



Irigasi Air Tanah Mendukung Pertanaman Kacang Tanah, Jagung dan Kedelai di Lahan Kering pada Musim Kemarau

Arif Anshori^{1*} dan Tri Endar Suswatiningsih²

¹Pusat Riset Tanaman Pangan, Organisasi Riset Pertanian dan Pangan, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Bogor, Indonesia; ²Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian STIPER, Yogyakarta, Indonesia

Diterima: 26 Juni 2022; **Disetujui:** 17 Agustus 2022

Abstrak

Penyediaan air bagi tanaman merupakan komponen utama mendukung keberhasilan pertanaman di lahan kering. Salah satu sumber air yang dapat dimanfaatkan adalah air tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pemanfaatan air tanah dalam mendukung pertanaman kacang tanah, jagung dan kedelai di lahan kering pada musim kemarau. Penelitian menggunakan petak lahan petani untuk menanam kacang tanah, jagung dan kedelai lengkap dengan paket teknologi masing-masing komoditas. Paket teknologi ditentukan secara partisipatif dengan petani. Penerapan teknologi meliputi penanaman kacang tanah cara petani dan penanaman kacang tanah, jagung dan kedelai sesuai dengan komponen teknologi yang direkomendasikan. Data hasil panen dianalisis secara deskriptif. Analisis ekonomi digunakan untuk menghitung keuntungan dan kelayakan usaha tani. Penelitian menunjukkan tanaman jagung dengan rekomendasi teknologi memberikan hasil tertinggi, pipilan kering 5,50 ton ha⁻¹, brangkasan kering 18,63 ton ha⁻¹, dengan serapan karbon pada biji 2,62 ton ha⁻¹ dan pada brangkasan 8,92 ton ha⁻¹. Keuntungan yang diperoleh dari pertanaman jagung sebesar Rp22.090.000,00 ha⁻¹ dengan *benefit cost* (B/C) 1,35, tanaman kacang tanah Rp20.985.000,00 dengan B/C lebih tinggi sebesar 1,50. Tanaman kedelai memberikan keuntungan dan B/C terendah, sebesar Rp4.124.000,00 dan 0,26. Secara teknologi dan ekonomi, pertanaman kacang tanah, jagung dan kedelai dengan dukungan irigasi air tanah layak dikembangkan di lahan kering pada musim kemarau. Secara sosial, tanaman kacang tanah lebih diterima oleh petani.

Kata kunci: akuifer; kebutuhan air; pertanaman

The Groundwater Irrigation Supports the Groundnut, Corn and Soybean Cultivation on the Dry Land during the Dry Season

Abstract

The provision of water for plants is a major component supporting the success of planting on dry land. One source of water that can be utilized is groundwater. This study aims to determine the use of groundwater in supporting the cultivation of groundnut, corn and soybeans on dry land during dry season. The study used plots of farmers' land to grow groundnut, corn and soybeans complete with technology packages for each commodity. The application of technology includes cultivating groundnut by farmers and cultivating groundnut, corn and soybeans according to the recommended technology components. Harvest data were analyzed descriptively. Economic analysis is used to calculate

* **Corresponding author:** arifanshori@yahoo.com

Cite this as: Anshori, A., & Suswatiningsih, T. E. (2022). Irigasi Air Tanah Mendukung Pertanaman Kacang Tanah, Jagung dan Kedelai di Lahan Kering pada Musim Kemarau. *AgriHealth: Journal of Agri-food, Nutrition and Public Health*, 3(2), 124-132. doi: <http://dx.doi.org/10.20961/agrihealth.v3i2.62537>

the profitability and feasibility of farming. The results showed that corn plants with technology recommendations gave the highest yield, dry seeds of 5.50 tons ha⁻¹, dry biomass of 18.63 tons ha⁻¹, with carbon absorption in seeds of 2.62 tons ha⁻¹ and biomass of 8.92 tons ha⁻¹. The profit from corn cultivation was 22,090,000 IDR ha⁻¹ with a benefit-cost (B/C) of 1.35, groundnut 20,985,000 IDR, with a higher B/C of 1.50. Soybean plants provide the lowest profit and B/C, amounting to 4,124,000 IDR and 0.26. Technologically and economically, the cultivation of groundnut, corn and soybeans with the support of groundwater irrigation is feasible to develop on dry land during the dry season. Socially, groundnut is more accepted by farmers.

Keywords: aquifer; cropping; water requirement

PENDAHULUAN

Lahan kering merupakan lahan yang tidak pernah tergenang atau digenangi selama sebagian besar waktu dalam setahun (Mulyani *et al.*, 2014). Lahan kering di Indonesia meliputi lahan kering beriklim basah seluas 133,7 juta ha dan beriklim kering 10,7 juta ha (Ritung *et al.*, 2015). Pertanian lahan kering berupa tegalan, pekarangan dan perkebunan (Mulyani *et al.*, 2014). Seiring dengan meningkatnya tekanan terhadap lahan sawah, pengembangan pertanian akan mengarah pada lahan kering.

Permasalahan utama pengembangan lahan kering adalah ketersediaan air pada musim kemarau, karena hanya mengandalkan air dari curah hujan. Permasalahan diperkuat dengan adanya perubahan iklim dan pergeseran musim yang menyebabkan ketidakpastian musim hujan (Sutrisno, 2016). Perubahan iklim menyebabkan perubahan siklus hidrologi dengan curah hujan yang tidak menentu (Surmaini *et al.*, 2011).

Penyediaan air bagi tanaman merupakan kunci dalam pemanfaatan dan peningkatan produktivitas lahan kering. Menurut Sutrisno (2016) tindakan yang dapat dilakukan adalah menampung dan meresapkan kelebihan air pada musim hujan untuk persediaan di musim kemarau, sebagai tindakan panen air. Alternatif lain adalah pemanfaatan air tanah untuk mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman (Anshori, 2020; Anshori *et al.*, 2020; Anshori *et al.*, 2021a). Efisiensi pemakaian air dapat ditingkatkan melalui ameliorasi tanah (Anshori *et al.*, 2021b; Viandari dan Anshori, 2021).

Diversifikasi tanaman akan ditentukan oleh komoditas terpilih, selanjutnya menghasilkan sistem dan pola tanam yang khas di suatu lingkungan tumbuh (Rusastra *et al.*, 2004). Pengembangan komoditas berpedoman pada kesesuaian lahan bagi pertumbuhan tanaman

(Mujiyo *et al.*, 2017; Mujiyo *et al.*, 2020). Pemilihan komoditas atau varietas yang sesuai merupakan suatu bentuk tindakan adaptasi terhadap kondisi lingkungan (Wisnubroto, 1999; Hussain *et al.*, 2020), termasuk di agroekosistem lahan kering. Pemilihan komoditas ditentukan oleh kondisi lingkungan, yang selanjutnya menentukan teknik budidaya (Jayaputra *et al.*, 2021) serta keuntungan yang diperoleh petani (Damanhuri *et al.*, 2017).

Tanaman yang biasa dibudidayakan di lahan kering adalah kacang tanah (Rozi *et al.*, 2016; Anshori dan Suswatiningsih, 2020), jagung (Edi, 2009; Syafruddin, 2015) dan kedelai (Anshori *et al.*, 2012; Suradal *et al.*, 2017; Anshori dan Suswatiningsih, 2022). Strategi ekspansi dapat melalui penanaman di lahan kering untuk meningkatkan produksi kacang tanah (Rozi *et al.*, 2016). Peningkatan produktivitas jagung di lahan kering memerlukan teknologi khusus, seperti penerapan jarak tanam. Brangkas jagung juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber pakan dan pendapatan petani (Syafruddin, 2015). Produktivitas kedelai di lahan kering seringkali terkendala kebutuhan air saat periode kritis (Anshori *et al.*, 2012), hal ini dapat terpenuhi dengan memanfaatkan irigasi air tanah.

Secara komprehensif, sistem tanam memperhitungkan keterkaitan antara lingkungan, ekonomi dan sosial sehingga tercapai keamanan pangan dan kestabilan sosial ekonomi (Liu *et al.*, 2014). Pertanaman yang optimal mempertimbangkan keterkaitan yang erat antara aspek air, energi dan ekonomi. Selanjutnya, pengelolaan pasokan air diarahkan untuk memaksimalkan keuntungan ekonomi, sosial dan lingkungan (El-Gafy *et al.*, 2017). Secara khusus, Hornbeck dan Keskin (2015) menyebutkan bahwa pengelolaan air harus menguntungkan secara ekonomi. Pengelolaan air untuk irigasi tanaman menguntungkan lingkungan dari sisi

peningkatan serapan karbon dari udara (Anshori *et al.*, 2021c; Viandari dan Anshori, 2021). Pemanfaatan air tanah untuk irigasi lahan kering di musim kemarau terkait erat dengan aspek ekonomi, sosial dan lingkungan.

Ketersediaan air membatasi pertanian dan aktivitas pertanian di lahan kering. Penyediaan air dari air tanah bagi tanaman perlu memperhatikan beberapa hal, seperti sarana irigasi, jumlah cadangan air tanah, kemampuan petani, pilihan komoditas atau tanaman, keuntungan ekonomi, penerimaan petani serta serapan karbon dari sisi kelestarian lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pemanfaatan air tanah sebagai sumber air irigasi pada musim kemarau di lahan kering untuk mendukung pertanian kacang tanah, jagung dan kedelai dari aspek produktivitas, serapan karbon dan keuntungan usaha tani. Selanjutnya, alternatif pilihan komoditas lahan kering dan teknologi budidaya yang didukung irigasi air tanah dapat menjadi acuan bagi pengembangan pertanian pada kondisi lingkungan serupa.

BAHAN DAN METODE

Penelitian pemanfaatan air tanah untuk irigasi mendukung pertanaman kacang tanah, jagung dan kedelai di lahan kering pada musim kemarau dilaksanakan di Desa Logandeng, Kecamatan Playen, Kabupaten Gunungkidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, pada musim tanam ketiga bulan Juni sampai Oktober 2021, dengan koordinat antara $-7^{\circ}55'59''\text{LS}$, $110^{\circ}34'42''\text{BT}$ sampai $-7^{\circ}56'4''\text{LS}$, $110^{\circ}36'12''\text{BT}$. Penelitian menggunakan 3 petak lahan petani untuk menanam kacang tanah, jagung dan kedelai lengkap dengan paket teknologi masing-masing komoditas. Paket teknologi ditentukan secara partisipatif dengan petani. Pertanaman kacang tanah dengan teknologi yang biasa diterapkan petani digunakan sebagai pembandingan. Sistem irigasi yang digunakan adalah irigasi permukaan, dengan merendam lahan pada ketinggian 5 sampai 10 cm. Komponen teknologi dapat dilihat pada Tabel 1. Wawancara dilakukan terhadap 3 orang petani kooperator.

Tabel 1. Komponen teknologi pertanaman kacang tanah, jagung dan kedelai di lahan kering pada musim kemarau

Komponen teknologi	Kacang tanah cara petani	Pengenalan teknologi		
		Kacang tanah	Jagung	Kedelai
Penyiraman (hari)	7-10	7	7	7
Varietas	Lokal	Lokal	Bisi-2	Argomulyo
Daya tumbuh (%)	> 80	> 80	> 80	> 80
Cara tanam	Tugal, TOT	Tugal, TOT	Tugal, TOT	Tugal, TOT
Jarak tanam (cm)	25 x 25	25 x 25	60 x 20	25 x 25
Benih per lubang	2-3	2-3	1	2-3
Pemupukan				
- Urea (kg ha ⁻¹)	100	100	200	100
- NPK (kg ha ⁻¹)	200	200	200	200
Penyiangan (kali)	2	2	2	2

Keterangan: TOT = tanpa olah tanah

Data produktivitas tanaman dengan metode pengubinan dikumpulkan pada saat panen. Produktivitas kacang tanah ditentukan berdasarkan Suparman dan Abdurahman (2003), jagung mengacu pada Widiastuti dan Erawati (2020) dan kedelai berpedoman pada Sutrisna *et al.* (2012). Serapan karbon pada kacang tanah, jagung dan kedelai dihitung berdasarkan Eviati dan Sulaeman (2009). Keuntungan usaha tani kacang tanah, jagung dan kedelai ditentukan berdasarkan Hendayana (2016). Keuntungan dihitung dengan cara mengurangi penerimaan

usaha tani dengan semua biaya yang dikeluarkan. Penerimaan diperoleh dari hasil panen dikalikan harga komoditas. Biaya usaha tani merupakan jumlah dari biaya sarana produksi, tenaga kerja dan penyiraman. Data dianalisis secara deskriptif sesuai Creswell (2010).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lahan kering tanpa irigasi tambahan hanya dapat menanam dua kali dalam satu tahun, yaitu padi-palawija-bero. Pola tanam dilakukan berdasarkan pengalaman masa lalu, yang menurut

Mujiyo *et al.* (2020) akan sangat ditentukan oleh tingkat kesesuaian terhadap kondisi agroklimat. Irigasi tambahan akan mendukung pertanaman lahan kering (Viandari dan Anshori, 2021). Pola tanam lahan kering padi/palawija-palawija-bero, dengan didukung irigasi tambahan dapat berubah menjadi padi/palawija-padi/palawija-palawija. Pada musim tanam kedua, dengan irigasi tambahan dapat dilakukan penanaman padi. Pada musim tanam ketiga, pilihan tanaman adalah kacang tanah, jagung atau kedelai, yang lebih tahan terhadap kondisi kering. Irigasi tambahan menjadi syarat mutlak pertanaman di lahan kering pada musim kemarau, musim tanam ketiga (Anshori *et al.*, 2020; Anshori *et al.*, 2021a). Salah satu sumber air sebagai irigasi tambahan adalah air tanah, dengan tetap memperhatikan kelestariannya (Butler Jr. *et al.*, 2018).

Pemanfaatan air tanah untuk irigasi tidak selayaknya melebihi kemampuan aman akuifer, ada keseimbangan antara pemompaan dan pengisian kembali, agar berkelanjutan (Basso dan Ritchie, 2012; Butler Jr. *et al.*, 2018). Aspek hidrogeologi, iklim, tanah, kondisi saluran dan sungai serta pola tanam menentukan kelestarian irigasi air tanah (Liu dan Chen, 2020). Kesesuaian antara ketersediaan dan pengisian kembali air

tanah dengan pemanfaatan untuk irigasi mutlak diperlukan. Irigasi air tanah tidak diperkenankan melampaui kemampuan aman akuifer.

Pertanaman di lahan kering pada musim kemarau (musim tanam ketiga) memerlukan teknologi khusus yang bersifat spesifik lokasi. Irigasi tambahan menjadi syarat mutlak, sebelum penerapan teknologi pertanaman (Viandari dan Anshori, 2021). Petani terbiasa menanam kacang tanah yang didukung irigasi air tanah, dengan penerapan teknologi sesuai pengalaman dan kebiasaan. Petani sudah bisa panen dan memperoleh keuntungan dari biji kacang tanah dan hijauan pakan.

Sentuhan teknologi berupa durasi penyiraman dan diversifikasi tanaman dapat memberikan pilihan atau alternatif tanaman bagi petani. Petani biasa menanam kacang tanah dengan durasi penyiraman 7 sampai 10 hari, sentuhan teknologi penyiraman setiap 7 hari mampu meningkatkan hasil. Alternatif pilihan tanaman adalah kacang tanah, jagung atau kedelai. Teknologi ini diujicobakan dalam bentuk penelitian di lahan kering Kabupaten Gunungkidul Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, dengan detail komponen teknologi dapat dilihat pada Tabel 1. Ketampakan pertanaman kacang tanah, jagung dan kedelai dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. a. kacang tanah dengan teknologi petani, b. kacang tanah, c. jagung, dan d. kedelai dengan paket teknologi rekomendasi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyiraman teratur setiap 7 hari sekali meningkatkan hasil kacang tanah, baik biji maupun brangkasan. Brangkasan biasa difungsikan sebagai pakan ternak. Keteraturan penyiraman meningkatkan hasil polong 22,27% dari 2,20 ton ha⁻¹ menjadi 2,69 ton ha⁻¹ dan brangkasan pakan meningkat 9,29% dari 3,12 ton ha⁻¹ menjadi 3,41 ton ha⁻¹ (Tabel 2). Penyiraman dengan cara merendam lahan pada ketinggian air 5 sampai 10 cm merupakan pilihan terbaik karena mudah dilaksanakan dan dapat diterima oleh petani.

Jagung memberikan berat hasil yang lebih tinggi daripada kacang tanah, yaitu pipilan kering 5,50 ton ha⁻¹ dan brangkasan pakan 18,63 ton ha⁻¹. Kedelai menghasilkan 2,35 ton ha⁻¹ wose kering dan 3,15 ton ha⁻¹ brangkasan kering. Hasil panen dapat dilihat pada Tabel 2. Teknologi penyiraman meningkatkan hasil panen. Teknologi diversifikasi memberikan pilihan kepada petani untuk memilih komoditas yang akan diusahakan.

Teknologi penyiraman pada tanaman kacang tanah meningkatkan produksi biomassa, yang secara langsung meningkatkan serapan

karbon, baik hasil biji atau brangkasan. Pilihan komoditas juga menentukan serapan karbon. Serapan karbon pada jagung lebih tinggi daripada kedelai atau kacang tanah,

baik dari hasil biji maupun brangkasan pakan (Tabel 2). Serapan karbon tinggi mengurangi karbon dioksida di udara, sehingga lebih mendukung tercapainya kelestarian lingkungan.

Tabel 2. Hasil panen kacang tanah, jagung dan kedelai di lahan kering pada musim kemarau

Komponen	Kacang tanah cara petani	Pengenalan teknologi		
		Kacang tanah	Jagung	Kedelai
		ton ha ⁻¹		
Hasil panen	¹⁾ 2,20±0,24	¹⁾ 2,69±0,38	²⁾ 5,50±0,51	³⁾ 2,35±0,21
Brangkasan kering	3,12±0,10	3,41±0,30	18,63±2,86	3,15±0,27
Serapan karbon biji	1,08±0,12	1,33±0,19	2,62±0,26	1,12±0,10
Serapan karbon brangkasan	1,55±0,05	1,69±0,15	8,92±1,37	1,54±0,13

Keterangan: ¹⁾ = polong kering, ²⁾ = pipilan kering, ³⁾ = wose kering

Tanaman kacang tanah memerlukan jumlah air irigasi yang lebih kecil daripada jagung dan kedelai, karena umur panen yang lebih cepat yaitu sekitar 60 hari. Kurun waktu tanam sampai panen, kacang tanah memerlukan 11 kali penyiraman, jagung 14 kali dan kedelai 13 kali. Dari sisi kelestarian air tanah, pertanaman kacang tanah lebih menjamin keamanan akuifer daripada jagung dan kedelai.

Analisis usaha tani dihitung berdasarkan penerimaan dan pengeluaran (biaya) usaha tani. Penerimaan diperoleh dari penjualan hasil panen. Brangkasan kacang tanah dan jagung tidak dihitung sebagai penerimaan, karena digunakan sebagai upah oleh tenaga panen dan berfungsi sebagai pakan ternak. Biaya usaha tani meliputi saprodi (benih, pupuk), tenaga kerja (tanam, penyiangan, pemupukan, panen) dan penyiraman.

Penyiraman menggunakan sistem sewa alat lengkap dengan operator yang biayanya ditentukan berdasarkan luas lahan.

Analisis usaha tani menunjukkan bahwa tanaman jagung memberikan keuntungan tertinggi Rp22.090.000,00 dengan *benefit-cost* B/C 1,35 (Tabel 3). Selanjutnya, kacang tanah dengan pengenalan teknologi penyiraman memberikan keuntungan Rp20.985.000,00, namun memiliki nilai B/C yang lebih tinggi daripada jagung yaitu 1,50. Kacang tanah dengan teknologi sesuai kebiasaan petani memberikan keuntungan Rp15.215.000,00 dengan B/C 1,14. Keuntungan kedelai terendah Rp4.124.000,00 dengan B/C 0,26. Menurut Soekartawi (1995) nilai B/C positif mengindikasikan bahwa usaha tani bersifat layak, masih menguntungkan ketika dijalankan.

Tabel 3. Analisis ekonomi kacang tanah, jagung dan kedelai di lahan kering pada musim kemarau

Komponen	Kacang tanah cara petani	Pengenalan teknologi		
		Kacang tanah	Jagung	Kedelai
		Rp ha ⁻¹		
Bahan	2.185.000	2.185.000	2.810.000	1.285.000
Tenaga kerja	9.600.000	9.600.000	10.800.000	12.000.000
Air irigasi	1.600.000	2.200.000	3.200.000	2.600.000
Total biaya	13.385.000	13.985.000	16.410.000	15.885.000
Penerimaan	28.600.000	34.970.000	38.500.000	20.009.000
Keuntungan	15.215.000	20.985.000	22.090.000	4.124.000
B/C	1,14	1,50	1,35	0,26

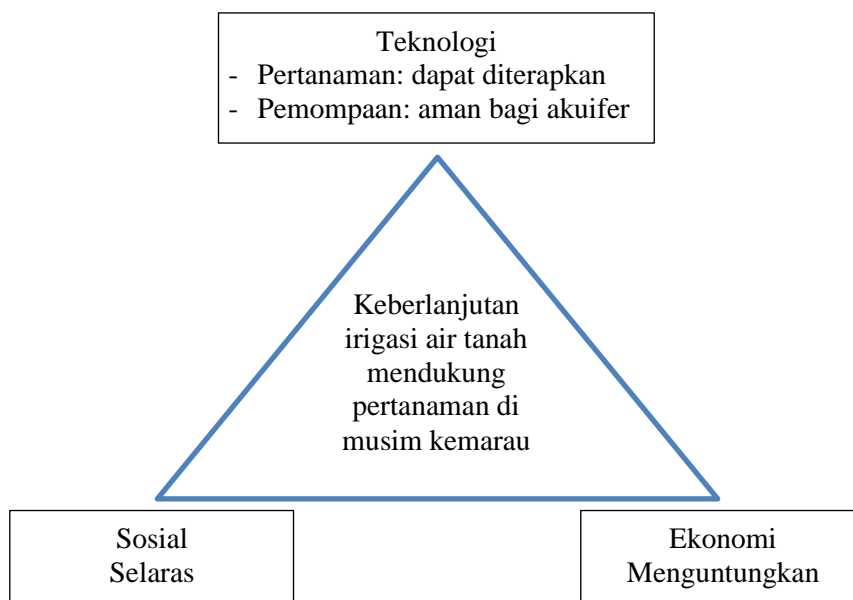
Jagung memberikan keuntungan tertinggi, namun B/C jagung lebih rendah daripada kacang tanah lengkap dengan paket teknologi. Jagung mempunyai umur tanam yang lebih panjang daripada kacang tanah, sehingga biaya

pemeliharaan lebih tinggi. Kedelai memerlukan pemeliharaan dan pasca panen yang lebih sulit daripada jagung dan kacang tanah. Produktivitas, harga kedelai, perawatan dan pasca panen yang lebih rumit membuat kedelai sulit

untuk bersaing dengan komoditas jagung dan kacang tanah.

Secara sosial kacang tanah lebih bisa diterima oleh petani. Kacang tanah sudah ditanam secara luas oleh sebagian besar petani di Kabupaten Gunungkidul (BPS-Kabupaten Gunungkidul, 2021), sebagai bentuk penyesuaian petani terhadap kondisi lingkungan. Tanaman kacang tanah cocok diusahakan untuk usaha tani yang berada di bawah skala ekonomi, yang membuat petani harus bekerja apa saja untuk mencukupi kebutuhan hidupnya. Keterbatasan akses dan finansial mendorong petani lebih memilih komoditas kacang tanah.

Keberlanjutan irigasi air tanah mendukung pertanaman di lahan kering di musim kemarau ditentukan secara teknis, sosial dan ekonomi (Gambar 2). Secara teknis bisa dan mudah dilaksanakan oleh petani, secara sosial diterima dan tidak ada penolakan serta secara ekonomi memberikan keuntungan yang lebih tinggi bagi petani (Suswatiningsih dan Anshori, 2020). Secara teknis juga terkait dengan pemanfaatan air tanah untuk irigasi, dari aspek pemompaan, cadangan air tanah dan keberlanjutan akuifer. Pilihan komoditas selayaknya diserahkan kepada petani, yang selanjutnya didukung dengan sarana dan prasarana oleh pihak terkait.



Gambar 2. Keberlanjutan irigasi air tanah mendukung pertanaman di lahan kering pada musim kemarau

KESIMPULAN

Pertanaman kacang tanah, jagung dan kedelai di lahan kering dapat diusahakan pada musim kemarau dengan dukungan irigasi air tanah. Keragaman komoditas memberikan alternatif pilihan bagi petani. Komoditas kacang tanah sebagai pilihan utama. Teknologi penyiraman yang tepat mampu meningkatkan produktivitas kacang tanah 22,27%. Jagung memberikan keuntungan tertinggi Rp22.090.000,00 dengan nilai B/C 1,35 yang lebih rendah daripada kacang tanah dengan B/C 1,50. Kedelai memberikan keuntungan dan B/C terendah. Secara teknologi dan ekonomi, pertanaman kacang tanah, jagung dan kedelai yang didukung irigasi air tanah layak dikembangkan pada musim kemarau. Secara sosial, tanaman kacang tanah lebih diterima

petani. Pemanfaatan irigasi air tanah harus mempertimbangkan keamanan akuifer agar pemanfaatannya dapat berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anshori, A., Iswadi, A., Sunarya & Riyanto, D. (2021b). Peranan amelioran pupuk organik terhadap hasil padi pada musim tanam kedua di lahan kering Ngawen Gunungkidul Daerah Istimewa Yogyakarta. *AgriHealth: Journal of Agri-Food, Nutrition and Public Health*, 2(1), 1–7. <http://dx.doi.org/10.20961/agrihealth.v2i1.48067>
- Anshori, A., Riyanto, D., Sukristiyonubowo, Widodo, S., & Suradal. (2021a). The increase of rice cropping index supported by river dam irrigation in dry land. *IOP Conference Series:*

- Earth and Environmental Science*, 653, 012074. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/653/1/012074>
- Anshori, A., Riyanto, D., & Suradal. (2020). Peningkatan indeks pertanaman padi pada musim tanam kedua di Kecamatan Ngawen, Kabupaten Gunungkidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. *AgriHealth: Journal of Agri-Food, Nutrition and Public Health*, 1(2), 9–15. <http://dx.doi.org/10.20961/agrihealth.v1i2.42481>
- Anshori, A., Srihartanto, E., & Mulyadi. (2012). *Teknologi budidaya kedelai spesifik lokasi di Daerah Istimewa Yogyakarta*. Yogyakarta: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP). Tersedia dari <http://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/10359>
- Anshori, A., Suswatiningsih, T. E., Viandari, N. A., Rajiman, & Mujiyo. (2021c). Effect of supplementary irrigation on rice yield in dry land during rainy season. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 824, 012091. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/824/1/012091>
- Anshori, A., & Suswatiningsih, T. E. (2020). Tumpangsari ubi kayu–kacang tanah di Kabupaten Gunungkidul D.I. Yogyakarta. *Prosiding Seminar Nasional Optimalisasi Sumberdaya Lokal untuk Pembangunan Pertanian Terpadu dan Berkeadilan*, pp. 268–276. Tersedia dari <http://digital.library.ump.ac.id/id/eprint/659>
- Anshori, A., & Suswatiningsih, T. E. (2022). Pengembangan kedelai pada lahan sawah di D.I. Yogyakarta. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Agribisnis VI*, 6(1), 164–168. Tersedia dari <https://jurnal.unigal.ac.id/index.php/prosiding/article/view/7419>
- Anshori, A. (2020). Strategi peningkatan indeks pertanaman padi di Kabupaten Gunungkidul. *Prosiding Seminar Nasional Pertanian Peternakan Terpadu Ke-3*, 2(3), 238–247. Tersedia dari <http://e proceedings.umpwr.ac.id/index.php/pertanian/article/view/1310/1128>
- Basso, B., & Ritchie, J. T. (2012). Assessing the impact of management strategies on water use efficiency using soil-plant-atmosphere models. *Vadose Zone Journal*, 11(3), vzt2011.0173. <https://doi.org/doi:10.2136/vzt2011.0173>
- BPS-Kabupaten Gunungkidul. (2021). *Kabupaten Gunungkidul dalam angka tahun 2021*. Tersedia dari <https://gunungkidulkab.bps.go.id/publication/2021/02/26/acc2288db947eb9841c96c11/kabupaten-gunungkidul-dalam-angka-2021.html>
- Butler Jr., J. J., Whittemore, D. O., Wilson, B. B., & Bohling, G. C. (2018). Sustainability of aquifers supporting irrigated agriculture: A case study of the high plains aquifer in Kansas. *Water International*, 43(6), 815–828. <https://doi.org/10.1080/02508060.2018.1515566>
- Creswell, J. W. (2010). *Research design: Pendekatan kualitatif, kuantitatif dan mixed*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar. Tersedia dari https://scholar.google.co.id/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=Research+Design%3A+Pendekatan+kualitatif%2C+kuantitatif+dan+mixed&btnG=
- Damanhuri, Muspita, R. M., & Setyohadi, D. P. S. (2017). Pengembangan diversifikasi usaha tani sebagai penguatan ekonomi di Kabupaten Bojonegoro, Tulungagung dan Bojonegoro. *Jurnal Cakrawala*, 11(1), 33–47. Tersedia dari <http://cakrawalajournal.org/index.php/cakrawala/article/view/4>
- Edi, S. (2009). Kajian paket teknologi budidaya jagung pada lahan kering di Provinsi Jambi. *Prosiding Seminar Nasional Serealia tahun 2009*, pp. 132–137. Tersedia dari <http://balitsereal.litbang.pertanian.go.id/wp-content/uploads/2016/12/35.pdf>
- El-Gafy, I., Grigg, N., & Reagan, W. (2017). Water-food-energy nexus index to maximize the economic water and energy productivity in an optimal cropping pattern. *Water International*, 42(4), 495–503. <https://doi.org/10.1080/02508060.2017.1309630>
- Eviati & Sulaeman. (2009). *Petunjuk teknis analisis tanah, tanaman, air dan pupuk*. Bogor: Balai Penelitian Tanah. Tersedia dari https://scholar.google.co.id/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=Petunjuk+teknis+analisis+tanah%2C+tanaman%2C+air+dan+pupuk+eviat+i&btnG=
- Hendayana, R. (2016). *Analisis data pengkajian*, p. 180. Jakarta: The Indonesian Agency for

- Agricultural Research and Development (IAARD) Press, Badan Litbang Pertanian. Tersedia dari https://scholar.google.co.id/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=Analisis+data+pengkajian+Hendayana&btnG=
- Hornbeck, R., & Keskin, P. (2015). Does agriculture generate local economic spillovers? Short-run and long-run evidence from the *Ogallala Aquifer*. *American Economic Journal: Economic Policy*, 7(2), 192–213. Tersedia dari <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/pol.20130077>
- Hussain, S., Huang, J., Huang, J., Ahmad, S., Nanda, S., Anwar, S., Shakoor, A., Zhu, C., Zhu, L., Cao, X., Jin, Q., & Zhang, J. (2020). Rice production under climate change: Adaptations and mitigating strategies. *Dalam Fahad et al. (Ed.). Environment, Climate, Plant and Vegetation Growth*. Switzerland AG: Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-030-49732-3_26
- Jayaputra, Nurrachman & Santoso, B. B. (2021). Peningkatan pendapatan petani melalui diversifikasi dan intensifikasi tanaman hortikultura di lahan kering Desa Gumantar Kabupaten Lombok Utara. *Jurnal Gema Ngabdi*, 3(1), 29–39. <https://doi.org/10.29303/jgn.v3i1.134>
- Liu, J., Wu, P., Wang, Y., Zhao, X., Sun, S., & Cao, X. (2014). Impacts of changing cropping pattern on virtual water flows related to crops transfer: a case study for the Hetao irrigation district, China. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(14), 2992–3000. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6645>
- Liu, J., & Chen, H. (2020). Conjunctive use of groundwater and surface water for paddy rice irrigation in Sanjiang plain, North-East China. *Irrigation and Drainage*, 69(S2), 142–152. <https://doi.org/10.1002/ird.2459>
- Mujiyo, Rahayu & Sutopo, N. R. (2020). Implementasi evaluasi lahan untuk pengembangan komoditas tanaman berdasarkan kesesuaian agroklimat. *AgriHealth: Journal of Agri-Food, Nutrition and Public Health*, 1(2), 62–70. <http://dx.doi.org/10.20961/agrihealth.v1i2.44239>
- Mujiyo, Widijanto, H., Herawati, A., Rochman, F., & Rafirman, R. (2017). Potensi lahan untuk budidaya pisang di Kecamatan Jenawi Karanganyar. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*, 32(2), 148–154. <https://doi.org/10.20961/carakatani.v32i2.17020>
- Mulyani, A., Nursyamsi, D., & Las, I. (2014). Percepatan pengembangan pertanian lahan kering iklim kering di Nusa Tenggara. *Pengembangan Inovasi Pertanian*, 7(4), 187–198. Tersedia dari https://scholar.google.co.id/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=Percepatan+pengembangan+pertanian+lahan+kering+iklim+kering+di+Nusa+Tenggara&btnG=
- Ritung, S., Suryani, E., Subardja, D., Sukarman, Nugroho, K., Suparto, Hikmatullah, Mulyani, A., Tafakresnanto, C., Sulaeman, Y., Subandiono, R. E., Wahyunto, Ponidi, Prasajo, N., Suryana, U., Hidayat, H., Priyono, A., & Supriatna, W. (2015). *Sumberdaya lahan pertanian Indonesia: Luas, penyebaran dan potensi ketersediaan*. Jakarta: The Indonesian Agency for Agricultural Research and Development (IAARD) Press, Badan Litbang Pertanian. Tersedia dari 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
- Rozi, F., Sutrisno, I., & Rahmianna, A. A. (2016). Peluang pengembangan kacang tanah di lahan kering Nusa Tenggara Timur. *Buletin Palawija*, 14(2), 71–77. Tersedia dari <http://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/4190>
- Rusastra, I. W., Saliem, H. P., Supriati, S., & Saptana, S. (2004). Prospek pengembangan pola tanam dan diversifikasi tanaman pangan di Indonesia. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 22(1), 37–53. Tersedia dari <http://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/7607>
- Soekartawi. (1995). *Analisis usaha tani*. Jakarta: Universitas Indonesia Press. Tersedia dari <https://lontar.ui.ac.id/detail?id=27483>
- Suparman, & Abdurahman. (2003). Teknik pengujian galur kacang tanah toleran naungan

- di bawah tegakan pohon kelapa. *Buletin Teknik Pertanian*, 8(2), 76–79.
- Suradal, Bekti, U. B., & Anshori, A. (2017). Teknologi budidaya kedelai dengan pendekatan pengelolaan tanaman terpadu (PTT) di Kabupaten Kulon Progo D.I. Yogyakarta. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*, 32(1), 18–23. <http://dx.doi.org/10.20961/carakatani.v32i1.15902>
- Surmaini, E., Runtuwuwu, E., & Las, I. (2011). Upaya sektor pertanian dalam menghadapi perubahan iklim. *Jurnal Litbang Pertanian*, 30(1), 1–7. Tersedia dari <http://203.190.37.42/publikasi/p3301111.pdf>
- Suswatningsih, T. E., & Anshori, A. (2020). Tumpangsari jagung pakan–kacang tanah untuk meningkatkan pendapatan petani di musim kemarau. *Prosiding Seminar Nasional Pertanian Peternakan Terpadu Ke-3*. Tersedia dari <http://e-proceedings.umpwr.ac.id/index.php/pertanian/article/view/1314>
- Sutrisna, N., Nadimin, Ishaq, I., & Putra, S. (2012). *Panduan metode ubinan padi jajar legowo*. Bandung: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Tersedia dari <http://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/15681>
- Sutrisno N. (2016). Pengembangan pengelolaan panen hujan mendukung kemandirian pangan. *Dalam: Pasandaran et al., (Eds.). Sumberdaya lahan dan air: Prospek pengembangan dan pengelolaan*. Jakarta: The Indonesian Agency for Agricultural Research and Development (IAARD) Press. Tersedia dari https://scholar.google.co.id/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=Pengembangan+pengelolaan+panen+hujan+mendukung+kemandirian+pangan&btnG=
- Syafruddin. (2015). Keragaan budidaya jagung pada lahan kering di tingkat petani dan perbaikannya di Kabupaten Gowa Sulawesi Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Serealia*, pp. 231–237. Tersedia dari <http://balitsereal.litbang.pertanian.go.id/wp-content/uploads/2018/01/bt26.pdf>
- Viandari, N. A., & Anshori, A. (2021). Rice cultivation on dry land during dry season supported by deep well irrigation and soil amelioration. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 672, 012019. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/672/1/012019>
- Widiastuti, E., & Erawati, B. T. R. (2020). Produksi biomass dan hasil tanaman jagung dengan penerapan modifikasi pertanaman untuk produksi pangan dan pakan di NTB. *Jurnal Pengkajian Dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, 22(1), 39–51. <http://dx.doi.org/10.21082/jpntp.v22n1.2019.p39-51>
- Wisnubroto, S. (1999). *Meteorologi pertanian Indonesia*. Yogyakarta: Mitra Gama Widya. Tersedia dari https://scholar.google.co.id/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=Meteorologi+Pertanian+Indonesia+Wisnubroto&btnG=