

Effect of Planting Distance and Plant Population on Growth and Yields Sunflower (*Helianthus annus L.*)

Dwi Haryanta^{1*}, Achmadi Susilo²

^{1,2,3}Agrotechnology Study Program, Faculty of Agriculture,
Universitas Wijaya Kusuma Surabaya, Indonesia

Email: dwi_haryanta@uwks.ac.id

ABSTRACT

Planting sunflowers more densely was intended to maximize the use of nutrients, water and light so that you will get maximum results, but populations that were too dense or too low will not provide maximum results. The research aims to obtain the optimal planting distance and number of plants per hole to obtain high quantity and quality results. The research used a Randomized Completely Block Design (RCBD) factorial experiment consisting of two factors with the first factor being the planting distance in rows with four levels, namely J1 = 25 cm, J2 = 30 cm, J3 = 35 cm, and J4 = 40 cm, while the factor second is the plant population per planting hole (P) which consists of 2 levels, namely P1 = one plant per planting hole and P2 = two plants per planting hole. There were 8 experimental treatments which were repeated 3 times, arranged in a randomized completely block design. The research results concluded that there was no interaction between the plant spacing treatment factor and the number of plants per planting hole treatment factor for all research variables except plant height. The highest plant height value was at a shorter planting distance, namely 25-30 cm with one plant per planting hole. The variables number of leaves, flower diameter and flower weight had the highest values in one plant per planting hole. For farmers who want to grow sunflowers, it was recommended to plant one plant per planting hole, the planting distance can be narrowed to get the ideal plant population.

Keywords: Density, Growth, Plant Spacing, Sunflower, Yield.

1. Pendahuluan

Bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) merupakan salah satu sumber minyak nabati terbaik karena kualitas minyaknya yang tinggi. Tanaman berpotensi untuk dikembangkan karena dari segi ekonomi mempunyai berbagai manfaat sebagai bahan pangan, bahan baku industri, dan bahan baku obat-obatan produk kecantikan (Obel, 2023). Biji bunga matahari mengandung unsur mineral dan fitokimia seperti serat pangan, mangan, vitamin, tokoferol, pitosterol, glikosida triterpen, α -tokoferol, glutathione reduktase, flavonoid, asam fenolik, karotenoid, peptida, klorogenik asam, asam caffeic, alkaloid, tanin, dan saponin (Adeleke & Babalola, 2020).

Bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) merupakan tanaman yang mempunyai nilai ekonomis dan dikagumi bunga dan bijinya yang berwarna kuning cerah, kaya akan minyak berkualitas tinggi. Minyak yang berasal dari biji bunga matahari bernilai gizi tinggi karena kandungan asam lemak tak jenuh yang tinggi, seperti asam linolenat dan linoleat, yang membantu mengurangi kadar kolesterol dan mencegah penggumpalan lemak arteri, mengandung vitamin A, D, E, dan K (Puttha et al., 2023). Ekstrak dari bunga matahari diketahui sebagai sumber potensial antimikroba, antiinflamasi, antitumor, dan agen antioksidan yang melindungi sel manusia dari molekul oksigen reaktif yang berbahaya dan mikroorganisme patogen (Adeleke & Babalola, 2020). Uji aktivitas antioksidan ekstrak

etanol bunga, kulit kayu, dan daun bunga matahari. dengan metode DPPH menunjukkan aktivitas antioksidan tertinggi terdapat pada ekstrak daun (*Helianthus annuus L.*) dengan nilai IC50 sebesar 48,841 ppm. Kandungan fenolik tertinggi terdapat pada sampel daun dengan nilai 35,149 mg setara asam galat/gram ekstrak dan kadar flavonoid tertinggi terdapat pada sampel daun dengan nilai 10,917 mg setara quercetin/gram ekstrak (Salwa, 2021).

Keberhasilan budidaya bunga matahari membutuhkan varietas genotipe unggul (Kanwal et al., 2019; Martinsyah et al., 2023). Pengelolaan kesuburan tanah, penggunaan kultivar yang sesuai dengan kondisi lingkungan, penataan tanaman, pengelolaan benih dengan fitosanitasi yang berkualitas dan memadai, serta beberapa faktor lainnya. Hal ini juga memerlukan tindakan strategis, perencanaan dan, penelitian jangka panjang serta implementasi teknologi (Castro & Leite, 2018). Produksi bunga matahari dapat ditingkatkan dengan mengoptimalkan praktik agronomi yang mempengaruhi produksi. Jarak tanam dan waktu tanam merupakan dua hal yang penting faktor yang mempengaruhi produksi bunga matahari (Baghdadi et al., 2014). Perubahan iklim diperkirakan akan menurunkan hasil panen bunga matahari dalam kisaran 2,9–39,6%, dan pada kondisi tadah hujan akan meningkat sebesar 7,4–38,5%. Perubahan iklim akan menyebabkan pemendekan siklus pertumbuhan tanaman. Peningkatan suhu akibat perubahan iklim akan menyebabkan peningkatan kebutuhan air bunga matahari dimasa depan. Strategi dalam hal ini adalah penggunaan air yang cukup untuk menyesuaikan dengan perubahan iklim sehingga bunga matahari tetap berproduksi (Gurkan et al., 2020). Iklim dan kondisi tanah mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap hasil bunga matahari. Faktor edafoklimatik menyumbang 34 hingga 58% variasi parameter hasil. Tekstur tanah dan karbon organik tanah (SOC) suatu faktor edafik yang dominan, menentukan variabilitas hasil bunga matahari (Zimarioieva et al., 2021). Komponen hasil menurun seiring dengan pengurangan air irigasi. Pemberian air pada ETc 65% dapat di rekomendasikan untuk bunga matahari didaerah semi kering dan digunakan sebagai acuan pengembangan strategi irigasi yang lebih baik dalam keterbatasan ketersediaan air dilingkungan (Phiri & Zimba, 2018).

Aplikasi pupuk organik meningkatkan hasil minyak sebesar 23% dibandingkan dengan kontrol, dan hasil benih yang relatif tinggi (850,45–1,525,78 kg/ha) (Oshundiya et al., 2014). Budidaya bunga matahari yang telah dilakukan selama ini tidak diberi urea melalui daun dan hanya diberi pupuk urea yang di aplikasikan pada tanah dengan dosis 130 kg•ha⁻¹ dengan hasil 1907.96 kg•ha⁻¹ hasil benih dan hasil minyak 841,91 kg•ha⁻¹. Hasil percobaan menyarankan kepada para petani bahwa selain 130 kg•ha⁻¹ melalui tanah, dapat diberi urea (1%) melalui daun setelah 35 hari setelah tanam dapat dilakukan untuk memaksimalkan hasil benih dan minyak pada bunga matahari (Oad et al., 2018).

Dosis pupuk nitrogen dan boron berpengaruh nyata pada pertumbuhan dan komponen hasil seperti tinggi tanaman, diameter batang, diameter mahkota, biji dan hasil biologis pada bunga matahari. Kandungan minyak dan protein bunga matahari dipengaruhi secara signifikan oleh variasi kadar nitrogen dan boron, dan maksimum kandungan minyak terdapat pada pemberian boron masing-masing 2 kg ha⁻¹ dengan 0 kg ha⁻¹ nitrogen sedangkan maksimum kandungan protein pada pemberian 2 kg ha⁻¹ boron dan kombinasi dengan 150 kg ha⁻¹ nitrogen (Mehmood et al., 2018).

Tanaman bunga matahari yang ditanam tumpang sari dengan kedelai dengan jarak antar tanaman bunga matahari 20 cm mempunyai hasil biji dan minyak per ha paling tinggi dibandingkan dengan jarak tanam yang lain. Kualitas bunga matahari meningkat dengan tambahan pupuk N dari 71,4 menjadi 142,8 kg N/ha (Abdel-Wahab & El Manzlawy, 2016). Model tumpang sari dua tanaman untuk meningkatkan efisiensi penggunaan lahan dan produktivitas dua tanaman penghasil minyak bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) dan kedelai (*Glycine max [L.] Merr.*). Pengairan pada AW (*available water*) 50% dan 75% setara pada masing-masing indeks luas daun, tinggi tanaman, diameter batang, hasil biji, diameter kepala, dan jumlah biji/kepala serta menghemat sekitar 21,97% (358,88 m³/unit) dari seluruh kebutuhan air untuk irigasi. Kerapatan tanaman berdasarkan jarak tanam, dimana peningkatan kerapatan tanaman dari 20.000 menjadi 30.000 tanaman/4200 m² melalui penyempitan jarak tanam dari 30 cm menjadi 20 cm masing-masing meningkatkan tinggi tanaman, indeks luas daun, dan hasil benih serta meningkatkan efisiensi penggunaan air (Mohamed & Elkhawaga, 2022). Hasil biji bunga matahari sebanyak 2.318,02 kg/ha yang berisi 66.666 tanaman/ha, hasil ini lebih tinggi bila dibandingkan dengan hasil biji sebesar 2.280,87 kg/ha pada plot yang memiliki kepadatan tanam 53.333 tanaman/ha (Yasin et al., 2011).

Penanaman bunga matahari yang lebih rapat ini dimaksudkan agar penggunaan hara, air, dan cahaya dapat lebih maksimal sehingga akan memperoleh hasil yang maksimal pula, tetapi populasi yang terlalu padat ataupun terlalu rendah tidak akan memberikan hasil yang maksimal. Penelitian bertujuan untuk mendapatkan jarak tanam dan jumlah tanaman per lubang yang optimal untuk mendapatkan hasil secara kuantitas dan kualitas yang tinggi.

2. Metode Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) Percobaan faktorial yang terdiri dari dua faktor dengan faktor pertama adalah jarak tanam dalam baris dengan empat tingkat yaitu $J_1 = 25$ cm, $J_2 = 30$ cm, $J_3 = 35$ cm, dan $J_4 = 40$ cm, sedangkan faktor kedua adalah Populasi tanaman per lubang tanam (P) yang terdiri atas 2

level yaitu P1 = satu tanaman per lubang tanam dan P2 = dua tanaman per lubang tanam. Perlakuan percobaan ada 8 yang diulang 3 kali, disusun dengan rancangan acak kelompok.

Pengolahan tanah dilakukan dua minggu sebelum tanam dengan cara dicangkul sedalam 20-30 cm, kemudian dibersihkan dari sisa-sisa rumput dan kotoran lain. Setelah tanah diratakan, dibuat petakan sebanyak 24 buah dengan ukuran sesuai dengan perlakuan. Yaitu Panjang petakan (perlakuan jarak tanam dalam baris) pada perlakuan J₁ (25 cm) = 100 cm, J₂ (30 cm) = 100 cm, J₃ (35 cm) = 120 cm dan J₄ (40 cm) = 150 cm, Sedangkan jarak antar petak 60 cm dan jarak petak ulangan 75 cm.

Sebelum dilakukan penanaman di lapang, biji disemai terlebih dahulu pada polibag. Untuk mempercepat perkecambahannya biji direndam selama 24 jam, kemudian dipilih biji yang tenggelam untuk disemai pada polibag. Setelah bibit berumur dua minggu dipindah pada petakan-petakan percobaan dengan kedalaman lubang tanam 4-5 cm. Ukuran jarak tanam dan populasi tiap lubang tanam disesuaikan dengan perlakuan.

Pengamatan untuk parameter pertumbuhan dilakukan setelah tanaman berumur 28 hari setelah tanam dengan interval 1 minggu sekali meliputi:

- Tinggi tanaman: diukur dari permukaan tanah sampai bagian tanaman yang tertinggi;
- Jumlah daun: dihitung daun yang telah membuka sempurna, Pengamatan parameter produksi dilakukan diakhir percobaan meliputi:
- Berat basah bunga terminal (g): Bunga terminal adalah bunga yang tumbuhnya pada pangkal batang utama. Pemanenan dilakukan pada bunga yang siap panen dengan cara memotong pangkal tangkainya kemudian ditimbang.
- Diameter bunga terminal (cm): Dilakukan dengan cara mengukur lingkaran tengah bunga terminal (tempat biji)
- Saat berbunga (hari): diamati dengan cara menghitung berapa lama waktu yang dibutuhkan tanaman untuk dapat berbunga mekar penuh. Kriteria mekar penuh adalah warna hijau pada lingkaran tengah bunga berubah menjadi coklat dan putik bunga telah rontok.
- Berat basah biji per tanaman (g): Bunga yang telah dipanen langsung dipipil untuk mengeluarkan bijinya kemudian dari keseluruhan biji tersebut ditimbang.
- Berat kering biji per tanaman (g): Biji yang telah diketahui berat basah dikeringkan selama 3 hari kemudian ditimbang untuk mengetahui berat keringnya.
- Jumlah biji isi: Biji isi adalah biji yang mempunyai keping lembaga pada umumnya berwarna-warna hitam pekat, bernas, dan bijinya keras. Tetapi ada pula yang tidak bernas tetapi biji tersebut mempunyai keping lembaga.
- Prosentase biji isi (%):

- Jumlah biji isi
- % Biji isi = $\frac{\text{Jumlah biji isi}}{\text{Jumlah biji}} \times 100 \%$
 - Jumlah total biji adalah jumlah biji isi dan jumlah biji hampa. Biji hampa adalah biji yang didalamnya tidak terdapat keping lembaga, berwarna putih atau putih kecokelatan, dan permukaan biji datar (tipis).
 - Berat basah biji per satuan luas (ha):
 - Berat biji/ha = Jumlah populasi tanaman/ha x BB biji per tanaman
 - Berat kering biji per satuan luas (ha)
 - Berat biji/ha = Jumlah populasi tanaman/ha x BB biji per tanaman

Data yang diperoleh akan analisa dengan menggunakan sidik ragam. Bila sidik ragam menunjukkan perbedaan yang nyata maka dilakukan uji beda antar nilai tengah dengan beda nyata terkecil (BNT) 5 %.

3. Hasil

Tinggi Tanaman

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pada umur 28 dan 42 hari setelah tanam tidak menunjukkan interaksi antara perlakuan jarak tanam dalam baris dan populasi tanaman per lubang tanam terhadap parameter tinggi tanaman. Interaksi kedua faktor perlakuan mulai tampak setelah tanaman berumur 56 hari setelah tanam. Rata-rata tinggi tanaman pengaruh interaksi antara jarak tanam dan populasi tanaman per lubang tanam pada berbagai umur pengamatan disajikan pada tabel 1. Dari tabel 1 tampak bahwa antara jarak tanam dan populasi tanaman per lubang tanam menunjukkan interaksi, dan kombinasi terbaik dicapai oleh perlakuan jarak tanam dalam baris 25 cm dengan satu tanaman per lubang tanam.

Tabel 1. Rata-rata Tinggi Tanaman Bunga Matahari Dengan Perlakuan Jarak Tanaman dan Populasi Tanaman Per Lubang Tanam

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm) Pada Berbagai Umur (hst)				
	28	42	55	70	83
J1P1	10,53	29,06	57,60 a	84,64 a	110,27 a
J2P1	10,78	26,97	54,04 abc	82,25 ab	105,93 a
J3P1	9,99	23,97	48,19 bc	74,39 abc	95,77abc
J4P1	9,72	24,89	46,97 bc	73,97 abc	95,40abc
J1P2	10,00	22,76	46,32 bc	71,56 bc	86,97 bc
J2P2	10,17	24,04	46,29 c	65,72 c	79,83 c
J3P2	11,34	26,27	53,10 abc	75,94 abc	93,77abc
J4P2	11,39	28,29	54,54 ab	80,76 ab	101,83 ab
BNT 5 %	tn	tn	8,8	12,83	18,13

Keterangan : Angka-angka yang berdampingan dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5 %, tn = tidak berbeda nyata

Jumlah Daun

Hasil sidik ragam data menunjukkan tidak terjadi interaksi yang nyata antara perlakuan jarak tanam dan populasi tanaman per lubang tanam terhadap jumlah daun pada semua umur pengamatan. Faktor jarak tanam dan populasi tanaman per lubang secara tunggal tidak menunjukkan adanya perbedaan nyata terhadap jumlah daun pada berbagai umur pengamatan. Pengaruh populasi tanaman terhadap jumlah daun mulai tampak pada umur 49 hari setelah tanam dan semakin nyata pengaruhnya pada umur 56-90 hari setelah tanam. Rata-rata jumlah daun pada perlakuan faktor jarak tanam dan jumlah populasi tanaman per lubang tanam dapat dilihat pada tabel 2. Pada tabel 2 terlihat jumlah daun terbanyak dicapai pada perlakuan jarak tanam 40 cm dan perlakuan satu tanaman per lubang taman.

Tabel 2. Rata-Rata Jumlah Daun Tanaman Bunga Matahari Pada Perlakuan Jarak Tanam dan Populasi Tanaman Per Lubang Tanam Pada Berbagai Umur Pengamatan (HST)

Perlakuan	Jumlah Daun (helai) Pada Umur (HST)					
	28	42	56	70	83	90
Jarak Tanam Dalam Baris						
25 cm	5,02	9,85	16,59	22,67	23,33	24,17
30 cm	4,79	9,43	16,07	21,60	23,36	22,87
35 cm	4,36	9,15	15,78	22,70	24,37	25,13
40 cm	4,95	9,90	16,37	22,50	25,60	24,77
BNT 5%	tn	tn	tn	tn	tn	tn
Populasi Tanaman Per Lubang Tanam						
1 tanaman	4,76	10,06	17,33 a	24,63 a	27,31 a	27,79 a
2 tanaman	4,80	9,12	15,05 b	20,11 b	21,17 b	20,01 b
BNT 5 %	tn	tn	1,98	2,42	1,99	2,89

Keterangan : tn = Tidak berbeda nyata antar perlakuan dengan faktor yang sama

Variabel Hasil

Data diameter Bunga Terminal, hasil sidik ragam menunjukkan tidak ada interaksi yang nyata antara perlakuan jarak tanam dengan perlakuan jumlah tanaman per lubang tanam.. Perlakuan tunggal jarak tanam tidak berpengaruh terhadap diameter bunga. Dari tabel 3 terlihat bahwa perlakuan populasi tanaman per lubang tanam memberikan pengaruh yang sangat nyata. Diameter bunga pada perlakuan 1 tanaman per lubang tanam memberikan ukuran diameter yang lebih lebar dibandingkan perlakuan 2 tanaman per lubang.

Data Berat Basah Bunga Terminal, hasil sidik ragam menunjukkan tidak ada interaksi yang nyata antara perlakuan jarak tanam dengan perlakuan jumlah tanaman per lubang tanam. Perlakuan tunggal jarak tanam tidak berpengaruh terhadap diameter bunga dari sidik ragam diperoleh bahwa tidak terdapat interaksi antara kedua faktor yang dicobakan dalam menentukan berat basah bunga, tetapi perlakuan populasi tanaman per lubang sangat berpengaruh pada berat bunga. Adapun rata-rata berat basah bunga terminal disajikan pada tabel 3.

Data Persentase Biji Isi, hasil sidik ragam menunjukkan tidak ada interaksi yang nyata antara perlakuan jarak tanam dengan perlakuan jumlah tanaman per lubang tanam.

Perlakuan tunggal jarak tanam maupun jumlah tanaman per lubang tanam tidak berpengaruh terhadap persentase biji isi. Adapun rata-rata prosentase biji isi pada perlakuan jarak tanam dan populasi tanaman dapat dilihat pada tabel 3.

Data Berat Kering Biji Per Tanaman, hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan jarak tanam dengan populasi tanaman per lubang tanam dengan populasi tanaman per lubang tanam tidak berpengaruh nyata terhadap berat kering biji baik secara tunggal maupun interaksinya. Hasil pengamatan rata-rata berat kering biji per tanaman dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Rata-Rata Diameter Bunga Terminal (cm) Berat Basah Bunga Terminal (gr) Persentase Biji Isi dan Berat Kering Biji Per Tanaman Bunga Matahari Dengan Perlakuan Jarak Tanam dan Populasi Tanaman Per Lubang Tanam.

Perlakuan	Diameter bunga (cm)	Berat bersih Bunga (gr)	Persentase biji isi (%)	Berat kering biji per tanaman (gr)
Jarak tanaman Atau baris				
25 cm	10,08	189,69	41,23	13,13
30 cm	9,53	152,21	46,53	11,35
35 cm	10,54	167,33	44,93	11,74
40 cm	10,23	157,89	41,60	15,92
BNT 5%	tn	tn	tn	tn
Populasi tanaman Per lubang tanaman				
1. Tanaman	11,71 a	202,00 a	47,00	11,73
2. Tanaman	8,48 b	131,55 b	39,90	11,33
BNT 5%	1,62	62,85	tn	tn

Keterangan : angka dalam kolom yang sama dan diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasar uji BNT 5%. tn = tidak nyata.

4. Pembahasan

Pada hasil analisis data penelitian dapat dikemukakan bahwa pada perlakuan jumlah tanaman per lubang menunjukkan salah satu dari dua tanaman tersebut pada umumnya salah satu lebih dominan dibandingkan tanaman lainnya sehingga tanaman yang tidak dominan menampakkan batang yang kurus, jumlah daun lebih sedikit, dan tanaman mati sebelum memasuki masa generatif. Hal demikian menyebabkan perlakuan awal yang diberikan menjadi bias dan variasi data sangat tinggi.

Penambahan jumlah tanaman per satuan luas, pada akhirnya membutuhkan lebih banyak nitrogen untuk kebutuhan fisiologis dan nutrisi. Peningkatan kepadatan tanaman menurunkan tinggi tanaman, diameter bunga dan berat 1000 biji. Penambahan aplikasi nitrogen menyebabkan perkembangan luas daun, memperpanjang umur daun, dan meningkatkan asimilasi tanaman secara keseluruhan, akibatnya berkontribusi terhadap peningkatan produksi benih (Ali et al., 2013). Produktivitas dan kandungan minyak tertinggi pada biji bunga matahari hibrida erectus diperoleh pada kepadatan tanaman 80.000 tanaman/ha. Peningkatan kepadatan tanaman menjadi 100.000 dan 120.000 tanaman/ha menyebabkan penurunan hasil dan produktivitas. Pada kondisi sumber daya lingkungan yang terbatas tidak memungkinkan tercapainya produktivitas tinggi dan kualitas produk. (Bushnev et al., 2021). Kerapatan tanaman mempunyai pengaruh paling besar terhadap

lingkar batang, diameter bunga, dan panjang batang, dan pengaruh kecil terhadap waktu pembungaan. Berdasarkan penskalaan yang berfokus pada lingkungan, semua lingkungan dengan kepadatan tinggi mungkin cocok untuk produksi genotipe bunga matahari batang tunggal (Mladenović et al., 2020). Tinggi tanaman, indeks luas daun bunga matahari meningkat, materi abu dipindahkan ke batang sebagai respons terhadap peningkatan kepadatan tanaman 47.619 tanaman/ha. Meskipun berat biji dan berat 1000 biji mengalami penurunan (Li et al., 2019).

Jarak tanam dan tanggal tanam berpengaruh nyata terhadap hasil bunga matahari. Waktu tanam yang lebih awal terbukti memberikan hasil benih yang lebih baik dibandingkan dengan penanaman terlambat. Meningkatkan jarak baris menghasilkan peningkatan hasil. Paling atas hasil benih (2489 kg/ha) dan indeks panen (18,93%) diperoleh dengan tanam awal dengan jarak tanam 75 cm x 20 cm (Baghdadi et al., 2014). Jarak tanam 30 cm memberikan hasil yang paling baik dibandingkan kedua perlakuan jarak tanam 20 dan 25 cm dilihat dari nilai ekonominya (Alaamer et al., 2022).

5. Kesimpulan

Dari hasil analisis data penelitian dapat disimpulkan tidak ada interaksi antara faktor perlakuan jarak tanam dengan faktor perlakuan jumlah tanaman per lubang tanam untuk semua variabel penelitian kecuali tinggi tanaman. Nilai tinggi tanaman tertinggi pada jarak tanam yang lebih pendek yaitu 25-30 cm dengan satu tanaman per lubang tanam. Variabel jumlah daun, diameter bunga dan berat bunga nilai tertinggi pada tanaman satu tanaman per lubang tanam. Bagi petani yang akan mengembangkan bunga matahari disarankan untuk menanam satu tanaman per lubang tanam, jarak tanam dapat dipersempit untuk mendapatkan populasi tanaman yang ideal.

6. Daftar Pustaka

- Abdel-Wahab, S. I., & El Manzlawy, A. M. (2016). Yield and quality of intercropped sunflower with soybean under different sunflower plant spacings and slow release nitrogen fertilizer rates in sandy soil. *International Journal of Applied Agricultural Sciences*, 2(3), 32–43.
- Adeleke, B. S., & Babalola, O. O. (2020). Oilseed crop sunflower (*Helianthus annuus*) as a source of food: Nutritional and health benefits. *Food Science & Nutrition*, 8(9), 4666–4684.
- Alaamer, S. A., Alsharifi, S. K. A., & Shtewy, N. (2022). A review: Effect of planting distances on some sunflower cultivar's quality. *GSC Advanced Research and Reviews*, 12(3), 153–160.
- Ali, A., Ahmad, A., Khaliq, T., Ali, A., & Ahmad, M. (2013). Nitrogen nutrition and planting density effects on sunflower growth and yield: A review. *Pakistan Journal of Nutrition*, 12(12), 1024.
- Baghdadi, A., Halim, R. A., Nasiri, A., Ahmad, I., & Aslani, F. (2014). Influence of plant spacing and sowing time on yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 12(2), 688–691.

- Bushnev, A. S., Demurin, Y. N., & Orekhov, G. I. (2021). Productivity of sunflower hybrids with erectoid leaves at various plant densities. *OCL*, 28, 39.
- Castro, C. de, & LEITE, R. de C. (2018). *Main aspects of sunflower production in Brazil*.
- Gurkan, H., Shelia, V., Bayraktar, N., Yildirim, Y. E., Yesilekin, N., Gunduz, A., Boote, K., Porter, C., & Hoogenboom, G. (2020). Estimating the potential impact of climate change on sunflower yield in the Konya province of Turkey. *The Journal of Agricultural Science*, 158(10), 806–818.
- Kanwal, N., Ali, F., Ali, Q., & Sadaqat, H. A. (2019). Phenotypic tendency of achene yield and oil contents in sunflower hybrids. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science*, 69(8), 690–705.
- Li, J., Qu, Z., Chen, J., Yang, B., & Huang, Y. (2019). Effect of planting density on the growth and yield of sunflower under mulched drip irrigation. *Water*, 11(4), 752.
- Martinsyah, R. H., Satria, B., & Hasibuan, S. P. (2023). The growth and yield of five genotypes of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in the lowland of West Sumatra, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1160(1), 12019.
- Mehmood, A., Saleem, M. F., Tahir, M., Sarwar, M. A., Abbas, T., Zohaib, A., & Abbas, H. T. (2018). Sunflower (*Helianthus annuus* L.) growth, yield and oil quality response to combined application of nitrogen and boron. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 31(1).
- Mladenović, E., Cvejić, S., Jocić, S., Ćuk, N., Čukanović, J., Jocković, M., & Marjanović-Jeromela, A. (2020). Effect of plant density on stem and flower quality of single-stem ornamental sunflower genotypes. *Horticultural Science*, 47(1), 45–52.
- Mohamed, F. S., & Elkhawaga, A. A. (2022). Impact of planting distances and irrigation regimes on sunflower (*Helianthus annuus* L.) productivity and water use efficiency. *Sinai Journal of Applied Sciences*, 11(4), 611–624.
- Oad, R. K., Ansari, M. A., Kumar, J., & Menghwar, D. R. (2018). Effect of foliar applied urea on growth and yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Open Access Library Journal*, 5(7), 1–13.
- Obel, O. (2023). The Potential Yield of Sunflowers on Coastal Land with Several Dosages of Mycorrhizae and Chicken Manure Fertilizer. *JURNAL AGRONOMI TANAMAN TROPIKA (JUATIKA)*, 5(2), 443–452.
- Oshundiya, F. O., Olowe, V. I. O., Sowemimo, F. A., & Odedina, J. N. (2014). Seed yield and quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.) as influenced by staggered sowing and organic fertilizer application in the humid tropics. *Helia*, 37(61), 237–255.
- Phiri, E., & Zimba, S. (2018). Root-zone soil water balance and sunflower yield under deficit irrigated in Zambia. *Open Journal of Soil Science*, 8(01), 61.
- Puttha, R., Venkatachalam, K., Hanpakdeesakul, S., Wongsu, J., Parametthanuwat, T., Srean, P., Pakeechai, K., & Charoenphun, N. (2023). Exploring the Potential of Sunflowers: Agronomy, Applications, and Opportunities within Bio-Circular-Green Economy. *Horticulturae*, 9(10), 1079.
- Salwa, M. (2021). Antioxidant activity of sunflower (*Helianthus Annuus* L.) ethanolic extract with DPPH method and determination of Total phenolic and Flavonoid levels. *Journal of Nutraceuticals and Herbal Medicine| Volume*, 4(1), 31–42.
- Yasin, M., Mahmood, A., & Iqbal, Z. (2011). Growth and yield response of autumn planted hybrid sunflower (*Helianthus annuus* L.) to varying planting densities under... *Int. J. Agric. Appl. Sci. Vol*, 3(2).
- Zimarioieva, A., Zhukov, O. V., Fedoniuk, T., Pinkina, T., & Vlasiuk, V. (2021). Edaphoclimatic factors determining sunflower yields spatiotemporal dynamics in northern Ukraine. *Oilseeds and Fats, Crops and Lipids*, 28(26), 1–13.