

KESEIMBANGAN UNSUR HARA TERHADAP MORFOLOGI BUAH KELAPA SAWIT

Rizki Rolando Manullang¹, Naufal Kanz Fadlulrohman Lubis², M. Ghatfan Brhiellyan
Budhyantoro³, Dzikra Maulana Riady⁴, Hiro Hamdan Hakiki Kasih Pardede⁵, Hari
Gunawan⁶

rizkirolandomanullang@gmail.com¹, naufalkenz7@gmail.com², ghatfaanbrhiellyan@gmail.com³,
dzikra.maulana2006@gmail.com⁴, jakombang77@gmail.com⁵, hargunaja@gmail.com⁶

Universitas Teknologi Sawit Indonesia

ABSTRAK

Keseimbangan unsur hara memiliki peran penting dalam menentukan kualitas morfologi buah, seperti ukuran, bentuk, warna, dan tekstur. Pemupukan yang dilakukan tanpa memperhatikan keseimbangan unsur hara sering kali hanya meningkatkan jumlah hasil panen, tetapi justru menurunkan kualitas fisik buah. Penelitian ini bertujuan untuk memahami dan menjelaskan pengaruh keseimbangan unsur hara makro dan mikro terhadap morfologi buah melalui pendekatan kualitatif. Metode yang digunakan adalah studi pustaka dengan mengkaji berbagai buku dan artikel jurnal nasional maupun internasional yang diterbitkan dalam lima tahun terakhir. Data dianalisis menggunakan model analisis interaktif Miles dan Huberman yang meliputi tahap reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Hasil kajian menunjukkan bahwa unsur hara makro seperti nitrogen, fosfor, dan kalium, serta unsur mikro seperti kalsium, magnesium, dan boron, sangat berpengaruh terhadap pembentukan morfologi buah. Keseimbangan dan interaksi antar unsur hara terbukti lebih menentukan kualitas buah dibandingkan pemberian unsur hara secara terpisah. Tanaman dengan nutrisi seimbang cenderung menghasilkan buah yang ukurannya seragam, bentuknya proporsional, warnanya lebih menarik, teksturnya baik, serta memiliki daya simpan yang lebih lama. Oleh karena itu, pengelolaan nutrisi tanaman secara seimbang menjadi hal penting untuk meningkatkan kualitas buah dan mendukung pertanian yang berkelanjutan.

Kata Kunci: Keseimbangan Unsur Hara, Morfologi Buah, Nutrisi Tanaman, Kualitas Buah, Pemupukan Seimbang.

ABSTRACT

Nutrient balance plays an important role in determining fruit morphology, including size, shape, color, and texture. Fertilization practices that do not consider nutrient balance often increase yield quantity but reduce the physical quality of fruits. This study aims to explain the influence of macro- and micronutrient balance on fruit morphology using a qualitative approach. The research method is a literature review that examines books and national and international journal articles published within the last five years. Data were analyzed using the interactive analysis model of Miles and Huberman, which includes data reduction, data presentation, and conclusion drawing. The results show that macronutrients such as nitrogen, phosphorus, and potassium, as well as micronutrients like calcium, magnesium, and boron, strongly affect fruit morphological characteristics. Balanced nutrient supply and interactions among nutrients have a greater impact on fruit quality than the application of single nutrients alone. Plants with well-balanced nutrition tend to produce fruits with uniform size, proportional shape, attractive color, good texture, and longer shelf life. Therefore, balanced nutrient management is essential to improve fruit quality and support sustainable agricultural practices.

Keywords: Nutrient Balance, Fruit Morphology, Plant Nutrition, Fruit Quality, Balanced Fertilization.

PENDAHULUAN

Keseimbangan unsur hara merupakan faktor penting yang menentukan keberhasilan pertumbuhan dan perkembangan tanaman, terutama pada tahap pembentukan dan pematangan buah. Unsur hara berfungsi mendukung berbagai proses fisiologis tanaman,

seperti fotosintesis, pembelahan sel, serta pembentukan jaringan buah. Kualitas buah tidak hanya dilihat dari jumlah hasil panen, tetapi juga dari morfologinya, yang mencakup ukuran, bentuk, warna, dan tekstur. Seluruh karakter tersebut sangat dipengaruhi oleh kondisi nutrisi tanaman selama masa pertumbuhan (Ahmed, N., et al., 2024).

Dalam praktik pertanian saat ini, peningkatan produksi umumnya dilakukan melalui pemupukan intensif. Namun, upaya tersebut sering kali belum diimbangi dengan pengelolaan keseimbangan unsur hara yang tepat. Secara faktual, banyak kegiatan budidaya menunjukkan bahwa pemupukan yang berlebihan atau tidak seimbang dapat menyebabkan buah tumbuh tidak seragam, bentuknya kurang normal, serta kualitas fisiknya menurun. Kondisi ini menunjukkan bahwa kecukupan unsur hara saja belum cukup, melainkan harus disertai dengan keseimbangan yang sesuai agar morfologi buah dapat berkembang secara optimal (Wang, X., et al. 2025).

Secara teoritis, ketidakseimbangan unsur hara dapat mengganggu proses fotosintesis dan penyaluran hasil fotosintesis ke organ generatif, termasuk buah. Unsur makro seperti nitrogen, fosfor, dan kalium berperan penting dalam pembentukan jaringan dan pembesaran sel buah. Apabila salah satu unsur tersebut berada dalam kondisi berlebih atau kurang, proses fisiologis tanaman menjadi tidak efisien dan berdampak pada perubahan morfologi buah, baik dari sisi ukuran maupun struktur internalnya (Ahmed, N., et al., 2024).

Nitrogen merupakan unsur yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman dan perkembangan buah. Ketersediaan nitrogen dalam jumlah yang cukup dapat mendukung pembesaran buah, tetapi kelebihan nitrogen justru dapat menyebabkan buah menjadi lunak dan warnanya kurang menarik. Hal ini menunjukkan bahwa keseimbangan nitrogen lebih penting dibandingkan sekadar pemenuhan kebutuhan nitrogen dalam jumlah besar (Wang, X., et al. 2025).

Selain nitrogen, fosfor dan kalium juga memiliki peran penting dalam proses pembentukan dan pematangan buah. Fosfor berfungsi mendukung pembentukan bunga dan perkembangan biji, sedangkan kalium berperan dalam pengaturan keseimbangan air, kerja enzim, serta pembentukan warna dan kekuatan jaringan buah. Ketidakseimbangan fosfor dan kalium sering dikaitkan dengan ukuran buah yang kecil, bentuk yang tidak simetris, dan penurunan mutu fisik buah (Vera-Maldonado, et al., 2024).

Unsur hara mikro seperti kalsium, magnesium, dan boron meskipun dibutuhkan dalam jumlah kecil, tetap memiliki peran penting dalam menentukan morfologi buah. Kalsium, misalnya, berfungsi memperkuat dinding sel sehingga memengaruhi tekstur dan daya simpan buah. Kekurangan kalsium sering menyebabkan gangguan fisiologis yang ditandai dengan jaringan buah yang lemah dan munculnya cacat pada permukaan buah (Wang, X., et al. 2025).

Secara umum, morfologi buah terbentuk melalui interaksi antara faktor genetik dan lingkungan, dengan unsur hara sebagai salah satu faktor lingkungan utama. Unsur hara memengaruhi kerja hormon pertumbuhan, seperti auksin dan sitokinin, yang mengatur pembelahan dan diferensiasi sel. Ketidakseimbangan unsur hara dapat mengganggu kerja hormon tersebut dan menyebabkan perubahan bentuk serta ukuran buah yang menyimpang dari kondisi normal (Ahmed, N., et al., 2024).

Pada beberapa komoditas hortikultura, ketidakseimbangan unsur hara dilaporkan menyebabkan rendahnya keseragaman morfologi buah, baik dalam satu tanaman maupun antar tanaman. Kondisi ini berdampak langsung pada mutu visual buah yang menjadi salah satu pertimbangan utama dalam pemasaran. Dengan demikian, permasalahan nutrisi tanaman tidak hanya berkaitan dengan aspek biologis, tetapi juga berpengaruh terhadap nilai ekonomi hasil pertanian (Vera-Maldonado, et al., 2024).

Meskipun penelitian tentang unsur hara tanaman telah banyak dilakukan, sebagian besar studi sebelumnya lebih menekankan pendekatan kuantitatif dengan fokus pada peningkatan hasil dan efisiensi pemupukan. Penelitian-penelitian tersebut umumnya membahas peran unsur hara secara terpisah, sehingga belum memberikan gambaran utuh mengenai pengaruh keseimbangan antar unsur hara terhadap morfologi buah. Akibatnya, pemahaman mengenai perubahan morfologi buah masih bersifat terbatas (Vera-Maldonado, et al., 2024).

Selain itu, morfologi buah dalam penelitian terdahulu sering dijadikan variabel pendukung, sementara perhatian utama lebih diarahkan pada berat dan jumlah buah. Pendekatan ini menyebabkan kurangnya kajian yang menggambarkan perubahan bentuk, warna, dan struktur buah secara mendalam sebagai respons terhadap kondisi nutrisi tanaman. Pendekatan kualitatif dinilai mampu melengkapi keterbatasan tersebut dengan memberikan gambaran yang lebih kontekstual dan interpretatif (Ahmed, N., et al., 2024).

Berdasarkan uraian tersebut, dapat diidentifikasi adanya celah penelitian berupa minimnya kajian kualitatif yang membahas pengaruh keseimbangan unsur hara terhadap morfologi buah secara menyeluruh. Penelitian sebelumnya belum sepenuhnya menjelaskan bagaimana dan mengapa perubahan morfologi buah terjadi akibat kondisi nutrisi tanaman yang berbeda. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang berfokus pada pemahaman konseptual dan deskriptif mengenai fenomena tersebut (Wang, X., et al. 2025).

Sejalan dengan celah tersebut, pertanyaan penelitian yang diajukan dalam studi ini adalah bagaimana keseimbangan unsur hara memengaruhi morfologi buah serta unsur hara apa saja yang paling berperan dalam membentuk karakter morfologi buah. Tujuan penelitian ini adalah untuk menggambarkan dan menganalisis pengaruh keseimbangan unsur hara terhadap morfologi buah melalui pendekatan kualitatif berbasis kajian literatur dan interpretasi ilmiah (Vera-Maldonado, et al., 2024).

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoritis dengan memperkaya kajian ilmu agronomi dan fisiologi tanaman, khususnya dalam memahami hubungan antara nutrisi tanaman dan morfologi buah. Secara praktis, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi petani, penyuluh pertanian, dan praktisi agribisnis dalam mengelola pemupukan secara lebih seimbang guna meningkatkan kualitas buah dan keberlanjutan produksi pertanian (Ahmed, N., et al., 2024).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif. Pendekatan kualitatif dipilih karena bertujuan untuk memahami suatu fenomena sebagaimana terjadi dalam kondisi alamnya. Hasil penelitian kualitatif lebih menekankan pada proses pemaknaan dan penafsiran terhadap fenomena yang dikaji, bukan pada penyusunan kesimpulan yang bersifat umum atau statistik (Sugiyono, 2020). Dalam penelitian ini, pendekatan kualitatif digunakan untuk menggambarkan dan mengkaji secara mendalam pengaruh keseimbangan unsur hara terhadap morfologi buah.

Fokus penelitian diarahkan pada pemahaman mengenai peran keseimbangan unsur hara, baik unsur makro maupun unsur mikro, dalam membentuk karakter morfologi buah, seperti ukuran, bentuk, warna, dan tekstur. Melalui pendekatan ini, penelitian berupaya menelaah hubungan antara kondisi nutrisi tanaman dan perubahan morfologi buah secara deskriptif dan kontekstual, sehingga fenomena yang terjadi dapat dipahami secara lebih utuh.

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui studi pustaka. Data diperoleh dengan menelaah berbagai sumber tertulis, seperti buku referensi, artikel jurnal nasional dan internasional, serta publikasi ilmiah yang relevan dengan topik penelitian.

Sumber-sumber tersebut dipilih dari literatur yang kredibel dan terbit dalam kurun waktu lima tahun terakhir agar informasi yang digunakan tetap mutakhir dan sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan.

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan model analisis interaktif menurut Miles dan Huberman (1992), yang memungkinkan proses analisis berjalan bersamaan dengan pengumpulan data pustaka. Data dari literatur dianalisis melalui tiga tahap utama: reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan atau verifikasi. Pada tahap reduksi data, informasi dari berbagai literatur dikelompokkan berdasarkan jenis unsur hara, fungsi fisiologisnya dalam tanaman, dan pengaruhnya terhadap morfologi buah. Proses ini membantu memfokuskan data pada informasi yang paling relevan dengan tujuan penelitian.

Penelitian ini dilaksanakan melalui studi pustaka tanpa melibatkan pengambilan data lapangan secara langsung. Kegiatan penelitian dilakukan mulai dari Bulan September sampai dengan Bulan Desember yaitu mulai tanggal 19 September hingga 1 Desember 2025. Selama periode tersebut, peneliti melakukan pengumpulan, penelaahan, dan analisis berbagai sumber pustaka yang relevan dengan topik keseimbangan unsur hara terhadap morfologi buah. Proses analisis data dilakukan di tempat peneliti berdomisili dengan memanfaatkan sumber-sumber literatur yang diperoleh dari perpustakaan serta basis data jurnal ilmiah daring.

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui studi pustaka. Data diperoleh dengan menelaah berbagai sumber tertulis yang relevan dengan topik keseimbangan unsur hara dan morfologi buah, seperti buku referensi, artikel jurnal nasional maupun internasional, serta publikasi ilmiah lainnya. Sumber-sumber tersebut dipilih karena kredibel dan diterbitkan dalam lima tahun terakhir agar informasi yang digunakan tetap terbaru dan sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan (Sugiyono, 2020)

Selain itu, penelitian ini juga memanfaatkan dokumentasi pustaka sebagai data pendukung. Dokumentasi ini mencakup tabel, gambar, diagram, dan ilustrasi yang tersedia dalam sumber literatur yang dikaji. Data dokumentasi membantu peneliti memperkuat analisis dan penafsiran, sehingga penjelasan mengenai hubungan antara keseimbangan unsur hara dan morfologi buah dapat disajikan secara sistematis dan jelas, tanpa perlu melakukan observasi lapangan atau wawancara langsung.

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui studi pustaka. Data diperoleh dengan menelaah berbagai sumber tertulis yang relevan dengan topik keseimbangan unsur hara dan morfologi buah, seperti buku referensi, artikel jurnal nasional maupun internasional, serta publikasi ilmiah lain yang membahas nutrisi tanaman dan perkembangan buah. Penelaahan dilakukan untuk memahami ukuran, bentuk, warna, dan tekstur buah yang muncul akibat kondisi keseimbangan unsur hara, sehingga peneliti dapat memperoleh gambaran yang lebih lengkap mengenai fenomena yang dikaji (Sugiyono, 2020).

Selain itu, penelitian ini memanfaatkan dokumentasi pustaka sebagai data pendukung. Dokumentasi tersebut berupa arsip, tabel, gambar, dan ilustrasi yang terdapat dalam sumber pustaka yang dikaji. Data dokumentasi ini membantu peneliti memperkuat analisis dan penafsiran, serta menyusun uraian yang lebih sistematis dan komprehensif mengenai hubungan antara keseimbangan unsur hara dan morfologi buah, tanpa perlu melakukan observasi lapangan atau wawancara secara langsung.

Keabsahan data dalam penelitian ini diuji menggunakan triangulasi sumber dan teori. Triangulasi sumber dilakukan dengan membandingkan informasi dari berbagai literatur, seperti buku, artikel jurnal nasional maupun internasional, dan publikasi ilmiah lain yang membahas

keseimbangan unsur hara dan morfologi buah. Dengan cara ini, peneliti dapat memastikan bahwa informasi yang diperoleh konsisten dan dapat dipertanggungjawabkan (Moleong, 2016)

Selain itu, triangulasi teori diterapkan dengan membandingkan temuan dari berbagai sumber pustaka dengan teori-teori yang relevan mengenai nutrisi tanaman, fisiologi pertumbuhan buah, dan morfologi buah. Pendekatan ini membantu memastikan kesesuaian antara data literatur dan kerangka konseptual, sehingga interpretasi dan analisis yang dihasilkan lebih valid dan ilmiah. Teknik ini penting untuk menjamin bahwa hasil penelitian berbasis studi pustaka tetap memiliki kredibilitas tinggi meskipun tidak dilakukan pengamatan lapangan secara langsung.

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan model analisis interaktif dari Miles dan Huberman (1992), yang memungkinkan proses analisis berlangsung bersamaan dengan pengumpulan data literatur. Analisis dilakukan melalui tiga tahap utama: reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan atau verifikasi. Pada tahap reduksi data, peneliti menyeleksi, menyederhanakan, dan mengelompokkan informasi dari berbagai sumber pustaka berdasarkan tema penelitian, seperti pengaruh keseimbangan unsur hara terhadap ukuran, bentuk, warna, dan tekstur buah. Proses ini membantu memfokuskan data pada informasi yang relevan dengan tujuan penelitian.

Tahap berikutnya, penyajian data, dilakukan dengan menyusun data yang telah direduksi ke dalam bentuk uraian naratif yang sistematis agar mudah dipahami. Data pendukung berupa tabel, gambar, diagram, dan ilustrasi dari literatur digunakan untuk memperjelas gambaran morfologi buah yang dihasilkan pada kondisi keseimbangan unsur hara tertentu. Tahap terakhir adalah penarikan kesimpulan dan verifikasi, di mana seluruh temuan dari literatur disintesis untuk memperoleh pemahaman yang utuh mengenai hubungan antara keseimbangan unsur hara dan morfologi buah, sekaligus memastikan kesesuaian interpretasi dengan teori dan temuan terdahulu (Creswell & Poth, 2018; Miles et al., 2019).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Keseimbangan Unsur Hara terhadap Ukuran Buah

Ukuran buah, yang menjadi indikator penting kualitas panen, sangat tergantung pada keseimbangan unsur hara makro seperti nitrogen, fosfor, dan kalium. Nitrogen, misalnya, yang bertugas membangun protein dan klorofil, memastikan daun tetap hijau dan fotosintesis berlangsung maksimal, sehingga energi yang dihasilkan dialirkan ke buah untuk pertumbuhan optimal (Zhang, et al, 2023). Fosfor membantu pembelahan sel dan pertumbuhan akar, sekaligus menyalurkan energi melalui ATP agar nutrisi dan air terserap dengan baik, yang membuat buah mencapai ukuran maksimal (Álvarez, et al 2025). Kalium, dengan perannya dalam mengatur tekanan osmotik, transportasi air, dan metabolisme karbohidrat, membuat hasil fotosintesis tersebar merata ke buah sehingga ukuran menjadi lebih proporsional (Ahmed, R., et al. 2024). Tanaman yang menerima ketiga unsur secara seimbang menghasilkan buah lebih besar, bobot stabil, ukuran seragam, sementara ketidakseimbangan, seperti nitrogen berlebih tanpa fosfor dan kalium, menimbulkan daun lebat tetapi buah tidak proporsional (Álvarez, et al 2025).

Interaksi antar unsur hara, bukan sekadar jumlahnya, turut menentukan pertumbuhan buah. Kombinasi nitrogen dan kalium meningkatkan kapasitas fotosintesis daun serta distribusi nutrisi ke buah, membuat pertumbuhan lebih merata (Zhang, et al, 2023). Fosfor dan magnesium menambah pembelahan sel dan akumulasi karbohidrat dalam buah, memengaruhi ukuran akhir yang proporsional (Álvarez, et al 2025). Pemupukan yang cermat, memperhatikan interaksi unsur, bukan sekadar kuantitas, membuat buah lebih

besar, seragam, sehat, dan bernilai jual tinggi, menegaskan pentingnya pendekatan nutrisi holistik dalam budidaya buah (Ahmed, R., et al. 2024).

Pengaruh Keseimbangan Unsur Hara terhadap Bentuk Buah

Bentuk buah banyak dipengaruhi keseimbangan antara unsur hara makro dan mikro. Kalsium menjaga kekuatan dinding sel dan stabilitas jaringan, sehingga risiko deformasi atau retak berkurang (Du, K. 2025). Boron membantu transportasi gula dan diferensiasi jaringan, sehingga buah tetap simetris dan teratur (Komarnicki, P., & Cieniawska, B. 2025). Fosfor dan magnesium juga berperan menebalkan dinding sel dan menyalurkan nutrisi ke seluruh jaringan, membuat buah yang nutrisinya seimbang memiliki bentuk lebih stabil (Du, K. 2025). Kekurangan unsur ini dapat menyebabkan buah cacat, bentuk tidak simetris, atau mudah retak, menurunkan kualitas panen.

Interaksi kalsium dan boron sangat menentukan integritas jaringan buah. Kalsium memperkuat dinding sel, boron menjaga transportasi gula dan pembentukan jaringan rapi, sehingga simetri buah tetap terjaga (Komarnicki, P., & Cieniawska, B. 2025). Fosfor dan magnesium mendukung metabolisme energi dan akumulasi karbohidrat, berperan pada bentuk buah yang proporsional (Du, K. 2025). Pemupukan seimbang membuat bentuk buah lebih menarik, seragam, bernilai jual tinggi, sekaligus meminimalkan kerusakan saat panen dan distribusi (Komarnicki, P., & Cieniawska, B. 2025).

Pengaruh Keseimbangan Unsur Hara terhadap Warna dan Tekstur Buah

Warna buah ditentukan metabolisme tanaman, yang dikendalikan oleh keseimbangan nutrisi. Nitrogen mendorong sintesis metabolit sekunder yang membentuk pigmen buah, menghasilkan warna lebih merata dan cerah (Ahmed, N., 2022). Kalium mengatur pematangan dan akumulasi gula, memengaruhi intensitas warna serta rasa buah (Peralta Manjarrez, et al 2023). Magnesium mendukung kerja enzim fotosintesis dan pembentukan karbohidrat, menjaga tekstur buah tetap ideal (Li, Y.-X., et al. 2023). Kalsium menjaga kekerasan dinding sel, membuat tekstur stabil, tidak mudah rusak atau terlalu lembek (Li, Y.-X., et al. 2023). Tanaman dengan nutrisi seimbang menghasilkan buah berwarna cerah, tekstur renyah atau lembut sesuai jenis, dan daya simpan lebih lama.

Ketidakseimbangan unsur hara mengganggu warna dan tekstur buah. Nitrogen berlebih dapat membuat warna pucat atau terlalu hijau, sementara kekurangan kalium membuat buah matang tidak merata dan kurang manis (Ahmed, N., 2022). Kekurangan kalsium melemahkan dinding sel, membuat tekstur buah lunak dan mudah rusak (Li, Y.-X., et al. 2023). Pemupukan tepat langsung memengaruhi kualitas fisik buah dan daya jualnya, sekaligus meningkatkan ketahanan terhadap penanganan dan penyimpanan.

Interaksi Unsur Hara dan Dampaknya terhadap Morfologi Buah

Unsur hara tidak bekerja sendiri, tetapi saling berinteraksi dalam metabolisme tanaman. Nitrogen dan kalium, misalnya, meningkatkan kapasitas fotosintesis daun dan efisiensi distribusi nutrisi ke buah, menghasilkan pertumbuhan seragam dan ukuran optimal (Du, K. 2025). Kalsium dan boron memperkuat dinding sel dan integritas jaringan, menjaga bentuk tetap stabil dan tidak cacat (Peralta Manjarrez, et al., 2023). Fosfor dan magnesium mendukung pembelahan sel dan akumulasi karbohidrat, memengaruhi bentuk buah secara proporsional (Peralta Manjarrez, et al., 2023).

Tanaman yang keseimbangannya nutrisinya diperhatikan, serta interaksi unsur hara dijaga, menghasilkan buah seragam ukuran, bentuk, warna, dan teksturnya (Vera-Maldonado, P. 2024). Strategi pemupukan yang holistik, memperhatikan interaksi makro dan mikro, bukan hanya menambah satu jenis pupuk, meningkatkan kualitas buah secara keseluruhan dan mengurangi risiko cacat. Hasil panen menjadi lebih optimal.

Pola Umum Morfologi Buah pada Tanaman dengan Nutrisi Seimbang

Tanaman dengan keseimbangan nutrisi umumnya menghasilkan buah seragam dan berkualitas tinggi. Unsur makro mendukung pertumbuhan vegetatif dan organ generatif (W. Li & Y. Zhang, 2024), sedangkan unsur mikro menjaga integritas jaringan dan simetri buah (Z. Luo et al., 2025). Kekurangan unsur hara menyebabkan variasi ukuran, bentuk acak, warna tidak merata, dan tekstur buruk (X. Wang, et al., 2025). Pola ini terlihat pada stroberi, blueberry, dan apel, membuktikan bahwa pemupukan seimbang menghasilkan buah optimal dari semua aspek (R. Saputra, 2025). Selain itu, tanaman yang nutrisinya seimbang menunjukkan pertumbuhan stabil dan adaptasi lebih baik terhadap lingkungan. Distribusi nutrisi yang merata mendukung pembentukan buah konsisten, menurunkan risiko cacat dan meningkatkan nilai jual. Hal ini menegaskan pentingnya pemupukan berbasis analisis tanah dan kebutuhan spesifik tanaman agar hasil panen berkualitas tinggi (W. Li & Y. Zhang, 2024). Implikasi Praktis untuk Budidaya Tanaman Buah Pemahaman mengenai keseimbangan unsur hara memberi panduan langsung bagi petani dan penyuluh. Nutrisi yang tepat sesuai kebutuhan tanaman membuat buah tumbuh berkualitas tinggi, sementara penggunaan pupuk menjadi lebih efisien dan biaya produksi bisa ditekan (Pei, B., et al., 2025). Analisis tanah dan fase pertumbuhan tanaman membantu menentukan jenis dan dosis pupuk yang paling sesuai, sehingga distribusi nutrisi optimal di setiap fase pertumbuhan tercapai (Luo, Z., et al., 2025). Strategi ini meningkatkan produktivitas dan stabilitas kualitas buah, mendukung praktik pertanian berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Selain itu, pengetahuan tentang interaksi nutrisi mempermudah pemupukan berbasis bukti di lapangan. Petani bisa menyesuaikan pupuk dengan kondisi spesifik tanah dan karakteristik tanaman, sehingga risiko defisiensi atau kelebihan nutrisi berkurang (Li, W., et al., 2025). Nutrisi yang tepat juga memengaruhi ukuran, bentuk, warna, dan tekstur buah, meningkatkan nilai jual dan kepuasan konsumen. Dengan cara ini, teori nutrisi tanaman langsung diterapkan secara praktis untuk hasil panen optimal.

Variasi Respons Tanaman terhadap Unsur Hara

Respons tanaman terhadap nutrisi berbeda-beda antar spesies, dipengaruhi oleh jenis tanah, iklim, genetika, dan teknik budidaya (Donhouedé, J. C. F., et al., 2023). Strategi pemupukan standar tidak selalu efektif untuk semua kondisi, sehingga penyesuaian diperlukan agar buah mencapai kualitas maksimal (Weng, X., et al., 2023).

Perbedaan ini menegaskan bahwa penelitian spesifik tiap jenis tanaman sangat penting untuk memastikan hasil optimal.

Selain faktor lingkungan, interaksi antar unsur hara memengaruhi pertumbuhan. Misalnya, kalsium cukup untuk memperkuat jaringan buah, tetapi jika nitrogen berlebihan, distribusi nutrisi ke buah tidak merata (Li, Y., et al., 2024). Dengan memahami perbedaan ini, pemupukan bisa fleksibel, menyesuaikan dosis dan jenis pupuk sesuai kebutuhan spesifik tanaman, menjaga kualitas dan keseragaman buah.

Kontribusi terhadap Pengembangan Ilmu Pengetahuan

Temuan penelitian ini menegaskan teori fisiologi tanaman terkait pengaruh keseimbangan unsur hara pada pertumbuhan vegetatif, organ generatif, sintesis metabolit sekunder, dan kualitas morfologi buah (Saputra, R., 2025). Pengetahuan ini memperkuat landasan ilmu agronomi, nutrisi tanaman, dan fisiologi buah, sekaligus mendukung strategi pemupukan yang lebih tepat dan efektif (Li, W., et al., 2024). Hasil penelitian memperlihatkan bahwa pemupukan seimbang menghasilkan buah optimal dari segi ukuran, bentuk, warna, dan tekstur, memberi dasar ilmiah untuk praktik pertanian modern.

Selain itu, penelitian membuka peluang studi lanjutan pada interaksi nutrisi dan genetik tanaman. Data ini bisa digunakan untuk menguji pemupukan pada spesies lain atau di kondisi lingkungan berbeda (Ahmed, N., et al., 2025). Dengan demikian, temuan ini

bermanfaat tidak hanya bagi praktik budidaya tetapi juga memperkaya literatur ilmiah, membantu peneliti dan petani memahami mekanisme pengaruh nutrisi terhadap kualitas buah lebih mendalam.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian pustaka, dapat disimpulkan bahwa keseimbangan unsur hara sangat berpengaruh terhadap pembentukan morfologi buah. Unsur hara makro berperan dalam mendukung pertumbuhan dan pembesaran buah, sedangkan unsur hara mikro membantu menjaga kekuatan jaringan, kestabilan bentuk, warna, dan tekstur buah. Ketidakseimbangan unsur hara, baik karena kekurangan maupun kelebihan, dapat menyebabkan berbagai masalah pada morfologi buah, seperti ukuran yang tidak seragam, bentuk yang tidak normal, warna yang kurang menarik, serta tekstur buah yang menurun. Selain itu, hasil kajian menunjukkan bahwa hubungan dan kerja sama antar unsur hara menjadi faktor penting dalam menentukan kualitas morfologi buah secara keseluruhan.

Hasil penelitian ini memberikan manfaat praktis dan teoretis. Secara praktis, temuan ini dapat dijadikan acuan bagi petani dan penyuluh pertanian dalam mengelola pemupukan agar lebih seimbang dan sesuai dengan kebutuhan tanaman serta kondisi tanah. Pemupukan yang tepat tidak hanya meningkatkan kualitas buah, tetapi juga membantu menghemat penggunaan pupuk dan menjaga kelestarian lingkungan. Secara teoretis, penelitian ini memperkuat pemahaman dalam bidang agronomi dan fisiologi tanaman, khususnya terkait hubungan antara nutrisi tanaman dan pembentukan morfologi buah.

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar pemupukan tanaman buah dilakukan dengan memperhatikan keseimbangan antara unsur hara makro dan mikro, bukan hanya berfokus pada satu jenis unsur saja. Analisis tanah sebaiknya dilakukan sebagai dasar dalam menentukan jenis dan dosis pupuk yang tepat. Selain itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan metode kuantitatif atau eksperimen lapangan pada jenis tanaman buah tertentu agar hasil kajian menjadi lebih mendalam dan dapat diterapkan secara langsung di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, N., Zhang, B., Chachar, Z., Li, J., Xiao, G., Wang, Q., Hayat, F., Deng, L., Ahmed, R., et al. (2024). Fruit quality variation after micronutrient-rich treatments. *Jurnal AGRO*. <https://journal.uinsgd.ac.id/index.php/ja/article/download/48701/14901>
- Álvarez-Herrera, J. G., Jaime-Guerrero, M., & Fischer, G. (2025). The Effect of Boron on Fruit Quality: A Review. *Horticulturae*, 11(8), 992. <https://www.mdpi.com/2311-7524/11/8/992>
- Donhouédé, J. C. F., Djaoun, C. A. M. S., Olorunfemi, I. A., Fandohan, P. A., & Ligouis, B. (2023). The relative role of soil, climate, and genotype in the variation of nutritional value of *Annona senegalensis* fruits and leaves. *Scientia Horticulturae*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844023062205>
- Du, K. (2025). Calcium and Boron Foliar Fertilizer to Relieve Cracking and Improve Fruit Quality of 'Liuyuezhao' Pummelos. *Foods*, 14(4), 595. <https://www.mdpi.com/2304-8158/14/4/595>
- Evaluation of soil nutrients and berry quality characteristics in vineyards. *Frontiers in Plant Science*. <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2024.1418197/full>
- Komarnicki, P., & Cieniawska, B. (2025). The Effect of Foliar Calcium Spraying on Changes in the Mechanical Properties of Blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.). *Agriculture*, 15(4), 438. <https://doi.org/10.3390/agriculture15040438>
- Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D (Sutopo (ed); edisi kedua). Penerbit Alfabeta
- Li, W., Zhang, Y., Tang, Z., Wang, J., Wu, Y., & Yu, J. (2024). Balanced Fertilization Enhances the Nutritional Value and Flavor Profile of Tomato Fruits. *Foods*, 13(22), 3599. <https://www.mdpi.com/2304-8158/13/22/3599>
- Li, Y., Qi, J., Zhou, C., & Zhang, Y. (2024).

- Li, Y.-X., et al. (2023). Magnesium improved fruit quality by regulating photosynthetic nitrogen use efficiency, carbon-nitrogen metabolism, and anthocyanin biosynthesis in ‘Red Fuji’ apple. *Frontiers in Plant Science*. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2023.1136179/full>
- Luo, Z., et al. (2025). Optimized fertilization and fruit load regulate yield, quality, ... *Scientia Horticulturae*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468014125002262>
- Miles & Huberman. (1992). *Analisis Data Kualitatif*. UI Press
- Moleong, L. J. (2016). *Metodologi Penelitian Kualitatif (Revisi)*. PT Remaja Rosdakarya
- Narejo, M. N., Bozdar, B., & Tu, P. (2024). Micronutrients and their effects on horticultural crop quality, productivity and sustainability. *Scientia Horticulturae*, 323, 112512. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112512>
- Pei, B., Liu, T., Xue, Z., et al. (2025). Effects of Biofertilizer on Yield and Quality of Crops and Properties of Soil Under Field Conditions in China: A Meta-Analysis. *Agriculture*, 15(10), 1066. <https://www.mdpi.com/2077-0472/15/10/1066>
- Peralta Manjarrez, R. M., Delgado Martínez, R., Benavides Mendoza, A., Juárez Maldonado, A., & Cabrera De la Fuente, M. (2023). Calcium, potassium, and magnesium affect the nutritional value of tomato grafted fruits grown in a nutrient film technique (NFT) system. *Agriculture*, 13(12), 2189. <https://doi.org/10.3390/agriculture13122189>
- R. Saputra (2025). Pengaruh Pemberian Pupuk Phonska dan Pupuk Organik Terhadap Varietas Tanaman Buah. *Jurnal Greenation Pertanian Dan Perkebunan*, 2(4), 85–93. <https://doi.org/10.38035/jgpp.v2i4.212>
- Sugiyono. (2020). *Metode Penelitian*
- Vera-Maldonado, P. et al., (2024). Role of boron and its interaction with other nutrient elements in plants. *PMC* (open-access). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10895714/>
- W. Li & Y. Zhang (2024). Balanced Fertilization Enhances the Nutritional Value and Flavor Profile of Tomato Fruits. *Foods*, 13(22), 3599. <https://www.mdpi.com/2304-8158/13/22/3599>
- Weng, X., Li, H., Zhou, Y., Ren, C., Zhang, S., & Liu, L. (2023). Relative availability of nitrogen and calcium regulates plant growth and nutrient interactions. *Forests*, 14(9), 1899. <https://www.mdpi.com/1999-4907/14/9/1899>
- X. Wang et al. (2025). Multi-nutrient fertilization-based analysis of fruit quality and mineral element composition during fruit development in Merlot wine grapevines. *Journal of Integrative Agriculture*, 24(4), 1503–1514. <https://doi.org/10.1016/j.jia.2024.04.032>
- Z. Luo et al. (2025). Optimized fertilization and fruit load regulate yield, quality, ... (2025). <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468014125002262>
- Zhang, X., Li, S., An, X., Song, Z., Zhu, Y., Tan, Y., ... Wang, D. (2023). Effects of nitrogen, phosphorus and potassium formula fertilization on the yield and berry quality of blueberry (open access). *PLOS ONE*. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0283137>.