



## Pengaruh pemupukan p dan populasi jagung dengan tumpang sari kedelai pada budidaya jenuh air di lahan pasang surut

Fajar Faadhilah <sup>1\*</sup>, Iskandar Lubis <sup>1</sup>, dan Munif Ghulamahdi <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departemen Agronomi dan Hortikultura, IPB University (Bogor Agricultural University); Jl. Meranti Kampus IPB Darmaga, Bogor 16880, Indonesia

\* Correspondence: [fajarfaadhilah231096@gmail.com](mailto:fajarfaadhilah231096@gmail.com)

Tanggal Diterima: 13 November 2023

Tanggal Revisi: 20 November 2023

Tanggal Terbit: 26 Januari 2024

### Abstract

*Soybean and corn are the main food crops in Indonesia after rice. Currently to fill the needs of national soybeans and corn obtained through imports. That was due to the low productivity of soybeans and corn in Indonesia compared to other countries like as the United States and China. Improving the productivity of corn and soybean is by regulating plant population and fertilizing. The purpose of this research was to determine the effect of P fertilizing and corn population on soybean and corn intercropping in tidal swamps. This research was in March to August 2019 in Karyabakti, Rantau Rasau District, Tanjung Jabung Timur Regency, Jambi Province. The tidal swamps type used was type B. The study was conducted using two factors i.e P fertilization (0 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, 46 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, 92 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, 138 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>) and population maize (50,000, 63,000 and 73,000 plants ha<sup>-1</sup>). The intercropping system showed the highest results in a population of 63,000 maize ha<sup>-1</sup> plants with a fertilizer dosage of P 46 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>. Land equality ratio highest 2.3 showed that intercropping systems were 130% more effective than monoculture planting.*

**Keywords:** *intercropping; maize population; p fertilizing; saturated culture; tidal swamp*

### Cite This Article:

Faadhilah, F., Lubis, I., & Ghulamahdi, M. (2024). Pengaruh pemupukan p dan populasi jagung dengan tumpang sari kedelai pada budidaya jenuh air di lahan pasang surut. *Journal of Agrosociology and Sustainability*, 1(2), 111-123. <https://doi.org/10.61511/jassu.v1i2.2024.309>



Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

### Abstrak

Kedelai dan jagung merupakan tanaman pangan utama di Indonesia setelah padi. Saat ini untuk memenuhi kebutuhan kedelai dan jagung nasional diperoleh melalui impor. Hal ini disebabkan rendahnya produktivitas kedelai dan jagung di Indonesia dibandingkan negara lain seperti Amerika Serikat dan Tiongkok. Peningkatan produktivitas jagung dan kedelai dilakukan dengan pengaturan populasi tanaman dan pemupukan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemupukan P dan populasi jagung terhadap tumpang sari kedelai dan jagung di lahan rawa pasang surut. Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret sampai Agustus 2019 di Karyabakti, Kecamatan Rantau Rasau, Kabupaten Tanjung Jabung Timur, Provinsi Jambi. Tipe rawa pasang surut yang digunakan adalah tipe B. Penelitian dilakukan dengan dua faktor yaitu pemupukan P (0 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, 46 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, 92 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, 138 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>) dan jumlah penduduk jagung (50.000, 63.000 dan 73.000 tanaman ha<sup>-1</sup>). Sistem tumpang sari menunjukkan hasil tertinggi pada populasi 63.000 tanaman jagung ha<sup>-1</sup> dengan dosis pupuk P 46 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>. Rasio kesetaraan lahan tertinggi 2,3 menunjukkan sistem tumpang sari 130% lebih efektif dibandingkan penanaman monokultur

**Kata kunci:** pemupukan p; populasi jagung; rawa pasang surut; tanah jenuh; tumpang sari

## 1. Pendahuluan

Kedelai dan jagung ialah tanaman pangan utama setelah padi (Yuwariah et al., 2017). Menurut BPS (2022) konsumsi kedelai lokal tahun 2022 mencapai 2,32 juta ton. Produksi di Indonesia tahun produksi hanya 860 ribu ton. Total impor kedelai pada tahun 2017 sebesar 2,7 juta ton dengan negara pemasok terbesar kedelai adalah Amerika Serikat dan Argentina. FAO (2018) mengungkap produktivitas jagung Indonesia berkisar 6,3 ton ha<sup>-1</sup> lebih rendah jika dibandingkan Amerika Serikat dan Cina.

Produktivitas tanaman dapat ditingkatkan dengan pengaturan populasi tanaman dan pemupukan yang seimbang (Fadilah & Akbar, 2015; Neonboni et al., 2019). Pengaturan populasi berhubungan langsung dengan tingkat kepadatan tanaman per satuan luas. Kecenderungan meningkatnya populasi per satuan luas berpotensi meningkatkan hasil. Jarak tanaman yang sempit akan menyebabkan kompetisi antar tanaman, oleh karena itu perlu adanya pengaturan populasi agar mencapai hasil yang maksimum (Kartika, 2018). Selain pengaturan populasi, pemupukan merupakan kunci dari kesuburan tanaman karena berguna untuk mengganti hara yang terserap tanaman (Wahyudin et al., 2017).

Fosfor ialah hara makro yang dibutuhkan dan diserap tanaman dalam bentuk ion fosfat. Fosfor berperan untuk penyusun energi dan membran sel, metabolisme protein dan fotosintesis (Taiz et al., 2015). Ketersediaan fosfor tanah dipengaruhi oleh pH, Al, dan Fe sehingga ketersediaan fosfor tergantung tingkat kemasaman tanah (Habi et al., 2018).

Peningkatan produktivitas melalui efisiensi lahan dengan pola tanam tumpang sari diharapkan dapat memanfaatkan cahaya, air, hara secara optimal (Mapegau & Nurjanah, 2021). Budidaya tersebut bisa mempertahankan kesuburan tanah dengan adanya fiksasi nitrogen tanaman famili leguminosae atau kacang-kacangan (Oktanika et al., 2013). Sistem tumpang sari ialah menanam beragam tanaman secara serentak pada lahan dan waktu yang bersamaan dengan memperhatikan populasi tanaman (Warsana, 2009). Tumpang sari kedelai dan jagung merupakan salah satu inovasi untuk mengatasi persaingan penggunaan lahan secara monokultur. Pada sistem tumpang sari ini, produktivitas jagung hasilnya minimal sama dengan monokultur, karena harga dan keunggulan komparatif jagung relatif lebih tinggi dibandingkan kedelai (Balitsereal, 2018).

Kebutuhan pangan yang meningkat sedangkan lahan-lahan pertanian di Pulau Jawa menurun akibat perubahan penggunaan lahan ke sektor nonpertanian maka lahan pasang-surut menjadi alternatif untuk pengembangan pertanian (Suwanda & Noor, 2014). Dari data BBSDL (2014) ketersediaan lahan pasang surut mencapai 20,1 juta ha di Indonesia, ketersediaan lahan tersebut menjadi peluang besar untuk menerapkan budidaya jenuh air. Ghulamahdi (2017) menyatakan budidaya jenuh air (BJA) diterapkan dengan sistem irigasi ±15 - 20 cm dari permukaan tanah secara terus menerus atau setinggi ± 5 - 10 cm dari dasar saluran, mulai penanaman hingga pemanenan. BJA meningkatkan aktivitas nitrogenase 9 kali lipat dari budidaya konvensional, meningkatkan pertumbuhan kedelai dan meningkatkan produktivitas kedelai. Perpaduan teknik budidaya memungkinkan memperbaiki produktivitas lebih baik. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemupukan fosfor dan pengaturan populasi jagung terhadap pertumbuhan dan hasil tumpang sari kedelai dan jagung pada budidaya jenuh air di lahan pasang surut.

## 2. Metode

Penelitian dilaksanakan di Desa Karyabakti, Kecamatan Rantau Rasau, Kabupaten Tanjung Jabung Timur, Provinsi Jambi. Penelitian dilaksanakan mulai bulan Maret hingga Agustus 2019. Pengeringan biomassa dilaksanakan di Lab Pascapanen Agronomi dan Hortikultura, Institut Pertanian Bogor, Indonesia. Benih yang dipakai ialah kedelai varietas Anjasmoro, jagung varietas Pioneer 27. Pupuk yang digunakan terdiri atas pupuk TSP (46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) sesuai perlakuan, KCl (60% K<sub>2</sub>O) 150 kg ha<sup>-1</sup>, Urea (45% N) 300 kg ha<sup>-1</sup>, Dolomit (CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) 2 ton ha<sup>-1</sup>, arang sekam, kompos, mikoriza arbuskula, inokulum *Rhizobium* sp. Pestisida yang dipakai terdiri insektisida (*karbofuran* 25.53%, *fipronil* 50 g L<sup>-1</sup>, *dimehipo* 500 g L<sup>-1</sup> dan *klorantranifipronil* 50 g L<sup>-1</sup>), rodentisida (*brodifakum* 0.005%), fungisida (*profinep* 70%) dan herbisida (*paraquat diklorida* 276 g L<sup>-1</sup>, *glifosat* 486 g L<sup>-1</sup>, dan *etil pirazosulfuron* 10%).

Alat yang dipakai terdiri mesin olah tanah, alat tulis, *knapsack sprayer*, meteran, kamera, timbangan analitik, *moisture meter*, alat panen dan oven.

### 2.1. Rancangan Percobaan

Penelitian dilakukan dengan Rancangan Kelompok Lengkap Teracak (RKLT) dua faktor. Perlakuan faktor pertama ialah pemupukan P yang terdiri atas 0 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, 46 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> (100 kg TSP ha<sup>-1</sup>), 92 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> (200 kg TSP ha<sup>-1</sup>), dan 138 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> (300 kg TSP ha<sup>-1</sup>). Perlakuan faktor kedua ialah populasi jagung, yang terdiri atas 50,000, 63,000 dan 73,000 tanaman ha<sup>-1</sup>. Percobaan diulang tiga kali sehingga terdapat 36 satuan percobaan. Setiap petak percobaan menggunakan luasan lahan 12 m<sup>2</sup>.

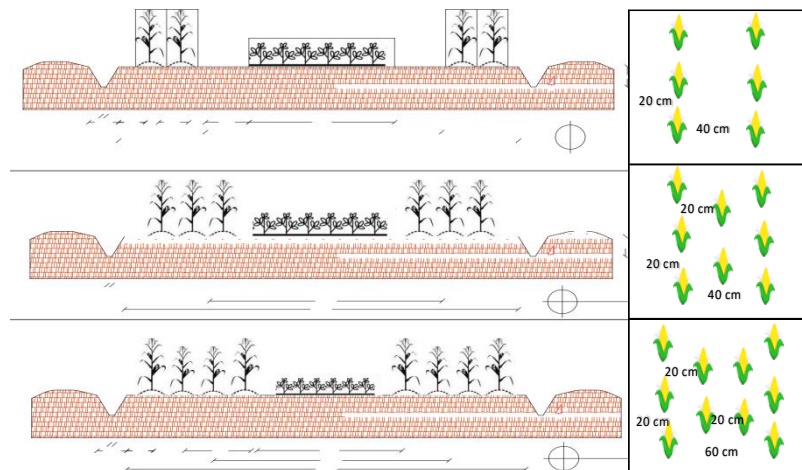
### 2.2. Pelaksanaan Percobaan

#### 2.2.1. Persiapan lahan

Persiapan lahan diawali dengan pengendalian gulma secara kimiawi menggunakan herbisida. Selanjutnya, mengolah tanah menggunakan traktor, membuat saluran air dan membuat petak dengan ukuran 4 m x 3 m setiap petak percobaan sebanyak 44 petak yang dibagi kedalam 3 kelompok (ulangan). Setiap petak dikelilingi oleh saluran dengan kedalaman 25 cm dan lebar 30 cm. Irigasi dengan menahan muka air setinggi 5 cm dari dasar parit. Satu minggu sebelum tanam diberi dolomit (CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) 2 ton ha<sup>-1</sup>.

#### 2.2.2. Penanaman

Tanam dilaksanakan satu minggu setelah olah tanah. Benih kedelai terlebih dahulu dicampur dengan *Rhizobium* sp. dan insektisida (*karbofuran* 25.53%). Setiap lubang tanam diberi arang sekam 1 ton ha<sup>-1</sup> dan kompos 2 ton ha<sup>-1</sup>. Jarak tanam kedelai 40 cm x 12.5 cm dan jarak tanam jagung 40 cm x 20 cm, 30 cm x 60 cm + 2 tanaman di antar baris dan 40 cm x 20 cm + 1 tanaman di antar baris (Gambar 1). Jagung diberi 1 benih per lubang tanam, sedangkan kedelai diberi 2 benih per lubang tanam. Dosis pupuk TSP (46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) (sesuai perlakuan penelitian) dan KCl (60% K<sub>2</sub>O) 150 kg ha<sup>-1</sup> diberikan seluruhnya saat penanaman, sedangkan pupuk Urea (45% N) diberikan pada jagung sebanyak 150 kg ha<sup>-1</sup>.



Gambar 1. Jarak tanam populasi jagung 50,000, 73,000 dan 63,000 tanaman ha<sup>-1</sup>

#### 2.2.3. Pemeliharaan

Pemeliharaan meliputi pengendalian tinggi muka air tanah, pemupukan, penyulaman, pengendalian organisme pengganggu tanaman. Penyulaman dilaksanakan pada 1 MST. Pemeliharaan lainnya dilaksanakan pada 1 minggu setelah tanam (MST) sampai panen. Pemberian Urea susulan pada tanaman jagung saat 4 MST dan pemberian pupuk pada jagung dan kedelai konsentrasi 15 g N L<sup>-1</sup> dengan volume semprot 400 L air ha<sup>-1</sup>. Penyulaman dilaksanakan saat gulma telah mengganggu tanaman jagung dan kedelai. Pengendalian gulma dengan manual yaitu mencabut gulma yang ada di sekitar tanaman. Pengendalian hama dan penyakit tanaman dilakukan pada saat penanaman benih di lapangan dengan mengaplikasikan insektisida (*karbofuran*) pada lubang tanam.

#### 2.2.4. Panen dan Pascapanen

Panen kedelai dilaksanakan pada umur 12 MST. Pemanenan dilaksanakan dengan cara dipotong, dikumpulkan, dan dikelompokkan sesuai perlakuan kemudian dijemur sampai kering dan polong mulai pecah. Kriteria panen jagung adalah ketika 90% tongkol pada populasi telah masak fisiologis dan kelobot telah mengering. Kegiatan pasca panen adalah pengeringan tongkol hingga kadar air mencapai 14% kemudian dilakukan pemipilan.

#### 2.3. Pengamatan Percobaan

Peubah pengamatan pada tanaman jagung meliputi tinggi, jumlah daun, diameter batang, panjang akar, bobot kering batang, daun, dan akar pada umur 8 MST, sedangkan komponen hasil meliputi bobot 100 biji dan biji per tanaman, panjang dan diameter tongkol, bobot tongkol berkelobot dan tanpa kelobot, serta brangkasian, Bobot total biji per ubinan panen (1 m x 4.3 m), hasil pipil per ha (Produktivitas).

$$\text{Pipilan kering per ha} = \frac{10000}{\text{Luas ubinan panen}} \times \text{bobot biji per ubinan panen}$$

Peubah pengamatan pada tanaman kedelai meliputi jumlah daun, cabang, polong, dan bintil, bobot kering batang, daun dan akar, serta bobot kering bintil pada umur 8 MST. Pada komponen hasil kedelai meliputi jumlah polong isi dan hampa, bobot brangkasian, bobot biji per tanaman, serta bobot total biji per ubinan panen (1 m x 4.3 m).

Nisbah kesetaraan lahan berdasarkan (Ghulamahdi et al., 2009) dengan rumus dengan rumus :

$$\text{NKL} = \frac{Y_{ab}}{Y_{aa}} + \frac{Y_{ba}}{Y_{bb}}$$

Yab = Produktivitas kedelai pada tumpang sari

Yba = Produktivitas jagung pada tumpang sari

Yaa = Produktivitas kedelai monokultur

Ybb = Produktivitas jagung monokultur

#### 2.4. Analisa Data

Uji asumsi galat untuk memastikan kenormalan dan kehomogenan ragam dilakukan sebelum analisis data. Data diuji menggunakan *analysis of variance (anova)* pada taraf 5% untuk mengetahui pengaruh nyata masing-masing perlakuan. Jika berpengaruh nyata, maka diuji lanjut menggunakan uji *Duncan Multiple Range Test (DMRT)* untuk melihat perbedaan nilai tengah perlakuan secara berpasangan.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Pertumbuhan Jagung dan Kedelai

Hasil analisis uji lanjut untuk pengamatan tanaman kedelai dan jagung pada 8 MST memberikan pengaruh yang berbeda antar perlakuan. Data tanaman jagung tidak menunjukkan perbedaan yang nyata kecuali bobot kering daun (Tabel 1). Tanaman yang dipupuk 138 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> memiliki bobot kering daun nyata lebih tinggi dibandingkan kontrol. Pemupukan forfor menyebabkan ketersediaan P menjadi lebih banyak di tanah dan mudah diserap oleh tanaman ditandai adanya peningkatan pertumbuhan vegetatif tanaman jagung (Melati et al., 2020). Perlakuan populasi jagung tidak berbeda nyata. Hal tersebut diduga karena pengaruh perlakuan menyebabkan penambahan biomassa pada populasi jagung yang rendah, persaingan antar tanaman lebih kecil dibandingkan populasi yang padat. Budidaya jenuh air meningkatkan bobot kering tanaman karena menyerap energi matahari lebih banyak dibandingkan di lahan konvensional (Ghulamahdi et al., 2017).

Tabel 1. Data destruktif tanaman jagung pada perlakuan pemupukan P dan populasi jagung

Perlakuan	TT (cm)	JD	DB (mm)	PA (cm)	BKB (g)	BKD (g)	BKA (g)
Populasi jagung (tanaman ha <sup>-1</sup> )							
50.000	204,7	10,7	11,9	26,7	24,9	30	10,4
63.000	221,5	11,6	12,7	23,7	24,4	27,5	10,3
73.000	217,2	10,8	12,7	23,5	23,3	26,1	10,3
Pemupukan (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> )							
0	204,2	10,8	12,5	24	19,9	22,78b	7,5
46	216,2	11,3	15,4	25,4	25,1	28,24ab	12,1
92	225,9	10,8	11,1	25,2	23,7	29,19ab	10,1
138	211,5	11,2	10,7	23,9	28,2	31,21a	11,6

Ket: TT (Tinggi Tanaman), JD (Jumlah Daun), DB (Diameter Batang), PA (Panjang Akar), BKB (Bobot kering Batang), BKD (Bobot kering daun), dan BKA (Bobot kering akar). Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT  $\alpha=5\%$

Jumlah bintil akar dan bobot kering daun dipengaruhi pemupukan fosfor (Tabel 2). Tanaman dengan perlakuan pemupukan 138 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> memiliki jumlah bintil akar nilai nyata lebih tinggi dibandingkan tanpa pupuk. Hara P berperan penting dalam sintesis ATP untuk bahan energi dalam pembentukan energi dan penambatan N<sub>2</sub> oleh Rhizobium (Taiz et al., 2015; Iswiyanto et al., 2023).

Tabel 2. Analisis data destruktif tanaman kedelai pada perlakuan pemupukan P dan populasi jagung

Perlakuan	JD	JC	JP	JB	BKB (g)	BKD (g)	BKA (g)	BKBI (g)
Populasi jagung (tanaman ha <sup>-1</sup> )								
50.000	19,1	3,3	42,5	83,3	17,9	8,6a	1,3	0,8
63.000	15	3,2	29,3	86,9	11,7	5,5b	1,1	0,8
73.000	18,9	3,3	38,6	84,2	14,8	7,1ab	1,1	0,6
Pemupukan (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> )								
0	16,2	2,8	30,1	54,7b	10	4,8b	1,2	0,4
46	17,9	3,5	36	98,0ab	14,4	6,8ab	1,0	0,8
92	17	3,1	39,5	76,3ab	17,4	7,9ab	1,1	0,9
138	19,5	3,6	41,6	123,5a	17,4	8,7a	1,4	0,8

Ket: JD (Jumlah Daun), JC (Jumlah cabang), JP (Jumlah polong), JB (Jumlah Bintil), BKB (Bobot kering Batang), BKD (Bobot kering daun), BKA (Bobot kering akar) dan BKBI (Bobot kering bintil). Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji DMRT  $\alpha=5\%$ .

Bobot kering daun kedelai dipengaruhi perlakuan populasi jagung dan pemupukan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Tanaman kedelai pada populasi jagung 50,000 tanaman ha<sup>-1</sup> memiliki bobot kering daun tertinggi. Pada populasi jagung yang lebih sedikit (50,000 tanaman ha<sup>-1</sup>), tanaman kedelai menerima cahaya yang lebih banyak sehingga terjadi fotosintesis yang lebih tinggi. Tanaman kacang sistem monokultur memiliki pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan yang ditanam tumpang sari dengan jagung (Wang et al., 2021).

Pada perlakuan lain, tanaman kedelai yang diberi pupuk 138 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> memiliki bobot kering daun tertinggi. Terbukti pemupukan fosfor mampu meningkatkan bobot kering daun tanaman. Hasil yang serupa dengan Fadilah & Akbar (2015) pemupukan fosfor

meningkatkan jumlah daun. Namun, pada penelitian ini peubah jumlah daun tidak terjadi peningkatan yang nyata.

Tabel 3 intreraksi perlakuan pemupukan P 138 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> dan populasi jagung 50,000 tanaman ha<sup>-1</sup> menunjukkan hasil yang berpengaruh nyata terhadap bobot kering daun kedelai. Pada populasi jagung 50,000 tanaman ha<sup>-1</sup>, tanaman dengan perlakuan pupuk 138 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> memiliki bobot kering daun nyata lebih tinggi dibandingkan 0 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>. Diduga cahaya yang lebih banyak diterima oleh tanaman kedelai responsif terhadap pemupukan fosfor.

Tabel 3. Interaksi perlakuan pemupukan P dan populasi jagung pada bobot kering daun kedelai

Perlakuan	Populasi Jagung (tanaman ha <sup>-1</sup> )		
	50.000	63.000	73.000
Pemupukan (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> )			
0	5,6bc	2,4c	6,4abc
46	9,0ab	5,2bc	6,2abc
92	8,9ab	7,6ab	7,3abc
138	11,1a	6,8abc	8,5ab

Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT  $\alpha=5\%$ .

### 3.2. Komponen Hasil

Tabel 4 terlihat bobot 100 butir pipilan jagung pada perlakuan pemupukan P dan populasi jagung menunjukkan tidak berbeda nyata. Bobot biji pipilan per tanaman berbeda nyata pada perlakuan pemupukan 92 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>. Panjang tongkol jagung berpengaruh nyata pada perlakuan pemupukan 92 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> memiliki panjang tertinggi yaitu 14.61 cm. Perlakuan pemupukan fosfor berpengaruh nyata terhadap bobot tongkol berkelobot dan bobot tongkol tanpa kelobot pada perlakuan pemupukan 92 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, namun tidak berpengaruh nyata terhadap perlakuan populasi tanaman jagung. Hara P berperan dalam inisiasi bunga betina yang mempengaruhi pembentukan tongkol (Marverlia et al., 2016).

Tabel 4. Analisis uji lanjut komponen hasil per tanaman jagung pada perlakuan pemupukan P dan populasi jagung

Perlakuan	Biji				Tongkol		
	B100 Biji (g)	BBPT (g)	PT (cm)	DT (mm)	BTB (g)	BTTK (g)	BBr (g)
Populasi jagung (tanaman ha <sup>-1</sup> )							
50.000	28,4	102,2	14,00	44,0	185,7	157,1	297,2
63.000	28	101,6	13,70	42,4	176,2	155,3	309
73.000	28,5	94,40	13,50	43,8	163,2	144,8	282,2
Pemupukan (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> )							
0	27,7	81,14b	12,37b	41,5	134,0b	116,6b	272,5
46	28,8	97,89ab	13,85a	43,4	179,8a	156,2a	319,4
92	28,3	113,72a	14,61a	44,3	203,7a	173,6a	302,9
138	28,5	104,90a	14,15a	44,4	182,4a	163,0a	289,6

Ket: B100 Biji (Bobot 100 Biji), BBPT (Bobot Biji per Tanaman), PT (Panjang Tongkol), DT (Diameter Tongkol), BTB (Bobot Tongkol Berkelobot), BTTK (Bobot Tongkol Tanpa Kelobot), BBr (Bobot Brangkasan). Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji DMRT  $\alpha=5\%$

Populasi tanaman jagung yang rapat memengaruhi pertumbuhan dari kedelai dan jagung sendiri. Populasi tanaman jagung yang padat menyebabkan batang kedelai etiolasi

(Mardian et al., 2020). Etiolasi menyebabkan batang rebah dan pembungaan pada kedelai terganggu (Susanto & Sundari, 2011). Hal tersebut berakibat pada penurunan komponen hasil dari kedelai dan pada jagung memengaruhi perkembangan tongkol, dimana tongkol yang dihasilkan lebih kecil dan lebih beragam dibandingkan dengan populasi yang rendah.

Interaksi perlakuan pemupukan P dengan populasi jagung terhadap bobot brangkasan jagung terdapat pada Tabel 5. Pada perlakuan populasi 63,000 tanaman ha<sup>-1</sup>, peningkatan dosis P 46 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> meningkatkan bobot brangkasan jagung secara nyata dibandingkan tanpa pupuk P. Artinya pemupukan P merespon pertumbuhan dilihat pada brangkasan jagung.

Tabel 5. Interaksi perlakuan pemupukan P dan populasi jagung terhadap bobot brangkasan jagung

Perlakuan	Populasi Jagung (tanaman ha <sup>-1</sup> )		
	50,000	63,000	73,000
Pemupukan (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> )			
0	312,5abc	231,7c	273,3abc
46	325,8ab	347,9a	284,6abc
92	297,5abc	363,3a	247,9bc
138	252,9bc	292,9abc	322,9ab

Ket: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT  $\alpha=5\%$

Respon pemupukan P dan populasi jagung terhadap peubah komponen hasil pada kedelai berpengaruh nyata terhadap bobot brangkasan, namun tidak berpengaruh pada komponen pengamatan lainnya. Bobot brangkasan kedelai berpengaruh nyata pada perlakuan populasi jagung 73,000 tanaman ha<sup>-1</sup> dengan bobot 53.4 g per tanaman (Tabel 6). Hal tersebut diduga karena kedelai ternaungi oleh tanaman jagung dengan populasi yang padat sehingga pada waktu vegetatif pertumbuhan tanaman kedelai sangat pesat yang menyebabkan bobot brangkasan menjadi meningkat.

Tabel 6. Analisis uji lanjut komponen hasil per tanaman kedelai pada perlakuan pemupukan P dan populasi jagung

Perlakuan	JPI	JPH	BBr (g)	BBi (g)
Populasi jagung (tanaman ha <sup>-1</sup> )				
50.000	42,87	1,33	44,71ab	19,58
63.000	42,04	1,16	41,11b	19,66
73.000	45,04	2,41	53,40a	21,16
Pemupukan (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> )				
0	37,94	1,88	40,42	18,03
46	47,05	1,13	49,07	21,51
92	46,13	1,86	51,61	22,28
138	42,13	1,66	44,53	18,71

Ket: JPI (Jumlah Polong Isi), JPH (Jumlah Polong Hampa), BBr (Bobot Brangkasan), BBi (Bobot Biji). Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT  $\alpha=5\%$

### 3.3. Ubinan Panen

Tabel 7. menunjukkan hasil ubinan tanaman jagung dengan tanaman kedelai pada luasan 1 m x 4.3 m menggunakan sistem tumpang sari pada perlakuan pemupukan P dan populasi jagung. Bobot tongkol berkelobot berpengaruh nyata pada perlakuan populasi jagung 63,000 tanaman ha<sup>-1</sup> dengan bobot 3,798.3 g.

Hasil pipilan jagung (Tabel 7) pada tiap ubinan percobaan menunjukkan perlakuan populasi jagung berpengaruh nyata terhadap bobot tongkol berkelobot. Pemupukan P

memengaruhi bobot biji, tetapi tidak terhadap bobot pipilan. Bobot janggél pada perlakuan populasi 63,000 tanaman ha<sup>-1</sup> berpengaruh nyata dengan hasil 367.92 g, sedangkan pada perlakuan pemupukan P tidak berpengaruh nyata. Hasil tertinggi didominasi oleh perlakuan populasi 63,000 tanaman ha<sup>-1</sup> dan pengaruh pemupukan P terbaik untuk hasil ubinan pada dosis pemupukan 46 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>. Hasil analisis uji lanjut menunjukkan potensi hasil tertinggi dihasilkan oleh populasi 63,000 tanaman ha<sup>-1</sup> yang ditumpangsarikan dengan kedelai Varietas Anjasmoro. Perlakuan populasi tanaman tidak berpengaruh nyata pada setiap komponen pengamatan pada ubinan panen.

Tabel 7. Hasil ubinan panen jagung pada perlakuan pemupukan P dan populasi jagung

Perlakuan	BTB (g)	BBi (g)	BJ (g)
Populasi jagung (tanaman ha <sup>-1</sup> )			
50.000	3204,8b	1282,1b	274,1b
63.000	3798,3a	1701,3a	367,9a
73.000	3554,6ab	1557,0ab	327,8ab
Pemupukan (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> )			
0	3292,8	1453,3	291,6
46	3808,3	1652,4	352,1
92	3406,1	1414,1	325
138	3569,8	1533,9	324,4

Ket: BTB:Bobot Tongkol Berkelobot, BBi : (Bobot Biji), BJ : (Bobot Janggél). Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata berdasarkan hasil uji Duncan Multiple Range Test (DMRT)  $\alpha=5\%$

Respon pemupukan P pada 46 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> berpengaruh nyata terhadap bobot biji sebesar 700 g per ubinan panen. Pada pengamatan bobot brangkasan, bobot biji dan 100 butir kedelai perlakuan populasi 50,000 tanaman ha<sup>-1</sup> jagung memiliki hasil yang lebih tinggi dibandingkan hasil kedelai pada populasi lainnya (Tabel 8). Hal tersebut diduga karena tanaman mampu menyerap cahaya matahari dan tumbuh lebih baik karena tidak ternaungi lebih banyak. Semakin tinggi populasi jagung menyebabkan tanaman mengalami etiolasi dan rebah sehingga menurunkan hasil produksi. Produksi kedelai tumpang sari menurun karena naungan dari jagung menurunkan tingkat fotosintesis (Aminah et al., 2014), sehingga luas daun berkurang dalam penyerapan radiasi sinar matahari. Tingginya populasi tanaman menghasilkan produktivitas yang tinggi pada jagung, namun pada kedelai menghasilkan polong yang lebih rendah (Muoneke et al., 2007). Tanaman kedelai kalah bersaing dalam penyerapan unsur hara dan penerimaan cahaya yang lebih rendah (Karyawati et al., 2022). Pertumbuhan dan produksi jagung pada tumpang sari dengan kedelai terjadi kompetisi dengan rasio kerapatan 1:1 (Ariel et al. 2013).

Tabel 8. Hasil ubinan panen kedelai pada perlakuan pemupukan P dan populasi jagung

Perlakuan	B100 (g)	BBi (g)	BBr (g)
Populasi jagung (tanaman ha <sup>-1</sup> )			
50.000	19,3	618,3	3646,3
63.000	19,3	593,3	3255
73.000	18,8	589,5	3535,8
Pemupukan (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> )			
0	18,7	567,7ab	3110,9
46	19,4	700,0a	3426,1
92	19,8	546,1b	3649,7
138	18,6	587,7ab	3732,2

Ket: B100 (Bobot 100 butir), BBi (Bobot biji), BBr (Bobot Brangkasan). Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji DMRT  $\alpha=5\%$



### 3.4. Produktivitas dan Nisbah Kesetaraan Lahan (NKL)

Penanaman dengan tumpang sari dapat menentukan peningkatan atau penurunan hasil lahan per satuan luas tanam. [Karyawati et al. \(2022\)](#) menyatakan sistem tumpang sari dimungkinkan memiliki tiga hasil yaitu hasil tumpang sari lebih menguntungkan dari sistem monokultur ( $NKL > 1$ ), tidak menguntungkan ( $NKL < 1$ ) dan hasil sama ( $NKL = 1$ ). Sistem budidaya tanaman secara tumpang sari merupakan strategi yang efektif untuk meningkatkan produktivitas lahan dengan NKL berkisar 1.2-1.5.

Tumpang sari kedelai-jagung ialah salah satu langkah intensifikasi yang tepat untuk meningkatkan produktivitas hasil pada daerah supotimal ([Kriswantoro & Hermanto, 2013](#)). Produksi jagung tertinggi dengan budidaya tumpang sari dihasilkan oleh populasi jagung 63,000 tanaman  $ha^{-1}$  dengan pemupukan P 46 kg  $P_2O_5 ha^{-1}$  (Tabel 9). Pada budidaya monokultur produktivitas jagung tertinggi pada perlakuan tanpa pemupukan P dan pada kedelai produktivitas tertinggi pada perlakuan pemupukan 138 kg  $P_2O_5 ha^{-1}$ . Hal tersebut diduga karena semakin banyak pupuk menyebabkan tanaman tumbuh dengan pesat namun hasil panennya rendah. Tabel 9 menunjukkan nisbah kesetaraan lahan pada interaksi pemupukan fosfor dan populasi jagung. Pada perlakuan populasi jagung menunjukkan hasil  $NKL > 1$  dengan NKL tertinggi 2.3 dan terendah 1.3. Nilai NKL 2.3 tersebut artinya tumpang sari 130% lebih efektif daripada sistem monokultur. Budidaya tumpang sari dapat meningkatkan hasil per satuan luas dibandingkan monokultur ([Sari et al. 2020](#)).

Tabel 9. Nilai kesetaraan lahan dan produktivitas jagung dan kedelai

Perlakuan		Produktivitas				NKL
		Tumpang Sari ( $kg ha^{-1}$ )		Monokultur ( $kg ha^{-1}$ )		
Populasi (tanaman $ha^{-1}$ )	Pemupukan ( $kg P_2O_5$ $ha^{-1}$ )	Jagung	Kedelai	Jagung	Kedelai	
50,000	0	3290,7	1488,4	5337,5	1825	1,4
	46	3158,9	1682,2	3362,5	1750	1,9
	92	2674,4	1271,3	2625	1575	1,8
	138	2802,3	1310,1	4700	1875	1,3
63,000	0	3585,3	1244,2	5337,5	1825	1,4
	46	4438	1724,8	3362,5	1750	2,3
	92	3027,1	1182,2	2625	1575	1,9
	138	4220,9	1368,2	4700	1875	1,6
73,000	0	3263,6	1228,7	5337,5	1825	1,3
	46	3931,8	1476,7	3362,5	1750	2
	92	3610,1	1356,6	2625	1575	2,2
	138	3678,3	1422,5	4700	1875	1,5

Budidaya dengan tumpang sari terbukti dapat meningkatkan hasil panen yang lebih baik daripada sistem pertanaman monokultur. Sistem tumpang sari dapat mengatasi hasil panen yang menurun dengan menanam tanaman lain yang sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangan ekosistem di area pertanaman. Salah satu hal yang diterapkan dalam prinsip tumpang sari yaitu meminimalisir kegagalan. Menurut Akhmad (2018), interaksi antara jenis tanaman di daerah atas/tajuk dan dibawah tanaman dapat memacu pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman. Didaerah tajuk meningkatkan penyerapan radiasi matahari untuk proses fotosintesis.

Perpaduan antara kedelai dan jagung diharapkan dapat meningkatkan aktifitas nitrogen pada tanaman kedelai yang dapat memasok ketersediaan unsur N untuk pertumbuhan jagung. Rhizobium dapat bersimbiosis dengan tanaman legumin yang mampu menambat nitrogen di udara dan mengubah menjadi nitrat sehingga dapat terserap oleh

tanaman (Prasetyani et al., 2021). Menurut Akhmad (2018), menyampaikan cara penetrasi bakteri penghambat N terjadi infeksi terlebih dahulu ke dalam sel rambut akar kemudian rambut akar menjadi keriting karena auksin pada bakteri. Perkembangan benang-benang infeksi hingga kortek dan menghasilkan percabangan sehingga kortek semakin membesar membentuk bintil akar. Kemasaman merupakan pengaruh lingkungan yang tidak menguntungkan dalam proses infeksi bakteri (Novriani, 2011). Menurut Armidi (2009), nitrogen yang dihasilkan tersebut juga dapat dimanfaatkan tanaman lain.

Interaksi perlakuan pemupukan P dan populasi jagung menunjukkan rendah atau padatnya populasi tidak berpengaruh nyata pada hasil, namun populasi 63,000 tanaman ha<sup>-1</sup> menunjukkan produksi lebih tinggi dibandingkan populasi 50,000 dan 73,000 tanaman ha<sup>-1</sup>. Pada produktivitas jagung mencapai 5 ton dan kedelai mampu menembus 2 ton per ha. Artinya populasi yang ditanam 4 baris dengan jarak tanaman 30 cm mampu meningkatkan hasil per satuan luas (Gambar 4). Populasi yang padat menyebabkan kedelai tumbuh tinggi sehingga rebah dan polong gagal terbentuk.



Gambar 4. (A) Populasi jagung 50,000 tanaman ha<sup>-1</sup> dengan 2 baris tanaman, (B) Populasi jagung 63,000 tanaman ha<sup>-1</sup> dengan 4 baris tanaman dan (C) Populasi jagung 73,000 tanaman ha<sup>-1</sup> dengan 3 baris tanam

Budidaya menggunakan teknologi jenuh air diharapkan mampu menyediakan air selama proses pertumbuhan. Lahan penelitian yang berada didaerah pasang surut dengan luapan B menyebabkan lahan mudah tergenang air. Adanya paliran mampu mengatasi kelebihan dan kekurangan air sehingga irigasi keluar masuknya air mampu dilakukan agar akar tidak terendam air. Nisbah kesetaraan lahan menunjukkan hasil lebih besar daripada 1 sehingga menyimpulkan bahwa metode budidaya tumpang sari lebih baik. Hasil NKL terbaik pada perlakuan populasi 63,000 jagung dengan pemupukan 46 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> menunjukkan hasil NKL >1 lebih tinggi dibandingkan budidaya monokultur yaitu 2.3.

Menurut Maingi et al. (2001), Penanaman bersamaan pada tanaman kedelai dan jagung terjadi interaksi, tanaman jagung lebih unggul karena tergolong tanaman C4 yang bisa berkompetisi dengan legume pada tahap pertumbuhan awal. Naungan oleh tanaman jagung pada tumpang sari menurangi tingkat fotosintesis pada tanaman yang lebih pendek, karena tidak semua daun bisa menyerap cahaya secara optimal akibat intensitas cahaya yang rendah. Tanaman jagung tidak berpengaruh nyata pada tumpang sari dengan kedelai (Prasad & Brook, 2005), Akar tunggang bisa ditanam tumpang sari dengan tanaman yang memiliki akar serabut sehingga tidak terjadi kompetisi hara (Dachlan, 2002).

#### 4. Simpulan

Respon pertumbuhan pada pemupukan fosfor optimum pada dosis 46 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> dan populasi jagung pada sistem tumpang sari menunjukkan hasil tertinggi pada populasi jagung 63,000 tanaman ha<sup>-1</sup>. Nisbah kesetaraan lahan tertinggi dihasilkan oleh kombinasi populasi 63,000 tanaman ha<sup>-1</sup> menggunakan dosis pemupukan fosfor 46 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>. Pada perlakuan pemupukan P dan populasi jagung menunjukkan hasil NKL > 1 dengan NKL tertinggi 2.3 dan terendah 1.3.

#### Daftar Pustaka

Aminah, I. S., Budianta, D., Munandar, Perto, Y., & Sodikin, E. 2014. Tumpang sari jagung (*Zea mays* L.) dan kedelai (*Glycine max* L. Merrill) untuk efisiensi penggunaan dan peningkatan lahan pasang surut. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 30(2), 119-128. <https://repository.pertanian.go.id/items/7f03f46d-e119-42ac-a9d7-0c6426f6f2c1>

- Ariel, C. O., Eduardo, O. A., Benito, G. E., & Lidia. (2013). Effects of two plant arrangements in corn (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* L. Merrill) intercropping on soil nitrogen and phosphorous status and growth of component crops at an Argentina Argiudoll. *American Journal of Agriculture and Forestry*, 1(2), 22-31. <https://article.sciencepublishinggroup.com/pdf/10.11648.j.ajaf.20130102.11>
- Armiadi. (2009). Penambatan nitrogen secara biologis pada tanaman leguminosa. *Wartazoa*, 19(1), 23-30.
- Balitsereal [Balai Penelitian Tanaman Serealia]. 2018. Pemanfaatan lahan tumpang sari jagung dan kacang hijau dalam sistem tanam legowo. <http://balitsereal.litbang.pertanian.go.id/>
- BBSDLP [Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian]. 2014. *Sumberdaya Lahan Pertanian Indonesia: Luas, Penyebaran dan Potensi. Laporan Teknis 1/ BBSDLP/10/2014 Edisi ke-1*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor. 56 hal. [https://www.researchgate.net/profile/Sukarman-Kartawisastro/publication/323457112\\_SUMBERDAYA\\_LAHAN\\_PERTANIAN\\_INDONESIA\\_Luas\\_Penyebaran\\_dan\\_Potensi\\_Ketersediaan/links/5a970219aca27214056b33c7/SUMBERDAYA-LAHAN-PERTANIAN-INDONESIA-Luas-Penyebaran-dan-Potensi-Ketersediaan.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Sukarman-Kartawisastro/publication/323457112_SUMBERDAYA_LAHAN_PERTANIAN_INDONESIA_Luas_Penyebaran_dan_Potensi_Ketersediaan/links/5a970219aca27214056b33c7/SUMBERDAYA-LAHAN-PERTANIAN-INDONESIA-Luas-Penyebaran-dan-Potensi-Ketersediaan.pdf)
- Dachlan, A. (2002). Efisiensi pemanfaatan cahaya pada tanaman kacang hijau (*Phaseolus radiates* L.) dalam sistem tumpangsari dengan jagung manis. *Jurnal Agrivigor*, 2(2), 1530- 163.
- Fadilah, & Akbar, K. (2015). Pengaruh pemberian fosfat dan jarak tanam yang tepat terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis. *Agrosamudra, Jurnal Penelitian*, 2, 71-81. <https://ejournalunsam.id/index.php/jagrs/article/view/326>
- Ghulamahdi, M. 2017. *Adaptasi Kedelai Budidaya Jenuh Air untuk Produktivitas Tinggi di Lahan Pasang Surut*. IPB Press. <https://ipbpress.com/product/464-adaptasi-kedelai-budidaya-jenuh-air-untuk-produktivitas-tinggi-di-lahan-pasang-surut>
- Ghulamahdi, M., Melati, M., & Murdianto. 2009. *Penerapan Teknologi Budidaya Jenuh Air dan Penyimpanan Benih di Lahan Pasang Surut*. Laporan Akhir Penelitian Terapan Kementerian Riset dan Tekneklogi. <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/45206?show=full>
- Ghulamahdi, M., Agustian, R., Lubis, I., Murdianto, 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. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research*, 36(7), 170-182. <https://www.gssrr.org/index.php/JournalOfBasicAndApplied/article/view/8175>
- Habi, M. L., Nendissa, J. I., Marasabessy, D., & Kalay, A. M. (2018). Ketersediaan fosfat, serapan fosfat, dan hasil tanaman jagung (*Zea mays* L.) akibat pemberian kompos granul ela sagu dengan pupuk fosfat pada inceptisols. *Agrologia*, 7(1), 42-52. <http://dx.doi.org/10.30598/a.v7i1.356>
- Iswiyanto, A., Radian, Abdurrahman, T. (2023). Pengaruh nitrogen dan fosfor terhadap pertumbuhan dan hasil edamame pada tanah gambut. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 95-102. <http://dx.doi.org/10.26418/jspe.v12i1.60354>
- Kartika, T. (2018). Pengaruh jarak tanam terhadap pertumbuhan dan produksi jagung (*Zea mays* L) non hibrida di lahan Balai Agro Teknologi Terpadu. *Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam* 15(2), 129-139. <https://doi.org/10.31851/sainmatika.v15i2.2378>
- Karyawati, A. S., Nursalim, M., & Blessya, C. B. (2022). *Penilaian kompetisi pada tumpangsari jagung dan kedelai berbagai galur pada jarak tanam yang beragam*. Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-10. Palembang. <https://conference.unsri.ac.id/index.php/lahansuboptimal/article/view/2518>
- Kriswanto, H., & Hermanto. (2013). Kajian sistem tumpang sari jagung manis dan kedelai di lahan kering Kabupaten Musi Rawas. *Jurnal Lahan Suboptimal*, 2(2), 181-189. <https://jlsuboptimal.unsri.ac.id/index.php/jlso/article/view/68>

- Maingi, J. M., Shisanya, C. A., Gitonga, N. M., & B. Hornetz. (2001). Nitrogen fixation by common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in pure and mixed stands in semi-arid South East Kenya. *European Journal of Agronomy*, 14, 1-12. [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(00\)00080-0](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(00)00080-0)
- Mapegau, & Nurjanah, E. K. (2021). Respons tanaman jagung dan kedelai dalam pola tumpangsari terhadap jarak penempatan pupuk sistem alur pada budidaya jenuh air di lahan pasang surut. *Jurnal Ilmiah Ilmu Terapan*, 5(2), 254-263. <https://online-journal.unja.ac.id/JIITUJ/article/view/15970>
- Mardian, I., Suriadi, A., & Widiastuti, E. (2020, Oktober 20). *Optimalisasi lahan dengan usaha tani tumpangsari kedelai dan jagung pada lahan sawah beriklim kering Kabupaten Bima*. Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-8. Palembang. <https://conference.unsri.ac.id/index.php/lahansuboptimal/article/view/1972>
- Marverlia, A. S., Darmanti, S., & Parman, S. (2016). Produksi tanaman jagung manis (*Zea mays* L. Saccarata) yang diperlakukan dengan kompos kascing dengan dosis yang berbeda. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 14(2), 7-18. <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/janafis/article/view/2573>
- Melati, C., Prawiranegara, M. P., Flatian, A. N. & Suryadi, E. (2020). Pertumbuhan, hasil dan serapan fosfor (32P) tanaman jagung manis (*Zea mays* L. saccharata Sturt) akibat pemberian biochar dan SP-36. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*, 16(2), 67-76. <https://jurnal.batan.go.id/index.php/jair/article/view/5804>
- Muoneke, C. O., Ogwuche, M. A. O., & Kalu, B. A. (2007). Effect of maize planting density on the performance of maize/soybean intercropping system in a Guinea savannah agro-ecosystem. *Afri. J. Agric. Res*, 2(12), 667-677. [https://academicjournals.org/article/article1380897123\\_Muoneke%20et%20al.pdf](https://academicjournals.org/article/article1380897123_Muoneke%20et%20al.pdf)
- Neonboni, E. Y., Agung, I. G. A. M. S., & Suarna, I. M. (2019). Pengaruh populasi tanaman terhadap pertumbuhan dan hasil beberapa varietas jagung (*Zea Mays* L.) lokal di lahan kering. *Savana Cendana*, 4(1), 9-12. <https://media.neliti.com/media/publications/527254-the-effect-of-plant-population-on-growth-3d56f327.pdf>
- Novriani. (2011). Peranan rhizobium dalam meningkatkan ketersediaan nitrogen bagi tanaman kedelai. *Agronobis*, 3(5), 35-42. <https://agronobisunbara.files.wordpress.com/2012/11/10-novriani-kedelai-hal-35-42-oke.pdf>
- Oktanika, E., Supriyono, & Suwanto. (2013). Efektivitas pupuk organik pada tumpangsari kedelai dengan jagung untuk mengurangi penggunaan pupuk N, P dan K. *Agrosains*, 15(1), 1-6. <https://doi.org/10.20961/agsjpa.v15i1.18966>
- Prasad, R. B., & Brook R. M. (2005). Effect of varying maize densities on intercropped maize and soybean. *Journal of Agricultural*, 1(41), 365 - 382. <https://doi.org/10.1017/S0014479705002693>
- Prasetyani, C. E., Nuraini, Y., & Suchayono, D. (2021). Pengaruh salinitas terhadap efektivitas bakteri *Rhizobium* sp toleran salinitas pada tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merrill). *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 8(1), 281-292. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2021.008.1.31>
- Sari, S. H., Ghulamahdi, M., Suwarno, W. B., & Melati, M. (2020). Kajian berbagai pola tanam terhadap peningkatan produktivitas jagung dan kedelai dengan berbagai varietas jagung. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 48(3), 227-237. <https://doi.org/10.24831/jai.v48i3.32267>
- Susanto, G. W. S., & Sundari, T. (2011). Perubahan karakter agronomi aksesi plasma nutfah kedelai di lingkungan ternaungi. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 39 (1), 1-6. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jurnalagronomi/article/view/13180>
- Suwanda, M. H., & Noor, M. (2014). Kebijakan pemanfaatan lahan rawa pasang surut untuk mendukung kedaulatan pangan nasional. *Jurnal Sumberdaya Lahan, Edisi Khusus*, 31-40. <https://repository.pertanian.go.id/items/41eb60c1-4220-407c-b344-b21d3af9b249>

- Taiz, L, Zeiger, E, Moller, I. M., & Murphy, A. 2015. *Plant physiology and Development* 6<sup>th</sup>. Massachusetts: Sinauer Associater Inc. <https://search.worldcat.org/title/plant-physiology-and-development/oclc/900710263>
- Wahyudin, A., Fitriatin, B. N., Wicaksono, F. Y., Ruminta, & Rahadiyan, A. (2017). Respons tanaman jagung (*Zea mays* L.) akibat pemberian pupuk fosfat dan waktu aplikasi pupuk hayati mikroba pelarut fosfat pada Ultisols Jatiningor. *Jurnal Kultivasi*, 16(1), 246-254. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v16i1.11559>
- Wang, Q., Sun, Z., Bai, W., Zhang, D., Zhang, Y., Wang, R., Werf, W. V. D., Evers, J. B., Stomph, T., Guo, J., & Zhang, L. (2021). Light interception and use efficiency differ with maize plant density in maize-peanut intercropping. *Front. Agr. Sci. Eng*, 8(3), 432-446. <https://doi.org/10.15302/J-FASE-2021403>
- Warsana. 2009. *Introduksi teknologi tumpang sari jagung dan kacang tanah*. BPTP.
- Yuwariah, Y., Ruswandi, D., Irwan, A. W. (2017). Pengaruh pola tanam tumpangsari jagung dan kedelai terhadap pertumbuhan dan hasil jagung hibrida dan evaluasi tumpangsari di Arjasari Kabupaten Bandung. *Jurnal Kultivasi*, 16(3), 514-521. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v16i3.14377>