

STUDI VARIASI GENETIK DAN IMPLIKASINYA TERHADAP PRODUKTIVITAS SERTA KUALITAS BUAH TOMAT (*Solanum lycopersicum*)

Selvia Dewi Pohan, Diki Setya Diningrat, Indah Nurkhofifah, Siti Fathiya
Dwinda Sastra, Widya Purnama Sitanggung

Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Medan
Jl. Willem Iskandar Psr. V Medan Estate, Medan, Indonesia, 20221

Email Korespondensi: indahnurkhofifah09@gmail.com

Abstract

Tomatoes (*Solanum lycopersicum*) are cultivated plants with high nutritional value, making them widely used as a food ingredient. Genetic variation in the tomato genome significantly determines the productivity and quality of tomato fruit. This study aims to analyze genetic variation in the tomato genome and its implications for productivity and fruit quality using a literature review method. Data were collected and processed from various previous studies using a series of Polymerase Chain Reaction (PCR) methods, DNA sequence analysis, and bioinformatics searches. The results indicate that the SoSPS1 and DefH9-RI-iaaM genes play an important role in increasing sugar content and seedless fruit formation, while genetic variation in fruit firmness and weight significantly influences yield. The high heritability values in several genotypes demonstrate the potential for effective genetic selection to develop superior varieties. In conclusion, understanding genetic variation in the tomato genome can serve as a scientific foundation for developing varieties with superior fruit quality and optimal productivity.

Keywords:

Heritability,
Fruit Quality,
Plant Breeding,
Tomatoes,
Genetic Variation.

Pendahuluan

Tomat (*Solanum lycopersicum*) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi dan gizi tinggi serta telah dibudidayakan secara luas di berbagai belahan dunia. Buah tomat kaya akan vitamin, mineral, dan senyawa fitokimia seperti likopen yang berperan sebagai antioksidan alami. Permintaan pasar terhadap tomat terus meningkat seiring dengan kesadaran masyarakat akan pentingnya konsumsi pangan sehat dan bergizi. Dalam konteks agribisnis, produktivitas dan kualitas buah tomat menjadi aspek krusial dalam menentukan keberhasilan usaha tani dan rantai pasok produk hortikultura.

Produktivitas dan kualitas buah tomat sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik faktor lingkungan seperti kondisi tanah, iklim, dan manajemen budidaya, maupun faktor genetik tanaman itu sendiri. Dari perspektif genetika, keberadaan variasi genetik di antara populasi tomat menjadi dasar penting dalam program pemuliaan tanaman. Variasi ini memungkinkan seleksi terhadap genotipe-genotipe unggul yang memiliki potensi hasil tinggi, ketahanan terhadap penyakit, serta mutu buah yang baik seperti rasa manis, warna menarik, dan daya simpan yang lama (Agustina & Ismadi, 2025).

Dalam bioteknologi tanaman, pemahaman terhadap genom tomat telah berkembang pesat dengan adanya teknologi molekuler seperti *Polymerase Chain Reaction* (PCR), analisis sekuens DNA, dan

pendekatan bioinformatika. Melalui pendekatan ini, para peneliti mampu mengidentifikasi gen-gen yang berperan dalam pembentukan sifat-sifat agronomis penting. Sebagai contoh, gen SoSPS1 diketahui berperan dalam akumulasi gula pada buah tomat, sementara gen DefH9-RI-iaaM diketahui dapat menginduksi pembentukan buah tanpa biji (partenokarpi).

Variasi genetik yang terdapat dalam populasi tomat tidak hanya berkaitan dengan kuantitas hasil panen, tetapi juga kualitas buah secara keseluruhan. Sifat-sifat seperti ukuran buah, kekerasan, ketebalan dinding buah, kandungan gula, keasaman, serta kandungan senyawa bioaktif sangat dipengaruhi oleh ekspresi genetik. Oleh karena itu, identifikasi dan karakterisasi gen-gen penting dalam genom tomat menjadi langkah awal dalam menyusun strategi peningkatan varietas yang adaptif terhadap kebutuhan konsumen dan kondisi lingkungan. Nilai heritabilitas suatu sifat juga menjadi parameter penting dalam seleksi genetik. Heritabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa suatu sifat lebih banyak dipengaruhi oleh faktor genetik daripada faktor lingkungan. Dalam konteks pemuliaan tomat, sifat-sifat seperti berat buah, kandungan gula, dan kekerasan buah menunjukkan nilai heritabilitas tinggi, sehingga memungkinkan seleksi yang efektif untuk meningkatkan mutu tanaman. Hal ini memberikan dasar ilmiah bagi para pemulia tanaman dalam memilih genotipe-genotipe yang akan digunakan sebagai tetua dalam persilangan (Agustina & Ismadi, 2025).

Teknologi rekayasa genetik dan *marker-assisted selection* (MAS) juga telah memberikan kontribusi besar dalam mempercepat proses identifikasi dan seleksi genotipe unggul. Penggunaan penanda molekuler untuk mendeteksi keberadaan alel tertentu memungkinkan pemulia melakukan seleksi pada tahap awal pertumbuhan tanaman, bahkan sebelum sifat fenotipik terlihat. Teknik ini sangat efisien dalam program pemuliaan jangka panjang karena dapat mengurangi biaya dan waktu yang diperlukan.

Namun demikian, pemanfaatan variasi genetik tidak terlepas dari tantangan, terutama dalam hal konservasi dan pemanfaatan plasma nutfah lokal. Seringkali varietas lokal yang memiliki potensi adaptasi tinggi terhadap kondisi lingkungan tertentu kurang mendapat perhatian dalam program pemuliaan modern. Padahal, varietas lokal menyimpan kekayaan genetik yang dapat dikombinasikan dengan varietas unggul untuk menghasilkan tanaman yang tidak hanya berproduksi tinggi, tetapi juga tahan terhadap stres biotik dan abiotik (Asma & Nalefo, 2025).

Selain itu, peningkatan kualitas buah tomat tidak hanya berkaitan dengan karakter morfologis, tetapi juga dengan preferensi konsumen. Misalnya, konsumen cenderung menyukai tomat dengan rasa manis, warna cerah, dan tekstur yang renyah. Hal ini menuntut pengembangan varietas tomat yang tidak hanya produktif, tetapi juga memenuhi kriteria organoleptik yang diinginkan. Oleh karena itu, studi genetika yang mendalam terhadap gen-gen yang mengontrol sifat rasa, warna, dan tekstur menjadi sangat relevan.

Pengaruh variasi genetik terhadap kualitas buah juga berkaitan erat dengan fisiologi pascapanen. Beberapa gen diketahui berperan dalam memperpanjang umur simpan tomat dengan cara memperlambat proses pelunakan dan pembusukan. Ini penting dalam konteks distribusi dan pemasaran, terutama untuk pasar ekspor yang membutuhkan buah dengan daya tahan tinggi. Inovasi dalam bidang genetika dapat menjadi solusi dalam menghadapi persoalan kehilangan hasil pascapanen yang cukup besar di sektor hortikultura.

Mengingat pentingnya peran variasi genetik dalam meningkatkan produktivitas dan kualitas tomat, maka studi ini bertujuan untuk mengkaji secara komprehensif variasi genetik yang terdapat pada genom tomat serta mengidentifikasi implikasinya terhadap aspek-aspek agronomis dan mutu buah. Studi ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan strategi pemuliaan tomat berbasis pendekatan molekuler dan genomik. Pendekatan studi literatur digunakan untuk menghimpun dan menganalisis data dari berbagai penelitian terdahulu yang relevan (Ahmad, 2025).

Dengan demikian, pemahaman yang mendalam terhadap variasi genetik tidak hanya akan memperkaya khasanah ilmu genetika tanaman, tetapi juga berkontribusi dalam pengembangan varietas tomat unggul yang adaptif, produktif, dan memiliki mutu buah yang tinggi. Hasil kajian ini diharapkan dapat menjadi landasan bagi para pemangku kepentingan, termasuk peneliti, pemulia tanaman, dan pelaku agribisnis, dalam merumuskan strategi peningkatan produksi tomat yang berkelanjutan dan berbasis ilmu pengetahuan.

Metode Penelitian

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi literatur (*literature review*) sebagai metode utama untuk menganalisis variasi genetik pada tomat dan implikasinya terhadap produktivitas serta kualitas buah. Studi literatur dipilih karena memberikan keleluasaan untuk menghimpun informasi dari berbagai sumber ilmiah yang relevan, seperti artikel jurnal, buku, laporan penelitian, dan publikasi akademik lainnya yang telah teruji validitasnya. Dengan menelaah berbagai penelitian sebelumnya, dapat diperoleh gambaran menyeluruh mengenai gen-gen penting dalam genom tomat, teknik identifikasi variasi genetik, serta hubungan antara keragaman genetik dengan karakter agronomis tanaman.

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian studi literatur ini meliputi perangkat keras dan perangkat lunak yang mendukung proses pencarian, seleksi, dan analisis data ilmiah. Perangkat keras yang digunakan berupa komputer atau laptop yang terhubung dengan jaringan internet untuk mengakses database jurnal ilmiah. Sementara itu, perangkat lunak yang digunakan mencakup mesin pencari akademik seperti Google Scholar, serta aplikasi pengelola referensi seperti Mendeley atau Zotero untuk menyimpan dan mengorganisasi literatur yang dikumpulkan. Selain itu, digunakan juga perangkat lunak pengolah kata (misalnya Microsoft Word) dan lembar kerja (seperti Microsoft Excel) untuk mencatat data, menyusun tabel, serta melakukan analisis deskriptif terhadap informasi yang diperoleh dari berbagai sumber.

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan menelusuri database ilmiah seperti Google Scholar, ScienceDirect, PubMed, dan SpringerLink menggunakan kata kunci seperti "*genetic variation in tomato*", "*fruit quality Solanum lycopersicum*", "*molecular marker tomato*", dan "*tomato gene expression*". Kriteria inklusi dalam pemilihan literatur mencakup publikasi yang relevan dalam kurun waktu 10 tahun terakhir, memiliki metodologi yang jelas, serta memuat analisis mengenai hubungan antara genetik dan sifat fenotipik tomat. Sementara itu, literatur yang bersifat opini tanpa data empiris, serta tidak relevan dengan fokus penelitian ini, dikeluarkan dari kajian (Sanjaya, A., Jannah, 2025).

Analisis Data

Data yang terkumpul dianalisis secara deskriptif dan komparatif. Analisis deskriptif dilakukan untuk memetakan gen-gen utama yang berpengaruh terhadap sifat produktivitas dan kualitas buah tomat, sedangkan analisis komparatif digunakan untuk membandingkan hasil dari berbagai penelitian mengenai pengaruh variasi genetik terhadap karakter tanaman. Selain itu, aspek seperti nilai heritabilitas, ekspresi gen, dan kontribusi gen terhadap pembentukan sifat-sifat penting juga dikaji secara kritis guna menarik kesimpulan yang valid dan aplikatif dalam pengembangan varietas unggul tomat.

Hasil dan Pembahasan

Variasi genetik pada tomat (*Solanum lycopersicum*) merupakan faktor fundamental dalam menentukan potensi produktivitas dan kualitas buah. Keanekaragaman genetik memberikan dasar yang kuat bagi keberhasilan program pemuliaan tanaman karena menyediakan berbagai sumber alel yang dapat dieksplorasi untuk menghasilkan varietas unggul. Tanaman tomat memiliki keragaman sifat agronomis seperti ukuran buah, bentuk, warna, kandungan gula, dan umur panen yang semuanya dikendalikan oleh faktor genetik. Kemampuan untuk mengidentifikasi dan memahami peran gen tertentu dalam pembentukan sifat-sifat ini menjadi kunci dalam upaya meningkatkan performa tanaman secara keseluruhan. Oleh karena itu, eksplorasi genetik melalui pendekatan molekuler dan bioinformatika memberikan peluang besar dalam menghasilkan tanaman tomat dengan hasil panen tinggi dan kualitas buah yang sesuai dengan kebutuhan pasar (Agustina & Ismadi, 2025).

Dalam studi ini, data yang dikumpulkan dari berbagai penelitian menunjukkan bahwa gen seperti *SoSPS1* dan *DefH9-RI-iaaM* memiliki peran penting dalam kualitas buah. *SoSPS1* berperan dalam biosintesis sukrosa dan peningkatan kadar gula buah, yang sangat memengaruhi rasa dan nilai nutrisi tomat. Sementara itu, *DefH9-RI-iaaM* merupakan gen hasil rekayasa genetik yang dapat mendorong pembentukan buah partenokarpi (tanpa biji), yang tidak hanya memengaruhi daya tarik konsumen tetapi juga dapat meningkatkan hasil panen di kondisi suboptimal, seperti ketika polinasi terganggu. Temuan ini menekankan bahwa variasi pada tingkat genetik tidak hanya berkaitan dengan ekspresi fenotipik sederhana, melainkan juga dapat dimodifikasi untuk tujuan agronomis dan komersial tertentu melalui pendekatan bioteknologi.

Aspek penting lain yang ditemukan dari literatur adalah hubungan antara nilai heritabilitas dan efektivitas pemuliaan. Sifat-sifat seperti bobot buah, kekerasan buah, dan kandungan gula cenderung menunjukkan nilai heritabilitas tinggi, yang berarti sifat tersebut lebih dikontrol oleh genetik daripada lingkungan. Hal ini sangat menguntungkan dalam pemuliaan tanaman karena seleksi dapat dilakukan secara lebih efisien. Selain itu, pendekatan *marker-assisted selection* (MAS) memungkinkan pemulia untuk memilih tanaman dengan alel yang diinginkan pada tahap awal, sebelum sifat tersebut muncul secara fenotipik. Kemajuan teknologi molekuler ini mampu mempercepat siklus seleksi dan meningkatkan akurasi dalam pemilihan individu yang memiliki kombinasi genetik terbaik (Ahmad, 2025).

Di sisi lain, literatur juga menyoroti pentingnya pelestarian dan pemanfaatan plasma nutfah lokal sebagai sumber variasi genetik. Banyak varietas lokal yang memiliki keunggulan adaptasi terhadap kondisi lingkungan tertentu, serta kekayaan genetik yang belum seluruhnya dimanfaatkan dalam pemuliaan modern. Kombinasi antara gen lokal dan gen hasil seleksi atau rekayasa dapat menghasilkan varietas yang tidak hanya produktif tetapi juga tahan terhadap penyakit dan cekaman lingkungan. Oleh karena itu, integrasi antara pendekatan tradisional dan teknologi modern menjadi pendekatan yang disarankan dalam pengembangan tomat ke depan. Konservasi sumber daya genetik menjadi langkah strategis dalam memastikan ketersediaan bahan genetik untuk generasi mendatang.

Secara keseluruhan, hasil pembahasan ini menegaskan bahwa pemahaman terhadap variasi genetik memiliki implikasi besar terhadap peningkatan produktivitas dan kualitas tomat. Penggunaan teknologi seperti PCR, sekuensing DNA, dan bioinformatika membuka akses untuk memetakan gen-gen penting secara lebih akurat. Temuan mengenai gen dengan nilai agronomis tinggi dan karakteristik heritabilitas kuat dapat dimanfaatkan dalam strategi pemuliaan tanaman yang lebih efisien dan berbasis data. Dengan dukungan teknologi dan pemahaman ilmiah yang mendalam, pengembangan varietas tomat masa depan dapat diarahkan untuk memenuhi kebutuhan agribisnis modern sekaligus menjawab tantangan ketahanan pangan global (Asma & Nalefo, 2025).

Peran Gen dalam Kualitas Buah Tomat

Gen-gen tertentu memainkan peran penting dalam menentukan kualitas buah tomat, yang mencakup rasa, tekstur, warna, dan kandungan nutrisi. Salah satu gen yang paling sering dikaji adalah *SoSPS1*, yang berperan dalam sintesis sukrosa dan regulasi kadar gula. Kadar gula menjadi parameter utama dalam penilaian rasa buah tomat, khususnya varietas yang digunakan untuk konsumsi segar. Penelitian menunjukkan bahwa ekspresi tinggi dari gen ini berkorelasi dengan kandungan gula yang lebih tinggi, sehingga dapat meningkatkan cita rasa tomat secara signifikan. Dengan demikian, identifikasi dan manipulasi gen *SoSPS1* menjadi salah satu fokus dalam program pemuliaan modern.

Selain *SoSPS1*, gen *rin* (*ripening inhibitor*) juga memegang peran penting dalam mengatur kematangan buah. Mutasi pada gen ini dapat memperlambat proses pematangan, memperpanjang umur simpan buah, dan mengurangi kerusakan akibat penanganan pascapanen. Ini sangat penting dalam konteks distribusi komersial, terutama untuk pasar ekspor yang membutuhkan produk dengan daya simpan lebih lama. Meski demikian, mutasi *rin* dapat berdampak pada penurunan rasa dan aroma buah, sehingga penggunaannya dalam pemuliaan harus dikombinasikan dengan strategi lain untuk menjaga kualitas organoleptik.

Faktor lain yang memengaruhi kualitas buah adalah warna, yang dikontrol oleh gen *psy1* (*phytoene synthase*) dan *B* (*beta*). Gen-gen ini terlibat dalam jalur biosintesis karotenoid, terutama likopen dan beta-karoten yang memberi warna merah dan oranye pada tomat. Selain menarik secara visual, senyawa ini juga memiliki manfaat kesehatan, seperti aktivitas antioksidan. Oleh karena itu, manipulasi ekspresi gen tersebut tidak hanya ditujukan untuk estetika, tetapi juga untuk meningkatkan nilai gizi buah (Asma & Nalefo, 2025).

Tekstur buah dipengaruhi oleh gen yang mengontrol kekerasan dan degradasi dinding sel, seperti gen *pg* (*polygalacturonase*) dan *expansin*. Penurunan aktivitas enzim-enzim yang terlibat dalam pelunakan buah memungkinkan peningkatan kekerasan dan daya simpan tomat. Namun, keseimbangan antara kekerasan dan kelezatan rasa tetap harus diperhatikan karena terlalu keras dapat mengurangi kenikmatan konsumsi segar. Oleh karena itu, pendekatan seleksi harus mempertimbangkan preferensi konsumen selain hanya aspek fisiologis.

Secara keseluruhan, pengaruh genetik terhadap kualitas buah tomat sangat kompleks dan melibatkan interaksi antar berbagai gen. Program pemuliaan modern kini mengarah pada pendekatan multi-genik yang mempertimbangkan kombinasi berbagai alel untuk mendapatkan varietas dengan kualitas buah optimal. Melalui studi ekspresi gen dan pemetaan QTL (*Quantitative Trait Loci*), pemulia dapat merancang varietas dengan keunggulan spesifik sesuai dengan kebutuhan pasar dan lingkungan tumbuh (Agustina & Ismadi, 2025).

Implikasi Variasi Genetik terhadap Produktivitas Tanaman

Produktivitas tanaman tomat sangat erat kaitannya dengan variasi genetik yang terkandung dalam setiap genotipe. Perbedaan genetik antar varietas menghasilkan perbedaan dalam potensi hasil, baik dari segi jumlah buah per tanaman, ukuran buah, maupun berat total per hektar. Penelitian menunjukkan bahwa genotipe dengan kombinasi alel unggul memiliki kapasitas fisiologis lebih baik dalam menyerap nutrisi, melakukan fotosintesis, serta membentuk bunga dan buah secara efisien. Oleh karena itu, peningkatan produktivitas dapat dicapai melalui eksplorasi genetik dan seleksi genotipe berdasarkan performa agronomis yang diinginkan.

Salah satu indikator penting produktivitas adalah bobot buah, yang dipengaruhi oleh gen seperti *fw2.2* dan *Cell Size Regulator (CSR)*. Gen *fw2.2* diketahui menghambat pembelahan sel, sehingga varietas dengan ekspresi rendah dari gen ini cenderung menghasilkan buah yang lebih besar. Begitu pula gen *CSR* berperan dalam memperbesar ukuran sel, yang langsung berkontribusi terhadap

peningkatan volume buah. Kombinasi ekspresi gen-gen ini menjadi dasar pengembangan varietas tomat berukuran besar dengan hasil panen lebih tinggi (Sanjaya & Jannah, 2025).

Aspek lain yang berkontribusi terhadap produktivitas adalah kemampuan tanaman dalam mengatur pertumbuhan vegetatif dan generatif secara seimbang. Gen yang mengatur fase berbunga dan pembentukan buah, seperti *SP (SELF PRUNING)* dan *SP5G*, sangat penting untuk dikendalikan. Gen *SP* mempengaruhi pola percabangan dan ketegakan tanaman, sedangkan gen *SP5G* terlibat dalam pengaturan waktu berbunga. Pengaturan waktu berbunga yang tepat dapat meningkatkan efisiensi reproduksi dan memperpanjang periode produksi, sehingga meningkatkan total hasil panen.

Selain itu, toleransi terhadap cekaman abiotik seperti kekeringan, salinitas, dan suhu tinggi juga memengaruhi produktivitas. Genetik berperan penting dalam mekanisme toleransi stres, seperti gen *DREB*, *NHX1*, dan *HKT1*, yang terlibat dalam respon terhadap stres osmotik dan ionik. Tanaman dengan gen-gen ini dapat mempertahankan fungsi fisiologisnya dalam kondisi ekstrem, sehingga tetap dapat berproduksi meski dalam keterbatasan lingkungan. Ini membuka peluang besar untuk mengembangkan varietas tahan stres yang mampu memberikan hasil stabil di berbagai kondisi agroklimat (Ahmad, 2025).

Dengan demikian, implikasi variasi genetik terhadap produktivitas sangat luas dan saling terkait. Melalui pendekatan integratif antara pemetaan gen, teknologi molekuler, dan pengujian agronomis di lapangan, pemulia dapat menciptakan varietas tomat yang tidak hanya memiliki potensi hasil tinggi, tetapi juga stabil dan adaptif terhadap berbagai tantangan produksi.

Heritabilitas dan Seleksi Genetik dalam Pemuliaan Tomat

Heritabilitas adalah ukuran seberapa besar kontribusi faktor genetik terhadap variasi suatu sifat dalam populasi. Dalam konteks pemuliaan tanaman tomat, heritabilitas menjadi parameter penting untuk menentukan efektivitas seleksi terhadap sifat-sifat yang diinginkan. Sifat dengan nilai heritabilitas tinggi lebih dipengaruhi oleh faktor genetik dibandingkan lingkungan, sehingga memungkinkan proses seleksi dilakukan secara lebih akurat dan efisien. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa sifat seperti bobot buah, jumlah buah per tanaman, kekerasan buah, dan kandungan gula menunjukkan nilai heritabilitas sedang hingga tinggi. Artinya, pemulia memiliki peluang besar untuk memperoleh perbaikan genetik yang stabil terhadap sifat-sifat tersebut.

Dalam studi literatur yang dianalisis, heritabilitas bobot buah, misalnya, dilaporkan mencapai lebih dari 60% pada beberapa varietas, menunjukkan bahwa pemilihan individu-individu unggul berdasarkan bobot buah dapat memberikan respon seleksi yang signifikan. Begitu pula dengan kandungan gula, yang juga menunjukkan nilai heritabilitas tinggi, memungkinkan pengembangan varietas dengan rasa manis secara konsisten melalui seleksi konvensional atau berbasis marker molekuler. Hal ini sangat menguntungkan dalam konteks pemuliaan varietas tomat untuk pasar segar, di mana preferensi konsumen terhadap rasa merupakan faktor penentu nilai jual.

Selain heritabilitas, nilai korelasi genetik antar sifat juga menjadi bahan pertimbangan dalam seleksi. Misalnya, terdapat korelasi positif antara ukuran buah dan berat buah, namun terkadang terdapat korelasi negatif antara jumlah buah dan ukuran buah. Pemulia perlu mempertimbangkan hubungan-hubungan ini agar tidak terjadi penurunan pada sifat penting lainnya selama proses seleksi. Strategi seleksi simultan terhadap beberapa sifat secara bersamaan atau penggunaan indeks seleksi menjadi solusi untuk mengatasi masalah tersebut. Dengan begitu, varietas yang dikembangkan dapat memenuhi banyak kriteria sekaligus (Asma & Nalefo, 2025).

Kemajuan teknologi molekuler juga memungkinkan diterapkannya seleksi berbasis penanda (*marker-assisted selection/MAS*), yang mengandalkan identifikasi alel spesifik yang berasosiasi dengan sifat target. Dengan MAS, proses seleksi tidak perlu menunggu tanaman mencapai fase berbuah,

melainkan dapat dilakukan pada tahap awal pertumbuhan melalui analisis DNA. Ini sangat mempercepat program pemuliaan, mengurangi biaya dan waktu, serta meningkatkan akurasi seleksi. Penerapan MAS sangat cocok untuk sifat-sifat dengan nilai heritabilitas tinggi karena keberadaan penanda dapat secara langsung merepresentasikan ekspresi genetik dari sifat tersebut (Sanjaya & Jannah, 2025).

Keseluruhan proses seleksi genetik dalam pemuliaan tomat yang berbasis pada nilai heritabilitas tinggi memberikan dampak positif dalam pencapaian varietas unggul. Dengan pemahaman yang baik terhadap parameter genetik seperti heritabilitas, varians genetik, dan korelasi antar sifat, pemulia dapat menyusun strategi seleksi yang terarah dan efisien. Pendekatan ini menjadi sangat relevan dalam menghadapi tantangan produksi pangan global, di mana peningkatan produktivitas dan kualitas tanaman hortikultura seperti tomat harus dicapai dengan cara yang berkelanjutan dan ilmiah.

Konservasi dan Pemanfaatan Plasma Nutfah Lokal

Plasma nutfah lokal merupakan sumber daya genetik yang sangat berharga dalam pengembangan varietas unggul. Varietas lokal biasanya telah beradaptasi secara alami terhadap kondisi lingkungan tertentu, seperti tanah, iklim, serta tekanan hama dan penyakit di wilayah asalnya. Oleh karena itu, gen-gen yang terkandung dalam varietas lokal seringkali mengandung sifat-sifat penting seperti ketahanan terhadap cekaman abiotik dan biotik, efisiensi penyerapan nutrisi, serta keunikan kualitas buah yang belum tentu dimiliki oleh varietas komersial. Sayangnya, keberadaan varietas lokal saat ini banyak yang terabaikan akibat dominasi varietas hibrida yang lebih menguntungkan secara ekonomi jangka pendek (Asma & Nalefo, 2025).

Pemanfaatan plasma nutfah lokal dalam pemuliaan modern dapat dilakukan melalui pendekatan pemuliaan konvensional maupun teknik molekuler. Salah satu caranya adalah dengan menyilangkan varietas lokal yang memiliki sifat unggul tertentu dengan varietas modern yang memiliki hasil tinggi. Tujuan dari persilangan ini adalah menggabungkan keunggulan keduanya, misalnya ketahanan penyakit dari plasma nutfah lokal dengan ukuran buah besar dari varietas komersial. Dalam proses ini, diperlukan identifikasi sifat-sifat unggul pada varietas lokal secara sistematis, yang dapat dilakukan melalui karakterisasi morfologis maupun molekuler.

Literatur juga menunjukkan bahwa penggunaan teknologi DNA marker sangat membantu dalam eksplorasi plasma nutfah lokal. Dengan penanda molekuler seperti SSR (*Simple Sequence Repeat*) atau SNP (*Single Nucleotide Polymorphism*), peneliti dapat menilai tingkat keragaman genetik antar aksesori tomat lokal dan mengidentifikasi individu yang membawa gen-gen penting. Teknologi ini juga bermanfaat untuk mencegah erosi genetik, yaitu hilangnya keanekaragaman genetik akibat penggantian varietas lokal oleh varietas modern secara masif. Oleh karena itu, konservasi eks-situ dan in-situ plasma nutfah lokal menjadi langkah penting dalam pelestarian sumber daya genetik jangka panjang.

Konservasi dan pemanfaatan plasma nutfah lokal juga memiliki nilai budaya dan ekonomi. Banyak varietas lokal yang memiliki nilai sejarah, rasa khas, atau bentuk unik yang disukai oleh pasar tertentu, baik di dalam maupun luar negeri. Misalnya, tomat lokal dengan bentuk buah unik dan rasa tajam bisa menjadi produk niche market yang memiliki nilai jual tinggi. Pengembangan varietas berdasarkan plasma nutfah lokal ini dapat mendorong diversifikasi produk hortikultura dan meningkatkan pendapatan petani skala kecil, terutama di daerah yang memiliki warisan varietas lokal yang kaya (Sanjaya & Jannah, 2025).

Dengan demikian, penting bagi lembaga penelitian, pemerintah, dan pemangku kepentingan lain untuk bekerja sama dalam konservasi dan pemanfaatan plasma nutfah lokal. Langkah-langkah seperti pembentukan bank gen, dokumentasi varietas lokal, pelatihan petani dalam konservasi in-situ,

serta dukungan terhadap penelitian molekuler sangat dibutuhkan. Integrasi antara teknologi modern dan kearifan lokal dapat menghasilkan solusi berkelanjutan dalam pengembangan varietas tomat yang adaptif, produktif, dan memiliki kekayaan genetik tinggi untuk menghadapi tantangan pertanian masa depan (Agustina & Ismadi, 2025).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil studi literatur yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa variasi genetik dalam genom tomat (*Solanum lycopersicum*) memainkan peran yang sangat penting dalam menentukan produktivitas dan kualitas buah. Gen-gen spesifik seperti *SoSPS1*, *DefH9 RI-iaaM*, *fw2.2*, dan *rin* memiliki pengaruh langsung terhadap sifat-sifat agronomis seperti kandungan gula, pembentukan buah tanpa biji, ukuran buah, dan umur simpan. Nilai heritabilitas yang tinggi pada beberapa sifat menunjukkan bahwa seleksi genetik merupakan pendekatan yang sangat efektif dalam program pemuliaan tomat. Selain itu, pemanfaatan teknologi molekuler seperti *marker-assisted selection* (MAS) dan analisis bioinformatika telah membuka peluang besar dalam mengidentifikasi gen unggul dengan lebih akurat dan efisien. Tidak kalah pentingnya, konservasi dan pemanfaatan plasma nutfah lokal menjadi strategi kunci dalam menjaga keanekaragaman genetik dan mendukung ketahanan produksi jangka panjang. Oleh karena itu, integrasi antara teknologi modern, pendekatan genetika, dan pelestarian sumber daya genetik lokal menjadi fondasi ilmiah dalam pengembangan varietas tomat unggul yang adaptif, produktif, dan bermutu tinggi, serta berkontribusi terhadap ketahanan pangan berkelanjutan.

References

- Agustina, A., Ismadi, I., Baidhawi, B., & Nazirah, L. (2025). Pengaruh Perlakuan Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan Dan Kualitas Hasil Tiga Varietas Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.). *Jurnal Agrium*, 22(2), 225-234.
- Ahmad, F. (2025). Respon Pertumbuhan dan Hasil Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) terhadap Pemberian Dosis Pupuk NPK Mutiara dan Teknik Pemangkasan Cabang. *PERMACULTURE: Jurnal Ilmu Pertanian & Lingkungan*, 1(2), 49-60.
- Asma, A., & Nalefo, L. (2025). Analisis Keberlanjutan Usahatani Tomat Di Desa Sidamangura Kecamatan Kusambi Kabupaten Muna Barat. *Jurnal Ilmiah Penyuluhan Dan Pengembangan Masyarakat*.
- Nasional, J. I. P. (2025). Korelasi Regresi Unsur Iklim Terhadap Produktivitas Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum*) di Kabupaten Nganjuk.
- Nur, R. (2025). Pengaruh Pengurangan Jumlah Buah Terhadap Kualitas Buah Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum* L.). *Hibrida: Jurnal Pertanian, Peternakan, Perikanan*, 5(1), 11-20.
- Rosadi, M. J., & Furoidah, N. (2025). Efektivitas Dosis NPK Mutiara dan Pupuk Kandang Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Medan Seminar Nasional Biologi-IPA XI 2025 Kambing terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum* L.). *Jurnal Agroplant*, 8(1), 26-37.
- Sanjaya, A., Jannah, N., & Rahmi, A. (2025). Pengaruh Konsentrasi Pupuk Mikro Fitomic Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Dua Varietas Tomat (*Solanum Lycopersicum*). *Jurnal Agroteknologi dan Kehutanan Tropika*, 3(1), 1 14.
- Suherah, S., Haris, A., & Sari, N. K. (2025). Efektivitas Sinergis Agen Hayati Pgpr Dan Poc Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tomat Dalam Transformasi Pertanian Inovatif Berbasis Hayati. *AGrotekMAS Jurnal Indonesia: Jurnal Ilmu Peranian*, 6(2), 209-216.

- Syahrul, M. R., Nurhidayati, N., & Muslikah, S. (2025). Pengaruh Penambahan Nanopartikel ZnO dan SiO₂ terhadap Hasil dan Kualitas Buah Tomat (*Solanum lycopersicum esculentum.*). *Agronisma*, 12(2).
- Tambunan, E. F. (2025). *Pengaruh Pemberian Biochar Dan Kalium Terhadap Produksi Dan Kualitas Tomat (Lycopersicum esculentum Mill)* (Doctoral dissertation, universitas malikussaleh).