekitar 7 % saat tanah jenuh air dan menurun sekitar 10 % saat tanah kering (Peichl *et al.* 2018). Tulisan ini bertujuan mengkaji aspek-aspek penting terkait potensi lahan pasang surut, penerapan BJA pada jagung dan kedelai, manfaat PTS jagung+kedelai, peluang pengembangan PTS jagung+kedelai dan perspektif kebijakan pengembangan PTS jagung+kedelai dalam konteks produktivitas tanaman berkelanjutan di LPS. Diharapkan tulisan ini bermanfaat sebagai informasi dan referensi untuk pengembangan PTS jagung+kedelai partisipatif dan peluang pengembangan untuk mendukung program ketahanan pangan.

## POTENSI LAHAN PASANG SURUT

Lahan pasang surut (LPS) memiliki potensi yang besar untuk dijadikan pilihan strategis guna pengembangan areal produksi jagung+kedelai kedepan yang menghadapi tantangan makin kompleks terutama untuk mengimbangi penyusutan lahan subur maupun peningkatan permintaan produksi termasuk ketahanan pangan dan pengembangan agribisnis. Luas lahan rawa pasang surut di Indonesia sekitar 12,41 juta ha, terdiri

atas tanah mineral sekitar 10,18 juta ha dan tanah gambut sekitar 2,23 juta ha. Lahan rawa yang berpotensi untuk pengembangan sawah pasang surut di tanah mineral sekitar 0,29 juta ha, berpotensi sebagai areal produksi jagung dan kedelai (Suwanda 2014; BBSDLP 2020).

Lahan pasang surut adalah lahan yang sepanjang tahun atau selama waktu yang panjang dalam setahun selalu jenuh air atau tergenang. Kondisi jenuh air atau tergenang bergantung pada musim dan gerakan pasang surut air laut atau sungai disekitar. Berdasarkan tipe luapan airnya, LPS terdiri atas dari: 1) tipe luapan A, terluapi air pasang baik pasang besar maupun kecil, 2) tipe luapan B, hanya terluapi air pada pasang besar, 3) tipe luapan C, tidak terluapi air pasang, kedalaman air tanahnya < 50 cm, 4) tipe luapan D, tidak terluapi air, kedalaman air tanahnya > 50 cm (Suriadikarta 2012). Tipologi LPS menurut jenis lahan dan tingkat masalah fisiko kimia tanahnya terdiri atas: 1) lahan potensial, kedalaman lapisan pirit lebih dari 50 cm dari permukaan tanah, 2) lahan sulfat masam potensial memiliki kedalaman lapisan sulfidik lebih dari 50 cm dan aktual memiliki kedalaman sulfidik kurang dari 50 cm dengan lapisan pirit ( $\text{FeS}_2$ ) lebih dari 2 % pada kedalaman kurang dari 50 cm dari permukaan tanah, 3) lahan gambut, mengandung lapisan sisa-sisa tanaman yang sudah lapuk secara alami, dan 4) lahan salin, dipengaruhi oleh intrusi air laut selama lebih tiga bulan dalam setahunnya (Subagyo 2006).

Lahan pasang surut dikategorikan sebagai lahan suboptimal, karena beberapa faktor pembatas, anatara lain: kemasaman tanah, kandungan Al dan Fe terlarut tinggi, intrusi garam, dan mengandung pirit ( $\text{FeS}_2$ ) (Pujiwati *et al.* 2015). Pirit merupakan bahan sulfidik yang terbentuk melalui serangkaian proses kimia, geokimia, dan biokimia secara bertahap (Budianta *et al.* 2019). Oksidasi pirit dapat terjadi karena retakan tanah, bekas akar tanaman, atau drainase yang berlebihan. Proses oksidasi pirit terjadi dalam beberapa tahap yang dapat digambarkan dalam persamaan reaksi kimia sebagai berikut (Sopandie 2013): a) oksigen terlarut bereaksi dengan pirit menghasilkan senyawa  $\text{Fe}^{2+}$  dan sulfur:  $\text{FeS}_2 + 1/2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$ ; b) Pada tanah dengan pH mendekati netral, S akan dioksidasi secara lambat. Proses ini dapat dikatalis oleh bakteri autotrof:  $\text{S} + 3/2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$ ; c) Peningkatan kemasaman tanah juga terjadi akibat oksidasi  $\text{FeS}$  yang

menghasilkan 4 molekul  $\text{H}^+$ :  $2\text{FeS} + 9/2\text{O}_2 + (\text{n}+2)\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{nH}_2\text{O} + 2\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$ ; d) Kelarutan  $\text{Fe}^{3+}$  pada pH di bawah 4 akan meningkat, sehingga oksidasi pirit terjadi lebih cepat:  $\text{FeS}_2 + 14\text{Fe}^{3+} + 8\text{H}_2\text{O} \rightarrow 15\text{Fe}^{2+} + 2\text{SO}_4^{2-} + 16\text{H}^+$ ; e) Oksidasi pirit juga menghasilkan jarosit dan empat molekul  $\text{H}^+$ . Adanya jarosit pada tanah ditandai dengan adanya warna kuning jerami pada tanah:  $\text{FeS}_2 + 15/4\text{O}_2 + 5/2\text{H}_2\text{O} + 1/3\text{K}^+ \rightarrow 1/3\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6 + 4/3\text{SO}_4 + 4\text{H}^+$ .

Pirit yang teroksidasi akan menciptakan pH masam sehingga mengakibatkan terjadinya cekaman Al dan Fe pada tanah yang berpotensi menghambat pertumbuhan tanaman (Mariana *et al.* 2012; Noya *et al.* 2014). Proses oksidasi pirit dipercepat oleh bakteri *Thiobacillus ferroxidans*. Reaksi ini menghasilkan  $\text{Fe}^{3+}$  koloidal dan asam sulfat terlarut yang menjadi ion sulfat dan ion  $\text{H}^+$  sehingga pH tanah menjadi rendah (pH 1,30 sampai kurang dari 3,50). Ion  $\text{H}^+$  yang melimpah dalam larutan tanah akan membebaskan banyak ion aluminium ( $\text{Al}^{3+}$ ) yang bersifat toksik bagi tanaman (Noya *et al.* 2014). Oleh karena itu, pengelolaan tanah dan air merupakan kunci utama keberhasilan pengembangan pertanian di LPS. Pengelolaan tanah dan air meliputi jaringan tata air makro maupun mikro (Suriadikarta 2012), penerapan sistem BJA (Ghulamahdi *et al.* 2015), ameliorasi dan pemupukan (Noya *et al.* 2014; Pujiwati *et al.* 2015; Wijanarko dan Taufiq 2016) serta penataan lahan (Arsyad *et al.* 2014).

#### BUDIDAYA JENUH AIR PADA TANAMAN JAGUNG- KEDELAJ

Budidaya jenuh air (BJA) yaitu sistem penanaman dengan memberikan irigasi terus-menerus dan membuat tinggi muka air tetap, sehingga lapisan di bawah permukaan tanah jenuh air. Penerapan BJA dapat dilakukan pada areal penanaman dengan irigasi cukup baik maupun pada areal dengan drainase kurang baik (Ghulamahdi *et al.* 2015). Sistem ini memberikan solusi dalam pengelolaan air di lahan pasang surut karena dapat menghilangkan pengaruh negatif dari kelebihan air pada pertumbuhan tanaman (Ghulamahdi *et al.* 2015; Ghulamahdi *et al.* 2018). Selain itu, sistem ini dapat menekan oksidasi pirit, mencegah penurunan pH, mengurangi Al dan Fe, serta meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman (Noya *et al.* 2014; Pujiwati *et al.* 2015).

Sistem BJA dapat memperbaiki pertumbuhan dan meningkatkan produksi pada beberapa varietas

kedelai dan jagung dibandingkan cara irigasi biasa dan budidaya kering. Sistem ini dapat meningkatkan jumlah cabang per tanaman, jumlah polong isi per tanaman, berat kering biji per tanaman, berat kering biji per petak, dan produktivitas kedelai dibandingkan dengan penggenangan sementara (Ghulamahdi *et al.* 2016). Sistem ini meningkatkan produktivitas jagung 28 % nyata lebih tinggi daripada perlakuan genangan sementara (Maulana *et al.* 2019). Hasil penelitian menunjukkan produksi jagung meningkat sekitar 7 % saat tanah jenuh air dan menurun sekitar 10 % saat tanah kering. Hal ini karena kandungan air absolut lebih tinggi dari pada kondisi tanah kering (Peichl *et al.* 2018).

Tanaman kedelai beraklimatisasi selama dua minggu setelah tanam dan selanjutnya tanaman memperbaiki pertumbuhannya dengan mengalokasikan hasil fotosintesis ke bagian bawah tanaman untuk pertumbuhan akar dan bintil akar selama 2-4 minggu setelah pelaksanaan irigasi dimulai. Banyaknya perakaran yang muncul pada budidaya jenuh air diakibatkan oleh adanya hormon etilen yang berasal dari prekursor ACC (1 amino siklopropana-1-asam karboksilat). Keadaan anaerob akan merangsang pembentukan ACC dan adanya oksigen yang cukup merangsang pembentukan etilen. Hormon etilen tersebut merangsang terbentuknya jaringan aerenkhima dan munculnya akar-akar baru (Ghulamahdi *et al.* 2009; Ghulamahdi *et al.* 2015). Tahap aklimatisasi dapat dipercepat dengan pemberian pupuk N lewat daun. pemberian pupuk N dengan konsentrasi Urea 15  $g\ l^{-1}$  air menyebabkan daun menguning pada budidaya jenuh air di lahan sawah beririgasi dan perlakuan Urea 10  $g\ l^{-1}$  air memberikan hasil tertinggi dibandingkan lainnya. Pemupukan N daun pada budidaya jenuh air mampu meningkatkan produksi 30 % dibandingkan tanpa pemupukan N (Ghulamahdi *et al.* 2009).

Pertumbuhan dan hasil kedelai dengan sistem BJA nyata lebih tinggi daripada tanaman kedelai yang ditanam tanpa BJA (Ghulamahdi *et al.* 2015; Bachtiar *et al.* 2016; Budianta *et al.* 2019). Sistem BJA nyata meningkatkan laju fotosintesis tanaman dibandingkan dengan sistem budidaya kering (Toyip *et al.* 2019). Hasil penelitian melaporkan bahwa sistem BJA nyata meningkatkan aktivitas nitrogenase, serapan N, P, K daun, bobot kering bintil, akar, batang, daun, polong, serta biji dibandingkan budidaya kering (Sagala *et al.* 2011).

Pertumbuhan dan hasil beberapa varietas jagung Pioneer 27, Bima 20, Sukmaraga dan Bisma dengan sistem BJA nyata lebih tinggi daripada tanaman jagung yang di tanam pada perlakuan genangan sementara dan tanpa BJA. Produktivitas jagung dengan sistem BJA meningkat 28 % lebih tinggi daripada perlakuan genangan sementara. Varietas Pioneer 27 memiliki produktivitas tertinggi sebesar 9,33  $ton\ ha^{-1}$ . Varietas Sukmaraga dan Bisma merupakan varietas yang paling toleran terhadap genangan sementara, sedangkan varietas Pioneer 27 dan Bima 20 merupakan varietas yang sensitif (Maulana *et al.* 2019).

#### VARIETAS JAGUNG+KEDELAJ ADAPTIF DI LAHAN PASANG SURUT

Pemilihan varietas jagung dan kedelai yang adaptif di LPS disertai perbaikan kesuburan tanah melalui ameliorasi dan bahan organik serta pemupukan N, P, dan K yang optimal memberikan sumbangan terhadap peningkatan produktivitas kedelai dan jagung. Varietas kedelai seperti Tanggamus, Wilis, Anjasmoro, Selamat (Sagala *et al.* 2011; Ghulamahdi *et al.* 2018; Toyip *et al.* 2019), Argomulyo, Gepak Kuning, Detap 1 dan Demas 1 (Koesrini *et al.* 2015; Balitkabi 2016). Hasil penelitian kedelai dengan sistem BJA pada LPS tipe luapan C yang dilakukan Sagala *et al.* (2010), Sahuri (2010), Welly (2013), Prakasa (2014) dan Noya (2014) berturut-turut menghasilkan produksi 4,63  $ton\ ha^{-1}$ , 4,15  $ton\ ha^{-1}$ , 4,13  $ton\ ha^{-1}$ , 3,76  $ton\ ha^{-1}$  dan 4,40  $ha^{-1}$ .

Jagung hibrida banyak digunakan oleh petani karena potensi hasil yang tinggi. Potensi hasil jagung hibrida dapat mencapai lebih dari 10  $ton\ ha^{-1}$  dengan rata-rata produktivitas 9,10  $ton\ ha^{-1}$  pipilan kering. Potensi hasil yang tinggi tersebut dapat tercapai dalam lingkungan tumbuh yang baik dan input produksi yang optimal. Jagung komposit umumnya memiliki potensi hasil yang beragam namun tidak lebih baik dibandingkan dengan jagung hibrida, akan tetapi cenderung memiliki ketahanan yang baik pada kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan (Mubarakkan *et al.* 2012). Beberapa jagung hibrida seperti Pioneer 27, Bima 20, Sukmaraga dan Bisma (Maulana *et al.* 2019), Bima 19 dan BISI 2 (Sari *et al.* 2020) merupakan jagung yang dapat dikembangkan di LPS dengan sistem BJA. Jagung Pioneer 27 dengan sistem BJA dapat menghasilkan produktivitas sebesar 9,33  $ton\ ha^{-1}$  meningkat 28% lebih tinggi daripada perlakuan genangan sementara (Maulana *et al.* 2019). Produktivitas jagung BISI 2 dan Bima 19 pada pola

tanam tumpangsari kedelai masing-masing 7,33 dan 2,93 ton ha<sup>-1</sup> dengan kesetaraan lahan (NKL) lebih dari satu yang mengindikasikan bahwa pola tumpangsari dapat meningkatkan produktivitas lahan (Sari *et al.* 2020). Dengan demikian masih banyak peluang untuk meningkatkan produktivitas jagung dan kedelai dengan pola tanam sisip sehingga akan menambah luas tanam kedua komoditas tersebut.

### **POLA TANAM SISIP JAGUNG+KEDELAJ PARTISIPATIF DI LAHAN PASANG SURUT**

Pola tanam sisip (PTS) jagung+kedelai secara partisipatif di LPS merupakan salah satu strategi untuk meningkatkan produktivitas usaha tani jagung+kedelai melalui inisiasi dan partisipasi petani. Pola ini bertujuan meningkatkan penggunaan teknologi anjuran yang adaptif sesuai dengan kondisi sosial dan ekonomi petani guna memperbaiki produktivitas dan pendapatan usahatannya. Pimpinan tertinggi kelembagaan untuk pengelolaan PTS jagung+kedelai partisipatif agar lebih efektif adalah Bupati dengan didukung oleh lembaga penelitian, penyuluhan pertanian, dan lembaga keuangan daerah (Supriadi 2008; Hendratno *et al.* 2015; Sahuri dan Nugraha 2019).

Operasional pola tanam sisip jagung+kedelai partisipatif pada dasarnya telah mempertimbangkan kondisi dari tingkat adopsi teknologi, karakteristik petani, dan ketersediaan sarana pendukung di lapangan. Landasan utama pendekatan partisipatif adalah bahwa PTS jagung+kedelai dapat dilakukan dengan memanfaatkan seoptimal mungkin kemampuan dari petani sendiri (Supriadi 2008; Sahuri dan Nugraha 2019). Dalam konsep PTS jagung+kedelai partisipatif sebagai alternatif pembiayaan dapat diperoleh dari hasil eksploitasi dan mobilisasi sumberdaya finansial dari semua komponen yang terlibat dalam sistem dan usaha agribisnis jagung dan kedelai. Sumber pembiayaan dapat diperoleh dari petani sendiri, mitra usaha, dan penyandang dana seperti Pemerintah Daerah (Pemda), Perusahaan Badan Usaha Milik Negara (BUMN), dan Swasta melalui *Corporate Social Responsibility* (CSR), dan Bank (Hendratno *et al.* 2015).

Pengembangan LPS melalui PTS jagung+kedelai dengan sistem BJA yang bertumpu pada partisipasi dan sumberdaya petani merupakan strategi untuk memperbaiki kondisi pertanian LPS dan meningkatkan kesejahteraan petani. Selain itu pola ini merupakan strategi kunci untuk terjadinya percepatan

adopsi paket teknologi PTS jagung+kedelai dengan sistem BJA di LPS. Pola tanam sisip jagung+kedelai partisipatif juga dapat digunakan sebagai kerangka kerja untuk mengeksplorasi dan memobilisasi partisipasi dan sumberdaya petani, serta mengkoordinasikan dan mensinergikan semua komponen yang dibutuhkan untuk peningkatan produksi jagung+kedelai berkelanjutan di LPS (Ghulamahdi 2017). Penerapan teknologi intensifikasi budidaya padi di lahan rawa pasang surut melalui pendekatan partisipatif dapat meningkatkan produktivitas padi sebesar 61 persen. Peningkatan pendapatan dalam menerapkan intensifikasi teknologi budidaya berkisar 15 hingga 61 persen dan mencapai rata-rata 34 persen (Subagio 2019).

### **MANFAAT POLA TANAM SISIP JAGUNG+KEDELAJ**

Manfaat pola ini adalah menghemat penggunaan sumber daya, meningkatkan kualitas tanah dan meningkatkan nisbah kesetaraan lahan. Peningkatan kesuburan tanah dan nitrogen pada PTS jagung+kedelai ditandai dengan adanya bakteri *Rhizobium* yang dapat bersimbiosis dengan kedelai, sehingga dapat fiksasi nitrogen atmosfer menjadi nitrogen yang tersedia untuk serapan tanaman jagung. Hasilnya nitrogen sebagai unsur hara esensial bermanfaat untuk kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman jagung (Iqbal *et al.* 2019). Pola tanam sisip jagung+kedelai di lahan kering dapat meningkatkan serapan N, P, K dan hasil biji kedelai masing-masing sebesar 25,50, 24,40, 9,60 dan 22,40 % serta meningkatkan keragaman komunitas bakteri tanah dibandingkan dengan monokultur. Peningkatan serapan serapan hara (N, P dan K) dan keragaman komunitas bakteri tanah, keduanya berkontribusi pada perbaikan hara tanah (Zhi *et al.* 2019)

Penanaman kedelai 30 hari setelah tanam (HST) jagung pada lahan kering meningkatkan berat kering bintil kedelai dan aktivitas nitrogenase masing-masing 34,20 % dan 12,50 % nyata lebih tinggi dibandingkan kedelai monokultur. Sistem tanam sisip jagung+kedelai membantu menjaga kesuburan tanah karena kompetisi N antar spesies mendorong fiksasi N biologis dengan kedelai sehingga mengurangi input N. Dengan demikian, PTS jagung+kedelai dapat mengurangi aplikasi N yang berkelanjutan dan ramah lingkungan (Du *et al.* 2020).

Produktivitas jagung dan kedelai dengan PTS masing-masing sebesar 7,41 ton ha<sup>-1</sup> dan 1,93 ton ha<sup>-1</sup>, sedangkan dengan sistem monokultur masing-masing sebesar 8,77 ton ha<sup>-1</sup> dan 3,54 ton ha<sup>-1</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa secara produktivitas masing-masing tanaman jagung dan kedelai melalui PTS lebih rendah daripada sistem monokultur. Namun rasio NKL pada pola tanam sisip diperoleh lebih dari satu, dengan kisaran 1,37-1,49. Hal ini menunjukkan PTS meningkatkan efisiensi pemanfaatan lahan (Ghulamahdi *et al.* 2017), jagung dan kedelai lebih menguntungkan untuk ditanam bersama dengan rasio nisbah kesetaraan lahan lebih dari satu (Kamara *et al.* 2019). Hasil penelitian sebelumnya juga menunjukkan, hasil jagung dan kedelai nyata ( $P < 0,01$ ) lebih rendah pada PTS daripada pola monokultur (Degri *et al.* 2015).

Pola tanam sisip jagung+kedelai merupakan pola tanam yang optimal di musim panas dibandingkan dengan pola monokultur. Pola ini nyata ( $P < 0,05$ ) lebih efisien dalam pemanfaatan lahan dan fotosintesis serta mengurangi akumulasi nitrogen nitrat tanah sampai lebih dari 50 % setelah panen. Hal ini menunjukkan bahwa PTS jagung+kedelai meningkatkan efisiensi pemanfaatan N selama periode simbiosis dibandingkan dengan pola monokultur (Zhang *et al.* 2015). Pola tanam sisip jagung+kedelai dibandingkan sistem monokultur dapat meningkatkan produksi hijauan ternak sebesar 28 %, aktivitas fosfatase, dan fosfor yang tersedia di rizosfer, nyata lebih tinggi masing-masing 26-46 % dan 26-74 %. Selain itu, pola ini dapat meningkatkan komposisi mikroba aktif dan berkorelasi positif antara aktivitas fosfatase dan fosfor yang tersedia di rizosfer. Hal ini menunjukkan jagung yang ditumpangsarikan dengan kedelai layak untuk meningkatkan hijauan pakan dan kesehatan tanah podzolik (Zaem *et al.* 2019). Secara keseluruhan PTS jagung+kedelai nyata lebih efisien dalam pemanfaatan lahan daripada sistem monokultur. Ini dibuktikan dengan NKL lebih tinggi dari satu, dibandingkan sistem monokultur (Matusso *et al.* 2013; Azeem *et al.* 2015; Du *et al.* 2018; Salama dan Abdel-Moneim 2021).

Sistem monokultur memiliki hasil tinggi per satuan luas, namun sistem ini membutuhkan langsung dan tidak langsung biaya dan energi yang tinggi. Sistem ini dapat menyediakan sumber makanan yang sangat besar dan habitat ideal bagi serangga dan patogen sehingga menimbulkan kolonisasi dan penyebaran infeksi yang cepat terhadap tanaman (Imoloame dan Ahmed 2018; Aman 2020). Sistem pertanian jagung

dan kedelai di daerah tropis harus mengacu pada vegetasi ekosistem alami daerah tropis untuk mencapai pertanian berkelanjutan. Pola tanam sisip jagung+kedelai merupakan salah satu cara untuk menanggulangi masalah organisme pengganggu tanaman di daerah tropis untuk mencapai pertanian yang berkelanjutan. Pola ini dilakukan untuk meningkatkan produktivitas lahan dan tanaman serta menciptakan stabilitas biologis terhadap serangan hama dan penyakit (Li *et al.* 2014). Pemilihan kombinasi tanaman yang tepat dapat membuat putus rantai serangan penyakit maupun hama yang menyerang tanaman tertentu. Pola tanam sisip jagung+kedelai dapat mengurangi tingkat serangan penyakit sekitar 20-40 % dibandingkan dengan monokultur (Mousavi dan Eskandari 2011). Pola tanam sisip jagung+kedelai nyata mengurangi tingkat serangan hama dan penyakit dibandingkan sistem monokultur. Pola ini merupakan strategi ekologis yang efisien untuk mengendalikan penyakit tanaman tular tanah. Pola ini dapat mengurangi tingkat kejadian penyakit dan indeks keparahan penyakit busuk tajuk merah pada kedelai sebesar 40-50 % (Gao *et al.* 2014). Tingkat kejadian penyakit pada pola tanam monokultur sebesar 61,02 % nyata lebih tinggi ( $p < 0,05$ ) dibandingkan dengan PTS jagung+kedelai sebesar 24,28 %. Selain itu, indeks keparahan penyakit busuk akar kedelai meningkat secara bertahap hingga 17,88 % pada pola tanam monokultur (Chang *et al.* 2020).

Pola tanam sisip jagung+kedelai merupakan cara untuk mengurangi penggunaan herbisida dalam pengendalian gulma, hama, dan penyakit (Sani *et al.* 2015). Kepadatan dan biomassa gulma antara baris jagung pola tanam sisip kedelai berkurang 73-100 % dibandingkan sistem monokultur (Rezvani *et al.* 2011). Pola tanam sisip jagung+kedelai dapat mengurangi kepadatan gulma dan biomassa gulma masing-masing mencapai 43,36 % dan 48,58 % lebih rendah dibandingkan sistem monokultur. Sistem ini efektif dalam menekan kepadatan dan biomassa gulma pada 60 hari setelah tanam (HST). Hal ini karena pada pola ini ketersediaan ruang dan cahaya lebih rendah dibandingkan sistem monokultur (Choudhary *et al.* 2014). Pola tanam sisip jagung+kedelai dapat mengurangi kepadatan berbagai spesies gulma secara nyata dibandingkan dengan sistem monokultur. Pola ini dapat mengurangi kepadatan gulma mencapai 43,10 % lebih rendah dibandingkan sistem monokultur (Abbas *et al.* 2021).

## **PELUANG PENGEMBANGAN POLA TANAM SISIP JAGUNG+KEDELAI DI LAHAN PASANG SURUT**

Peluang dalam pengembangan PTS jagung+kedelai di LPS diimplementasikan pada skala yang lebih luas. Sikap mental ketergantungan petani pada bantuan pemerintah, dan lemahnya koordinasi antarinstansi pemerintah dan nonpemerintah, serta tidak terjaminnya kontinuitas anggaran merupakan kendala yang dapat mengganggu upaya mobilisasi partisipasi petani untuk menjalankan program PTS jagung+kedelai secara komprehensif. Hasil pengamatan di lapangan diperoleh beberapa kendala yang menghambat pengembangan PTS jagung+kedelai dalam skala luas di LPS antara lain:

### **Mental Ketergantungan**

Secara umum mental ketergantungan terhadap bantuan pemerintah masih melekat pada diri petani. Hal ini karena kebijakan pembangunan masih mengandalkan dari bantuan pemerintah. Selain itu, belum banyak mengeksplorasi dan memanfaatkan sumberdaya petani. Mental petani seperti ini dapat menghambat upaya peningkatan partisipasi petani untuk bekerja sama dan memanfaatkan sumber daya mereka. Sikap mental yang negatif ini dapat diatasi melalui pelatihan yang tepat dan membangun hubungan komunikasi yang intensif dan berkelanjutan dengan petani (Supriadi 2008; Cahyanto *et al.* 2008; Sahuri dan Nugraha 2019).

### **Lemahnya Koordinasi antarinstansi Pemerintah dan Nonpemerintah**

Pola tanam sisip jagung+kedelai secara partisipatif menghendaki hubungan yang erat antar pelaku yang terlibat. Namun hal ini masih sulit dicapai karena koordinasi antar instansi pada umumnya masih lemah. Hal ini karena beberapa faktor yaitu keterbatasan atau kurangnya komunikasi, perbedaan kondisi prasarana instansi, perbedaan tugas, dan orientasi (Supriadi 2008; Cahyanto *et al.* 2008; Sahuri dan Nugraha 2019).

### **Keterbatasan Anggaran**

Pengembangan komponen PTS jagung+kedelai ini menghendaki tersedianya dana operasional secara berkelanjutan dengan sistem manajemen administrasi dan keuangan yang fleksibel untuk tingkat petani. Pada kenyataannya mekanisme dan sistem penganggaran yang ada di pemerintahan diatur setiap tahun, sehingga tidak ada jaminan apakah pada tahun berikutnya masih

tersedia dana untuk melanjutkan kegiatan sampai selesai (Supriadi 2008; Cahyanto *et al.* 2008; Sahuri dan Nugraha 2019).

### **Perubahan Peran Relasi Antarpelaku Pembangunan**

Salah satu tantangan yang dihadapi untuk menerapkan sistem ini adalah cara mengubah peran relasi antarpelaku pembangunan. Sebagai contoh aparat pemerintah tidak lagi dipandang sebagai pelaku utama kegiatan pembangunan, melainkan mereka harus berperan sebagai fasilitator dan motivator kegiatan PTS jagung+kedelai. Sebaliknya petani sebagai sasaran pembangunan harus dipandang dan diberdayakan sebagai pelaku utama kegiatan dan pelaku lainnya aktif menjadi partisipan pembangunan. Dengan kata lain semua pelaku pembangunan harus dipandang sebagai mitra, sehingga posisinya menjadi setara dalam setiap proses kegiatan (Supriadi 2008; Cahyanto *et al.* 2008; Sahuri dan Nugraha 2019).

### **Peran Penyuluh**

Penyuluh atau agen pembangunan lainnya seperti fasilitator daerah perlu menjalankan peran yang bervariasi tergantung dari tahapan proses kegiatan. Para penyuluh dapat berperan antara lain sebagai fasilitator, motivator, pelatih atau pendamping petani dalam melaksanakan kegiatan pola tanam sisip jagung+kedelai dan kegiatan sosial ekonomi lainnya. Keterbatasan penyuluh dapat diatasi melalui pemberdayaan petani maju yang ada di desa, yang dapat berperan sebagai penyuluh bagi petani lainnya (Supriadi 2008; Cahyanto *et al.* 2008; Sahuri dan Nugraha 2019).

### **Pendekatan Penyuluhan**

Pola tanam sisip jagung+kedelai ini bertumpu pada inisiatif dan partisipasi petani pada setiap proses kegiatan. Namun hal ini tidak mudah diperoleh karena petani terbiasa dengan sikap menunggu dan pasif. Berdasarkan pengalaman di lapangan sifat seperti ini dapat secara bertahap diubah dengan melakukan penyuluhan kepada petani secara intensif (Cahyanto *et al.* 2008). Selain itu, karena pada umumnya sikap dan perilaku petani banyak ditentukan oleh keputusan kelompok, maka penyuluhan kepada petani harus berbasis kelompok (Supriadi 2008; Sahuri dan Nugraha 2019).

## **Penyederhanaan Birokrasi Pemerintah dan Nonpemerintah**

Penyederhanaan birokrasi dan administrasi keuangan sangat dibutuhkan untuk dapat menyelenggarakan kegiatan PTS jagung+kedelai di LPS yang melibatkan beragam partisipan atau yang memerlukan koordinasi kegiatan antarinstansi terkait (Supriadi 2008). Selain itu, struktur organisasi kegiatan perlu dibuat sederhana, namun dapat mengakomodasi kepentingan penyelenggara kegiatan (Cahyanto *et al.* 2008; Sahuri dan Nugraha 2019).

## **Komitmen Pemerintah Daerah**

Komitmen yang kuat dari pimpinan eksekutif dan legislatif pemerintah daerah (Pemda) setempat sangat dibutuhkan untuk dapat memperlancar pelaksanaan kegiatan PTS jagung+kedelai. Peranan pimpinan legislatif dibutuhkan untuk mengartikulasikan kepentingan petani dan menjamin ketersediaan anggaran kegiatan pembangunan PTS jagung+kedelai dalam rencana anggaran Pemda (Supriadi 2008; Sahuri dan Nugraha 2019). Peranan pimpinan eksekutif dibutuhkan untuk mengkoordinasikan, mensinergikan, dan menggerakkan semua sumberdaya dan komponen yang terlibat dalam kegiatan pembangunan (Cahyanto *et al.* 2008).

## **PERSPEKTIF KEBIJAKAN PENGEMBANGAN POLA TANAM SISIP JAGUNG+KEDELAI DI LAHAN PASANG SURUT**

Kelemahan usaha tani jagung dan kedelai secara monokultur adalah saat harga salah satu komoditas turun, pendapatan petani turun drastis. Hal ini karena petani hanya mengandalkan pendapatan dari satu komoditas (Ghulamahdi 2017). Oleh karena itu, diperlukan pengembangan PTS jagung+kedelai untuk meningkatkan produktivitas lahan dan pendapatan rumah tangga petani. Percepatan perkembangan pola tanam sisip jagung+kedelai diperlukan dukungan bimbingan teknis dan pendampingan manajemen untuk mempercepat adopsi teknologi PTS jagung+kedelai serta penguatan kelembagaan ekonomi seperti lembaga keuangan petani, lembaga pengolahan hasil, penyimpanan dan pemasaran. Sementara itu, secara sosial diperlukan diseminasi teknologi untuk mengetahui tingkat adaptasi teknologi di tingkat petani sehingga mempermudah petani dalam melaksanakan sistem usahatannya. Upaya-upaya dari aspek teknis, sosial, dan ekonomi tersebut perlu dikomplementasikan

dengan kebijakan stabilisasi harga jagung dan kedelai (Subagio 2019; Blessing *et al.* 2021).

## **KESIMPULAN**

Pola tanaman sisip jagung+kedelai merupakan sistem pertanian yang penting untuk produktivitas jangka panjang, perbaikan agro-ekologis, pengelolaan dan penggunaan lahan pasang surut sehingga memberikan manfaat besar bagi petani pemilik lahan kecil. Keuntungan pola tanam ini antara lain: meningkatkan penggunaan sumber daya, pengendalian hama dan gulma, meningkatkan nisbah kesetaraan lahan dan memperbaiki kesuburan tanah melalui fiksasi nitrogen pada kedelai menurut penelitian yang ada.

Secara teknis masalah PTS jagung+kedelai di LPS adalah cekaman Al dan Fe serta oksidasi pirit sebagai pembatas pertumbuhan dan hasil jagung+kedelai. Selain itu lahan ini sepanjang tahun atau selama waktu yang panjang dalam setahun selalu jenuh air atau tergenang. Penerapan sistem BJA, penggunaan jagung dan kedelai adaptif lahan masam disertai perbaikan kesuburan tanah melalui ameliorasi dan pemupukan N, P, dan K yang tepat dan berimbang sesuai analisis tanah dan tanaman jagung+kedelai merupakan strategi untuk meningkatkan produktivitas PTS jagung+kedelai di LPS.

Secara sosial masalah PTS jagung+kedelai pada skala yang lebih luas di LPS adalah sikap mental ketergantungan petani pada bantuan pemerintah dan lemahnya koordinasi antarinstansi pemerintah dan nonpemerintah. Oleh karena itu diperlukan payung hukum dan diseminasi teknologi untuk mengetahui adaptasi teknologi di tingkat petani sehingga mempermudah petani dalam melaksanakan sistem usahatannya. Secara ekonomi masalah PTS jagung+kedelai di LPS adalah tidak terjaminnya kontinuitas anggaran sehingga mengganggu partisipasi petani untuk menjalankan program secara komprehensif. Oleh karena itu diperlukan bimbingan teknis dan pendampingan manajemen ekonomi usaha tani jagung+kedelai melalui penguatan kelembagaan keuangan petani, pengolahan hasil, penyimpanan dan pemasaran di LPS. Upaya-upaya dari aspek teknis, ekonomi dan sosial tersebut perlu dikomplementasikan dengan kebijakan stabilisasi harga jagung dan kedelai melalui pengendalian impor jagung dan kedelai, yakni impor hanya ditujukan untuk memenuhi kekurangan kebutuhan atau permintaan jagung dan kedelai di pasar domestik.

Pola tanam sisip jagung+kedelai partisipatif yang bertumpu pada partisipasi sumber daya petani merupakan strategi kunci untuk memperbaiki dan mempercepat adopsi teknologi. Pola tanam ini dapat digunakan sebagai kerangka kerja untuk mengeksplorasi dan memobilisasi partisipasi dan sumber daya petani serta mengkoordinasikan dan mensinergikan semua komponen yang dibutuhkan untuk pengembangan PTS jagung+kedelai di LPS.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abbas RN, Arshad MA, Iqbal A, Iqbal MA, Imran M, Raza A, Chen JT, Alyemeni MN, Hefft DI. 2021. Weeds spectrum, productivity and land-use efficiency in maize-gram intercropping systems under Semi-Arid Environment. *Agronomy*, 11(1615): 2-13. <https://doi.org/10.3390/agronomy11081615>.
- Abdel-Wahab IT. 2016. Response of some soybean cultivars to low light intensity under different intercropping patterns with maize. *Int J Appl Agric Sci*, 2(2):21-31. doi:10.11648/j.ijaas.20160202.11.
- Aman M. 2020. Impact of monocropping for crop pest management: Review. *Acad. Res. J. Agri. Sci. Res*, 8(5): 447-452. DOI: 10.14662/ARJASR2020.340.
- Arsyad DM, Saidi BB, Enrizal. 2014. Pengembangan inovasi pertanian di lahan rawa pasang surut mendukung kedaulatan pangan. *J Pengemb Inov Pertan*, 7(1):1-8.
- Azeem K, Shah S, Ahmad N, Shah ST, Khan F, Arafat Y, Naz F, Azeem I, Ilyas M. 2015. Physiological indices, biomass and economic yield of maize influenced by humic acid and nitrogen levels. *Russ Agric Sci*, 41(2-3):115-119. doi:10.3103/s1068367415020020.
- Aziz A, El-razek AA. 2012. Yield and its components of maize/soybean intercropping systems as affected by planting time and distribution. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 6(13):238-245.
- Bachtiar B, Ghulamahdi M, Melati M, Guntoro D, Sutandi A. 2016. Kecukupan hara fosfor pada pertumbuhan dan produksi kedelai dengan budidaya jenuh air di tanah mineral dan bergambut. *J Ilmu Tanah dan Lingkung*, 18(1):21-27. doi:10.29244/jitl.18.1.21-27.
- Balitkabi. 2016. Deskripsi Varietas Unggul Kedelai. <http://balitkabi.litbang.pertanian.go.id/publikasi/deskripsi-varietas/>.
- BAPPEDA Kabupaten Banyuasin. 2019. Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Banyuasin Tahun 2012 – 2032. <https://kec-tungkalilir.banyuasinkab.go.id/wp-content/uploads/sites/23/2019/05/rtrw-banyasin.pdf>
- BBSDLP. 2020. Inovasi Peningkatan Potensi Sumberdaya Lahan. [http://bbsdpl.litbang.pertanian.go.id/ind/images/Laptah/Laptah-Litbang-2020-BBSDLP\\_270121.pdf](http://bbsdpl.litbang.pertanian.go.id/ind/images/Laptah/Laptah-Litbang-2020-BBSDLP_270121.pdf).
- Blessing DJ, Gu Y, Cao M, Cui Y, Wang X, Badu BA. 2021. Overview of the advantages and limitations of maize-soybean intercropping in sustainable agriculture and future prospects: A review. *Chilean Journal Of Agricultural Research*, 82(1): 177-188.
- BPS. 2020. Analisis Produktivitas Jagung dan Kedelai di Indonesia 2020 (Hasil Survei Ubinan). Volume ke-2020. <https://www.bps.go.id>.
- Budianta D, Napoleon A, Paripurna A, Ermatita E. 2019. Growth and production of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) with different fertilizer strategies in a tidal soil from South Sumatra, Indonesia. *Spanish J Soil Sci*, 9(1):54-62. <https://sjss.universia.net/article/view/3417/growth-production-soybean-glycine-max-l-merrill-fertilizer-strategies-tidal-soil-south-sumatra-indonesia>.
- Cahyanto PG, Sugihen BG, Hadiyanto. 2008. Efektivitas Komunikasi Partisipatif dalam Pelaksanaan Prima Tani di Kecamatan Sungai Kakap Kabupaten Pontianak, Kalimantan Barat. *Jurnal Komunikasi Pembangunan*, 6(1): 12-30.
- Chang X, Yan L, Naeem M, Khaskheli MI, Zhang H, Gong G, Zhang M, Song C, Yang W, Liu T dan Chen W. 2020. Maize/soybean relay strip intercropping reduces the occurrence of *fusarium* root rot and changes the diversity of the pathogenic *Fusarium Species*. *MDPI Journal of Pathogen*, 9(211): 2-16. doi:10.3390/pathogens9030211.
- Choudhary VK, Dixit A, Kumar PS, Chauhan BS. 2014. Productivity, weed dynamics, nutrient mining, and monetary advantage of maize-legume intercropping in the Eastern Himalayan Region of India. *Plant Production Science*, 17(4): 342-352, DOI: 10.1626/pps.17.342.
- Cong WF, Hoffland E, Li L, Six J, Sun JH, Bao XG, Zhang FS, Van Der Werf W. 2015. Intercropping enhances soil carbon and nitrogen. *Glob Chang Biol*, 21(4):1715-1726. doi:10.1111/gcb.12738.
- Degri MM, Osang PO, Richard IB. 2015. Assessment of the agronomic performance of two varieties of soybean as influence by time of introduction of

- maize and cropping pattern. *Int Lett Nat Sci*, 3(1):36–46. doi:10.18052/www.scipress.com/ilns.31.36.
- Du J, Han TF, Gai JY, Yong TW, Sun X, Wang XC, Yang F, Liu J, Shu K, Liu WG. 2018. Maize-soybean strip intercropping: Achieved a balance between high productivity and sustainability. *J Integr Agric*, 17(4):747–754. doi:10.1016/S2095-3119(17)61789-1.
- Du Q, Zhou L, Chena P, Liue X, Song C, Yanga F, Wang X, Liua W, Suna X, Du J, Liua J, Shua K, Yanga W, Yonga T. 2020. Relay-intercropping soybean with maize maintains soil fertility and increases nitrogen recovery efficiency by reducing nitrogen input. *The Crop Journal*, (8): 140 – 152. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2019.06.010>.
- Gao X, Wu M, Xu R, Wang X, Pan R. 2014. Root interactions in a maize/soybean intercropping system control soybean soil-borne disease, red crown rot. *PLoS ONE*, 9(5): 1-9. e95031. doi:10.1371/journal.pone.0095031.
- Ghulamahdi M, Welly HD, Sagala D. 2018. Nutrient uptake, growth and productivity of soybean cultivars at two water depths under saturated soil culture in tidal swamps. *Pakistan J Nutr*, 17(3):124–130. doi:10.3923/pjn.2018.124.130.
- Ghulamahdi M, Agustian R, Lubis I, Taylor P. 2017. Growth, productivity and land equivalent ratio of soybean-corn intercropping on the different potassium and husk ash dose under saturated soil culture on tidal swamp. *Ijsbar*, 36(7):170–182.
- Ghulamahdi M. 2017. *Adaptasi Kedelai Budidaya Jenuh Air*. Bogor (ID): IPB Press. 130 hlm.
- Ghulamahdi M, Ria Chaerunisa S, Lubis I, Taylor P. 2016. Response of five soybean varieties under saturated soil culture and temporary flooding on tidal swamp. *Procedia Environ Sci*, 33:87–93. doi:10.1016/j.proenv.2016.03.060.
- Ghulamahdi M, Melati M, Guntoro D, Sutandi A. 2015. Nitrogenase activity and plant physiological process of soybean under saturated soil culture on mineral and peaty mineral soil. *Int J Sci Basic Appl Res*, 24(6):332–347. <http://gssrr.org/index.php?journal=JournalOfBasicAndApplied>.
- Ghulamahdi M, Melati M, Sagala D. 2009. Production of soybean varieties under soil culture on tidal swamps. *J. Agron. Indonesian*, 37(3): 226-232.
- Hendratno, S., Woelan S., dan M.I. Fathurrohman. 2015. Analisis kelayakan finansial model peremajaan karet partisipatif: sumber pembiayaan dari hasil penjualan kayu karet. *Warta Perkaretan* 34(1): 55-64.
- Imoloame EO, Ahmed KB. 2018. Weed infestation and productivity of maize/soybean intercrop as influenced by cropping patterns in the Southern Guinea Savanna of Nigeria. *Journal of Agricultural Sciences*, 63(1): 11-26.
- Iqbal N, Hussain S, Ahmed Z, Yang F, Wang X, Liu W, Yong T, Du J, Shu K, Yang W, Liu J. 2019. Comparative analysis of maize-soybean strip intercropping systems: a review. *Plant Production Science*, 22(2): 131-142. DOI: 10.1080/1343943X.2018.1541137.
- Kamara AY, Tofa AI, Ademulegun T, Solomon R, Shehu H, Kamai N, Omoigui L. 2019. Maize-soybean intercropping for sustainable intensification of cereal-legume cropping systems in Northern Nigeria. *Exp Agric*, 55(1):73–87. doi:10.1017/S0014479717000564.
- Karima SS, Nawawi M, Herlina N. 2013. Pengaruh saat tanam jagung dalam tumpangsari tanaman jagung (*Zea mays* L.) dan brokoli (*Brassica oleracea* L. var. botrytis). *J Produksi Tanam*, 1(3):87–92.
- Khongdee N, Hilger T, Pansak W, Cadisch G. 2021. Early planting and relay cropping: pathways to cope with heat and drought?. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*, 122(1) 61–71. <https://doi.org/10.17170/kobra-202104133652>.
- 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 L, Tilman D, Lambers H, Zhang FS. 2014. Biodiversity andoveryielding: insights from below-ground facilitation of intercropping in agriculture. *New Phytologist*, 20(3): 63–69.
- Lithourgidis AS, Dordas CA, Damalas CA, Vlachostergios DN. 2011. Annual intercrops: An alternative pathway for sustainable agriculture. *Aust J Crop Sci*, 5(4):396–410.
- Mariana ZT, Razie F, Septiana M. 2012. Populasi Bakteri Pengoksidasi Besi dan Sulfur Akibat Penggenangan dan Pengeringan Pada Tanah Sulfat Masam di Kalimantan Selatan. *J Agritek*, 19(1): 22-27.
- Matusso JMM, Mugwe JN M-MM. 2013. Effects of different maize (*Zea mays* L.) soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) intercropping patterns on yields and land equivalent ratio. *J Cereal Oilseeds*, 4(4):48–57. doi:10.5897/JCO2013.0106.

- Maulana AI, Ghulamahdi M, Lubis I. 2019. Response of corn varieties under saturated soil culture and temporary flooding in tidal swamp. *J Trop Crop Sci*, 6(01):41–49. doi:10.29244/jtcs.6.01.41-49.
- Mousavi SR, Eskandari H. 2011. A general overview on intercropping and its advantages in sustainable agriculture. *J. Appl. Environ. Biol. Sci*, 1(11): 482-486.
- Mubarakkan M, Taufi, Brata B. 2012. Produktivitas dan mutu jagung hibrida pengembangan dari jagung lokal pada kondisi input rendah sebagai sumber pakan ternak ayam. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 1(1):67-74.
- Mulyani A, Kuncoro D, Nursyamsi D, Agus F. 2016. Analisis konversi lahan sawah : penggunaan data spasial resolusi tinggi memperlihatkan laju konversi yang mengkhawatirkan. *J Tanah dan Iklim*, 40(2):121–133.
- Noya AI. 2014. Adaptasi kedelai pada lahan sulfat masam dengan teknologi budidaya jenuh air. Disertasi. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. 162 hlm.
- Noya AI, Ghulamahdi M, Sopandie D, Sutandi A, Melati M. 2014. Interactive effects of aluminum and iron on several soybean genotypes grown in nutrient solution. *Asian J Plant Sci*, 13(1):18–25. doi:10.3923/ajps.2014.18.25.
- Peichl M, Thober S, Meyer V, Samaniego L. 2018. The effect of soil moisture anomalies on maize yield in Germany. *Nat Hazards Earth Syst Sci*, 18(3):889–906. doi:10.5194/nhess-18-889-2018.
- Prakasa AY. 2014. Studi pengendalian gulma dengan menggunakan herbisida pada budidaya jenuh air di lahan pasang surut. Tesis. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. 65 hlm.
- Pujiwati H, Ghulamahdi M, Yahya S, Aziz SA, Haridjaja O. 2015. The application of peaty mineral soil water in improving the adaptability of black soybean toward aluminium stress on tidal mineral soil with saturated water culture. *Agrivita J Agric Sci*, 37(3):285-289. doi:10.17503/agrivita.v37i3.567.
- Rahmasari DA, Sudiarso, Sebayang HT. 2016. Pengaruh jarak tanam dan waktu tanam kedelai terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (*Glycine max*) pada baris antar tebu (*Saccharum officinarum* L.). *J Produksi Tanam*, 4(5):392–398.
- Rezvani M, Zaefarian F, Aghaalikhani M, Mashhadi HR, Zand E. 2011. Investigation corn and soybean intercropping advantages in competition with redroot pigweed and jimsonweed. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, (81): 350-352.
- Sagala D, Ghulamahdi M, Melati M. 2011. Pola serapan hara dan pertumbuhan beberapa varietas kedelai dengan budidaya jenuh air di lahan rawa pasang surut. *J Agroqua Media Inf Agron dan Budid Perair*, 9(1):1-10. doi:10.32663/ja.v9i1.40.
- Sahuri. 2010. Pengaruh kedalaman muka air dan lebar bedengan terhadap pertumbuhan dan ahsil kedelai (*Glycine max* (L.Merril) di lahan pasang surut. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. 66 hlm.
- Sahuri, Nugraha IS. 2019. Peremajaan karet dan model pengembangan tumpangsari karet berkelanjutan di Indoensia. *Perspektif*, 18(21): 87-90 DOI: <http://dx.doi.org/10.21082/psp.v18n2.2019>, 87-90
- Salama HSA, Abdel-Moneim MH. 2021. Maximizing land use efficiency and productivity of soybean and fodder maize intercrops through manipulating sowing schedule and maize harvest regime. *Agronomy*, 11(5):2–15. doi:10.3390/agronomy11050863.
- Sani YGK, Jamshidi K, Yousefi A, Moghadam MRA. 2015. Control potency of corn and soybean intercropping on weeds at different irrigation condition. *Adv Plants Agric Res*, 2(4):155–162.
- Sari SH, Ghulamahdi M, Suwarno WB, Melati M. Kajian berbagai pola tanam terhadap peningkatan produktivitas jagung dan kedelai dengan berbagai varietas jagung. *J. Agron*, 48(3):227-234.
- Sopandie D. 2013. Fisiologi Adaptasi Tanaman (terhadap Cekaman Abiotik pada Agroekosistem Tropika). Bogor (ID): IPB Press. 244 hlm.
- Subagio H. 2019. Evaluasi penerapan teknologi intensifikasi budidaya padi di lahan rawa pasang surut. *PANGAN*, 28(2): 95 – 108
- Subagyo H. 2006. Lahan Rawa Pasang Surut. Ardi DS (Eds). *Karakteristik Pengolahan Lahan Rawa*. Bogor (ID): Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. 98 hlm.
- Supriadi. 2008. Model peremajaan karet partisipatif : perkembangan dan tantangan penerapannya. *Warta Perkaretan*. 24(1): 1-13.
- Suriadikarta DA. 2012. Teknologi pengelolaan lahan rawa berkelanjutan: studi kasus kawasan Ex PLG Kalimantan Tengah. *J Sumberd Lahan*. 6(1):45-54. doi:10.2018/jsdl.v6i1.6301.
- Sutoro. 2015. Determinan Agronomis Produktivitas Jagung. *IPTEK Tanaman Pangan*, 10(1): 39-46.
- Suwanda MH., Noor M. 2017. Kebijakan pemanfaatan lahan rawa pasang surut untuk mendukung kedaulatan pangan nasional. *J Sumberd Lahan*, 8(3):31-40. doi:10.2018/jsdl.v8i3.6480.

- Tanveer M, Anjum SA, Hussain S, Cerdà A, Ashraf U. 2017. Relay cropping as a sustainable approach: problems and opportunities for sustainable crop production. *Environ Sci Pollut Res*, 10(3): 1-17. DOI 10.1007/s11356-017-8371-4.
- Tilman D. 2020. Benefits of intensive agricultural intercropping. *Nat Plants*, 6(6):604–605. doi:10.1038/s41477-020-0677-4.
- Toyip, Ghulamahdi M, Sopandie D, Aziz SA, Sutandi A, Purwanto MYJ. 2019. Physiological responses of four soybean varieties and their effect to the yield in several saturated soil culture modification. *Biodiversitas*, 20(8):2266–2272. doi:10.13057/biodiv/d200822.
- Welly HD. 2013. Pengaruh kedalaman muka air tanah pada berbagai varietas kedelai hitam (*Glycine max* (L.) Merr) dengan system budidaya jenuh air di lahan pasang surut [skripsi]. |Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Wijanarko A, Taufiq A. 2016. Effect of lime application on soil properties and soybean yield on tidal land. *Agrivita*, 38(1):14–23. doi:10.17503/agrivita.v38i1.683.
- Xu Z, Li C, Zhang C, Yu Y, van der Werf W, Zhang F. 2020. Intercropping maize and soybean increases efficiency of land and fertilizer nitrogen use; A meta-analysis. *F Crop Res*, 246(2):107-661. doi:10.1016/j.fcr.2019.107661.
- Yong T wen, Chen P, Dong Q, Du Q, Yang F, Wang X chun, Liu W guo, Yang W yu. 2018. Optimized nitrogen application methods to improve nitrogen use efficiency and nodule nitrogen fixation in a maize-soybean relay intercropping system. *J Integr Agric*, 17(3):664–676. doi:10.1016/S2095-3119(17)61836-7.
- Zaeem M, Nadeem M, Pham TH, Ashiq W, Ali W, Gilani SSM, Elavarthi S, Kavanagh V, Cheema M, Galagedara L. 2019. The potential of corn-soybean intercropping to improve the soil health status and biomass production in cool climate boreal ecosystems. *Sci Rep*, 9(1):1–17. doi:10.1038/s41598-019-49558-3.
- Zaeem M, Nadeem M, Pham TH, Ashiq W, Ali W, Gillani SSM, Moise E, Elavarthi S, Kavanagh V, Cheema M. 2021. Corn-soybean intercropping improved the nutritional quality of forage cultivated on podzols in boreal climate. *Plants*, 10(5):2–22. doi:10.3390/plants10051015.
- Zhang Y, Liu J, Zhang J, Liu H, Liu S, Zhai L, Wang H, Lei Q, Ren T, Yin C. 2015. Row ratios of intercropping maize and soybean can affect agronomic efficiency of the system and subsequent wheat. *PLoS One*, 10(6): 1-16. doi:10.1371/journal.pone.0129245.
- Zhi F, Li Z, Ping C, Qing D, Ting P, Chun, Xiao-chun W, Wei-guo L, Wen-yu Y, Tai-wen Y. 2019. Effects of maize-soybean relay intercropping on crop nutrient uptake and soil bacterial community. *Journal of Integrative Agriculture*, 18(9): 2006–2018. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>. doi: 10.1016/S2095-3119(18)62114-8.