

**MITIGASI AGRONOMIS CEKAMAN KEKERINGAN DALAM  
PRODUKSI TANAMAN KENTANG (*Solanum tuberosum* L.)**  
(*Agronomic Mitigation of Drought Stress in Potato ( Solanum Tuberosum L.) Production*)

**Febrizany Sanjung Miftahul Firdausy\***, Lena Hayati, Marwin Santoso, Ferani Agustin,  
Said Agil Almunawar, Tyara Tyara, Yanuavitha Triana Eka Suci, Zahra Salsabila Indra,  
Nani Tri Amiati, Raka Teo Endrawan, Zelin Alysah Dora, Fahrurrozi Fahrurrozi  
Program Magister Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu. Jalan W.R Supratman  
Kandang Limun. Bengkulu, Indonesia

\*Correspondence author, Email: [febrizanyanjung99@gmail.com](mailto:febrizanyanjung99@gmail.com)

**ABSTRACT**

*Potato production is increasingly encountered with drought stress, which is one of the factors in affecting agricultural yields as a result of the dynamics of global climate change and the agricultural environment. Efforts to improve the ability of potatoes to adapt with drought stress could be done through plant breeding approaches and a combination of various agronomic practices. This review aims to describe the application of agronomic action strategies that can be used to improve the ability of potatoes to adapt to drought conditions. Various agronomic practices can be applied to mitigate the stressful potatoes to have maximum production grown under drought conditions. These mitigations include the use of drought tolerant varieties, selection of planting material, spacing, selection of the right planting time, providing shade, using organic and inorganic mulch, agricultural land management, weed and pest controls, cropping systems, row-planting orientations, using organic fertilizers and applying beneficial microorganisms.*

**Keywords:** *agronomic mitigation, drought stress, growth and yield, potato.*

**ABSTRAK**

Produksi kentang dihadapkan pada ancaman kekeringan yang merupakan salah satu faktor dalam mempengaruhi hasil pertanian sebagai akibat dinamika perubahan iklim global dan lingkungan pertanian. Upaya untuk meningkatkan kemampuan tanaman kentang untuk beradaptasi dengan cekaman kekeringan dapat dilakukan melalui pendekatan pemuliaan tanaman dan kombinasi dari berbagai tindakan agronomis. Review ini bertujuan untuk mendeskripsikan penerapan strategi tindakan agronomis yang dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan tanaman kentang beradaptasi dengan kondisi bercekaman kekeringan. Berbagai tindakan agronomis yang dapat dilakukan untuk dapat mempertahankan potensi produksi tanaman kentang pada kondisi bercekaman kekeringan diantaranya adalah penggunaan varietas toleran kekeringan, pemilihan bahan tanam, pengaturan jarak tanam, pemilihan waktu tanam yang tepat, pemberian naungan, penggunaan mulsa organik dan mulsa anorganik, pengelolaan lahan pertanian, penentuan arah bedengan, penggunaan pupuk organik, penggunaan irigasi tetes, pengendalian organisme pengganggu tanaman, penerapan pengaturan pertanaman, penggunaan zat pengatur tumbuh, dan penggunaan mikroorganisme bermanfaat.

**Kata kunci:** cekaman kekeringan; kentang; mitigasi agronomis; pertumbuhan dan hasil

## PENDAHULUAN

Tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) merupakan tanaman hortikultura yang memiliki potensi tinggi untuk dikembangkan menjadi tanaman pangan pengganti beras. Dengan kondisi iklim yang tidak mendukung seperti sekarang ini, kecemasan terhadap kekurangan pangan tidak dapat dihindarkan, karena itu kentang sebagai tanaman umbi-umbian dianggap menjadi salah satu bahan pangan potensial. Kentang sebagai salah satu pangan dominan di dunia memiliki tingkat produksi yang tinggi terutama di negara-negara subtropis seperti Amerika Serikat, Belanda, Selandia Baru dan Jepang (FAO, 2015).

Selain kandungan karbohidrat yang tinggi kentang juga memiliki kandungan zat gizi lainnya, seperti protein dan asam amino yang tinggi serta kandungan sodium, vitamin C, kalsium, zat besi dan vitamin B6 yang cukup tinggi (Astawan, 2004). Pemanfaatan kentang di bidang industri makanan olahan juga semakin berkembang, umumnya kentang diolah menjadi kentang goreng, keripik, atau makanan ringan berbahan dasar kentang lainnya (Anam *et al.*, 2020). Dari segi produksi, saat ini produktivitas tanaman kentang di Indonesia saat ini berkisar pada nilai 1,2 juta ton per tahun (BPS, 2024). Meski kentang biasa tumbuh di dataran tinggi namun saat ini telah umum dikembangkan di dataran menengah. Namun untuk mencapai hasil yang optimal, tanaman kentang memerlukan manajemen agronomi yang tepat, termasuk pasokan air yang cukup sesuai dengan siklus pertumbuhannya.

Salah satu tantangan terbesar yang dihadapi oleh produksi kentang saat ini adalah dampak perubahan iklim global. Kondisi perubahan iklim global yang ekstrim saat ini memberikan dampak berupa peningkatan suhu bumi dan permukaan air laut, kekeringan, curah hujan yang tidak menentu, punahnya flora dan fauna tertentu bahkan migrasi fauna dan hama penyakit (Samidjo *et al.*, 2017). Dalam proses produksi pertanian kekeringan merupakan salah satu ancaman serius. Termasuk dalam produksi tanaman kentang, tanaman kentang termasuk tanaman yang sangat sensitif terhadap kekeringan (Aliche *et al.*, 2018). Cekaman kekeringan memberikan dampak terhadap proses fisiologis tanaman kentang, seperti terganggunya aktivitas fotosintesis (Yordanov *et al.*, 2003). Ketika tanaman mengalami cekaman kekeringan akan berpengaruh terhadap semua karakter pertumbuhan maupun hasil tanaman kentang, bobot umbi dan vigor tanaman menurun, tanaman menunjukkan gejala layu, menguning, serta daun menggulung ke atas. (Handayani *et al.*, 2019; Khalimi *et al.*, 2023)

Dalam menghadapi tantangan kekeringan yang disebabkan oleh perubahan iklim, berbagai upaya telah dilakukan untuk meningkatkan produktivitas tanaman kentang di bawah kondisi cekaman air. Strategi yang biasa ditempuh oleh pemulia dalam upaya meningkatkan produksi tanaman adalah melalui perakitan varietas. Namun bagi petani, beberapa langkah agronomis lebih memungkinkan untuk dapat diusahakan. Pemilihan varietas merupakan langkah utama yang dilakukan petani untuk mempertahankan produksi kentang di lahan kering (Basuki dan Kusmana, 2005; Djufry, 2015). Selain itu

DOI: 10.32663/ja.v21i2.4749

penambahan agen hayati, ataupun pemberian zat pengatur tumbuh (ZPT) pada tanaman kentang yang mengalami cekaman kekeringan, juga terbukti dapat meningkatkan bobot umbi (Maharina, 2017; Yuniati, 2020).

Meskipun pemuliaan tanaman memainkan peran penting dalam mitigasi kekeringan, langkah-langkah agronomis juga menjadi langkah potensial untuk mengurangi dampak fisiologis kekeringan terhadap tanaman kentang. Pendekatan agronomis mencakup serangkaian tindakan yang dapat dilakukan untuk memaksimalkan hasil panen kentang. Dengan mengkaji berbagai metode agronomis yang efektif, diharapkan dapat ditemukan solusi praktis yang dapat membantu petani dalam meningkatkan produktivitas kentang, di bawah kondisi kekeringan. Pendekatan agronomis yang berfokus pada penggunaan varietas toleran, efisiensi penggunaan air, manajemen tanah, dan kultur teknis yang mencakup pemupukan, penambahan bahan organik, penggunaan mulsa, penentuan jarak tanam, penggunaan PGPB dan ZPT, diharapkan mampu memberikan dampak yang signifikan dalam meningkatkan ketahanan produksi kentang terhadap cekaman kekeringan. Tujuan penulisan review ini adalah untuk mendeskripsikan tindakan agronomis yang dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan tanaman kentang beradaptasi dengan kondisi bercekaman kekeringan.

## **KARAKTERISTIK TANAMAN KENTANG**

### **Karakteristik Morfologi**

Tanaman kentang (*Solanum tuberosum*) merupakan tanaman semusim yang

berbentuk semak atau herba (Sumbeka *et al.*, 2012) dan memiliki umbi yang dapat dikonsumsi. Umbi kentang terbentuk dari pembesaran stolon dan memiliki variasi bentuk seperti bulat, lonjong, dan atau menyerupai ginjal, dengan warna kulit dan daging umbi yang juga bervariasi seperti hijau, ungu, atau merah (Hidayat dan Efendi, 2014). Daunnya berbentuk oval dengan tulang daun menyirip dan tersusun secara selang seling sepanjang batang. Tanaman ini memiliki bunga sempurna yang berukuran kecil, berwarna kuning ataupun ungu, dan tumbuh di ketiak daun bagian atas. Tanaman kentang memiliki tipe perakaran serabut yang dangkal, pada kedalaman sekitar 10-30 cm. Sistem perakaran yang dangkal mengakibatkan tanaman rentan terhadap cekaman kekeringan (Cahyani *et al.*, 2022).

Secara morfologi, semua genotipe kentang yang mengalami cekaman kekeringan menunjukkan gejala kekurangan air (Soltys Kalina *et al.*, 2016). Gejala tersebut diantaranya tanaman layu, ukuran daun kecil, pertumbuhan tegak, daun menggulung dan menguning, serta tanaman mengering. Beberapa karakteristik morfologi tanaman berkaitan dengan toleransi terhadap cekaman kekeringan seperti vigor, kanopi, kandungan klorofil, dan tanaman tidak mudah menguning (Tuberosa, 2012). Selain ditunjukkan dari perubahan morfologi tanaman, pengaruh yang sangat kuat terlihat pada ukuran umbi. Penurunan hasil umbi akibat kekeringan mencapai 53% (Lahlou *et al.*, 2003).

### **Karakteristik Fisiologi**

Tanaman kentang termasuk dalam kelompok tanaman C3 (Ma'ruf dan Sinaga,

DOI: 10.32663/ja.v21i2.4749

2016), yang melakukan fotosintesis untuk menghasilkan energi. Fotosintesis bekerja optimal pada suhu 20-25°C, dengan intensitas cahaya yang dibutuhkan sekitar 300-500  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  agar laju fotosintesis maksimal. Pertumbuhan tanaman kentang terdiri dari beberapa fase (Sumbeka *et al.*, 2012), dimulai dari fase vegetatif yang mencakup pembentukan daun, batang, dan akar, hingga fase pembentukan dan pengisian umbi yang dimana hasil fotosintesis disimpan dalam bentuk pati pada umbi (Pantouw *et al.*, 2022). Suhu yang ideal untuk pembentukan umbi adalah 15-20°C, sementara suhu di atas 25°C dapat menghambat proses tersebut.

Penyerapan air dan nutrisi sangat penting, khususnya pada fase pembentukan umbi. Kekeringan dapat berdampak pada semua fase pertumbuhan kentang (Obidiegwu *et al.*, 2015), termasuk mengganggu proses fotosintesis (Yordanov *et al.*, 2003) dan menghambat inisiasi umbi, sehingga umbi tidak terbentuk dengan baik (Obidiegwu *et al.*, 2015). Fase inisiasi umbi adalah periode kritis tanaman saat mengalami stres kekeringan (Ridwan *et al.*, 2015). Respon kentang terhadap kekeringan bervariasi tergantung pada kapasitas kekeringan dan jenis genotipe yang ditanam (Saravia *et al.*, 2016). Respon fisiologi tanaman dapat berupa penurunan pada (laju pertumbuhan, konsentrasi CO<sub>2</sub> internal, laju fotosintesis, dan konduktansi stomata), hilangnya tekanan turgor, serta sinyal dari akar dalam bentuk asam absisat (ABA) (Shao *et al.*, 2008).

## **KARAKTERISTIK KEKERINGAN**

## **CEKAMAN**

Salah satu masalah paling umum yang dihadapi petani dalam menanam kentang adalah kekeringan. Kekeringan merupakan salah satu faktor abiotik penting yang berhubungan dengan rendahnya ketersediaan air tanah sehingga menyebabkan terhambatnya pertumbuhan tanaman dan restorasi ekologi pada daerah arid maupun semi arid (Liu *et al.*, 2013; Anggraini *et al.*, 2015). Adanya cekaman kekeringan dapat menyebabkan tumbuhan mengalami kesulitan untuk menyerap air dari tanah (Embiale *et al.* 2016). Tidak semua jenis tanaman mempunyai kemampuan yang sama untuk bertahan pada kondisi kekeringan, sehingga beberapa tanaman perlu menyesuaikan diri dengan lingkungan untuk mempertahankan hidupnya (Rehfeldt *et al.* 2001). Tanaman yang mengalami kekeringan pada waktu yang lama akan mengalami perubahan-perubahan morfologi, anatomi, fisiologi, dan biokimia sehingga dapat menyebabkan kematian (Suharti *et al.* 2017).

Cekaman kekeringan mempengaruhi proses biokimia dan fisiologis di tingkat seluler. Tanaman yang mengalami cekaman kekeringan memiliki tekanan turgor yang lebih rendah, sehingga mengurangi fungsi fisiologis seperti aktivitas fotosintesis (Zhang *et al.*, 2023). Dalam hal biokimia, cekaman kekeringan mengurangi sintesis auksin, sitokinin, dan gibberellin (GA) serta menghambat aktivitas enzim alfa-amilase. Cekaman kekeringan juga mempengaruhi awal pertumbuhan daun dan mengurangi pembelahan serta ekspansi sel (Saha *et al.*, 2022). Mekanisme toleransi terhadap kekeringan pada umumnya dikendalikan oleh banyak gen dan ekspresi dari masing-masing

DOI: 10.32663/ja.v21i2.4749

gen tersebut sangat kompleks (Blum, 2004). Pada level seluler, membran sel seperti juga sistem endomembran mengalami perubahan disposisi secara dramatis dan membatasi fungsi organel, seperti halnya integritas sel sebagai respons terhadap cekaman air (Gigon *et al.*, 2004). Dinding sel merupakan barier fisik yang juga melakukan proteksi dalam tingkat terbatas karena adanya deformasi propertinya (Murphy dan Ortega 1995). Ketika sel terkena cekaman air, rigiditas dari dinding sel akan menyediakan perlindungan secara mekanik, tetapi organ ini permeabel sehingga memungkinkan terjadi desikasi jika cekaman yang lebih tinggi diberikan (Versluos *et al.*, 2006).

Cekaman kekeringan akan menurunkan pertumbuhan dan fotosintesis tanaman yang disebabkan oleh penutupan stomata dan pengaruh metabolis (Taiz dan Zeiger 1998). Defisit air akan menyebabkan penutupan stomata yang akan menurunkan konsentrasi CO<sub>2</sub> seluler, sedangkan dehidrasi pada sel mesofil daun dapat menyebabkan kerusakan organ-organ fotosintesis. Efek buruk cekaman kekeringan terhadap fotosintesis akan dimediasi dengan tanggap terhadap: (i) sistem respirasi, transpor elektron, sintesis ATP pada mitokondria (Atkin dan Macherel, 2009); (ii) akumulasi metabolit yang diinduksi cekaman (Zhang *et al.*, 1999); dan (iii) ekspresi gen dan sintesis protein (Lawlor dan Tezara, 2009).

Saat tanaman mengalami cekaman kekeringan, tanaman akan melakukan mekanisme untuk mengatasinya, akar dapat merasakan defisit air terlebih dahulu, memulai respons fisiologis dan biokimia, serta mengoptimalkan morfologi dan arsitektur akar untuk mengatasi cekaman kekeringan

berikutnya dengan lebih baik (Ru *et al.*, 2022). Cekaman kekeringan tinggi, menghambat pertumbuhan akar dan mengurangi vitalitas akar yang akan menurunkan serapan nutrisi, seperti N, P, dan K oleh akar, serta defisiensi mikronutrien. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Shohani *et al.*, (2023), yaitu cekaman kekeringan dalam taraf kapasitas lapang 50% menurunkan panjang akar pada *Scrophularia striata* L.. Cekaman kekeringan menyebabkan asimilat yang dihasilkan dalam proses fotosintesis terlalu sedikit, karena materi yang digunakan, terutama air yang digunakan selama proses fotosintesis juga terbatas. Keterbatasan materi fotosintesis beserta asimilat tersebut menyebabkan translokasi asimilat ke bagian-bagian tanaman juga sedikit, sehingga akan menyebabkan penurunan berat basah maupun berat kering (Subantoro, 2014).

Kondisi cekaman kekeringan dalam taraf kapasitas lapang 50% dapat menurunkan laju pertumbuhan tanaman, laju pertumbuhan relatif, tinggi tanaman, bobot tanaman, efisiensi serapan nitrogen, dan efisiensi penggunaan nitrogen pada tanaman kedelai (Effendi, 2010). Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian (Fauzi *et al.*, 2019), tentang cekaman kekeringan yang berpengaruh signifikan terhadap serapan P tanaman, dimana peningkatan cekaman kekeringan menyebabkan penurunan serapan P baik di akar maupun tajuk. Selain itu, cekaman kekeringan juga berdampak terhadap penurunan efisiensi, kandungan dan serapan unsur hara N, P, dan Cl tanaman serta penurunan bobot biomassa kering tanaman.

Cekaman kekeringan memberikan dampak yang signifikan terhadap pertumbuhan

DOI: 10.32663/ja.v21i2.4749

berbagai tanaman. Berdasarkan hasil penelitian (Banziger *et al.*, 2000), tanaman jagung akan mengalami kelayuan atau penggulungan daun pada cekaman kekeringan. Gejala tersebut merupakan tanda bahwa tanaman mengalami defisit air di mana laju kehilangan air melalui transpirasi lebih besar dibanding laju absorpsi air oleh akar. Cekaman kekeringan menyebabkan pertumbuhan tanaman, luas daun, kehijauan daun, dan persentase tanaman fertil menurun. Sementara gejala kelayuan (penggulungan daun), interval waktu berbunga jantan dan betina (ASI) serta kandungan prolin akar semakin besar (Agung *et al.*, 2004)

### **RESPON TANAMAN KENTANG TERHADAP CEKAMAN KEKERINGAN**

Tanaman kentang merupakan salah satu tanaman pangan yang sangat rentan terhadap cekaman kekeringan. Cekaman kekeringan merupakan faktor multidimensi yang memiliki efek kompleks pada fisiologi dan pertumbuhan tanaman (Taiwo *et al.*, 2020). Kekeringan dapat mempengaruhi berbagai aspek pertumbuhan dan perkembangan tanaman kentang, termasuk penurunan biomassa, perubahan fisiologis, dan penurunan hasil umbi (Levy *et al.*, 2013). Menurut penelitian oleh Aliche *et al.*, (2018), cekaman kekeringan mengakibatkan penurunan laju fotosintesis dan peningkatan produksi radikal bebas, yang dapat merusak sel tanaman. Selain itu, kekeringan juga dapat mempengaruhi distribusi dan penyerapan nutrisi, yang pada akhirnya mempengaruhi kualitas dan kuantitas hasil panen.

#### **Pertumbuhan Tanaman**

Cekaman kekeringan merupakan salah satu faktor pembatas utama dalam pertumbuhan tanaman kentang. Ketika ketersediaan air tidak mencukupi, tanaman mengalami berbagai perubahan fisiologis dan morfologis yang dapat mempengaruhi kemampuan mereka untuk tumbuh secara optimal. Pertumbuhan dan perkembangan tanaman ditentukan oleh kemampuan tanaman dalam melakukan fotosintesis. Adanya cekaman kekeringan akan mempengaruhi proses fotosintesis sehingga secara langsung mempengaruhi produktivitas tanaman kentang (Farooq *et al.*, 2009). Secara morfologi, tanaman kentang pada kondisi kekeringan akan menunjukkan gejala layu, ukuran daun kecil, tipe tumbuh menjadi lebih tegak, daun menggulung dan menguning, serta tanaman mengering (Handayani *et al.*, 2018).

Stomata tanaman kentang akan menutup untuk mengurangi kehilangan air melalui transpirasi, tetapi hal ini juga mengurangi penyerapan CO<sub>2</sub> yang dibutuhkan untuk fotosintesis. Akibatnya, laju fotosintesis menurun, dan pertumbuhan tanaman menjadi terhambat. Selain itu, kekeringan dapat menyebabkan gangguan pada distribusi biomassa antara akar dan pucuk, dimana tanaman akan meningkatkan pertumbuhan akar untuk mencari air, tetapi pertumbuhan pucuk menjadi terhambat. Menurut penelitian oleh Tantawi *et al.* (2016), tanaman kentang yang mengalami cekaman kekeringan menunjukkan penurunan laju fotosintesis hingga 40%, yang berimplikasi pada penurunan pertumbuhan tunas dan daun secara keseluruhan.

Cekaman kekeringan mengakibatkan pengurangan substansial dalam jumlah daun

dan perkembangan luas daun yang menyebabkan berkurangnya intersepsi cahaya dan akibatnya efisiensi fotosintesis (Flexas *et al.*, 2006). Dalam penelitian Handayani *et al.*, (2006) penurunan terbesar terjadi pada luas daun, mencapai 53,7 %. Pengurangan luas daun merupakan salah satu mekanisme tanaman dalam menghadapi kekurangan air, untuk mengurangi penguapan yang terjadi. Lebih jauh lagi, cekaman kekeringan menyebabkan kerusakan signifikan pada pigmen dan peralatan fotosintesis, sehingga mengurangi asimilasi karbon dan kandungan klorofil yang berdampak langsung pada produktivitas dan pertumbuhan tanaman (Novitasari, 2022).

Penelitian oleh Deblonde and Ledent (2015) menunjukkan bahwa cekaman kekeringan dapat menyebabkan penurunan signifikan pada luas daun dan laju fotosintesis, yang pada akhirnya berdampak pada penurunan akumulasi biomassa dan hasil umbi. Kondisi ini memaksa tanaman untuk mengalokasikan sumber daya yang terbatas ke bagian yang lebih penting untuk kelangsungan hidup, seperti akar, sehingga mengorbankan pertumbuhan bagian lain.

### **Hasil Tanaman**

Produktivitas tanaman kentang sangat dipengaruhi oleh ketersediaan air. Kekeringan pada fase kritis seperti pembentukan umbi dapat mengurangi ukuran dan berat umbi secara signifikan. Penelitian (Kartika dan Kurniasih, 2021) menunjukkan bahwa cekaman kekeringan dapat mengurangi hasil tanaman dibandingkan dengan tanaman yang mendapatkan irigasi yang memadai. Selain itu umbi juga menurun, dengan kandungan pati

yang lebih rendah dan kadar air yang lebih tinggi, membuatnya kurang ideal untuk konsumsi dan pengolahan. Penelitian oleh Handayani *et al.* (2006) menemukan bahwa tanaman kentang yang terpapar kekeringan menunjukkan penurunan hasil jumlah umbi pertanaman 17,54%, berat umbi pertanaman 70,35%, panjang umbi 44,45% serta diameter umbi 42,85%.

### **Mekanisme Adaptasi**

#### *Penutupan Stomata*

Salah satu respon fisiologis tanaman kentang yang terkena cekaman kekeringan adalah dengan peningkatan produksi hormon stres, seperti asam absisat (ABA), yang memicu penutupan stomata. Penutupan stomata mengurangi kehilangan air melalui transpirasi namun juga membatasi masuknya karbon dioksida, yang berpotensi menurunkan laju fotosintesis (Tuberosa, 2012).

#### *Akumulasi Osmolit*

Tanaman kentang juga meningkatkan akumulasi osmolit seperti prolin dan gula terlarut. Osmolit ini berfungsi untuk menjaga tekanan turgor sel sehingga sel tanaman dapat tetap berfungsi meskipun terjadi defisit air (Kumar *et al.*, 2011).

#### *Aktivitas Antioksidan*

Dalam menghadapi kekeringan, tanaman kentang meningkatkan aktivitas enzim antioksidan seperti superoksida dismutase (SOD) dan katalase (CAT) yang membantu mengurangi kerusakan oksidatif yang diakibatkan oleh radikal bebas. Stres kekeringan memicu akumulasi spesies oksigen reaktif (ROS), dan enzim seperti SOD dan CAT membantu menguraikan ROS untuk

DOI: 10.32663/ja.v21i2.4749

mencegah kerusakan pada sel tanaman (Wang *et al.*, 2024).

#### *Perubahan Biokimia*

Peningkatan osmoprotektan seperti prolin membantu melindungi sel dari stres osmotik, sementara antioksidan mencegah kerusakan yang disebabkan oleh stres oksidatif (Farooq *et al.*, 2017). Adaptasi biokimia ini penting untuk meminimalkan kerusakan sel dan memastikan kelangsungan hidup tanaman selama periode stres air.

#### *Pengaturan Metabolisme*

Tanaman kentang dapat mengubah jalur metabolisme untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air dan nutrisi. Ini termasuk peningkatan sintesis senyawa yang membantu tanaman bertahan dalam kondisi kekeringan (Hutasuhut, 2020).

#### *Penyesuaian morfologi daun*

Tanaman kentang dapat mengurangi luas daun untuk mengurangi kehilangan air melalui transpirasi. Daun yang lebih kecil dan tebal dapat membantu mengurangi penguapan air (Mudaningrat *et al.*, 2023).

#### *Modifikasi Sistem Perakaran*

Tanaman kentang, yang memiliki sistem perakaran relatif dangkal, sering kali mengalami kesulitan dalam mengakses air tanah yang lebih dalam selama periode kekeringan (Jefferies and Mackerron, 2014). Kekeringan memaksa tanaman kentang untuk mengalokasikan sumber daya ke sistem akar, terutama akar yang lebih dalam untuk mencari air (Hutasuhut, 2020). Tanaman kentang dengan akar yang lebih dalam lebih tahan terhadap kekeringan. Hasil fotosintesis kentang (pati) yang seharusnya disimpan dan

ditumpuk menjadi umbi kentang disalurkan ke akar kentang untuk mempertahankan siklus hidupnya, oleh karena itu kentang yang terkena cekaman kekeringan akan menghasilkan ukuran umbi yang sangatlah kecil jika dibandingkan dengan tanaman kentang yang tumbuh di lingkungan optimalnya (Basri *et al.*, 2024).

Dari perspektif agronomi, strategi mitigasi untuk mengatasi cekaman kekeringan pada tanaman kentang mencakup pemilihan varietas tahan kekeringan dan penerapan teknik irigasi yang efisien. Varietas kentang yang memiliki sistem perakaran lebih dalam dan kapasitas retensi air yang lebih baik cenderung lebih tahan terhadap kondisi kekeringan (Loon, 2016). Selain itu, teknik irigasi seperti irigasi tetes dan pemanfaatan mulsa organik dapat membantu mempertahankan kelembaban tanah dan mengurangi efek negatif dari kekeringan (Shock *et al.*, 2013). Penggunaan teknologi ini, dikombinasikan dengan pemahaman mendalam tentang respon fisiologis tanaman, dapat meningkatkan ketahanan tanaman kentang terhadap cekaman kekeringan dan meminimalkan kerugian hasil panen.

## **MITIGASI AGRONOMIS**

### **Pengelolaan Lahan**

Pengolahan lahan atau tanah sebagai media tanam merupakan satu hal penting yang harus diperhatikan sebelum melaksanakan penanaman khususnya tanaman kentang. Tanah terlebih dahulu harus dibersihkan dari gangguan biologis seperti gulma, semak atau sisa-sisa tanaman lainnya sedangkan gangguan fisik seperti batu-batuan, sampah plastik atau bahan lainnya yang sulit terurai (Adhitya,

DOI: 10.32663/ja.v21i2.4749

2015). Tanah diolah hingga gembur dengan menggunakan cangkul atau alat mekanis ringan lainnya atau biasa disebut pengolahan minimal atau pengolahan ringan tujuannya untuk menggemburkan permukaan tanah (10-15 cm). Pengolahan tanah maksimal 30 cm tujuannya meminimalkan kerusakan pada struktur tanah yang lebih dalam karena pengolahan tanah sangat berpengaruh terhadap ketersediaan air, artinya manipulasi kekasaran permukaan tanah dalam pengolahan dapat meningkatkan infiltrasi air juga mengurangi evapotranspirasi (Nasir & Toth, 2022)

Pada tanah datar atau tidak bergelombang tidak terlalu banyak perlakuan yang harus dilakukan, namun pada tanah lereng atau miring tanah harus dibuat bedengan. Bedengan dibuat membujur arah timur-barat agar penyebaran cahaya matahari dapat merata untuk pertumbuhan tanaman, bedengan dibuat setinggi 20-30 cm biasanya dengan lebar 60-75 cm, jarak antar bedengan atau selokan 50 cm. Bedengan yang searah dengan lereng dapat memperlancar drainase, mengurangi kesuburan tanah namun kelembaban tanah kurang terjaga sehingga mengurangi intensitas serangan penyakit namun metode ini dapat menimbulkan erosi yang tinggi (Zainal, 2016). Sedangkan penerapan sistem guludan horizontal yang memotong lereng atau searah kontur terbukti sangat efektif menurunkan laju erosi tanah pada lahan kentang sekitar 50-70% lebih rendah dibanding sistem guludan vertikal. Guludan searah kontur dapat mengurangi laju kecepatan aliran air, serapan air dan unsur hara bisa maksimal, kelembaban tanah bisa terjaga dan metode ini dapat menekan cekaman

kekeringan khususnya tanaman kentang (Krissandi, 2023).

Salah satu tindakan yang diperlukan untuk meningkatkan produktivitas kentang dengan penanganan pemupukan yang tepat (Marpaung *et al.*, 2014). Lahan untuk budidaya kentang yang baik itu memerlukan penambahan bahan organik (Rinanto, 2004). Pemupukan dengan bahan organik seperti kompos dan pupuk kandang dapat memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kesuburan dan menjaga kelembaban tanah (Harahap *et al.*, 2021). Sedangkan penggunaan biochar dan kompos, Kotoran hewan dan limbah kaya karbon lainnya dapat meningkatkan nutrisi dan kapasitas tanah dalam menahan air serta mengurangi stres kekeringan (Nasir & Toth, 2022).

Penggunaan mulsa organik seperti jerami, daun kering atau serasah dapat mengurangi dampak stres kekeringan dengan cara mengendalikan penguapan, menyerap uap air pada jaringan mulsa dan meningkatkan infiltrasi (Krissandi, 2023). Mulsa organik digunakan untuk menjaga suhu tanah agar stabil, menjaga kelembaban dan menekan pertumbuhan gulma. Pada umumnya penggunaan mulsa organik ataupun mulsa plastik sebagai upaya menekan kekeringan (Harahap *et al.*, 2021). Dengan kemajuan zaman dan perkembangan teknologi penggunaan mulsa plastik banyak dipakai karena penerimaan cahaya matahari lebih besar dibanding perlakuan tanpa mulsa, permukaan mulsa plastik yang bisa memantulkan cahaya mengakibatkan cahaya matahari dipantulkan juga diterima dengan baik oleh daun dalam dua sisi dengan

DOI: 10.32663/ja.v21i2.4749

demikian proses fotosintesis menjadi lebih maksimal (Prayoga *et al.*, 2016).

### **Penggunaan Varietas Toleran**

Penggunaan varietas yang dibutuhkan di Indonesia yaitu varietas yang dapat beradaptasi dengan masalah lingkungan fisik dan biologi (Nurchayati *et al.*, 2019). Dengan menggunakan varietas toleran dalam melakukan budidaya kentang merupakan salah satu strategis yang dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan dalam produksi tanaman kentang dalam kondisi stres kekeringan (Nasir & Toth, 2022). Beberapa varietas seperti kentang hitam, porvenir, patagonia, yaike, dan puyehue-inia menunjukkan ketahanan yang lebih baik terhadap kekeringan (Martínez *et al.*, 2021).

### **Pemilihan Bahan Tanam**

Ukuran umbi kentang sangat terpengaruh oleh cekaman kekeringan (Handayani *et al.*, 2019). Selain itu genetika tanaman kentang mempengaruhi tingkat toleransi terhadap kekeringan. Kekeringan mengganggu fotosintesis, memperlambat pertumbuhan, dan mengurangi hasil (Obidiegwu *et al.*, 2015). Sehingga diperlukan bahan tanam yang tepat untuk mengatasi cekaman kekeringan. Benih stek mini memiliki keunggulan yaitu umur panen lebih cepat, ketahanan terhadap penyakit tinggi, kebenaran varietas terjamin, pertumbuhan seragam, jumlah umbi lebih banyak dan berukuran besar (Husen *et al.*, 2023).

Beberapa hal penting yang perlu diperhatikan dalam menyiapkan umbi bibit kentang (Muhibuddin, 2016) adalah (a) umbi bibit harus berasal dari varietas atau klon unggul yang memiliki nilai komersial, (b) bibit

umbi harus bebas dari penyakit layu bakteri dan penyakit, dan (c) ukuran umbi bibit ideal adalah antara 30-45 gram per umbi, dan telah memiliki tunas dengan panjang sekitar 2 cm.

### **Pengaturan Jarak Tanam dan Waktu Tanam**

Pengaturan jarak tanam yang ideal pada cekaman kekeringan yaitu 70 cm x 15 cm, hal ini dapat mengurangi penguapan air dan aliran angin yang mengakibatkan pertumbuhan tanaman terganggu (Alfandi *et al.*, 2014). Berdasarkan penelitian Fatchullah (2017) menunjukkan jarak tanam yang rapat, sehingga daun antara tanaman yang satu dengan yang lainnya lebih cepat menutupi permukaan tanah yang menyebabkan suhu tanaman dan suhu tanah lebih sejuk karena terlindungi oleh dedaunannya. Pemilihan waktu tanam yang tepat pada tanaman kentang untuk menghadapi cekaman kekeringan yaitu pada awal musim hujan dan setelah musim hujan pertama untuk memanfaatkan kelembaban tanah secara optimal. Penggunaan data curah hujan untuk menentukan waktu tanam yang optimal dengan melakukan prediksi curah hujan dapat membantu petani memilih waktu tanam yang tepat untuk menghindari cekaman kekeringan yang parah (Lestantyo *et al.*, 2022).

### **Pemberian Naungan**

Pemberian naungan pada kentang menimbulkan tanah menjadi jenuh, air pada irigasi maupun pada bedengan dan suhu menjadi relatif stabil, serta kelembaban karena rendahnya intensitas cahaya matahari yang masuk pada areal tanaman (Purnomo *et al.*, 2020).

### **Pengaturan Irigasi**

DOI: 10.32663/ja.v21i2.4749

Teknik irigasi tetes dapat meningkatkan produktivitas air yang disebabkan aplikasi air yang tepat langsung ke perakaran tanaman, meminimalkan penguapan dan limpasan air (Yin *et al.*, 2023). Irigasi tetes mengalirkan sumber air melalui pipa menuju lahan, air dari pipa mengalir melalui selang yang berada di bedengan yang telah diberi lubang di tempat tanaman (Antriyandarti *et al.*, 2023). Penerapan irigasi tetes dengan pemberian air dalam volume kecil dan berkelanjutan sehingga ketersediaan air bagi tanaman terpenuhi (Witman, 2021). Menurut Obidiegwu *et al.* (2015) penghentian irigasi dilakukan pada fase inisiasi umbi, yaitu fase yang rentan terhadap kekurangan air, dan hal ini menyebabkan terhambatnya pembentukan umbi.

### **Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman**

Tanaman kentang sering kali mengalami gangguan dari organisme pengganggu tanaman (OPT) terutama jenis hama. Pengendalian Hama Terpadu (PHT) merupakan suatu teknik yang dapat dilakukan dalam mengendalikan populasi dari tingkat gangguan OPT dengan satu metode pengendalian atau lebih, guna menurunkan populasi yang mencegah timbulnya kerusakan secara ekonomis dan kerusakan lingkungan (Ibrahim *et al.*, 2024). Mitigasi OPT melibatkan beberapa langkah-langkah dalam mengurangi risiko serangan serta kerusakan yang diakibatkan oleh OPT, strategi yang dapat dilakukan diantaranya sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi secara umum OPT yang sering menyerang tanaman kentang dan kapan harus dilakukan pengamatan secara

rutin untuk mengetahui serangan secepat mungkin.

2. Memilih varietas yang memiliki ketahanan atau tingkat toleransinya yang tinggi terhadap OPT yang ada di lokasi penanaman kentang.
3. Pengelolaan lahan/tanah yang baik karena tanah yang sehat dapat membantu tanaman kentang menjadi lebih kuat dan tahan terhadap serangan OPT.
4. Sanitasi lahan/gulma dan penggunaan metode pengendalian hayati dengan memanfaatkan musuh alami (Sarjan *et al.*, 2020).
5. Jika tingkat kerusakan sudah mencapai ambang ekonomi, maka pestisida dapat digunakan dengan syarat penggunaannya harus hati-hati dan sekecil mungkin gangguannya terhadap lingkungan (Duriat *et al.*, 2006).

### **Penggunaan Mikroorganisme Bermanfaat (*Beneficial Microorganisms*)**

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman ketika mengalami cekaman kekeringan dapat dipengaruhi oleh banyak faktor, termasuk *Plant Growth Promoting Bacteria* (PGPB). PGPB merupakan bakteri tanah alami yang berada di rizosfer tanaman dan jaringan tanaman, serta sering menyebabkan peningkatan pertumbuhan tanaman (Gunjal dan Glick 2023) seperti *Enterobacter xiangfangensis* dan *Enterobacter cloacae*. Kedua bakteri ini diketahui dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan menghasilkan hormon *Indole Acetic Acid* (IAA) dan dapat beradaptasi dengan cekaman kekeringan.

Mekanisme dari PGPB yaitu dengan memproduksi hormon IAA yang tinggi.

Hormon ini berfungsi sebagai regulator pertumbuhan yang memacu pembelahan sel serta pemanjangan akar, sehingga dapat meningkatkan efisiensi penyerapan air oleh tanaman ketika mengalami kondisi kekeringan. Akar tanaman yang diinokulasikan PGPB biasanya memiliki sistem akar yang lebih dalam dan berkembang. Melalui modifikasi struktur akar PGPB juga membantu tanaman dalam meningkatkan efisiensi penyerapan air dan hara oleh tanaman. Bakteri endofit seperti *Enterobacter xiangfangensis* dan *Enterobacter cloaceae* berkolonisasi pada akar dan menghasilkan biofilm pelindung yang membantu akar tanaman tetap sehat dalam kondisi cekaman kekeringan (Maharina *et al.*, 2017).

Alternatif lain yang dapat digunakan yaitu dengan menambahkan mikroorganisme jenis cendawan seperti *Trichoderma* sp. Purwanti dan Hastuti (2009) menyebutkan bahwa cendawan *Trichoderma* sp. berperan dalam mempercepat pertumbuhan tanaman dan dapat meningkatkan produksi tanaman. Mekanisme dari *Trichoderma* sp. yaitu dengan menghasilkan hormon pertumbuhan berupa sitokinin dan giberelin yang mampu membuat perakaran kuat dan banyak serta meningkatkan kemampuan tanaman dalam menghadapi kondisi kekeringan (Benitez *et al.*, 2004).

### **Pengaturan Pertanaman (*Cropping System*)**

Produktivitas tanaman kentang dapat dipengaruhi oleh banyak faktor, beberapa diantaranya adalah penerapan pola tanam dan rotasi tanaman. Pola tanam merupakan sistem tanam yang memanfaatkan lahan budidaya dengan menanam lebih dari satu jenis tanaman dalam waktu yang hampir bersamaan. Pola

tanam dalam budidaya kentang dapat dilakukan dengan menerapkan sistem tanam tumpang sari, hasil penelitian Napitupulu *et al.*, (2023) menunjukkan bahwa tanaman kentang yang ditanam dengan tanaman jenis *leguminose* menghasilkan populasi mikroba tanah yang tinggi dibandingkan dengan tanaman yang lainnya. Hal ini dapat disebabkan oleh tanaman *leguminose* yang memiliki kemampuan untuk mengikat Nitrogen dari udara ke dalam tanah.

Selain itu, rotasi tanaman juga dapat meningkatkan keragaman jenis dan mikroorganisme tanah (Prihastuti, 2011). Waktu tanam kentang di lahan kering bergantung pada awal musim hujan untuk memperoleh produksi kentang yang tinggi, sehingga dapat diterapkan rotasi tanaman kentang dengan tanaman lainnya, seperti jagung, kubis dan bawang daun. Penerapan waktu tanam dan rotasi tanaman tersebut mempengaruhi produksi kentang yang signifikan, yaitu dihasilkan kentang sebanyak 15-20 ton/ha<sup>-1</sup> pada musim penghujan dan 8 ton/ha<sup>-1</sup> pada musim kemarau (Pratiwi dan Hardyastuti, 2018).

### **Penggunaan Zat Pengatur Tumbuh**

Zat pengatur tumbuh merupakan senyawa kimia yang diberikan terhadap tanaman dapat memberikan pengaruh fisiologis, biologis dan kimia. Salah satu zat pengatur tumbuh yang dapat digunakan dalam budidaya kentang adalah paclobutrazol yang mampu menghambat perpanjangan sel (Ibrahim *et al.*, 2015). Menurut Soumya *et al.*, (2017) paclobutrazol mampu meningkatkan proses fotosintesis, enzim, kandungan senyawa osmolit dan mempertahankan indeks stabilitas

membran sehingga dapat meningkatkan toleransi tanaman terhadap cekaman kekeringan. Zat Pengatur Tumbuh lain yang dapat diberikan terhadap tanaman kentang pada cekaman kekeringan adalah asam salisilat yang dapat mempertahankan potensial osmotik, meningkatkan enzim antioksidan dan metabolit sekunder (Khan *et al.*, 2015).

Hasil penelitian Yuniati *et al.*, (2020) menunjukkan bahwa pengaplikasian dari kombinasi ZPT paclobutrazol dan asam salisilat pada tanaman kentang memberikan pengaruh yang nyata terhadap konduktansi stomata saat tanaman berumur 9 minggu setelah tanam (MST) dan 11 MST pada perlakuan interval penyiraman 1 hari menunjukkan hasil konduktansi stomata yang lebih tinggi dibandingkan dengan ZPT dan perlakuan interval penyiraman yang lainnya. Didukung hasil penelitian Lengkong *et al.*, (2015) menunjukkan bahwa pengaplikasian Paclobutrazol terhadap tanaman kentang menunjukkan tinggi tanaman yang berbeda nyata pada umur 6 dan 8 minggu setelah tanam. Sedangkan jumlah daun terbaik dapat dihasilkan dengan mengaplikasikan paclobutrazol dengan konsentrasi yang tinggi. Hal ini ditunjukkan oleh penelitian Amelia *et al.*, (2023) bahwa pengaplikasian paclobutrazol sebanyak 75 ppm, 150 ppm, dan 225 ppm menunjukkan hasil terbaik pada parameter jumlah daun tanaman kentang.

## RISET DI MASA MENDATANG

### Pengembangan Varietas Toleran

Mengembangkan varietas kentang yang tahan terhadap kekeringan sangat penting dalam strategi mitigasi agronomis. Teknik genomik dan bioteknologi dapat digunakan

untuk menemukan gen-gen yang bertanggung jawab atas ketahanan kekeringan. Ini akan meningkatkan produksi prolin, gula terlarut, dan senyawa osmolit lainnya. Untuk mempercepat pemuliaan varietas baru, teknologi *Marker-assisted Selection* (MAS) digunakan selain metode konvensional dan mutasi. Varietas ini diuji dalam berbagai kondisi untuk menunjukkan kemampuan adaptasi dan ketahanan. Selain itu, pengeditan gen yang dimungkinkan oleh teknologi rekayasa genetika, seperti CRISPR-Cas9 memungkinkan peningkatan ketahanan terhadap kekeringan.

Untuk mengembangkan dan menyebarkan varietas tahan kekeringan, lembaga penelitian, universitas, dan industri harus bekerja sama. Implementasi di lapangan didukung oleh penyuluhan, pelatihan petani, dan dukungan pemerintah, serta pemantauan jangka panjang terhadap kinerja varietas baru.

### Optimasi Irigasi

Salah satu langkah penting dalam mengatasi cekaman kekeringan pada produksi tanaman kentang adalah mengoptimalkan irigasi. Metode irigasi yang efektif, seperti irigasi tetes atau irigasi subsurface, dapat mengurangi kehilangan air dan memastikan pasokan air yang tepat bagi tanaman. Sistem irigasi yang cerdas, yang dilengkapi dengan sensor kelembaban tanah, memungkinkan pengaturan irigasi secara otomatis berdasarkan kebutuhan tanaman, sehingga mengurangi pemborosan air. Selain itu, implementasi teknik irigasi berjenak-jenak dapat mengurangi erosi tanah dan meningkatkan penyerapan air oleh akar tanaman. Oleh karena itu, pendekatan pengelolaan irigasi yang efektif

tidak hanya menjaga kelembaban tanah pada tingkat yang ideal, tetapi juga meningkatkan efisiensi penggunaan air dan meningkatkan hasil panen tanaman kentang.

### **Pengelolaan Lahan**

Pengelolaan lahan merupakan upaya mitigasi agronomis tanaman kentang, pada kondisi kekeringan (kekurangan air) dapat menggunakan beberapa teknik untuk menjaga kelembaban dan kesehatan tanah. Penggunaan mulsa (organik atau plastik) adalah salah satu upaya untuk mengurangi penguapan, penggunaan tanaman penutup seperti legum dapat membantu memperbaiki struktur tanah dan retensi air. Penambahan amandemen tanah seperti *biochar* dan bahan organik meningkatkan kapasitas tanah menahan air, dan teknik olah tanah minimum menjaga kelembaban dengan meminimalkan gangguan tanah. Pada tanah dalam pengelolaan zona akar dan pembuatan terasering (bedengan tinggi) dapat membantu akar mengakses air lebih baik, penggunaan gypsum juga dapat memperbaiki struktur tanah. Lebih menarik lagi penggunaan teknologi modern seperti sensor yang bisa mendeteksi kelembaban tanah memungkinkan irigasi lebih efisien dan tepat waktu, mendukung ketahanan tanaman kentang terhadap kekeringan serta menjaga produktivitas, namun ini perlu dipertimbangkan karena memerlukan biaya yang lebih.

### **Pengembangan Osmoprotektan Eksogen**

Untuk meningkatkan ketahanan kentang terhadap cekaman kekeringan, penelitian di masa mendatang bisa lebih difokuskan pada pengembangan osmoprotektan dan senyawa eksogen.

Penggunaan senyawa osmoprotektan seperti prolin akan diuji secara eksternal untuk melihat pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan ketahanan tanaman, serta mempelajari cara meningkatkan akumulasinya melalui rekayasa genetika atau biostimulan. Selain itu, glisin betain juga akan diteliti untuk mengurangi dampak dari cekaman kekeringan, dengan potensi peningkatan produksinya melalui pendekatan bioteknologi. Aplikasi asam absisat (ABA) akan diuji untuk mengoptimalkan penutupan stomata dan mengurangi transpirasi selama kekeringan, dengan fokus pada dosis dan waktu aplikasinya terhadap hasil panen. Senyawa antioksidan seperti asam askorbat (vitamin C) dan glutathione akan digunakan untuk melindungi tanaman dari kerusakan yang bersifat oksidatif, dan kombinasinya dengan osmoprotektan akan dieksplorasi. Selain itu, senyawa eksogen lain seperti Silikat akan diteliti untuk memperkuat dinding sel dan meningkatkan kapasitas retensi air, sementara asam salisilat (SA) akan diuji untuk meningkatkan resistensi tanaman melalui peningkatan aktivitas antioksidan.

### **Penggunaan *Beneficial Microorganisms***

Dalam upaya mitigasi agronomis terhadap cekaman kekeringan pada produksi tanaman kentang, penelitian di masa mendatang akan fokus pada penggunaan Mikroorganisme Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR). PGPR adalah kelompok bakteri yang hidup di rhizosfer dan berfungsi meningkatkan pertumbuhan serta ketahanan tanaman terhadap stres lingkungan, termasuk kekurangan air. Dalam konteks kentang, PGPR dapat meningkatkan

DOI: 10.32663/ja.v21i2.4749

penyerapan air dan nutrisi, merangsang produksi hormon pertumbuhan (auksin dan giberelin), memperbaiki struktur akar, serta memproduksi eksopolisakarida yang meningkatkan kapasitas tanah dalam menyimpan air. Penelitian akan mencakup isolasi dan identifikasi strain PGPR yang efektif, pengembangan konsorsium PGPR yang bekerja sinergis, serta aplikasi PGPR yang diintegrasikan dengan metode agronomi lain, seperti irigasi efisien. Selain itu, teknologi penerapan canggih, seperti teknik enkapsulasi, akan dieksplorasi untuk meningkatkan efektivitas mikroba di lapangan. Dengan menggunakan PGPR, diharapkan produktivitas kentang dapat dipertahankan di bawah kondisi kekeringan, mengurangi ketergantungan pada input agrikultur yang mahal, dan meningkatkan keberlanjutan produksi tanaman.

### KESIMPULAN

Hasil review menunjukkan bahwa pentingnya mitigasi agronomis dalam menghadapi tantangan kekeringan pada budidaya tanaman kentang. Penerapan teknik agronomis, seperti pengelolaan lahan, pemilihan varietas tahan kekeringan, teknik penanaman, penggunaan irigasi, pengendalian OPT (Organisme Pengganggu Tanaman), penggunaan PGPB (*Plant Growth Promoting Bacteria*), penerapan cropping sistem, dan penggunaan zat pengatur tumbuh (ZPT) dapat meningkatkan ketahanan tanaman kentang terhadap cekaman kekeringan. Tindakan-tindakan tersebut mampu meningkatkan kemampuan tanaman kentang beradaptasi dalam kondisi bercekam kekeringan dan harus disesuaikan dengan

kondisi agroekologi tempat tanaman kentang dibudidayakan.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada Program Studi Magister Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu yang telah memfasilitasi kelancaran penulisan artikel ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Agung, T., D. H. Ahadiyat, dan Y. Rahayu. 2004. Analisis efisiensi serapan N, pertumbuhan, dan hasil beberapa kultivar kedelai unggul baru dengan cekaman kekeringan dan pemberian pupuk hayati. *Agrosains* 6(2):70–74.
- Aliche, E. B., M. Oortwijn, T. P. J. M. Theeuwen, C. W. B. Bachem, R. G. F. Visser, and C. G. V. D. Linden. 2018. Drought response in field grown potatoes and interactions between canopy growth and yield. *Agricultural Water Management* 206: 20-30.
- Amelia, A. N., Anwar, S., dan Karno, K. 2023. Pertumbuhan dan produksi tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) akibat aplikasi giberelin dan paclobutrazol di Dataran Medium. *Agroeco Science Journal* 2(1): 1-8.
- Anam, C., R. Uchyani, and E. Widiyanti. 2020. Peningkatan daya saing keripik melalui perajang slice kentang dan desain kemasan di Sumberejo, Ngablak, Magelang, *Journal of Community Empowering and Services*, 4(1)
- Anggraini, N., E. Faridah, dan S. Indrioko. 2015. Pengaruh cekaman kekeringan terhadap perilaku fisiologis dan pertumbuhan bibit black locust (*Robinia pseudoacacia*). *Jurnal Ilmu Kehutanan* 9(1):40-56

DOI: 10.32663/ja.v21i2.4749

- Anithakumari, A. M., K. N. Nataraja, R. G. Visser, and C. G. Van Der Linden. 2012. Genetic dissection of drought tolerance and recovery potential by quantitative trait locus mapping of a diploid potato population. *Molecular Breeding* 30(3): 1413-1429.
- Antriyandati, E., P. W. Mahastian, A. Agustono, R. A. Maulana, dan D. H. Laia. 2023. Inovasi manajemen pengairan pada usahatani lahan kering di Kawasan Karst Girisubo Gunungkidul dengan teknik irigasi tetes. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. Vol dan hal.
- Astawan, M. 2004. Sehat Bersama Aneka Serat Pangan Alami. Cetakan I. Penerbit Tiga Serangkai, Solo.
- Atkin, O. K., dan D. Macherel. 2009. The crucial role of plant mitochondria in orchestrating drought tolerance. *Annals of Botany* 103: 581–597.
- Bänziger, M., G.O. Edmeades, D. Beck, and M. Bellon. 2000. Breeding for Drought and Nitrogen Stress Tolerance in Maize From Theory to Practice. Mexico, CIMMYT.
- Basri, J. H., M Nur, M. N., Warnita, W., Hapsoh, H., Ulpah, S., Mardaleni, M., Hermansah, H. (2024). *Pertanian Berkelanjutan*.
- Basuki, R. S., dan Kusmana, K. 2005. Evaluasi Daya Hasil 7 Genotip Kentang pada Lahan Kering Bekas Sawah Dataran Tinggi Ciwidey. *Jurnal Hortikultura*, 15(4), 136768.
- Benítez, T., A. M. Rincón, M.C. Limón, and A. C. Codon 2004. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. *International microbiology* 7(4):249-260.
- Blum A. 2002. Drought tolerance - is it a complex trait? Field screening for drought tolerance in crop plants with emphasis on rice. In 'Field screening for drought tolerance in crop plants with emphasis on rice. International Workshop on Field Screening for Drought Tolerance in Rice'. (Eds. N.P. Saxena and J.C. O'Toole) ICRISAT, Patancheru, India, pp. 17–22.
- BPS. 2024. Produksi Tanaman Sayuran, 2021-2023 <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NjEjMg==/produksi-tanaman-sayuran.html>.
- Cahyani, N. A., Y. Hasanah, and S. Sarifuddin. 2022. Increased production of true shallot seed with applications of paclobutrazol and salicylic acid on drought conditions. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian* 9(1): 181-196.
- Djufry, F. 2015. Kajian adaptasi varietas unggul kentang tropika produksi tinggi dan tahan penyakit di kabupaten bantaeng sulawesi selatan. *Jurnal Agrotan*, 1(2): 19-32.
- Duriat, A. S., O. S. Gunawan, dan N. Gunaeni. 2006. Penerapan Teknologi PHT pada Tanaman Kentang. Penerbit Balai Penelitian Tanaman Sayuran.
- Efendi, R., dan M Azrai. 2010. Tanggap genotipe jagung terhadap cekaman kekeringan: Peranan akar. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 29(1):1-10.
- Embiale A, Hussein M, Husen A, Sahile S, Mohammed K. 2016. Differential sensitivity of *Pisum sativum* L. cultivars to water-deficit stress: changes in growth, water status, chlorophyll fluorescence and gas exchange attributes. *Journal of Agronomy* 15(2): 45-57.
- FAO. 2015. Climate change and food security: risks and responses. <http://www.fao.org/3/a-i5188e.pdf>
- Farooq, M., A. Wahid, and D.J. Lee 2009. Exogenously applied polyamines

DOI: 10.32663/ja.v21i2.4749

- increase drought tolerance of rice by improving leaf water status, photosynthesis and membrane properties. *Acta Physiol Plant* 31(5): 937–945
- Farooq, M., A. Wahid, N. Kobayashi, D. Fujita, and S. M. A. Basra. 2017. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agronomy for Sustainable Development* 29(1):185-212.
- Fatchullah, D. 2017. Pengaruh kerapatan tanaman terhadap pertumbuhan dan hasil benih kentang (*Solanum Tuberosum* L.) Generasi Satu (G1) varietas granola. *Planta Tropika*, 5(1):15-22.
- Fauzi, W. R., dan E.T. S. Putra, E. 2019. Dampak pemberian kalium dan cekaman kekeringan terhadap serapan hara dan produksi biomassa bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit* 27(1):41-56.
- Flexas, J., J. Bota, J. Galmes, H. Medrano, and M. Ribas-Carbo. 2006. Keeping a positive carbon balance under adverse conditions: responses of photosynthesis and respiration to water stress. *Physiologia Plantarum*, 127(3):343-352.
- Gigon, A., A. R. Matos, D. Laffray, Y. Zuily-Fodil, and A. T. Pham-Thi. 2004. Effect of drought stress on lipid metabolism in the leaves of *Arabidopsis thaliana* (ecotype Columbia). *Annals of botany* 94(3): 345-351.
- Gunjal, A. B., and B. R. Glick. 2023. Plant growth promoting bacteria (PGPB) in horticulture. *Proceedings of the Indian National Science Academy. India*, 24 Juni 2023.
- Handayani, T. P., Kusmana, dan H. Kurniawan. 2018. Respon dan seleksi tanaman kentang terhadap kekeringan. Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang
- Handayani, T., N. Kusmana, dan H. Kurniawan. 2019. Respon dan seleksi tanaman kentang terhadap kekeringan. *Jurnal Hortikultura* 28(2):272559.
- Harahap, R. H., S. Hasibuan, dan A. Rahman. 2021. Peningkatan produksi tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) varietas dayang sumbi dengan pemberian aspirin dan kompos limbah kubis (*Brassica oleraceae*). *Jurnal Ilmiah Pertanian* 3(1): 86–95.
- Hidayat, Y. S., dan Efendi, D. 2014. Karakterisasi morfologi beberapa genotipe kentang (*Solanum tuberosum* L.) yang dibudidayakan di Indonesia. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Hutasuhut, M. A. 2020. Ekologi Tumbuhan. Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, 3–4,
- Ibrahim, E., Z. Ikhsan, E. A. Sidik, S. Ulpah, N. Rosida dan Suherah. 2024. Pengendalian Hama Terpadu (PHT). Penerbit Widina Media Utama.
- Ibrahim, M. A. Nuraini, dan D. Widayat. 2015. Pengaruh sitokinin dan paklobutrazol terhadap pertumbuhan dan hasil benih kentang (*Solanum tuberosum* L.) G2 kultivar granola dengan sistem nutrient film technique. *Jurnal Kultivasi* 14 (2): 36 – 41.
- Javandira, C., L. Q. Aini, dan A. L. Abadi. 2013. Pengendalian penyakit busuk lunak umbi kentang (*Erwinia carotovora*) dengan memanfaatkan agens hayati *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens*. *Jurnal Hama dan Penyakit Tanaman* 1(1): 90-97.
- Kartika, M. N., dan B. Kurniasih. 2021. Pengaruh Irigasi tetes dan mulsa terhadap pertumbuhan tajuk tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.) di lahan kering Gunungkidul. *Vegetalika* 10(1):31-43.

- Khalimi, M., R. Rismaya, dan S. Sutrisno. 2023. Identification of the Effect of Water Stress on Yield Production and Evaluation of the Nutrient Content of Garut Tubers and Flour. *Journal of Global Sustainable Agriculture* 4(1):8-14.
- Khan, M. I. R., M. Fatma, T. S. Per, N. A. Anjum and N. A. Khan. 2015. Salicylic acid induced abiotic stress tolerance and underlying mechanism in plants. *Frontiers in Plant Science* 6(462): 1-11.
- Kumar, D., B. P. Singh, and P. Kumar. 2011. An overview of the factors affecting sugar content of potatoes. *Annals of Applied Biology* 158(3): 349-362.
- Lawlor, D.W., and W. Tezara. 2009. Causes of decreased photosynthetic rate and metabolic capacity in water-deficient leaf cells: a critical evaluation of mechanisms and integration of processes. *Annals of Botany*. 103: 543–549
- Lengkong, O. B., Lengkong, E. F., Tiwow, D. F., dan Najoan, J. 2015. Kajian Aplikasi Paclobutrazol dan Beberapa Jenis Pupuk Daun Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Dataran Menengah. In *COCOS* 6(11).
- Lestanyo, P., dan Y. S. Marandy. 2022. Prediksi Waktu Tanam Kentang Sesuai Curah Hujan Menggunakan Analisis Spasial. *Journal of Science Education* 2(2): 41-50.
- Levy, D., R. E. Veilleux, and D. Levy. 2013. Adaptation of potato to water shortage: Irrigation management and enhancement of tolerance to drought and salinity. *American Journal of Potato Research*, 90(2):186-206.
- Liu, X., Y. Fan, J. Long. R. Wei, R. Kjelgren, C. Gong, and J. Zhao .2012. Effects of soils water and nitrogen availability on photosynthesis and water use efficiency of *Robinia pseudoacacia* seedlings. *Journal of Environmental Sciences* 25(3):585-595
- Maharina, K. E., N. Aini, dan L. Q. Aini. 2017. Kemampuan dua spesies *Enterobacter* sp. sebagai bakteri pemacu pertumbuhan tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) pada kondisi cekaman kekeringan. *Jurnal Buana Sains* 17(1): 85-94.
- Maharina, K. E., N. Aini, dan L. Q. Aini. 2017. Kemampuan dua spesies *Enterobacter* sp. sebagai bakteri pemacu pertumbuhan tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) pada kondisi cekaman kekeringan. *Buana Sains* 17 (1): 85-94.
- Ma'ruf, A., dan A. Sinaga. 2016. Pengaruh pemanasan global terhadap beberapa tanaman C3 di Indonesia. *Jurnal Penelitian Pertanian* 12(2).
- Mudaningrat, A., B. S. Indriani, N. Istianah, A. Retnoningsih, dan E.S. Rahayu, 2023. Pemanfaatan jenis-jenis syzigium di Indonesia. *Jurnal Biologi dan Pembelajarannya* 10(2):135-156.
- Muhibuddin, I. A. 2016. Inovasi Teknologi Pengembangan Kentang di Dataran Medium (Teori dan Pengalaman Empiris. Penerbit Sah Media
- Murphy, R., and J. K. Ortega. 1995. A new pressure probe method to determine the average volumetric elastic modulus of cells in plant tissue. *Plant Physiology* 107(3):995-1005.
- Napitupulu, D., A. Rauf, M. Sembiring, dan P. Marbun. 2023. Dinamika populasi mikroba dengan pola tanam yang berbeda pada pertanaman kentang di Kecamatan Merek Kabupaten Karo, Sumatera Utara. In *Prosiding Seminar*

DOI: 10.32663/ja.v21i2.4749

- Nasional Fakultas Pertanian UNS 7(1) 1311-1317.
- Niederhauser, J. S. 1993. International cooperation and the role of the potato in feeding the world. *American Potato Journal* 70(5): 385-403.
- Novitasari, A. 2022. *Cekaman Air Dan Kehidupan Tanaman*. Universitas Brawijaya Press.
- Obidiegwu, J. E., G. J. Bryan, H. G. Jones, and A. Prashar. 2015. Coping with drought: stress and adaptive responses in potato and perspectives for improvement. *Frontiers in plant science*, 6:542.
- Pantouw, C. F., B. W. Hapsari, dan B. R. Hastilestari. 2022. Pengaruh peningkatan suhu pada fase pembentukan umbi tanaman kentang (*Solanum tuberosum*) cv. Granola. *Jurnal Agro* 9(1):147-161.
- Pratiwi, L. F. L., dan S. Hardyastuti. 2018. Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi pendapatan usahatani kentang pada lahan marginal di Kecamatan Kejajar Kabupaten Wonosobo. *Agridevina: Berkala Ilmiah Agribisnis* 7(1):14-26.
- Prihastuti, P. 2011. Struktur komunitas mikroba tanah dan implikasinya dalam mewujudkan sistem pertanian berkelanjutan. *El-Hayah: Jurnal Biologi*, 1(4).
- Purnomo, D., F. N. U. Damanhuri, dan W. Winarno. 2019. Respon pertumbuhan dan hasil tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) terhadap pemberian naungan dan pupuk kieserite di Dataran Medium. *Agriprima, Journal of Applied Agricultural Sciences* 3(2): 67-78.
- Purwantisari, S., dan R. B. Hastuti 2009. Uji antagonisme jamur patogen *Phytophthora infestans* penyebab penyakit busuk daun dan umbi tanaman kentang dengan menggunakan *Trichoderma* spp. isolat lokal. *Bioma* 11(1): 24-32.
- Rehfeldt, G. E., W. R. Wykoff, and C. C. Ying. 2001. Physiologic plasticity, evolution, and impacts of a changing climate on *Pinus contorta*. *Climatic Change* 50(3): 355-376.
- Ridwan, R., T. Handayani, dan W. Witjaksono. 2016. Uji toleransi tanaman kentang hitam (*Plectranthus rotundifolius* (Poir.) Spreng.) hasil radiasi sinar gamma terhadap cekaman kekeringan. *Indonesian Journal of Biology* 12(1):75532.
- Ru, C., X. Hu, D. Chen, W. Wang, and T. Song. 2022. Heat and drought priming induce tolerance to subsequent heat and drought stress by regulating leaf photosynthesis, root morphology, and antioxidant defense in maize seedlings. *Environmental and Experimental Botany* 202(1):1-16.
- Saha, D., P. Choyal, U. N. Mishra, P. Dey, B. Bose, D. Prathibna, N. K. Gupta, B. K. Mehta, P. Kumar, S. Pandey, J. Chauhan, and R. K. Singhal. 2022. Drought stress responses and inducing tolerance by seed priming approach in plants. *Plant Stress* 4(1):1-14.
- Sambeka, F., S. D. Runtuuwu, dan J. E. Rogi. 2012. Efektifitas waktu pemberian dan konsentrasi paclobutrazol terhadap pertumbuhan dan hasil kentang (*Solanum tuberosum* L.) varietas Supejohn. *Eugenia* 18(2).
- Samidjo, J., dan Y. Suharso. 2017. Memahami pemanasan global dan perubahan iklim. *Online Journal of Ivet University* 24(2):36-46.
- Sarjan, M., M. T. Fauzi, R. S. P. Thei, dan M. Windarningsih. 2020. Pengenalan pestisida nabati dari limbah batang tembakau untuk mengendalikan hama

DOI: 10.32663/ja.v21i2.4749

- kutu kebul (*Bemisia tabaci*) pada tanaman kentang. Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA 3(2): 129-136.
- Septiani, S. M. Multiplikasi tunas kentang kultivar granola pada dua sistem kultur in vitro (Bachelor's thesis, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta).
- Shock, C. C., E. B. Feibert, and L. D. Saunders. 2013. Irrigation management for potatoes. American Journal of Potato Research 90(1): 29-46.
- Shohani, F., A. Fazeli, and S.H. Sarghein, 2023. The effect of silicon application and salicylic acid on enzymatic and non-enzymatic reactions of *Scrophularia striata* L. Under Drought Stress. Scientia Horticulture 319(1): 1-11.
- Sitompul, B.B., dan H. T. Sebayang. 2020. Keanekaragaman gulma pada kentang (*Solanum tuberosum* L.) akibat pengaruh pengendalian gulma. Jurnal Produksi Tanaman 8(1):1-7.
- Soltys-Kalina, D., J. Plich, D. Strzelczyk-Żyta, J. Śliwka, and W. Marczewski, 2016. The effect of drought stress on the leaf relative water content and tuber yield of a half-sib family of 'Katahdin'-derived potato cultivars. Breeding science 66(2): 328-331..
- Soumya, P. R., P. Kumar, and M. Pal. 2017. Paclobutrazol : a novel plant growth regulator and multi-stress ameliorant. Ind J Plant Physiol 22(3): 267-278.
- Subantoro, R. 2014. Pengaruh cekaman kekeringan terhadap respons fisiologis perkecambahan benih kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.). Jurnal Ilmu Ilmu Pertanian 10(2): 32-44.
- Suharti, Gusmalawati, dan D. Mukarlina. 2017. Struktur anatomi akar, batang dan daun Gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk.) yang mengalami cekaman kekeringan. Jurnal Protobiont 6(2): 38-44
- Taiwo, A. F., O. Daramola, M. Sow, and V. K. Semwal. 2020. Ecophysiology and responses of plants under drought. Plant Ecophysiology and Adaptation under Climate Change: Mechanisms and Perspectives I: General Consequences and Plant Responses, 231-268.
- Taiz L, Zeiger E. 1998. Plant Physiology. 1st Edn. Massachusetts. London: Sinauer Association Inc.
- Tantawi, A. R. 2016. Pengembangan Kentang di Dataran medium Sebagai Upaya Peningkatan Produksi Kentang Nasional.
- Tuberosa, R. 2012. Phenotyping for drought tolerance of crops in the genomics era. Frontiers in Physiology 3:347.
- Van Loon, C. D. (2016). The effect of water stress on potato growth
- Verslues, P. E., M. Agarwal, S. Katiyar-Agarwal, J. Zhu, and J. K. Zhu. 2006. Methods and concepts in quantifying resistance to drought, salt and freezing, abiotic stresses that affect plant water status. The Plant Journal 45(4): 523-539.
- Wahyuni, S. 2014. Dampak Penggunaan Jarak Tanam dan Ukuran Umbi Terhadap Hasil Umbi Kentang. Agrijati Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Pertanian, 26(1).
- Wang, X., M. Shi, R. Zhang, Y. Wang, W. Zhang, S. Qin, and Y. Kang. 2024. Dynamics of physiological and biochemical effects of heat, drought and combined stress on potato seedlings. Chemical and Biological Technologies in Agriculture, 11(1):109.
- Witman, S. 2021. Penerapan metode irigasi tetes guna mendukung efisiensi penggunaan air di lahan kering. Jurnal Triton 12 (1):20-28.

DOI: 10.32663/ja.v21i2.4749

- Yin, J., Y. Yang, R. Eeswaran, Z. Yang, Z. Ma, and F. Sun. 2023. Irrigation scheduling for potatoes (*Solanum tuberosum* L.) under drip irrigation in an arid region using AquaCrop model. *Frontiers in Plant Science*, 14.
- Yordanov, I., V. Velikova, and T. Tsonev. 2003. Plant responses to drought and stress tolerance. *Bulg. J. Plant Physiol* Issue 2003: 187-206.
- Yuniati, N., J. S. Hamdani, dan M. A. Soleh, 2020. Respons fisiologis tanaman kentang terhadap jenis zat pengatur tumbuh pada berbagai kondisi cekaman kekeringan di dataran medium. *Jurnal Kultivasi* 19(1).
- Yuniati, N., J. S. Hamdani, dan M.A. Soleh 2020. Respons tanaman kentang terhadap jenis zat pengatur tumbuh pada berbagai kondisi cekaman kekeringan di dataran medium. *Jurnal Agrikultura* 3 (2):97-101.
- Zhang J, Nguyen HT, Blum A. 1999. Genetic analysis of osmotic adjustment in crop plants. *Journal of Experimental Botany*. 50: 291–302.
- Zhang, X., R. Xing, Y. Ding, J. Yu, R. Wang, X. Li, Z. Yang, and L. Zhuang. 2023. Overexpression of Gibberellin 2-Oxidase 4 from Tall Fescue Affected Plant Height, Tillering, and Drought Tolerance in Rice. *Environmental and Experimental Botany* 205(1):1-11.