

Penggunaan Sistem Pemberian Air dan Jenis Mulsa untuk Peningkatan Efisiensi Konversi Energi pada Tanaman Padi Gogo (*Oryza sativa* L.)

Hasbi Shidqi Ilmam^{1*}, Cicik Udayana², dan Agus Suryanto²

¹Program Studi Magister Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya

² Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya

Jl. Veteran, Malang 65145 Jawa Timur, Indonesia

*Alamat korespondensi: asrftp@ub.ac.id

INFO ARTIKEL

ABSTRACT/ABSTRAK

Diterima: 16-06-2025

Direvisi: 25-07-2025

Dipublikasi: 14-08-2025

The use of watering system and mulch type for improvement of radiation use efficiency in upland rice crops (*Oryza sativa* L.)

Keywords:

Albedo, Drip irrigation system, Geowoven mulch, Plastic mulch, Puddle irrigation system

Upland rice is rice grown on dry land that is not waterlogged throughout its life and the source of its water needs comes from soil moisture derived from rainfall. Drip irrigation technology is one of the modern irrigation methods to maintain soil root zone moisture. The use of coloured plastic mulch can increase radiation supply and reduce soil water loss. The objectives of this study were to increase the reflected light (albedo), radiation use efficiency (RUE) in plants and upland rice production. This experiment was conducted from August to December 2024 at the experimental field of the Faculty of Agriculture, Brawijaya University, in Jatimulyo Village, Lowokwaru District, Malang City, East Java with an altitude of \pm 500 meters above sea level (masl) with temperatures ranging from 20-32 °C and air humidity of 74-82%. The experiment used a Randomized Block Design Nested Pattern (Nested Design) with two types of water application systems (puddle irrigation system and a drip irrigation system) and five types of mulches (no mulch, straw mulch, geowoven mulch, black and silver plastic mulch, and black and white plastic mulch). Results showed that the use of mulch types increased albedo and RUE with black and white plastic mulch significantly increased the albedo and RUE. Meanwhile, the use of geowoven mulch increased the yield per hectare of upland rice by 45.80% compared to without mulch for milled dry grain.

Kata Kunci:

Albedo, Irigasi tetes, Mulsa plastik, Mulsa geowoven, Penggenangan

Padi gogo adalah jenis padi yang ditanam di lahan kering yang selama masa pertumbuhannya tidak terendam air, dan kebutuhan airnya diperoleh dari kelembapan tanah yang berasal dari curah hujan. Teknologi irigasi tetes merupakan salah satu metode irigasi modern untuk menjaga kelembapan zona perakaran tanah. Penggunaan mulsa plastik berwarna dapat meningkatkan persediaan radiasi dan mengurangi kehilangan air tanah. Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan cahaya pantul (albedo), efisiensi konversi energi (EKE) pada tanaman serta peningkatan produksi padi gogo. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus hingga Desember 2024 di lahan percobaan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya yang berlokasi di Kelurahan Jatimulyo Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur dengan ketinggian \pm 500 meter di atas permukaan laut (mdpl) dengan suhu berkisar antara 20-32 °C dan kelembapan udara 74-82%. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok Pola Tersarang (*Nested Design*) dengan dua jenis sistem pemberian air yaitu sistem irigasi penggenangan dan sistem irigasi tetes serta lima jenis mulsa yaitu tanpa mulsa, mulsa jerami, mulsa geowoven, mulsa

plastik hitam perak, dan mulsa plastik hitam putih. Hasil menunjukkan bahwa penggunaan jenis mulsa dapat meningkatkan albedo dan EKE dengan mulsa plastik hitam putih dapat meningkatkan albedo dan EKE secara signifikan. Sementara itu, penggunaan jenis mulsa geowoven dapat meningkatkan 45,80% hasil produksi per hektar tanaman padi gogo dibanding tanpa mulsa terhadap gabah kering giling.

PENDAHULUAN

Beras adalah sumber makanan utama bagi masyarakat Indonesia, dan permintaan akan beras semakin meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk. Pertumbuhan populasi yang cepat dan perubahan iklim yang ekstrem mengancam ketahanan pangan global. Produksi padi dalam negeri di Indonesia dihasilkan dari pertanian padi dengan lahan basah beririgasi yang sebagian besar berlokasi di Pulau Jawa. Namun demikian, luas lahan sawah semakin berkurang akibat alih fungsi lahan.

Usaha untuk memenuhi kebutuhan beras melalui penanaman padi gogo di lahan kering harus menjadi perhatian utama terutama dalam meningkatkan produktivitas padi. Rerata produktivitas padi gogo di Indonesia tergolong rendah, hanya 4,4 ton per hektar (BPS, 2023). Potensi produktivitas padi gogo unggul berkisar 8,4 ton per hektar. Selama hampir tiga dekade, produktivitas beras dalam negeri belum mampu memenuhi permintaan beras yang terus meningkat (Merang *et al.*, 2020). Pengembangan padi gogo di lahan kering yang selama ini belum dimanfaatkan secara maksimal dapat menjadi solusi dalam menghadapi tantangan ketahanan pangan. Luas panen padi gogo di Indonesia mencapai sekitar 1,12 juta hektar yang tersebar di berbagai provinsi. Pulau Jawa memiliki luas lahan padi terluas, diikuti oleh Kalimantan dan Sumatera, dengan masing-masing luas 357.333 hektar (32%), 302.971 hektar (27,1%), dan 301.367 hektar (27%) (BPS, 2023). Salah satu kendala yang dapat menyebabkan produksi padi gogo masih rendah adalah perubahan iklim. Perubahan iklim memengaruhi komponen tertentu dari siklus hidrologi, terutama curah hujan dan limpasan. Perubahan iklim dapat mengurangi jumlah air secara keseluruhan atau mengurangi waktu ketersediaan air untuk digunakan yang akan berdampak penting pada pertanian (Melese, 2016). Peningkatan suhu global akan dapat menyebabkan intensifikasi siklus hidrologi, yang mengakibatkan musim kemarau yang lebih kering dan musim hujan yang lebih basah. Perubahan iklim juga dapat menyebabkan

peningkatan suhu dan pola curah hujan yang berdampak pada kekurangan air yang dibutuhkan oleh tanaman padi. Kekurangan air terjadi ketika kehilangan air lebih besar daripada yang diserap tanaman. Kekurangan air dapat menurunkan pertumbuhan dan produksi tanaman padi karena mengurangi fotosintesis, respirasi, meningkatkan penutupan stomata, sintesis ABA (asam absisat), perbesaran dan pembelahan sel, serta metabolisme karbon dan nitrogen (Sukiman dkk., 2010).

Kekurangan air selama fase vegetatif dan generatif menjadi faktor penghambat dalam pertumbuhan dan hasil produksi padi gogo. Kekurangan air menyebabkan terjadinya penurunan kemampuan benih untuk berkecambah, jumlah anakan, laju pelebaran daun, dan panjang batang. Apabila kekurangan air terjadi saat pembentukan malai maka proses pembungaan akan terganggu dan dapat mengakibatkan peningkatan jumlah gabah hampa. Selain itu, jika kekurangan air terjadi pada fase pengisian bulir menyebabkan penurunan bobot per 1000 butir sehingga dapat mengurangi hasil panen padi hingga 20-25% dan produksi sekitar 50% (Sukiman dkk., 2010).

Sinar matahari mempunyai fungsi utama sebagai penggerak proses fotosintesis untuk menghasilkan karbohidrat. Upaya untuk memaksimalkan penyerapan radiasi matahari pada tanaman padi sangat diperlukan. Salah satu upaya untuk memaksimalkan penyerapan radiasi matahari pada tanaman padi yaitu dengan penggunaan mulsa. Mulsa adalah bahan yang diaplikasikan pada permukaan tanah. Tujuan utama penggunaan mulsa plastik berwarna perak dan putih adalah untuk meningkatkan radiasi dengan adanya cahaya pantul (albedo) dan mengurangi kehilangan air tanah. Selain itu, penggunaan mulsa dapat membantu mengendalikan gulma dan serangga serta suhu tanah, efisiensi penggunaan air, perkembangan tanaman, hasil, dan kualitas (Amare & Desta, 2021). Mulsa geowoven dilengkapi dengan pori-pori yang memungkinkan air tetap masuk ke dalam tanah, sehingga tanah tetap lembap dan penguapan air dapat diminimalkan. Bahan polimer yang tebal pada mulsa

ini juga mampu menyerap panas (Sarkar *et al.*, 2019). Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan albedo, efisiensi konversi energi (EKE) matahari serta peningkatan produksi tanaman padi gogo.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada Agustus sampai Desember 2024 di lahan percobaan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya yang berlokasi di Kelurahan Jatimulyo Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur dengan ketinggian ± 500 meter di atas permukaan laut (mdpl) dengan suhu berkisar antara 20-32 °C dan kelembapan udara 74-82%.

Rancangan Percobaan dan Perlakuan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Pola Tersarang (*Nested Design*). Percobaan terdiri dari dua faktor yaitu sistem pemberian air (sistem irigasi penggenangan dengan kadar air 136.800 liter/jam dan sistem irigasi tetes dengan kadar air 540 liter/jam) sebagai faktor pertama dan jenis mulsa yaitu tanpa mulsa, mulsa jerami, mulsa geowoven, mulsa plastik hitam perak, mulsa plastik perak dan mulsa plastik hitam putih sebagai faktor kedua yang tersarang pada faktor pertama. Setiap kombinasi dari kedua faktor tersebut diulang sebanyak empat kali.

Persiapan Lahan

Persiapan lahan diawali dengan membersihkan lahan dari gulma kemudian melakukan pengolahan tanah menggunakan mesin bajak singkal bertenaga traktor pada kedalaman 20-30 cm dibajak arah horizontal dan diulang arah vertikal untuk mendapatkan struktur tanah yang gembur. Bedengan kemudian dibentuk sebagai petak percobaan dengan ukuran 6 × 1,8 m sebanyak 48 petak dengan jarak petak antar ulangan 0,5 m dan jarak antar petak 0,5 m.

Pemasangan Mulsa dan Irigasi Tetes

Pemasangan mulsa diawali dengan menyiapkan jenis mulsa yang akan digunakan, yaitu mulsa jerami, geowoven, plastik hitam perak, plastik perak perak, dan plastik hitam putih berukuran 6 × 1,8 m, disesuaikan dengan ukuran bedengan. Mulsa kemudian dipotong sesuai panjang bedengan, dikurangi sekitar 0,5-1 meter. Selanjutnya, disiapkan pasak bambu berbentuk U yang lentur dan runcing agar mudah ditancapkan ke tanah. Pemasangan

dimulai dari salah satu sisi bedengan dengan jarak antar pasak 50 cm, kemudian dilanjutkan ke sisi lainnya sambil menarik mulsa agar menutup rapat. Setelah mulsa terpasang, dibuat lubang tanam dengan jarak 20 × 20 cm sesuai kebutuhan.

Pemasangan irigasi tetes dilakukan sebelum pemasangan mulsa, dimulai dengan menyiapkan pompa air serta selang sebagai saluran primer dan sekunder. Selang induk berupa selang plastik atau pipa paralon disambungkan dari sumber air (misalnya aliran sungai) ke pompa air, lalu dilanjutkan dengan penyambungan selang induk ke selang drip menggunakan konektor. Selang drip kemudian diposisikan di area lubang tanam sesuai dengan jarak tanam 20 × 20 cm.

Penanaman Tanaman Padi Gogo

Benih varietas padi gogo menggunakan varietas Inpago 13. Penanaman diawali dengan melakukan pengaturan tata letak tanam. Jarak tanam yang digunakan adalah 20 × 20 cm. Proses penanaman dilakukan dengan membuat lubang tanam menggunakan tugal sedalam 2-3 cm, kemudian menanam lima benih padi gogo pada setiap lubang. Setelah itu, lubang tanam ditutup kembali dan dilakukan penyiraman. Pada umur 14 hari setelah tanam (HST), dilakukan penjarangan sehingga tersisa tiga tanaman per rumpun. Pemupukan dilakukan menggunakan pupuk NPK (15:15:15) dan Urea (46% N).

Variabel Pengamatan

Pengamatan terdiri dari pertumbuhan tanaman yaitu tinggi tanaman (cm), jumlah anakan (anakan/tanaman), luas daun (cm²/tanaman) dan indeks luas daun, panen yaitu bobot gabah kering giling, bobot 1000 butir gabah (g), jumlah bulir per malai, serta albedo (%) dan efisiensi konversi energi (%). Nilai persen pantulan radiasi (albedo) dihitung dengan rumus menurut Ziar *et al.* (2019) sebagai berikut:

$$\text{Albedo} = \frac{\text{Radiasi terpantul}}{\text{Radiasi datang}} \times 100\%$$

Efisiensi konversi energi (EKE) dalam persen (%) dihitung dengan rumus menurut Sinclair dan Muchow (1999) sebagai berikut:

$$\text{EKE} = \frac{\Delta W.K}{I.t. \text{ PAR}} \times 100\%$$

Keterangan:

ΔW : Selisih berat kering tanaman (g)/m² pada satu periode waktu (t)

K : Koesifien panas pembakaran (4.000 kal/g)
I : Intensitas radiasi matahari harian (kal/m²/hari)
T : Satu periode waktu tertentu (hari)
PAR : *Photosynthetic Active Radiation* (0,45)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan dan Hasil Panen

Pertumbuhan vegetatif dapat dilihat dari meningkatnya tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, indeks luas daun. Variabel pertumbuhan yang digunakan adalah tinggi tanaman, jumlah anakan, luas daun, dan indeks luas daun. Setiap variabel yang diamati mempunyai respon yang berbeda-beda terhadap sistem pemberian air dan jenis mulsa. Respon yang timbul pada penelitian ini diperoleh dari kombinasi antara penggunaan sistem pemberian air dan mulsa. Hasil uji F anova variabel pertumbuhan dapat dilihat di Tabel 1.

Analisis Data

Hasil pengamatan dianalisis dengan menggunakan analisis ragam (Uji F) annova pada taraf 5% untuk mengetahui pengaruh nyata dari perlakuan. Apabila hasil analisis tersebut berpengaruh nyata ($F_{hitung} > F_{tabel 5\%}$), maka dilanjutkan dengan uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) dengan taraf kepercayaan 5%.

Tabel 1. Hasil Uji F variabel pertumbuhan

Variabel	F hitung A	Sign. A	F hitung B	Sign. B	F hitung A x B	Sign. A x B
Tinggi tanaman (30 HST)	1,60	*	7,10	*	0,83	tn
Tinggi tanaman (70 HST)	4,52	*	6,89	*	1,70	tn
Jumlah anakan (30 HST)	0,04	tn	9,32	*	2,35	tn
Jumlah anakan (70 HST)	0,01	tn	6,33	*	2,34	tn
Luas daun (30 HST)	1,22	tn	9,11	*	0,25	tn
Luas daun (70 HST)	0,02	tn	15,64	*	1,20	tn
Indeks luas daun (30 HST)	1,00	tn	9,11	*	0,25	tn
Indeks luas daun (70 HST)	0,02	tn	15,64	*	1,20	tn

Keterangan: A adalah perlakuan sistem pemberian air, B adalah jenis mulsa, dan A x B adalah interaksi antara sistem pemberian air dan jenis mulsa.

Berdasarkan hasil pengamatan tinggi tanaman tidak terdapat interaksi, antara penggunaan sistem pemberian air dan jenis mulsa pada umur tanaman 30 dan 70 HST (Tabel 2). Sistem pemberiaan air dan jenis mulsa yang digunakan memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman saat berumur 30 HST namun sistem pemberian air tidak pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman saat berumur 70 HST. Tinggi tanaman pada penggunaan mulsa geowoven berbeda nyata dibandingkan dengan tanpa mulsa, mulsa jerami, mulsa plastik hitam perak, dan mulsa plastik hitam putih. Irigasi tetes berbeda nyata dibandingkan dengan irigasi penggenangan terhadap tinggi tanaman saat tanaman berumur 70 HST. Air termasuk faktor yang dapat memengaruhi proses terjadinya fotosintesis. Mulsa geowoven dapat meminimalisasi terjadinya penguapan. Tanaman padi gogo dapat tumbuh lebih optimal karena kondisi air di zona akar stabil, sehingga pertumbuhan vegetatif seperti tinggi tanaman meningkat (Sarkar *et al.*, 2018). Padi adalah tanaman jenis C3 yang dapat mengikat karbon dioksida (CO₂) dari atmosfer menjadi senyawa berkarbon tiga dalam proses fotosintesis. Tanaman C3 bisa mengalami hilangnya

air yang lebih besar dibandingkan tanaman C4. Tanaman C3 memiliki rasio transpirasi yang lebih tinggi dan posisi stomata selalu terbuka. Tanaman C3 mengalami fotorespirasi yang menyebabkan hasil bersih fotosintesisnya lebih rendah dibandingkan tanaman C4 (Alridiwersah dkk., 2015).

Berdasarkan hasil variabel jumlah anakan pada 30 dan 70 HST, jenis mulsa berpengaruh nyata terhadap jumlah anakan, sementara sistem pemberian air tidak pengaruh nyata terhadap jumlah anakan (Tabel 3). Hasil pengamatan jumlah anakan pada penggunaan mulsa geowoven, mulsa plastik hitam perak, mulsa plastik perak perak, mulsa plastik hitam putih berbeda nyata dibandingkan dengan tanpa mulsa saat tanaman berumur 30 HST sedangkan saat tanaman berumur 70 HST penggunaan mulsa plastik hitam putih menunjukkan jumlah anakan berbeda nyata dibandingkan dengan mulsa jerami dan tanpa mulsa. Faktor internal dan eksternal dapat memengaruhi pertumbuhan tanaman. Faktor internal adalah faktor yang dipengaruhi oleh sifat genetik atau sifat bawaan, seperti umur tanaman, morfologi, produktivitas, kemampuan menyimpan cadangan makanan, serta

ketahanan terhadap penyakit. Faktor lingkungan, seperti iklim, tanah adalah faktor eksternal. Keanekaragaman susunan genetik dapat menyebabkan keragaman penampilan tanaman dan akan selalu terjadi sekalipun bahan tanaman yang digunakan berasal dari jenis tanaman yang sama (Alavan dkk., 2015). Kondisi lingkungan yang cocok untuk mendukung pertumbuhan tanaman dengan sifat genetik yang baik dapat sehingga menghasilkan jumlah anakan yang tinggi.

Tabel 2. Rerata tinggi tanaman akibat perlakuan sistem pemberian air dan jenis mulsa

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm) pada umur (HST)	
	30	70
	Sistem Pemberian Air	
Irigasi penggenangan	20,31	70,05 a
Irigasi tetes	21,41	84,75 b
Jenis Mulsa		
Tanpa mulsa	18,60 a	65,91 a
Mulsa jerami	20,34 ab	69,27 a
Mulsa geowoven	25,05 b	85,04 b
Mulsa plastik hitam perak	19,57 ab	68,96 a
Mulsa plastik perak perak	23,64 ab	76,40 ab
Mulsa plastik hitam putih	17,96 a	68,81 a

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ pada taraf 5%; HST = hari setelah tanam.

Penggunaan mulsa geotekstil seperti geowoven dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan air dan meningkatkan biomassa tanaman termasuk jumlah anakan, terutama pada sistem pertanian lahan kering (Das *et al.*, 2017). Mulsa plastik hitam putih dapat meningkatkan jumlah anakan padi secara signifikan, karena pengaruhnya dalam mengurangi tekanan gulma dan mempertahankan kelembapan tanah (Gu *et al.*, 2012). Varietas Inpago 13 memiliki beberapa keunggulan penting, antara lain kandungan zinc yang tinggi sebesar 34 ppm dan protein 9,83%, sehingga bermanfaat untuk mendukung perbaikan gizi, terutama bagi penderita stunting. Varietas ini juga menunjukkan produktivitas yang baik dengan rerata hasil GKG 6,53 ton/ha dan potensi hasil mencapai 8,11 ton/ha. Selain itu, Inpago 13 Fortiz tergolong tahan hingga agak tahan terhadap delapan ras utama penyakit blas di lahan gogo, agak tahan terhadap hama wereng coklat, serta memiliki toleransi sedang terhadap cekaman kekeringan dan

keracunan aluminium pada kadar 40 ppm (Subekti & Umar, 2023).

Tabel 3. Rerata jumlah anakan akibat perlakuan sistem pemberian air dan jenis mulsa

Perlakuan	Jumlah anakan pada umur (HST)	
	30	70
	Sistem Pemberian Air	
Irigasi penggenangan	6,58	24,43
Irigasi tetes	6,50	24,58
Jenis Mulsa		
Tanpa mulsa	3,98 a	20,33 a
Mulsa jerami	5,73 ab	20,29 a
Mulsa geowoven	7,77 b	27,58 ab
Mulsa plastik hitam perak	7,13 b	24,63 ab
Mulsa plastik perak perak	7,73 b	25,71 ab
Mulsa plastik hitam putih	6,92 b	28,50 b

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ pada taraf 5%; HST = hari setelah tanam.

Tabel 4. Rerata luas daun akibat perlakuan sistem pemberian air dan jenis mulsa

Perlakuan	Luas daun (cm ² /tanaman) pada umur (HST)	
	30	70
	Sistem Pemberian Air	
Irigasi penggenangan	146,66	2043,83
Irigasi tetes	143,70	2054,54
Jenis Mulsa		
Tanpa mulsa	130,79 a	1704,77 a
Mulsa jerami	137,57 ab	1726,99 a
Mulsa geowoven	153,68 bc	2373,97 bc
Mulsa plastik hitam perak	146,93 abc	1893,57 ab
Mulsa plastik perak perak	157,42 c	2481,50 c
Mulsa plastik hitam putih	144,70 abc	2114,31 abc

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ pada taraf 5%; HST = hari setelah tanam.

Berdasarkan hasil variabel luas daun dan indeks luas daun tidak terdapat interaksi antara sistem pemberian air dan jenis mulsa pada umur tanaman 30 dan 70 HST (Tabel 4 dan Tabel 5). Jenis mulsa pengaruh nyata terhadap luas daun dan indeks luas daun, sementara sistem pemberian air tidak pengaruh nyata terhadap luas daun dan indeks luas daun.

Tabel 5. Rerata indeks luas daun akibat perlakuan sistem pemberian air dan jenis mulsa

Perlakuan	Indeks luas daun pada umur (HST)	
	30	70
Sistem Pemberian Air		
Irigasi penggenangan	0,37	5,11
Irigasi tetes	0,36	5,14
Jenis Mulsa		
Tanpa mulsa	0,33 a	4,26 a
Mulsa jerami	0,34 ab	4,32 a
Mulsa geowoven	0,38 ab	5,93 bc
Mulsa plastik hitam perak	0,37 ab	4,73 ab
Mulsa plastik perak perak	0,39 b	6,20 c
Mulsa plastik hitam putih	0,36 ab	5,29 abc

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ pada taraf 5%; HST = hari setelah tanam.

Hasil pengamatan luas daun dan indeks luas daun (ILD) pada penggunaan sistem pemberian air tidak berpengaruh nyata, sedangkan penggunaan jenis mulsa berpengaruh nyata. Penggunaan jenis mulsa plastik perak perak berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan mulsa jerami dan tanpa mulsa saat tanaman berumur 30 HST dan 70 HST (Tabel 4 dan 5). Nilai indeks luas daun pada penelitian ini saat 70 HST berkisar 4,32-6,20. Nilai indeks luas daun yang diperlukan untuk menyerap 95% sinar matahari yang masuk ke dalam kanopi tanaman padi berkisar antara 4-8 guna proses fotosintesis (Mungara dkk., 2013). Cahaya adalah

elemen krusial bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman, di mana cahaya berperan penting dalam proses fisiologi tanaman, khususnya transpirasi, respirasi, dan fotosintesis. Fotosintesis tanaman ditentukan oleh radiasi matahari yang datang, laju fotosintesis per unit luas daun, indeks luas daun dan sudut daun (Mungara dkk., 2013).

Radiasi matahari yang jatuh ke permukaan tanaman hanya berkisar 65%, 20% dipantulkan kembali, dan 15% diteruskan ke bawah kanopi (Amare & Desta, 2021). Komposisi radiasi matahari ini berbeda-beda pada setiap jenis tanaman, tergantung jenis tanaman dalam hubungannya dengan kerapatan daun, struktur daun, indeks luas daun dan panjang gelombang radiasi matahari. Radiasi matahari yang dapat diserap oleh daun dan digunakan untuk proses fotosintesis adalah *photosynthetically active radiation* (PAR). Nilai PAR dipengaruhi oleh warna mulsa plastik. Variasi warna pada mulsa plastik akan menambah atau mengurangi transmitansi, serapan, dan reflektansi baik radiasi gelombang pendek maupun gelombang panjang yang mempengaruhi PAR (Rylander *et al.*, 2020). Refleksi PAR yang lebih tinggi menghasilkan suhu tanah yang lebih rendah dan kadar air yang lebih tinggi di zona akar tanaman. Mulsa plastik perak mempunyai refleksi PAR yang lebih besar dibandingkan mulsa plastik hitam putih. Refleksi PAR yang lebih besar oleh mulsa plastik perak mengurangi suhu zona akar dan kehilangan air (Perez, 2010). Tanaman padi dan hasil panen pada masing-masing perlakuan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tanaman padi dan hasil panen yang menunjukkan pengaruh sistem pemberian air dan jenis mulsa untuk peningkatan efisiensi konversi energi pada tanaman padi gogo, (a) tanaman padi umur 70 HST, (b) hasil panen pada perlakuan irigasi tetes, (c) hasil panen pada perlakuan irigasi penggenangan.

Variabel hasil panen tanaman padi gogo yang digunakan adalah jumlah bulir per malai, bobot 1000 butir, gabah kering giling per tanaman, gabah kering giling per m², gabah kering giling per hektar. Hasil uji

F anova variabel hasil panen dapat dilihat di Tabel 6. Berdasarkan hasil jumlah bulir per malai dan bobot 1000 butir tidak terdapat interaksi antara sistem pemberian air dan jenis mulsa (Tabel 7 dan Tabel 8).

Sistem pemberian air dan jenis mulsa yang digunakan berpengaruh nyata terhadap jumlah bulir per malai dan bobot 1000 butir. Berdasarkan hasil pengamatan jumlah bulir per malai dan bobot 1000 butir untuk penggunaan irigasi tetes berbeda nyata dibandingkan dengan irigasi penggenangan. Penggunaan mulsa geowoven, mulsa plastik perak perak, dan mulsa plastik hitam putih memiliki jumlah bulir per malai tertinggi dan berbeda nyata, dibandingkan dengan perlakuan mulsa jerami dan tanpa mulsa sedangkan mulsa geowoven berbeda nyata dibandingkan dengan tanpa mulsa terhadap bobot 1000 butir (Tabel 7 dan 8). Mulsa plastik perak perak dapat menambahkan cahaya untuk proses generatif melalui penambahan cahaya albedo atau cahaya yang dipantulkan oleh

mulsa. Mulsa plastik perak perak dan mulsa plastik hitam putih menyebabkan cahaya pantul lebih tinggi. Semakin cerah warna suatu permukaan dan semakin tinggi serta halus permukaan tersebut, maka tingkat albedo juga akan semakin tinggi (Nugraha dkk., 2014). Adanya tambahan pantulan cahaya matahari dapat membantu tanaman untuk meningkatkan hasil produksi gabah. Mulsa perak yang dicirikan oleh nilai albedo yang lebih tinggi, secara efektif memantulkan sebagian besar radiasi matahari, yang berkontribusi terhadap suhu tanah dan udara yang relatif lebih rendah di sekitar tanaman. Mulsa hitam dengan penyerapan radiasi matahari yang lebih tinggi, menyebabkan peningkatan suhu di lingkungan mikro (Kapur *et al.*, 2023).

Tabel 6. Hasil Uji F variabel hasil panen

Variabel	F hitung A	Sign. A	F hitung B	Sign. B	F hitung A x B	Sign. A x B
Jumlah bulir per malai	7,43	*	19,98	*	1,14	tn
Bobot 1000 butir	10,59	*	6,07	*	0,28	tn
Gabah kering giling/tanaman	15,44	*	11,57	*	0,88	tn
Gabah kering giling/m ²	9,19	*	17,48	*	1,95	tn
Gabah kering giling/ha	19,20	*	2,52	tn	1,11	tn

Keterangan: A adalah perlakuan sistem pemberian air, B adalah jenis mulsa, dan A x B adalah interaksi antara sistem pemberian air dan jenis mulsa.

Tabel 7. Rerata jumlah bulir per malai akibat perlakuan sistem pemberian air dan jenis mulsa

Perlakuan	Jumlah bulir per malai
Sistem Pemberian Air	
Irigasi penggenangan	118,78 a
Irigasi tetes	139,72 b
Jenis Mulsa	
Tanpa mulsa	83,20 a
Mulsa jerami	103,83 ab
Mulsa geowoven	149,93 c
Mulsa plastik hitam perak	133,45 bc
Mulsa plastik perak perak	140,40 c
Mulsa plastik hitam putih	140,70 c

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT pada taraf 5%.

Berdasarkan hasil gabah kering giling tidak terdapat interaksi antara sistem pemberian air dan jenis mulsa (Tabel 9). Sistem pemberian air dan jenis mulsa yang digunakan memberikan pengaruh nyata terhadap gabah kering giling per m² dan per hektar namun tidak berpengaruh nyata terhadap per tanaman. Penggunaan mulsa geowoven dan mulsa plastik

hitam perak berbeda nyata dibandingkan dengan tanpa mulsa terhadap gabah kering giling per m² dan per hektar namun tidak berbeda nyata terhadap gabah kering giling per tanaman. Penggunaan irigasi tetes berbeda nyata dibandingkan irigasi penggenangan terhadap hasil gabah kering giling.

Tabel 8. Rerata bobot 1000 butir akibat perlakuan sistem pemberian air dan jenis mulsa

Perlakuan	Bobot 1000 butir
Sistem Pemberian Air	
Irigasi penggenangan	28,42 a
Irigasi tetes	34,92 b
Jenis Mulsa	
Tanpa mulsa	25,44 a
Mulsa jerami	27,76 ab
Mulsa geowoven	34,56 b
Mulsa plastik hitam perak	29,74 ab
Mulsa plastik perak perak	32,06 ab
Mulsa plastik hitam putih	31,45 ab

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT pada taraf 5%.

Tabel 9. Rerata gabah kering giling akibat perlakuan sistem pemberian air dan jenis mulsa

Perlakuan	Gabah kering giling (g/tanaman)	Gabah kering giling (g/m ²)	Gabah kering giling (ton/ha)
Sistem Pemberian Air			
Irigasi penggenangan	27,63 a	663,21 a	5,22 a
Irigasi tetes	34,73 b	819,65 b	6,45 b
Jenis Mulsa			
Tanpa mulsa	26,35	591,01 a	4,65 a
Mulsa jerami	30,02	720,38 ab	5,67 ab
Mulsa geowoven	35,88	861,03 b	6,78 b
Mulsa plastik hitam perak	32,78	786,83 b	6,19 ab
Mulsa plastik perak perak	31,20	748,73 ab	5,89 ab
Mulsa plastik hitam putih	30,86	740,63 ab	5,83 ab

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT pada taraf 5%.

Penggunaan mulsa plastik pada tanaman padi gogo menjaga kelembapan tanah, suhu tanah yang bermanfaat bagi pertumbuhan akar padi dan penyerapan air serta nutrisi. Mulsa plastik merangsang perkecambahan tunas aksiler dan mempengaruhi anakan, pertumbuhan tajuk, akumulasi biomassa di atas tanah, dan hasil gabah, terutama di wilayah yang mengalami suhu rendah dan kekurangan air. Mulsa geowoven merupakan jenis mulsa yang digunakan untuk mencegah hilangnya kelembapan tanah sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan hasil panen tanaman padi gogo. Mulsa dapat menjaga kelembapan dan suhu tanah sehingga mendukung perkembangan akar tanaman yang lebih baik. Hal ini berkontribusi pada peningkatan perkecambahan, tinggi tanaman, jumlah cabang, serta hasil panen yang lebih tinggi (Zairani *et al.*, 2023). Hasil panen padi gogo dengan menggunakan mulsa plastik meningkat sebanyak 4,1%-6,1% dibandingkan dengan yang tidak menggunakan mulsa plastik (Hu *et al.*, 2020). Budidaya dengan penggunaan mulsa plastik memiliki potensi peningkatan hasil panen yang sangat baik, yaitu meningkatkan malai dan hasil panen padi masing-masing sebesar 36,5% dan 29,9% (Youliang *et al.*, 2024). Peningkatan hasil gabah kering giling (GKG) pada padi yang menggunakan sistem irigasi tetes sangat erat kaitannya dengan

perbaikan proses fotosintesis. Irigasi tetes, mampu menjaga ketersediaan air secara konstan di zona akar sehingga tanaman tidak mengalami stres air. Kondisi ini memungkinkan stomata daun tetap terbuka, yang penting untuk mempertahankan laju fotosintesis karena masuknya karbon dioksida (CO₂) tidak terganggu. Ketersediaan air yang stabil menjaga turgiditas daun, meningkatkan kandungan klorofil, dan mempertahankan luas daun efektif untuk penyerapan cahaya. Efisiensi konversi energi cahaya menjadi energi kimia dalam bentuk gula (asimilat) menjadi lebih tinggi (Parthasarathi *et al.*, 2018).

Albedo Permukaan dan Efisiensi Konversi Energi

Kualitas cahaya, intensitas cahaya, dan fotoperiode merupakan tiga elemen penting yang terdiri dari kondisi cahaya untuk pertumbuhan, perkembangan, dan kualitas nutrisi tanaman (Zhou *et al.*, 2020). Hanya sebagian dari spektrum matahari yang dapat diserap oleh tumbuhan, yang disebut *photosynthetically active radiation* (PAR) dan berkisar antara 400 nm dan 700 nm (Feng *et al.*, 2018). Albedo diukur pada skala dari 0 untuk tidak ada daya pantul pada permukaan hitam sempurna hingga 1 untuk pantulan sempurna pada permukaan putih. Hasil uji F anova variabel albedo permukaan dan efisiensi konversi energi dapat dilihat di Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Uji F variabel hasil panen

Variabel	F hitung A	Sign. A	F hitung B	Sign. B	F hitung A x B	Sign. A x B
Albedo (30 HST)	0,00	tn	93,75	*	0,13	tn
Albedo (70 HST)	17,98	*	123,60	*	5,77	*
Efisiensi konversi energi	13,78	*	7,35	*	1,28	tn

Keterangan: A adalah perlakuan sistem pemberian air, B adalah jenis mulsa, dan A x B adalah interaksi antara sistem pemberian air dan jenis mulsa.

Berdasarkan hasil albedo permukaan terdapat interaksi antara sistem pemberian air dan jenis mulsa saat 70 HST namun tidak terdapat interaksi saat 30 HST (Tabel 11 dan Tabel 12). Sistem pemberian air dan jenis mulsa yang digunakan memberikan pengaruh nyata terhadap albedo permukaan. Berdasarkan hasil penelitian untuk pengamatan albedo menunjukkan bahwa penggunaan mulsa plastik perak perak dan mulsa plastik hitam putih berbeda nyata dibandingkan dengan semua jenis mulsa terhadap nilai albedo. Reflektivitas permukaan mengakibatkan radiasi matahari memiliki kemampuan untuk merambat dan dipantulkan, sehingga radiasi yang diteruskan ke permukaan dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Distribusi radiasi permukaan yang optimal dapat meningkatkan intersepsi radiasi matahari serta efisiensi pemanfaatannya oleh tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan adanya tambahan radiasi pantulan yang mencapai tanaman dapat meningkatkan hasil tanaman yang positif (Meyer *et al.*, 2012). Mulsa dapat menjadi reflektor untuk menambah radiasi matahari yang dibutuhkan tanaman sehingga tanaman dapat memaksimalkan hasil produksi.

Tabel 11. Rerata albedo permukaan 30 HST akibat perlakuan sistem pemberian air dan jenis mulsa

Perlakuan	Albedo permukaan 30 HST (%)
Sistem pemberian air	
Irigasi penggenangan	15,60
Irigasi tetes	15,57
Jenis mulsa	
Tanpa mulsa	6,63 a
Mulsa jerami	9,29 ab
Mulsa geowoven	7,56 ab
Mulsa plastik hitam perak	13,57 b
Mulsa plastik perak perak	30,29 c
Mulsa plastik hitam putih	26,18 c

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ pada taraf 5%.

Kondisi iklim, terutama suhu dan intensitas cahaya, mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman pada sistem tertutup. Selain itu, intensitas cahaya juga berpengaruh terhadap komponen nutrisi dan kandungan antioksidan pada tanaman untuk optimal (Kummer *et al.*, 2022). Intensitas radiasi matahari dapat dipengaruhi oleh radiasi langsung

(*direct radiation*), radiasi difusi (*diffuse radiation*), radiasi global (*global radiation*), suhu, kelembapan dan kecepatan serta arah angin, tekanan udara, massa udara, curah hujan, dan kecepatan udara (Saroja dkk., 2018). Albedo adalah bagian dari radiasi yang dipantulkan oleh suatu permukaan. Pada permukaan kasar dan gelap rentang nilai albedo 0,1-0,2, albedo akan meningkat jika permukaan semakin halus dan permukaan berwarna cerah (Wang *et al.*, 2015).

Tabel 12. Rerata albedo 70 HST akibat perlakuan sistem pemberian air dan jenis mulsa

Perlakuan	Albedo 70 HST (%)	
	Irigasi penggenangan	Irigasi tetes
Tanpa mulsa	2,22 a A	2,45 a A
Mulsa jerami	2,71 a AB	3,17 a A
Mulsa geowoven	2,36 a A	2,44 a A
Mulsa plastik hitam perak	4,22 a B	3,94 a A
Mulsa plastik perak perak	7,89 a C	10,42 b B
Mulsa plastik hitam putih	7,24 b C	10,14 b B

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama yaitu huruf kecil pada baris dan huruf kapital dalam kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ pada taraf 5%.

Bertambahnya umur tanaman menyebabkan indeks luas daun meningkat, sehingga jumlah radiasi matahari yang ditransmisikan ke permukaan tanah semakin berkurang. Hal ini berdampak pada menurunnya kemampuan tanah dalam memantulkan radiasi. Sinar matahari yang mengenai tajuk tanaman mengalami tiga proses utama yaitu refleksi, intersepsi dan transmisi. Proses transmisi inilah yang menyebabkan penurunan jumlah serta distribusi radiasi secara tidak merata di bawah kanopi tanaman. Besarnya radiasi yang diteruskan dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain tingkat kecerahan atmosfer, sudut datang radiasi, struktur tegakan, jenis tanaman, kecepatan angin, dan luas daun (Mubarak dkk., 2019). Radiasi yang ditransmisikan dan mencapai permukaan akan mengalami pemantulan dan penyerapan. Jika albedo permukaan tinggi, maka nilai pantulan akan besar. Sebaliknya, jika albedo permukaan rendah, sebagian besar radiasi yang ditransmisikan akan diserap. Radiasi transmisi dan radiasi pantulan dari permukaan tanah merupakan

potensi radiasi yang dapat dimanfaatkan tanaman. Mulsa plastik berwarna dapat berpengaruh signifikan terhadap daya serap cahaya, reflektivitas cahaya, kehilangan air tanah, suhu tanah, morfologi tanaman, dan pengendalian gulma (Franquera, 2011).

Radiasi aktif fotosintesis yang mencapai 48,7%, mengalami pemantulan dan transmisi sebanyak 4,9%, serta penurunan akibat proses fotokimia yang tidak efisien sebanyak 6,6%, dan 13,8% turun karena batas termodinamika. Akibatnya, radiasi yang mencapai permukaan kanopi tanaman hanya 26%. Tanaman C3 memanfaatkan untuk biosintesis karbohidrat sebesar 13,4% sedangkan tanaman C4 sebesar 17,5% radiasi aktif fotosintesis yang dimanfaatkan (Zhu *et al.*, 2010). Tanaman dapat memanfaatkan untuk fotorespirasi pada tanaman C3 menggunakan 6,1%, sedangkan untuk respirasi, tanaman C3 memerlukan 1,9% dan tanaman C4 2,5%. Biomassa yang terkonversi dari radiasi aktif fotosintesis adalah pada tanaman C3 sekitar 4,6% dan 6,0% untuk tanaman C4 (Zhu *et al.*, 2010).

Intensitas radiasi yang rendah disebabkan oleh kondisi atmosfer atau faktor-faktor di bawah tegakan tanaman utama, yang akan memengaruhi respon tanaman (Pan & Guo, 2016). Penggunaan mulsa reflektif baik anorganik maupun organik berfungsi sebagai modifikasi iklim mikro untuk meningkatkan radiasi atau intensitas cahaya. Permukaan dengan albedo tinggi seperti mulsa plastik hitam putih dapat memantulkan cahaya matahari kembali ke tajuk tanaman khususnya ke bagian bawah daun yang biasanya kurang mendapat pencahayaan. Peningkatan distribusi cahaya ini mampu meningkatkan aktivitas fotosintesis secara keseluruhan, terutama pada daun bagian bawah yang semula pasif. Fotosintesis yang lebih merata akan meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman seperti jumlah anakan, luas daun, dan jumlah anakan produktif, yang secara langsung berdampak pada peningkatan hasil gabah kering giling (Sieber *et al.*, 2022).

Berdasarkan hasil efisiensi konversi energi tidak terdapat interaksi antara sistem pemberian air dan jenis mulsa (Tabel 13). Sistem pemberian air dan jenis mulsa yang digunakan memberikan pengaruh nyata terhadap efisiensi konversi energi.

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa perlakuan mulsa geowoven dan mulsa plastik hitam putih memberikan hasil yang berbeda nyata, dibandingkan dengan perlakuan mulsa jerami dan tanpa mulsa terhadap efisiensi konversi energi matahari (EKE) pada tanaman padi gogo. Hal ini

disebabkan pertumbuhan tanaman pada kedua mulsa ini terutama dalam luas daun yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Luas daun berfungsi sebagai faktor penentu dalam tingkat fotosintesis yang terjadi dan mempengaruhi distribusi radiasi matahari yang diterima oleh tanaman. Ini kemudian berdampak pada proses fotosintesis, sehingga terdapat hubungan langsung antara indeks luas daun dan efisiensi konversi energi (Syahputra, 2021).

Tabel 13. Rerata efisiensi konversi energi akibat perlakuan sistem pemberian air dan jenis mulsa

Perlakuan	Efisiensi konversi energi (%)
Irigasi	
Irigasi penggenangan	3,71 a
Irigasi tetes	4,52 b
Jenis mulsa	
Tanpa mulsa	3,27 a
Mulsa jerami	3,49 a
Mulsa geowoven	4,58 b
Mulsa plastik hitam perak	3,83 ab
Mulsa plastik perak perak	4,05 ab
Mulsa plastik hitam putih	4,48 b

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ pada taraf 5%.

Efisiensi konversi energi pada tanaman dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal meliputi posisi dan susunan daun, indeks luas daun (LAI), serta jenis pigmen pada daun yang berperan dalam meningkatkan efisiensi penyerapan cahaya. Sementara itu, faktor eksternal seperti garis lintang, musim, tingkat keawanan, dan konsentrasi CO₂ di sekitar tanaman turut memengaruhi efisiensi konversi energi matahari. Agar diperoleh nilai EKE maksimal, radiasi yang jatuh pada suatu area pertanaman harus dapat ditangkap kanopi tanaman. Efisiensi penangkapan cahaya juga ditentukan oleh pesatnya perkembangan dan penutupan kanopi daun, ukuran, masa pakai dan arsitektur kanopi (Suryanto dkk., 2018).

Efisiensi konversi energi matahari (EKE) adalah rasio energi yang ditangkap dalam biomassa per satuan luas lahan dengan energi matahari yang diterima di lahan tersebut. Produksi biomassa dikendalikan oleh jumlah cahaya yang ditangkap oleh daun dan efisiensi konversi cahaya yang tersedia

menjadi biomassa. Jumlah cahaya yang tersedia, efisiensi konversi fotokimia suatu tanaman memengaruhi produktivitasnya. Tutupan awan yang terkait dengan curah hujan akan dapat mengurangi jumlah *photosynthetically active radiation* (PAR) yang tersedia bagi tanaman untuk konversi fotokimia (Davis *et al.*, 2014). Penggunaan mulsa plastik hitam putih dapat memantulkan cahaya lebih tinggi sehingga dapat menghasilkan nilai EKE tertinggi dibandingkan dengan mulsa jerami dan tanpa mulsa.

Radiasi yang sampai pada tanaman tidak dapat dimanfaatkan seluruhnya karena respon tanaman terhadap radiasi bervariasi. Efisiensi radiasi matahari pada tanaman perlu ditingkatkan. Semakin besar jumlah energi yang tersedia akan dapat memperbesar jumlah hasil fotosintesis (Zervoudakis *et al.*, 2012). Radiasi yang diterima oleh tanaman dioptimalkan untuk pertumbuhan, perkembangan, dan produksi, sedangkan sebagian dipantulkan dan diteruskan ke permukaan. Transmisi radiasi dipengaruhi oleh struktur kanopi, spesies tanaman, ukuran daun, kecepatan angin, dan sudut sinar matahari.

SIMPULAN

Perlakuan mulsa plastik perak perak mampu meningkatkan cahaya pantul (albedo). Penggunaan irigasi tetes dapat meningkatkan efisiensi konversi energi sedangkan penggunaan jenis mulsa geowoven dan mulsa plastik hitam putih dapat meningkatkan efisiensi konversi energi. Penggunaan jenis mulsa geowoven dapat meningkatkan 45,80% hasil produksi per hektar tanaman padi gogo dibanding tanpa mulsa terhadap gabah kering giling.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya yang telah menyediakan dana penelitian Hibah Professor Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya 2024 atas nama Prof. Dr. Ir. Agus Suryanto, MS. Terima kasih juga disampaikan kepada mahasiswa tingkat sarjana dan semua pihak yang telah berkontribusi dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Alavan, A, R Hayati, dan E Hayati. 2015. Pengaruh pemupukan terhadap pertumbuhan beberapa varietas padi gogo (*Oryza sativa* L.). Jurnal Floratek. 10(1): 61–68.

- Alridiwersah, H Hamidah, MH Erwin, dan Y Muchtar. 2015. Uji toleransi beberapa varietas padi (*Oryza sativa* L.) terhadap naungan. Jurnal Online Pertanian Tropik. 2(2): 93–101. DOI: 10.32734/jopt.v2i2.2889.
- Amare, G, and B Desta, 2021. Coloured plastic mulches: impact on soil properties and crop productivity. Chemical and Biological Technologies in Agriculture. 8(4): 4. DOI: 10.1186/s40538-020-00201-8.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2023. Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia 2023 (Angka Sementara).
- Das, SP, M Bera, J Sen, GK Ghosh, B Saha, S Debnath, SB Roy, D Das, S Mondal, PK Biswas, and MC Kundu. 2017. Efficacy of geotextile jute mulches on yield, soil nutrient dynamics and weed suppression in french bean (*Phaseolus vulgaris* L.) capsicum (*Capsicum annum* L.) cropping system. International Journal of Bio-resource and Stress Management. 8(1): 57–63. DOI: 10.23910/ijbsm/2017.8.1.1763.
- Davis, SC, DS LeBauer, and SP Long. 2014. Light to liquid fuel: theoretical and realized energy conversion efficiency of plants using crassulacean acid metabolism (CAM) in arid conditions. Journal of Experimental Botany. 65(13): 3471–3478. DOI: 10.1093/jxb/eru163.
- Feng, L, W Qin, L Wang, A Lin, and M Zhang. 2018. Comparison of artificial intelligence and physical models for forecasting photosynthetically-active radiation. Remote Sensing. 10(11): 1855. DOI: 10.3390/rs10111855.
- Franquera, EN. 2011. Influence of different colored plastic mulch on the growth of lettuce (*Lactuca sativa*). Journal of Ornamental and Horticultural Plants. 1(2): 97–104.
- Gu, X, Z Liang, L Huang, H Ma, M Wang, H Yang, M Liu, H Lv, and B Lv. 2012. Effects of plastic film mulching and plant density on rice growth and yield in saline-sodic soil of northeast china. Journal of Food, Agriculture and Environment. 10(2): 560–564.
- Hu, G, W Yaliang, WJ Ke, ZD Feng, CH Zhe, X Jing, ZY Kai, and ZY Ping. 2020. Effects of biodegradable film mulching on nitrogen use efficiency and yield of machine-transplanted rice. Journal of Ecology. 39(12): 4005–4014. DOI: 10.13292/j.1000-4890.202012.032.
- Kapur, B, E Celiktopuz, MA Saridas, S Pasydas, and G Fipps. 2023. The role of mulch color and

- irrigation level in reducing water stress in strawberry. *Applied Ecology and Environmental Research*. 21(5): 4781–4794. DOI: 10.15666/aeer/2105_47814794.
- Kummer, J, H Sewilam, and D Çekin. 2022. The effect of solar radiation on the growth and development of hydroponically grown lettuce in two areas with different climates. *Journal of Agriculture and Nature*. 2(2): 92–100.
- Melese, S. 2016. Effect of climate change on water resources. *Journal of Water Resources and Ocean Science*. 5(1): 14. DOI: 10.11648/j.wros.20160501.12.
- Merang, OP, AM Lahjie, S Yusuf, and Y Ruslim. 2020. Productivity of three varieties of local upland rice on swidden agriculture field in Setulang village, North Kalimantan, Indonesia. *Biodiversitas*. 21(1): 49–56. DOI: 10.13057/biodiv/d210108.
- Meyer, GE, ET Paparozzi, EA Walter-Shea, EE Blankenship, and SA Adams. 2012. An investigation of reflective mulches for use over capillary mat systems for winter-time greenhouse strawberry production. *Applied Engineering in Agriculture*. 28(2): 271–279. DOI: 10.13031/2013.41345.
- Mubarak, S, Impron, dan T June. 2019. Efisiensi penggunaan radiasi matahari dan respon tanaman kedelai (*Glycine max* L.) terhadap penggunaan mulsa reflektif. *Jurnal Agronomi Indonesia*. 46(3): 247–25. DOI: 10.24831/jai.v46i3.18220.
- Mungara, E, D Indradewa, dan R Rogomulyo. 2013. Analisis pertumbuhan dan hasil padi sawah pada sistem pertanian konvensional, transisi organik, dan organik. *Vegetalika*. 2(3): 2–12.
- Nugraha, W, T Sumarni, dan A Suryanto. 2014. Penggunaan ajir dan mulsa untuk meningkatkan produksi kentang (*Solanum tuberosum* L.) varietas Granola. *Jurnal Produksi Tanaman*. 2(8): 640–648. DOI: 10.21176/protan.v2i8.155.
- Pan, J, and B Guo. 2016. Effects of light intensity on the growth, photosynthetic characteristics, and flavonoid content of *Epimedium pseudowushanense* B.L.Guo. *Molecules*. 21(11): 1475. DOI: 10.3390/molecules21111475.
- Parthasarathi, T, K Vanitha, S Mohandass, and E Vered. 2018. Evaluation of drip irrigation system for water productivity and yield of rice. *Agronomy Journal*. 110(6): 2378–2389. DOI: 10.2134/agronj2018.01.0002.
- Perez, J. 2010. Bell pepper (*Capsicum annum* L.) grown on plastic film mulches: Effects on crop microenvironment, physiological attributes, and fruit yield. *HortScience*. 45(8): 1196–1204. DOI: 10.21273/hortsci.45.8.1196.
- Rylander, H, A Rangarajan, RM Maher, MG Hutton, NW Rowley, MT McGrath, and ZF Sexton. 2020. Black plastic tarps advance organic reduced tillage II: Impact on weeds and beet yield. *HortScience*. 55(6): 826–831. DOI: 10.21273/HORTSCI14793-19.
- Sarkar, N, R Kumar Biswas, and U Ghosh. 2018. Effect of drip irrigation on yield and water use efficiency of summer rice cultivation in pots. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 7(1): 37–40.
- Sarkar, T, T Perween, and P Datta. 2019. Assessing the effect of geotextile mulch on yield and physico-chemical qualities of litchi – A new technical approach. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 8(07): 1984–1989. DOI: 10.20546/ijcmas.2019.807.236.
- Saroja, G, L Nuriyah, CS Widodo, dan MF Novanata. 2018. Estimasi intensitas radiasi matahari sesaat dengan metode konversi energi. *Natural B*. 4(3): 136–139. DOI: 10.21776/ub.natural-b.2012.004.03.2.
- Sieber, P, N Ericsson, T Hammar, and PA Hansson. 2022. Albedo impacts of current agricultural land use: Crop-specific albedo from MODIS data and inclusion in LCA of crop production. *Science of the Total Environment*. 835: 155455. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.155455.
- Sinclair, TR, and RC Muchow. 1999. Radiation use efficiency. *Advances in Agronomy*. 65: 215–265. DOI: 10.1016/S0065-2113(08)60914-1.
- Subekti, A, dan A Umar. 2023. Keragaan enam varietas unggul baru padi khusus pada lahan sub optimal di Kalimantan Barat. *Jurnal Pertanian Agros*. 25(1): 514–520. DOI: 10.37159/jpa.v25i1.2426.
- Sukiman, H, Adiwirman, dan S Syamsiyah. 2010. Respon tanaman padi gogo (*Oryza sativa* L.) terhadap stress air dan inokulasi mikorisa. *Berita Biologi*. 10(2): 249–257.
- Suryanto, A, MD Maghfoer, and T Kartinaty. 2018. Radiation use efficiency on the gifferent varieties and the number of seedlings of rice (*Oryza sativa* L.). *AGRIVITA: Journal of*

- Agricultural Science. 40(3): 536–543. DOI: 10.17503/agrivita.v40i3.1851.
- Syahputra, BS. 2021. Hubungan luas daun, diameter batang dan tinggi tanaman padi karena perbedaan waktu aplikasi paclobutrazol (PBZ). *Agrium: Jurnal Ilmu Pertanian*. 23(2): 88–93. DOI: 10.30596/agrium.v23i2.6914.
- Wang, D, S Liang, T He, Y Yu, C Schaaf, and Z Wang. 2015. Estimating daily mean land surface albedo from MODIS data. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. 120(10): 4825–484. DOI: 10.1002/2015JD023178.
- Youliang, Z, Z Kaican, T Yongqi, and F Shaoyuan. 2024. Rice cultivation under film mulching can improve soil environment and be benefit for rice production in China. *Rice Science*. 31(5): 545–555.
- Zairani, FY, B Hasani, L Nisfuriah, D Dali, R Kalasari, and G Abd. Nasser. 2023. The Effect of various kinds of mulch on the growth and production of chili plants. *Journal of Global Sustainable Agriculture*. 3(2): 6072. DOI: 10.32502/jgsa.v3i2.6072.
- Zervoudakis, G, G Salahas, G Kaspiris, and E Konstantopoulou. 2012. Influence of light intensity on growth and physiological characteristics of common sage (*Salvia officinalis* L.). *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 55(1): 89–95. DOI: 10.1590/S1516-89132012000100011.
- Zhou, C, Y Zhang, W Liu, L Zha, M Shao, and B Li. 2020. Light quality affected the growth and root organic carbon and autotoxin secretions of hydroponic lettuce. *Plants*. 9(11): 1542. DOI: 10.3390/plants9111542.
- Zhu, X-G, SP Long, and DR Ort. 2010. Improving photosynthetic efficiency for greater yield. *Annual Review of Plant Biology*. 61(1): 235–261. DOI: 10.1146/annurev-arplant-042809-112206.
- Ziar, H, FF Sönmez, O Isabella, and M Zeman. 2019. A comprehensive albedo model for solar energy applications: Geometric spectral albedo. *Applied Energy*. 255: 113867. DOI: 10.1016/j.apenergy.2019.113867.