

ANALISIS PERAN BIOTEKNOLOGI REKAYASA GENETIKA UNTUK PENINGKATAN KUALITAS PADA TOMAT DAN KENTANG

Endah Rita Sulistya Dewi

Pendidikan Biologi, FMIPATI, Universitas PGRI Semarang

Atip Nurwahyunani*

Pendidikan Biologi, FMIPATI, Universitas PGRI Semarang
Correspondensi Author E-Mail: atipnurwahyunan@upgris.ac.id

Khusna Y Habsari

Pendidikan Biologi, FMIPATI, Universitas PGRI Semarang

Elsa Septiani R Miharjo

Pendidikan Biologi, FMIPATI, Universitas PGRI Semarang

Ema Auliatuzahra

Pendidikan Biologi, FMIPATI, Universitas PGRI Semarang

Kamila N Afifah

Pendidikan Biologi, FMIPATI, Universitas PGRI Semarang

Mery K Putri

Pendidikan Biologi, FMIPATI, Universitas PGRI Semarang

Ade R Pertiwi

Pendidikan Biologi, FMIPATI, Universitas PGRI Semarang

Abstract

Most of the engineering or modification of plant traits is carried out to address the increasing global food needs with high quality. The growing demand for potatoes and tomatoes has led to a high market demand for high-quality tomato and potato plants, necessitating the sale of quality plants. Therefore, continuous efforts are made to improve the quality in the tomato and potato farming sector. This is aimed at producing new plants with superior characteristics compared to previous ones. This research uses a literature study from 15 journal articles from 2015-2023 related to the development and application of biotechnology in agriculture for the production of fertilizers to increase crop yields. The literature was searched using Google Scholar with the keywords 'genetic engineering utilization in tomato fruit' and 'genetic engineering utilization in potatoes.' The analysis was conducted using descriptive analytics, and the data were examined narratively descriptively. The results of the discussion on the use of genetic engineering in tomato and potato plants show that the production of tomato plant seeds has significantly increased. This can include an increase in the number of fruits produced per plant or an increase in fruit size. The role of biotechnology in the utilization of genetic engineering in tomato and potato plants can be considered a solution because it has a significant impact on plant growth and agricultural yields..

Keywords: Biotechnology, Genetic Engineering, Tomato, Potato.

Abstrak

Sebagian besar rekayasa atau modifikasi sifat tanaman dilakukan untuk mengatasi kebutuhan pangan penduduk dunia yang semakin meningkat dengan kualitas yang baik. Meningkatnya kebutuhan kentang dan tomat menjadikan tingginya permintaan pasar terhadap tanaman tomat dan kentang yang mengharuskan menjual tanaman yang berkualitas. Oleh karena itu, peningkatan kualitas terus diupayakan dalam sektor pertanian tomat dan kentang. Hal ini bertujuan untuk menghasilkan tanaman baru yang memiliki sifat unggul yang lebih baik dari tanaman sebelumnya. Penelitian ini menggunakan study literatur dari 15 jurnal artikel dari tahun 2015-2023 berkaitan pengembangan dan penerapan bioteknologi dalam bidang pertanian sebagai pembuatan pupuk dalam peningkatan hasil tanaman, pustaka artikel menggunakan Google scholar dengan kata kunci “pemanfaatan rekayasa genetika pada buah tomat” dan “pemanfaatan rekayasa genetika pada kentang” di analisis menggunakan deskriptif analitik, dan data di kaji secara naratif deskriptif. Hasil pembahasan pada pemanfaatan rekayasa genetika pada tanaman tomat dan kentang, bahwasannya produksi untuk benih tanaman tomat meningkatkan secara signifikansi. Hal ini dapat mencakup peningkatan jumlah buah yang dihasilkan per tanaman atau peningkatan ukuran buah. Peran bioteknologi pada pemanfaatan rekayasa genetika pada tanaman tomat dan kentang dapat dijadikan solusi karena sangat berpengaruh bagi pertumbuhan tanaman dan juga meningkatkan hasil pertanian.

Kata Kunci : Bioteknologi, Rekayasa Genetika, Tomat, Kentang

PENDAHULUAN

Kepadatan pendudukan di dunia yang semakin bertambah di tiap tahunnya mengharuskan kebutuhan akan pangan semakin meningkat. Namun di lapangan, ketersediaan pangan yang ada seringkali mengalami gangguan seperti penurunan mutu kualitas tanaman hasil pertanian. Penurunan hasil tanaman dapat menyebabkan berbagai permasalahan yang dapat timbul. Hal ini disebabkan pangan merupakan kebutuhan primer yang wajib terpenuhi untuk seluruh masyarakat (Advenita et al., 2023). Dalam upaya penyediaan pangan yang cukup, peran pada sektor pertanian memiliki andil dan tanggung jawab yang besar. Pada sektor ini bukan hanya diharapkan mampu menyediakan bahan pangan yang cukup secara kuantitas, namun juga mampu menyediakan bahan pangan yang cukup secara kualitas yang sesuai dengan persyaratan mutu dan kesehatan (Sriwahyuni & Parmila, 2019).

Peningkatan kualitas tanaman ini dapat ditunjang dengan memanfaatkan bioteknologi. Bioteknologi sebagai disiplin ilmu yang memanfaatkan teknologi untuk pengembangan berbagai aspek kehidupan salah satu dalam bidang pertanian. Pemanfaatan bioteknologi ini dapat menggunakan metode isolasi DNA amplifikasi DNA dengan polymerase chain reaction (PCR), elektroforesis gel agarosa, DNA sequencing dan lainnya (Dewi et al., 2021). Berbagai macam bioteknologi yang digunakan ini diharapkan mampu meningkatkan produktivitas, ketahanan tanaman terhadap hama dan penyakit, serta menghasilkan buah dengan kualitas nutrisi yang diinginkan (Nurmawati & Ashliyah, 2023).

Tomat merupakan buah yang kaya akan vitamin dan likopen, selain itu buah tomat juga memiliki kalori dan lemak yang rendah, bebas kolestrol, sumber serat, protein, beta-karoten, serta kalium. Karena kandungan yang dimiliki oleh tomat banyak masyarakat yang mengonsumsinya baik secara langsung maupun diolah terlebih dahulu (Advenita et al., 2023; Astuti et al., 2021).

Berdasarkan (Badan Pusat Statistik, 2022) produksi tomat pada tahun 2022 mencapai 1.17 ton yang mengalami kenaikan sebesar 4.88% dari tahun sebelumnya. Konsumsi tomat oleh sector rumah tangga pada tahun 2022 mencapai 687.98 ton. Kebutuhan tomat yang semakin meningkat ini juga harus didukung oleh kualitas yang terkandung didalamnya. Selain tomat tanaman yang sering dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia adalah kentang.

Kentang merupakan tanaman pangan yang dapat memproduksi kalori kurang lebih dua kali lebih banyak dibandingkan padi dan jagung. Selain itu kandungan kentang juga sering dimanfaatkan oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan hal ini disebabkan kandungan gizi yang ada didalamnya seperti karbohidrat, protein, lemak, kalsium, fosfor, besi, dan vitamin B yang baik untuk tubuh (Saputrayadi & Marianah, 2018). Konsumsi kentang di Indonesia juga didukung oleh data dari Badan Pusat Statistik, pada tahun 2022 produksi kentang mencapai 1.50 juta ton dan mengalami kenaikan sebesar 10.50% dari tahun sebelumnya. Konsumsi kentang pada tahun 2022 mencapai 874.25 ribu ton mengalami kenaikan sebesar 13.32% dari tahun 2021 (Badan Pusat Statistik, 2022).

Konsumsi pada tomat dan kentang yang tinggi ini juga diperlukan sebuah upaya untuk meningkatkan kualitasnya bukan hanya kuantitasnya saja. Dalam hal ini dapat menggunakan teknik bioteknologi dengan rekayasa genetika. Penggunaan rekayasa genetika ini berkaitan dengan proses transfer satu gen ke gen lainnya baik antara gen dalam satu jenis organisme maupun antara organisme yang berbeda dengan tujuan menghasilkan produk yang diharapkan (Nurmawati & Ashliyah, 2023). Dengan penggunaan bioteknologi rekayasa genetika ini diharapkan peningkatan kualitas pangan baik dari segi ketahanan tanaman terhadap hama maupun kenaikan kualitas kandungan gizi dapat terpenuhi.

METODE PENELITIAN

Metode dalam penelitian ini menggunakan studi literatur dengan memuat beberapa analisis artikel yang diambil. Kegiatan peninjauan dokumen yaitu dengan mendiskusikan dan melakukan evaluasi terhadap penelitian sebelumnya yang serupa mengenai penerapan bioteknologi di bidang pertanian pada pembuatan pupuk.

Beberapa tahapan metode literature review berisi; Pertama, pemilihan naskah. Artikel yang dianalisis dapat diperoleh dengan mencari literatur yang relevan, artikel yang dicari berkaitan tentang pemanfaatan pupuk dan pembuatan pupuk pada platform penelitian online Google Scholar, Neliti, dan Sinta. Artikel yang digunakan dimulai dari tahun 2015 sampai 2023 dengan bahasa Indonesia. Artikel yang terkait harus fokus dengan rekayasa genetika dan transgenik pada tanaman tomat dan kentang, pustaka artikel di cari menggunakan bantuan Google scholar dan Publish or Perish dengan menggunakan kata kunci “pemanfaatan rekayasa genetika pada buah tomat” dan “pemanfaatan rekayasa genetika pada kentang” dari pencarian jurnal pada buah tomat didapatkan hasil pencarian sebanyak 1.330 artikel sedangkan hasil pencarian untuk kentang sebanyak 1.490 artikel. Kemudian pada masing-masing kata kunci yang digunakan dipilih 20 artikel yang memberikan gambaran yang jelas mengenai pemanfaatan rekayasa genetika baik pada buah tomat dan kentang. Setelah artikel didapatkan kemudian dilakukan pemantauan judul dan abstrak, artikel jurnal yang dipilih dan diperiksa oleh peneliti digunakan untuk menentukan apakah artikel tersebut sesuai atau tidak dengan tujuan penelitian yang sedang dilakukan. Sebanyak 15 artikel yang memenuhi kriteria untuk dimasukkan dalam pantauan akhir yang terdiri dari 8 artikel mengenai buah

tomat dan 7 artikel mengenai kentang. Kedua, analisis artikel. Artikel yang relevan kemudian diperiksa dan dianalisis menggunakan pendekatan deskriptif analitik dan dikaji dengan seksama oleh peneliti apakah sudah sesuai dengan kebutuhan penelitian yakni pemanfaatan rekayasa genetika pada buah tomat dan kentang, kemudian data yang telah di kaji tersebut di sajikan secara naratif deskriptif (Nurwahyunani, 2021; Paramita et al., 2019; Sholehah et al., 2023).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini didasarkan pada artikel yang mengkaji mengenai pemanfaatan rekayasa genetika pada buah tomat dan kentang yang diterbitkan pada periode tahun 2015 – 2023. Hasil penelusuran mengenai penerapan rekayasa genetika pada buah tomat dapat dilihat pada tabel 1 dan penerapan rekayasa genetika pada kentang dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 1. Pemanfaatan Rekayasa Genetika Pada Buah Tomat:

No.	Author	Title	Jurnal
1.	Suwinda Fibriani, Inyana Agustien, Widhi Dyah Sawitri, Bambang Sugiharto	Transformasi Genetik dan Ekspresi Mutan <i>Sucrose Phosphate Synthase</i> pada Tanaman Tomat	Jurnal Bioteknologi& Biosains Indonesia
2.	Yuliana K. Bidi Hunga, Bartholomeus Pasangka, Jonshon Tarigan	Rekayasa Genetik Tanaman Tomat Lokal Timor Dengan Metode Irradiasi Multigamma	<i>Magnetic:Research Journal Of Physicsand It's Application</i>
3.	Saptowo Jumali Pardal, Ragapadmi Purnamaningsih, Endang Gati Lestari, dan Slamet	Analisis Fenotipik Progeni Tiga Galur Tomat Transgenik Partenokarpi di Fasilitas Uji Terbatas	<i>Jurnal Hortikultura</i>
4.	Muhammad Thoifur Ibnu Fajar, Purnomo, Niken Satuti Nur Handayani	Keragaman Nukleotida Gen <i>Lcy-b (Lycopene beta cyclase)</i> Kultivar Tomat Betavila F1, Fortuna F1 dan Tymoti F1	<i>BIOGENESIS</i>
5.	Vannesa El Shaday Ruth Advenita, Christeven Mevotema, Iren Asima Situmorang, Lusiana Haris, Wahyu Irawati	<i>The Potency of Vitamin C in Tomato Plant for the Result of Genetically Modified Lanceolate Gene Through Agrobacterium Tumefaciens Using CRISPR-CAS 9</i>	Jurnal Biologi Tropis
6.	Purnama Okviandari	Optimasi Metode Tranformasi Gen <i>Sucrose Phosphat Synthase (SPS)</i> Pada Tanaman Tomat (<i>Lycopersicon Esculentum</i>)dengan Bantuan <i>Agrobacterium tumefaciens</i>	<i>Indonesian JournalOf Laboratory</i>

7.	Saptowo J. Pardal, Slamet, Ragapadmi Purnamaningsih, Endang G. Lestari, dan Sutini	Analisis Molekuler Gen <i>DefH9-RI-iaaM</i> pada Progeni Tomat transgenik	<i>Jurnal AgroBiogen</i>
8.	Zafer Secgin , Selman Uluisik, Kubilay Yildirim, Mohamed Farah Abdulla , Karam Mostafa and Musa Kavaz	<i>Genome-Wide Identification of the Aconitase Gene Family in Tomato (Solanum lycopersicum) and CRISPR- Based Functional Characterization of SIACO2 on Male-Sterility</i>	International JournalMolecular Sciences

Pemanfaatan rekayasa genetika pada buah tomat memiliki berbagai tujuan, termasuk peningkatan hasil pertanian, resistensi terhadap penyakit, peningkatan kualitas nutrisi, dan perpanjangan masa simpan. Beberapa contoh manfaat rekayasa genetika pada buah tomat melibatkan modifikasi genetik untuk mencapai tujuan-tujuan tertentu seperti peningkatan hasil pertanian. Peningkatan Hasil Pertanian, melalui rekayasa genetika, tanaman tomat dapat dimodifikasi untuk meningkatkan hasil pertanian. Pada penelitian (Hunga et al., 2021) bahwa produksi untuk benih tanaman tomat meningkatkan secara signifikan. Hal ini dapat mencakup peningkatan jumlah buah yang dihasilkan per tanaman atau peningkatan ukuran buah.

Gen dapat dimodifikasi untuk meningkatkan kandungan nutrisi dalam buah tomat. Misalnya, meningkatkan kadar vitamin, mineral, atau antioksidan tertentu yang disebut dengan peningkatan kualitas nutrisi. Didukung oleh penelitian (Advenita et al., 2023) bahwa tomat yang kaya vitamin C menggunakan rekayasa genetika dengan bantuan vektor *Agrobacterium tumefaciens* yang berpotensi untuk menjadi solusi kebutuhan vitamin C pada manusia.

Transformasi adalah upaya memanipulasi sifat genetik dan mentransfer gen-gen asing yang diisolasi dari tanaman, virus, bakteri atau hewan ke dalam suatu latar belakang genetik baru (Nugroho & Rahayu, 2018). Pada umumnya *Agrobacterium* adalah vektor transformasi pada tanaman dikotil. Ketersediaan gen *Sucrose Phosphate Synthase (SPS)* tebu yang sudah berhasil dikloning merupakan modal utama dilakukannya transformasi gen *SPS* pada tanaman tomat (Okviandari, 2019). Hasil Optimasi Metode Transformasi gen *Sucrose Phosphat Synthase (SPS)* pada tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum*) ini dapat mengoptimalkan beberapa faktor yang mendukung transformasi gen secara alami dengan menggunakan *Agrobacterium tumefaciens* strain LBA 4404 mengandung konstruk gen *Sacharum officinarum Sucrose Phosphate Synthase 1 (SoSPS1)* dan hasil optimasi metode transformasi yang diperoleh dapat digunakan untuk penelitian transformasi gen pada tanaman (Okviandari, 2019).

Pengembangan pada buah tomat tanpa biji memanfaatkan teknologi melalui partenokarpi. Partenokarpi dapat terjadi secara alami dan buatan. Pada Partenokarpi buatan menggunakan cara diinduksi melalui rekayasa genetika dengan menyisipkan partenokarpi ke dalam genom tanaman (Rezaldi et al., 2019). Teknologi Partenokarpi dapat menghasilkan buah yang diinginkan tanpa melalui penyerbukan dan atau pembuahan. Sehingga, dengan adanya teknologi ini dapat membantu meningkatkan produksi buah tomat yaitu melalui peningkatan pembentukan buah dan tanpa biji. Untuk mengetahui hasil transformasi genetika dan menganalisis molekuler dapat menggunakan

teknik PCR. Teknik ini untuk mendeteksi adanya gen DefH9-R1-iaaM pada ketiga sampel galur transgenik (Okviandari, 2019; Rezaldi et al., 2019).

Pada hasil analisis molekuler terhadap tiga galur tomat hasil yang telah dianalisis masih membawa gen DefH9-R1-iaaM. Galur tomat transgenik OvR1#14-4 menunjukkan insersi gen lebih stabil dibanding dengan galur OvM2#10-1 dan OvM2#6-2. Apabila gen sudah terintegrasi dengan baik pada genom tanaman maka akan lebih stabil dan bisa di wariskan ke keturunannya (Christou et al., 1992).

Pada Hasil uji fenotipik terhadap tiga galur tomat transgenik berdasarkan morfologinya menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan pada jumlah bunga antara tanaman nontransgenik dan transgenik. Tetapi pada berat buah dan pada Jumlah buahnya sebagian besar menunjukkan fenotipe partenokarpi menunjukkan biji lebih sedikit, buah lebih banyak serta mempunyai ukuran buah yang lebih besar, Galur OvRi#14-4 ini menunjukkan fenotipe terbaik menghasilkan buah dengan jumlah paling banyak dibanding dengan 2 galur yang lain. (Sutini, 2008).

Sukrosa berperan sangat penting, utamanya sebagai penyedia energi dan sumber karbon pada tanaman (Fibriani et al., 2019). Sucrose phosphate synthase (SPS; EC 2.4.1.14) merupakan enzim kunci yang mengkatalisis terbentuknya sukrosa dimana reaksinya bersifat irreversible dari uridine diphosphate glucose (UDP-G) dan fructose 6-phosphate (F6P) menjadi sucrose 6-phosphate (S6P) dan UDP. SPS tidak hanya diregulasi dalam sel tanaman, tetapi juga terdapat pada sel prokariotik lain seperti cyanobacteria dan bakteri non-fotosintetik. Selain itu, SPS dipercaya dapat mempengaruhi partisi karbon pada tanaman. Hal ini dibuktikan dengan overekspresi yang telah dilakukan pada beberapa tanaman seperti pada transgenik arabidopsis, tomat, tembakau, tebu menunjukkan peningkatan translokasi sukrosa pada tanaman (Fibriani et al., 2019). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa N-terminus SPS berpengaruh penting dalam regulasi sintesis sukrosa. Domain N-terminus SPS diasumsikan berinteraksi dengan G6P dan berfungsi sebagai suppressor aktifitas SPS. Didapatkan tiga positif tanaman transgenik tomat dengan transformasi genetik yaitu tanaman transgenik event 4.20, 5.5.1, dan 5.10. Tanaman transgenik telah dikonfirmasi melalui analisis PCR dan karakterisasi tanaman transgenik dilakukan dengan analisis biokimia. Sesuai prediksi, hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa ekspresi ΔN - SPS pada tanaman transgenik tomat merupakan enzim yang sama aktifnya dengan ekspresi ΔN - SPS di *E. coli* (Fibriani et al., 2019).

Tabel 2. Pemanfaatan Rekayasa Genetika Pada Kentang

No.	Author	Title	Jurnal
1.	A. Dinar Ambarwati, Tri J. Santoso, Edy Listant, Toto Hadiarto, Eny I. Riyanti, Kusmana, Bambang Sugiharto, Netty Ermawati, dan Sukardiman	Pemuliaan Kentang Produk Rekayasa Genetik Tahan terhadap Penyakit Busuk Daun (<i>Phytophthora infestans</i>) dan Aman Pangan di Indonesia	<i>Jurnal AgroBiogen</i>

2.	Alberta Dinar Ambarwati, Kusmana, & Edy Listanto	Klon-klon Kentang Transgenik Hasil Persilangan Terseleksi Tahan terhadap Penyakit Hawar Daun Phytophthora infestans Tanpa Penyemprotan Fungisida di Empat Lapangan Uji Terbatas	<i>Jurnal Biologi Indonesia</i>
3.	Toto Hadiarto, Edy Listanto, dan Eny I. Riyanti	Identifikasi cDNA Gen RB pada Tanaman Kentang Produk Rekayasa Genetika Katahdin SP951	<i>Jurnal AgroBiogen</i>
4.	Nonozisokhi Gea	Introduksi Gen Hd3a dengan Promotor 35s Camv pada Tanaman Kentang (<i>Solanum tuberosum</i> L.) Kultivar IPB Cp (<i>Chippotato</i>) 1 melalui <i>Agrobacterium tumefaciens</i>	<i>Jurnal Sapta Agrica s. Vol. 1, Nomor 1, Mei 2022</i>
5.	Nonozisokhi Gea, Karunia Gea	Transformasi Gen Hd3a pada Tanaman Kentang (<i>Solanum tuberosum</i> L.) Kultivar Ipb Cp (Chip Potato) 1 Melalui <i>Agrobacterium tumefaciens</i>	<i>Fruitset Sains : Jurnal Pertanian Agroteknologi 10 (6) (2023) pp. 321-329</i>
6.	Xiaoxiao Mi, Xiangzhuo Ji, Jiangwei Yang, Lina Liang, Huaijun Si, Jiahe Wu, Ning Zhang, Di Wang	Transgenic potato plants expressing cry3A gene confer resistance to Colorado potato beetle	<i>Comptes Rendus Biologies</i>
7.	Susiana Purwantisaria, Sarjana Parmana, Dwi Handayanib dan Karnoto	Ketahanan Sistemik Bioma Tanaman Kentang Oleh Aplikasi PGPR	

Kentang merupakan tanaman pangan global keempat dunia setelah beras, gandum dan jagung. Kebutuhan kentang yang semakin tinggi ini harus diiringi juga dengan kualitas kentang yang semakin baik. Namun pada kenyataannya, kentang sering kali terserang penyakit busuk daun yang disebabkan oleh *Phytophthora infestans*, oleh sebab itu pada saat ini telah dikembangkan Produk Rekayasa Genetika (PRG) dengan menyisipkan en RB yang diisolasi dari tanaman kentang liar *Solanum bulbocastanum* dan menghasilkan kentang PRG varietas Katahdin event SP951. (Ambarwati et al., 2018). Atlantic dan Granola telah menghasilkan enam galur PRG hasil silangan yang terseleksi. Sebelum komersialisasi, kentang PRG dikaji keamanan pangan dan lingkungannya. Analisis stabilitas menunjukkan bahwa gen RB stabil terintegrasi selama empat generasi klonal

berurutan dalam genom tanaman kentang PRG dengan satu sisipan gen. Hasil PCR dengan menggunakan primer yang didesain dengan mengacu pada gen RB. QV atau kualitas basa ditunjukkan oleh batang yang berada di atas tiap simbol basa. Batang biru mengindikasikan QV yang bagus dengan sequence error di bawah 1%. Hasil penyejajaran kedua sekuens DNA tersebut menunjukkan bahwa fragmen DNA yang diamplifikasi oleh primer spesifik identik dengan gen RB yang ada pada plasmid pCLD04541. PCR menggunakan primer Act-F dan Act-R yang dirancang berdasarkan gen aktin tanaman kedelai digunakan sebagai kontrol internal DNA tanaman kentang.

Hasil studi komposisi dan nutrisi, glikoalkaloid total, dan anti nutrisi pada kentang PRG Katahdin SP951 dan galur-galur silangannya bersifat sepadan dengan Katahdin non-PRG. Studi toksisitas menunjukkan bahwa pemberian pakan suspensi umbi kentang dan suspensi tepung kentang Katahdin SP951 dan galur-galur silangan tidak berdampak terhadap mortalitas, bobot badan, dan tanda-tanda klinis pada mencit (Ambarwati et al., 2018; Anonim, 2016). Gastric Fluid dan Simulated Intestinal Fluid menunjukkan bahwa protein umbi kentang Katahdin SP951 dan galur-galur silangan terdegradasi kurang dari 5 menit inkubasi setelah perlakuan enzim pepsin atau tripsin. Tanaman kentang PRG tahan *P. infestans*. Dalam hal karakter fenotipik, Katahdin SP951 sepadan dengan Katahdin non-PRG. Hasil kajian di rumah kaca menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata dalam tinggi tanaman, panjang dan lebar daun terminal antara tanaman Katahdin SP951 dan Katahdin non-PRG. Katahdin SP951 dan Katahdin non-PRG. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman kentang Katahdin SP951 sepadan dengan Katahdin non-PRG. Tinggi tanaman dan jumlah batang kentang Katahdin SP951 dan kentang silangan antara Katahdin SP951 dengan kentang non-PRG varietas Granola atau Atlantic tidak berbeda nyata dengan kentang non-PRG Granola dan Atlantic berdasarkan hasil uji di LUT. Data komposisi dan nutrisi setiap sampel umbi kentang dianalisis dan dibandingkan dengan nilai yang ada di dalam dokumen konsensus OECD. Kandungan nutrisi utama, asam amino, dan vitamin pada umbi Katahdin SP951 dan galur-galur silangan sepadan dengan Katahdin non-PRG, Atlantic, dan Granola. Analisis kandungan protein menunjukkan tidak terdapat beda nyata antara umbi Katahdin SP951 dan Katahdin non-PRG, galur-galur silangan, Atlantic, serta Granola. Hasil analisis SGF dan SIF menunjukkan bahwa protein umbi Katahdin SP951 dan galur-galur silangan terdegradasi kurang dari 5 menit inkubasi setelah diberi perlakuan enzim pendegradasi protein, yaitu pepsin atau tripsin. Protein umbi kentang PRG akan terdegradasi pada saluran pencernaan, terutama di lambung atau di dalam jaringan intraseluler, sehingga protein tersebut akan aman apabila dikonsumsi. Protein yang diekstrak dari umbi kentang PRG tidak berpotensi sebagai allergen (Ambarwati et al., 2018; Putra, 2020).

Selain menginduksi pembungaan, kentang cv Andigena Trangenik yang mengekspresikan gen Hd3a juga menghasilkan umbi di hari panjang sedangkan kentang non trangenik tidak menghasilkan umbi. Teknologi terbaru yang dapat digunakan untuk menghasilkan varietas baru pada tanaman adalah melalui metode rekayasa genetika yaitu dengan transformasi genetik (Nurmawati & Ashliyah, 2023; Pramashinta et al., 2017). Transformasi genetik merupakan proses introduksi gen dari satu organisme ke organisme lain yang memungkinkan untuk memunculkan sifat yang diharapkan tanpa mengubah sifat lain (Dewi et al., 2021). Hal ini disebabkan karena metode tersebut dapat dilakukan dengan peralatan laboratorium yang sederhana dan sisipan gen tunggal berpeluang lebih tinggi dibanding transformasi langsung, sehingga stabilitas ekspresi gen lebih tinggi. Gen heading date 3a merupakan salah satu gen yang dapat mengatur waktu pembungaan

pada padi. Gen Hd3a juga dapat menginduksi pembungaan pada beberapa tanaman lain seperti jarak pagar, *Nicotianabenthiana*, *Saussurea involucraten* dan kentang. Selain menginduksi pembungaan gen ini dapat menginduksi pembentukan umbi pada kentang cv Andigena. Gen Hd3a yang telah berhasil diintroduksi pada Kentang cv Baraka dibawah kendali promotor rolC menghasilkan umbi pada kondisi in vitro, sedangkan non transgenik tidak berumbi pada umur yang sama. Tanaman in vitro kentang diperbanyak dengan menggunakan stek buku tunggal, ditanam pada media MS0 dan MS2 makro selama 4 minggu. Transformasi dilakukan dengan metode kointivasi menggunakan *Agrobacterium tumefaciens* (Gea, 2022; Gea & Gea, 2023).

Hama yang sering menyerang pada tanaman kentang salah satunya adalah kumbang kentang colorado. Jenis kumbang ini biasanya akan menyerang daun pada tanaman kentang hingga kentang tidak dapat melakukan fotosintesis. Adanya kumbang kentang colorado ini dapat menyebabkan penurunan hasil produksi. Penggunaan bioteknologi ini dapat dimanfaatkan untuk merestensikan kentang terhadap hama penyerang. Dalam hal ini, kentang di sisipkan racun cry3A yang di kodekan oleh gen cry3A yang telah diklon dan diekspresikan dalam kentang untuk menargetkan kumbang kentang colorado secara spesifik (Mi et al., 2015).

Kentang transgenik yang mengekspresikan gen cry3A akan menghasilkan dedaunan tanaman transgenik yang berbeda. Dalam hal ini dedaunan mempunyai penghambatan yang bervariasi terhadap pertumbuhan larva. Yang selamat dari jalur transgenik jelas lebih kecil dari ukuran aslinya dan sangat lemah. Tanaman kentang transgenik yang resisten terhadap kumbang kentang colorado dapat digunakan untuk mengembangkan plasma nutfah atau varietas untuk mengendalikan kerusakan kumbang kentang colorado dan menghentikan penyebarannya di Tiongkok. transformasi deteksi kentang PCR tunas baru pertama kali berasal dari pusat mikrotuber irisan kentang yang telah diinfeksi dengan kultur *Agrobacterium* (Mi et al., 2015).

Pada plot dengan aplikasi PGPR justru menunjukkan masa inkubasi yang lebih lama dibanding kelompok plot kontrol negative. Berdasarkan hasil analisis dan observasi, terjadi penurunan diameter umbi pada tanaman yang tidak diaplikasi oleh PGPR, sedangkan pada plot P3 dan P4 tidak terjadi penurunan diameter umbi. Produktivitas umbi paling rendah terdapat pada kelompok kontrol P1 dan kelompok yang diberi fitohormon P5 yaitu kualitas umbi panen didominasi oleh kualitas umbi kelas S3 (Purwantisari et al., 2019).

KESIMPULAN

Pemanfaatan tanaman transgenik sangat berpengaruh pada tanaman tomat dan kentang. Dimana kedua tanaman tersebut jika memanfaatkan rekayasa genetika akan mendapatkan kualitas yang lebih tinggi dibanding dengan tanaman konvensional. Hal ini dikarenakan mampu membuat benih baik tomat dan kentang tumbuh dengan signifikan. Sehingga terjadinya peningkatan jumlah buah yang dihasilkan pertanaman atau peningkatan ukuran buah. Jadi peran bioteknologi pada pemanfaatan rekayasa genetika pada tanaman tomat dan kentang dapat dijadikan solusi karena sangat berpengaruh bagi pertumbuhan tanaman dan juga meningkatkan hasil pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

- Advenita, V. E. S. R., Mevotema, C., Situmorang, I. A., Haris, L., & Irawati, W. (2023). The Potency of Vitamin C in Tomato Plant for the Result of Genetically Modified Lanceolate Gene Through *Agrobacterium tumefaciens* Using CRISPR-CAS 9. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(1), 443–450. <https://doi.org/10.29303/jbt.v23i1.4682>
- Ambarwati, A. D., Santoso, T. J., Listanto, E., Hadiarto, T., Riyanti, E. I., Kusmana, K., Sugiharto, B., Ermawati, N., & Sukardiman, S. (2018). Pemuliaan Kentang Produk Rekayasa Genetik Tahan terhadap Penyakit Busuk Daun (*Phytophthora infestans*) dan Aman Pangan di Indonesia. *Jurnal AgroBiogen*, 13(1), 67. <https://doi.org/10.21082/jbio.v13n1.2017.p67-74>
- Anonim. (2016). Keamanan Pangan Kentang Produk Rekayasa Genetik (PRG) Katahdin Event SP951. Balai Kliring Keamanan Hayati Indonesia.
- Astuti, Z. M., Ishartani, D., & Muhammad, D. R. A. (2021). Penggunaan Pemanis Rendah Kalori Stevia pada Velva Tomat (*Lycopersicum esculentum* mill). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 14(1), 31. <https://doi.org/10.20961/jthp.v14i1.43696>
- Badan Pusat Statistik. (2022). Statistik Hortikultura 2022 (Issue 1, pp. 1–14).
- Christou, P., P. Vain, A. Kohli, M. Leech, J. Oard, and S. Linscombe. 1992. Introduction of multiple genes into elite rice varieties: Evaluation of transgene stability, gene expression, and field performance of herbicide-resistant transgenic plants. *Ann. Bot.* 77:223–235.
- Dewi, E. R. S., Widyastuti, D. A., & Nurwahyunani, A. (2021). Buku Ajar Bioteknologi. Universitas PGRI Semarang Press.
- Fibriani, S., Agustien, I. D., Sawitri, W. D., & Sugiharto, B. (2019). Transformasi Genetik dan Ekspresi Mutan Sucrose Phosphate Synthase pada Tanaman Tomat. *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia (JBBi)*, 6(1), 130. <https://doi.org/10.29122/jbbi.v6i1.3341>
- Gea, N. (2022). Introduksi Gen Hd3a dengan Promotor 35S CaMV Pada Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Kultivar IPB CP (CHIPPOTATO) 1 melalui *Agrobacterium tumefaciens*. *Jurnal Sapta Agrica*, 1(1), 34–48.
- Gea, N., & Gea, K. (2023). Transformasi Gen Hd3a pada Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Kultivar IPB CP (Chip Potato) 1 melalui *Agrobacterium tumefaciens*. *Fruitset Sains: Jurnal Pertanian Agroteknolog*, 10(6), 321–329.
- Hunga, Y., Pasangka, B., & Tarigan, J. (2021). Rekayasa Genetik Tanaman Tomat Lokal Timor Dengan Metode Irradiasi Multigamma. *Magnetic: Research Journal of Physics and It's Application*, 1(1), 13–17.
- Mi, X., Ji, X., Yang, J., Liang, L., Si, H., Wu, J., Zhang, N., & Wang, D. (2015). Transgenic potato plants expressing cry3A gene confer resistance to Colorado potato beetle. *Comptes Rendus - Biologies*, 338(7), 443–450. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2015.04.005>
- Nugroho, E. D., & Rahayu, D. A. (2018). Pengantar Bioteknologi: Teori dan Aplikasi. Deepublish
- Nurmawati, A., & Ashliyah, F. A. R. (2023). Pengaruh Rekayasa Genetika Pada Organ Tumbuhan Produk Pangan. *International Journal of Technology, Education and Social Humanities (IJoTES)*, 1(2), 55–68.
- Nurwahyunani, A. (2021). Literature Review: a Stem Approach To Improving the Quality of Science Learning in Indonesia. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 9(24), 11–17. <https://doi.org/10.17478/jegys.853203>
- Okviandari, P. (2019). Optimasi Metode Transformasi Gen Sucrose Phosphat Synthase (SPS) pada Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum*) dengan Bantuan *Agrobacterium tumefaciens* Purnama. *Indonesian Journal of Laboratory*, 1(2), 29–35.
- Paramita, A., Dasna, I. W., & Yahmin, Y. (2019). Kajian Pustaka: Integrasi Stem Untuk Keterampilan Argumentasi Dalam Pembelajaran Sains. *J-PEK (Jurnal Pembelajaran Kimia)*, 4(2), 92–99. <https://doi.org/10.17977/um026v4i22019p092>

- Pramashinta, A., Riska, L., Hadiyanto, Maharani, L., Punaji, S., Saida, U., Anantyartha, P., Sari, R. L. I., & Utama, A. (2017). Review Bioteknologi Pangan: Sejarah, Manfaat dan Potensi Risiko. *Jurnal Biologi Dan Pembelajaran Biologi*, 2(2), 58–68.
- Purwantisari, S., Parman, S., Handayani, D., & Karnoto, K. (2019). Ketahanan Sistemik Tanaman Kentang Oleh Aplikasi PGPR. *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*, 21(2), 126–131. <https://doi.org/10.14710/bioma.21.2.126-131>
- Putra, I. N. K. (2020). Substansi Nutrasetikal Sumber Dan Manfaat Kesehatan.
- Rezaldi, F., Qonit, M. A. H., Nuraini, A., Kusumiyati, K., & Mubarak, S. (2019). Pemanfaatan Fenomena Pembentukan Buah Partenokarpi dalam Perspektif Pertanian di Indonesia. *Kultivasi*, 18(2), 859–868. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v18i2.21172>
- Rotino, G.L., H. Sommer, H. Saedler, and A. Spena. 1997. Genetic engineering of parthenocarpic plants. *Nat.Biotechnol.* 15:1398–1401.
- Saputrayadi, A., & Marianah. (2018). Kajian Mutu Stik Kentang (*Solanum tuberosum* L.) dengan Lama Perendaman dalam Natrium Bisulfit. *Jurnal Agrotek UMMAT*, 5(1), 11–18. <https://doi.org/10.31764/agrotek.v5i1.226>
- Sholehah, F. S., Habsari, K. Y., Risnawati, L., Firdhiana, W. P., Pertiwi, A. R., Dewi, E. R. S., & Nurwahyunani, A. (2023). Uji Daya Hambat Pada Tanaman Ketapang (*Terminalia Catappa* L) Dan Manggis (*Garcinia Mangostana*) Terhadap Mikroorganisme Patogen. *Cross-Border*, 6(2), 1146–1159.
- Sriwahyuni, P., & Parmila, P. (2019). Peran Bioteknologi Dalam Pembuatan Pupuk Hayati. *Agro Bali: Agricultural Journal*, 2(1), 46–57. <https://doi.org/10.37637/ab.v2i1.369>.
- Sutini. 2008. Analisis stabilitas insersi dan ekspresi fenotipik gen partenokarpi DefH9-iaaM pada T3 tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) transgenik asal varietas Oval. Skripsi S1, Universitas Indonesia, Depok.
- Wang, D., K. Song, C. Kreader, S. Weber, J. van Dinther, and R. Valdes-Camin. 2008. A high throughput system for the rapid extraction of plant genomic DNA for genomic mapping and marker-assisted breeding studies. Sigma-Aldrich Corporation