

Nutrient Deficiency Analysis on Maize Plant Morphology

Sumiati¹, Aisyah Chofifawati², Nisa Amaliyah Rohmah Al Faroqi^{3*}

¹UIN Walisongo Semarang, Pendidikan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Semarang, Indonesia;

²UIN Walisongo Semarang, Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Semarang, Indonesia;

³UIN Walisongo Semarang, Pendidikan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Semarang, Indonesia.

Article History

Received : November 28th, 2024

Revised : Decemberr 20th, 2024

Accepted : December 18th, 2024

*Corresponding Author:

Nisa Amaliyah Rohmah Al Faroqi,

UIN Walisongo Semarang,
Pendidikan Biologi, Fakultas Sains
dan Teknologi, Semarang,
Indonesia; Email:

nisa_2008086084@walisongo.ac.id

Abstract: One of the factors that support plants to grow and develop optimally is the availability of sufficient and balanced nutrients and minerals. Providing nutrients that are unbalanced or not in accordance with plant needs will cause symptoms of nutrient deficiencies or nutrient deficiencies. The aims of this research are (1) To determine the symptoms of the morphological appearance of corn plants in the nutrient deficiency treatment, (2) To determine the most dominant morphological appearance of the corn plants in the nutrient deficiency treatment. The type of research used was an experiment using a *randomized block design* with three replications. The treatment given is the provision of nutrient solutions: complete, -Ca, -S, -Mg, -K, -N, -P, Fe, - Micronutrients and water. The planting media used are cocopeat, roasted husks and a simple hydroponic method (nutrient solution as a planting medium). The parameters observed were plant height, number of leaves, leaf length and leaf width. The results of early indication of nutrient deficiency can be clearly observed in the color of the plant leaves. Leaf chlorosis is a symptom of nutrient deficiency in plants characterized by leaves that are initially green then changes color to yellow or pale. Changes in leaf color are caused by damage or malfunction of chlorophyll.

Keywords: Corn, Nutrient Deficiencies, Plant Morphology.

Pendahuluan

Jagung (*Zea mays*) adalah tanaman penting dalam keluarga Poaceae yang memiliki peran strategis sebagai sumber pangan, pakan, dan bahan baku industri. Tanaman ini dikenal dengan kemampuan adaptasinya yang tinggi pada berbagai kondisi lingkungan. Struktur morfologi jagung mendukung efisiensi pertumbuhannya, termasuk sistem akar serabut yang menyebar luas untuk menyerap nutrisi dari tanah, serta batang yang kokoh dan tidak bercabang (Purwono, 2014). Jagung memanfaatkan unsur hara dari tanah untuk melangsungkan fungsi fisiologis yang penting seperti fotosintesis, respirasi, dan metabolisme. Penelitian dalam bidang fisiologi tumbuhan telah banyak mengkaji proses internal tanaman, khususnya dalam kaitannya dengan efisiensi penggunaan nutrisi (Handoko & Rizki, 2020).

Unsur hara esensial berperan penting dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Unsur hara ini terbagi menjadi nutrisi pokok seperti karbon (C), oksigen (O), dan hidrogen (H); makronutrien seperti nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan belerang (S); serta mikronutrien seperti besi (Fe), boron (B), mangan (Mn), seng (Zn), tembaga (Cu), molibdenum (Mo), dan klor (Cl) (Barker & Pilbeam, 2007). Kekurangan unsur hara dapat menyebabkan defisiensi yang ditandai oleh gangguan morfologi seperti klorosis, nekrosis, serta pertumbuhan yang terhambat pada akar, batang, atau daun (Wiraatmaja, Rai and Mahendra, 2017). Proses fisiologis dan metabolisme tanaman sangat bergantung pada kecukupan unsur hara, sehingga penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memahami dampak defisiensi unsur hara pada tanaman tertentu

seperti jagung (Mia, 2015).

Penelitian sebelumnya banyak membahas pentingnya unsur hara dalam pertumbuhan tanaman. Namun, sebagian besar penelitian hanya berfokus pada hubungan umum antara unsur hara dan hasil panen, tanpa menggali lebih dalam aspek morfologi spesifik akibat defisiensi hara. Studi yang dilakukan Schlüter *et al.* (2012) menunjukkan bahwa kekurangan Nitrogen pada tanaman jagung dapat menurunkan transkripsi proses reduksi nitrat dan asimilasi asam amino, serta memengaruhi metabolisme karbon seperti fotosintesis dan akumulasi pati. Kekurangan N memperlambat laju perpanjangan daun dan mengurangi biomassa tanaman secara signifikan. Selain itu Afrida, Saragih and Rahman (2024) juga meneliti bahwa nitrogen, kalium, dan sulfur sangat berperan dalam proses pertumbuhan dan fotosintesis tanaman jagung. Kekurangan nutrisi tersebut dapat menyebabkan penurunan luas daun, kandungan klorofil total, panjang akar, dan volume akar, yang berdampak negatif pada kapasitas fotosintesis dan efisiensi serapan nutrisi. Penelitian lain oleh Armita *et al.* (2022) yaitu defisiensi kalium pada tanaman jagung daun tanamannya akan mengalami perubahan dari tepi daun yang menguning kemudian berubah menjadi coklat karena jaringan mati (nekrosis) menuju pangkal daun. Kalium (K) adalah elemen esensial yang memiliki peran krusial dalam berbagai proses fisiologis, termasuk aktivasi enzim, sintesis protein, fotosintesis, pengaturan osmotik, serta mekanisme buka-tutup stomata (Inaya, Armita and Hafsan, 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan morfologi tanaman jagung (*Zea mays*) yang disebabkan oleh defisiensi unsur hara esensial tertentu, meliputi akar, batang, dan daun, serta mengidentifikasi gejala awal yang dapat diamati secara visual. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam bidang fisiologi tumbuhan, terutama terkait dampak defisiensi unsur hara pada morfologi tanaman jagung. Secara praktis, hasil penelitian ini dapat menjadi referensi bagi petani dan praktisi agrikultur untuk mendeteksi dan menangani gejala defisiensi hara pada tanaman jagung secara lebih dini dan efektif.

Bahan dan Metode

Jenis penelitian yang digunakan adalah

eksperimen menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan ulangan tiga kali. Perlakuan yang diberikan yaitu pemberian larutan nutrisi: komplet, -Ca, -S, -Mg, -K, -N, -P, -Fe, - Mikronutrien, dan air. Penentuan pengaruh perlakuan terhadap parameter uji dianalisa menggunakan uji Tukey HSD. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah cocopeat, sekam bakar, kertas saring, kertas timbang, kertas label, akuades, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, KNO_3 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, KH_2PO_4 , NaNO_3 , MgCl_2 , buffer, kertas pH, NaH_2PO_4 , CaCl_2 , KCl , H_3BO_3 , $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, ZnCl_2 , $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, Na_2EDTA , Na_2SO_4 , dan benih jagung. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain sprayer, pH meter, lux meter, oven, higrometer, timbangan analitik, TDS meter, bak plastik, nampan kecil, botol kaca, botol reagen, gelas beker, spatula, pipet ukur, pi-pump, pipet tetes, gelas ukur, labu ukur, erlenmeyer dan seperangkat alat-alat gelas lainnya. Pemberian unsur hara pada tanaman dalam penelitian ini dilakukan secara periodik. Berdasarkan metode yang digunakan, berikut intensitas perlakuan pemberian unsur hara:

1. Frekuensi Pemberian: Larutan hara diberikan dua kali dalam seminggu.
2. Durasi Perlakuan: Perlakuan ini berlangsung selama kurang lebih dua minggu.
3. Volume Pemberian: Setiap pemberian dilakukan dengan volume sekitar 50 mL larutan hara per pot/polybag/botol percobaan.
4. Media Tanam: Tanaman yang diteliti menggunakan media tanam cocopeat dan sekam bakar.
5. Penyiraman Tambahan: Untuk menjaga kelembaban media tanam, dilakukan penyiraman dengan air sebanyak 50 mL sekali dalam seminggu selama dua minggu.

Preparasi Benih Jagung

Cuci benih dengan air mengalir hingga bersih lalu benih direndam dalam air selama satu malam. Buang benih yang mengapung karena benih tersebut tidak dapat berkecambah dan pertumbuhannya lambat, kemudian tiriskan benih. Benih jagung yang digunakan dalam eksperimen ini yaitu jagung manis.

Penyiapan Media Semai dan Media Tanam

Media semai dan media tanam yang digunakan adalah cocopeat dan sekam bakar.

Perbandingan penggunaan sekam bakar dan cocopeat yaitu 50:50 dengan tujuan untuk meningkatkan pasokan oksigen. Sebelum digunakan sebagai media semai maupun media tanam, cocopeat harus direndam selama sehari semalam, kemudian cocopeat dicuci menggunakan air mengalir sampai bersih. Pencucian ini dilakukan untuk menghilangkan kandungan zat tanin yang terdapat pada cocopeat. Selanjutnya cocopeat dikeringkan. Sedangkan media tanam sekam bakar yg digunakan adalah sekam bakar murni.

Tahap Semai

Benih jagung di masukkan ke-dalam setiap lubang pot tray yang sebelumnya sudah diberi media semai. Setiap lubang pot tray di beri satu benih tanaman. Semai benih dilakukan sore hari berkisar pada pukul 16.00 – 17.00 WIB, lalu letakkan di tempat gelap selama satu malam. Selanjutnya semaian diletakkan di ruang terbuka ber-atap (ruang yang terlindung dari hujan) dan sinar matahari tercukupi pada pagi hari. Kondisi media semai tidak boleh terlalu kering maupun terlalu basah (harus tetap lembab). Untuk menjaga agar kondisi media semai tetap lembab, pengecekan dilakukan setiap hari. Biarkan semaian tersebut ± 2 minggu. Pindah tanam dilakukan setelah tanaman tumbuh akar, batang dan daun. Pada tahap ini seleksi tanaman

dilakukan, artinya hanya tanaman yang tumbuh bagus saja yang diberikan perlakuan larutan unsur hara.

Pembuatan Larutan Makronutrien

Larutan makronutrien dibuat dengan cara melarutkan bahan $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, NaNO_3 , KCl , KNO_3 , MgCl_2 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, NaH_2PO_4 , KH_2PO_4 , dan CaCl_2 menggunakan pelarut akuades dengan konsentrasi masing-masing bahan adalah 1M.

Pembuatan Larutan Mikronutrien

Larutan mikronutrien dibuat dengan cara menimbang bahan H_3BO_3 sebanyak 2,86 gr, $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ sebanyak 1,81 gram, ZnCl_2 sebanyak 0,11 gram, $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ sebanyak 0,05 gram dan $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ sebanyak 0,025 gram, kemudian semua bahan dilarutkan dengan akuades sampai volume 1 liter.

Pembuatan Larutan Fe-EDTA

Larutan Fe-EDTA dibuat dengan cara menimbang $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ sebanyak 5,57 gram dalam 200 ml akuades (larutan A), kemudian menimbang Na_2EDTA sebanyak 7,45 gram dalam 200 ml akuades (larutan B), campurkan kedua larutan A dan B tersebut dan panaskan. Selanjutnya dinginkan dan tambahkan akuades sampai menjadi volume 1 liter.

Formula/ Komposisi Larutan Hara

Tabel 1. Formulasi Larutan Unsur Hara. Catatan: dilarutkan dengan akuades hingga volume 5000 mL

Larutan 1 M	Perlakuan (mL)								
	Komplit	Def. - Ca	Def. - S	Def. - Mg	Def. - K	Def. - N	Def. - P	Def. - Fe	Def. - Mikro nutrien
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	25	0	25	25	25	0	25	25	25
KNO_3	25	25	25	25	0	0	25	25	25
MgSO_4	10	10	0	0	10	10	10	10	10
KH_2PO_4	5	5	5	5	0	5	0	5	5
Fe-EDTA	5	5	5	5	5	5	5	0	5
Mikronutrien	5	5	5	5	5	5	5	5	0
NaNO_3	0	50	0	0	25	0	0	0	0
MgCl_2	0	0	10	0	0	0	0	0	0
Na_2SO_4	0	0	0	10	0	0	0	0	0
NaH_2PO_4	0	0	0	0	5	0	0	0	0
CaCl_2	0	0	0	0	0	25	0	0	0
KCl	0	0	0	0	0	25	5	0	0

Pengamatan Tanaman Jagung

Tanaman jagung yang diamati dalam penelitian ini berumur 2 minggu setelah tanam. Pengamatan dilakukan pada tanaman yang sudah cukup besar untuk menunjukkan gejala defisiensi unsur hara dengan jelas. Untuk memastikan bahwa tanaman jagung telah memasuki tahap defisiensi unsur hara, dilakukan beberapa langkah observasi terhadap gejala visual pada tanaman. Yang pertama yaitu pengamatan visual, melihat tanda-tanda fisik pada daun tanaman jagung yang menunjukkan kekurangan unsur hara tertentu. Yang kedua yaitu pencatatan dan dokumentasi, melakukan dokumentasi berupa foto dan catatan detail tentang perubahan yang terjadi pada daun dan bagian lain dari tanaman yang menunjukkan defisiensi. Dan yang terakhir yaitu analisis dan verifikasi, data visual yang dikumpulkan dibandingkan dengan literatur ilmiah atau referensi gejala defisiensi unsur hara yang dikenal untuk memastikan kebenaran diagnosis defisiensi.

Tinggi tanaman diukur dari pangkal batang sampai pucuk daun tertinggi. Panjang daun diukur dari pangkal hingga ujung daun. Lebar daun diukur dari bagian daun yang paling lebar. Daun yang layu dan gugur tidak masuk hitungan. Warna daun diamati secara visual dan dianalisa secara deskriptif. Tidak semua daun dalam satu tanaman diamati. Pengamatan difokuskan pada daun keempat dari pucuk tanaman. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa gejala defisiensi unsur hara yang diamati merupakan representasi yang tepat dari kondisi tanaman secara keseluruhan dan meminimalkan variabilitas yang disebabkan oleh posisi daun yang berbeda pada tanaman.

Teknik Analisis Data

Data hasil pengamatan yang diperoleh kemudian dianalisa menggunakan Analysis of Variance (ANOVA) Dua Jalur (*Two Way ANOVA*) untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Apabila hasil yang diperoleh berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji lanjut *Tukey HSD* (BNJ). Sedangkan untuk menentukan perlakuan mana yang menunjukkan gejala defisiensi unsur hara paling dominan digunakan metode bayes (Widyaningrum, Lutfi and Nugroho, 2014).

Pengukuran kandungan klorofil dilakukan

pada tanaman yang menunjukkan penampakan morfologi paling dominan pada perlakuan defisiensi unsur hara. Penentuan kandungan klorofil secara Spektrofotometri didasarkan pada hukum Beer-Lambert menggunakan metode Arnon (1949) dengan pelarut aseton dan pengukuran nilai absorbansi larutan klorofil menggunakan panjang gelombang (λ) = 645 dan 663 nm (Suyitno, 2010).

Persiapan Sampel Daun Tanaman Menggunakan Pelarut Aseton

0,1 gr daun dimasukkan kedalam mortar dan tambahkan dengan 5 ml aseton 99,50 %, kemudian daun dihaluskan dengan cara digerus menggunakan alu. Selanjutnya ekstrak yang dihasilkan disaring menggunakan kertas saring dan diambil filtratnya, kemudian tambahkan aseton hingga volume mencapai 10 mL.

Pengukuran Kandungan Klorofil (Arnon, 1949)

Filtrat daun dipindahkan ke dalam kuvet dan dibaca absorbansinya menggunakan alat Spektrofotometer. Jumlah klorofil pada sampel dihitung menggunakan metode Arnon (1949). Kandungan klorofil ditentukan menggunakan rumus berikut:

Pelarut aseton (metode Arnon: 1949)

Klorofil a (mg/L) = $12,7 (A_{663}) - 2,69$

(A₆₄₅) Klorofil b (mg/L) = $22,9 (A_{645}) - 4,68 (A_{663})$

Total klorofil (mg/L) = $20,2 (A_{645}) + 8,02 (A_{663})$

Hasil dan Pembahasan

Pada dasarnya unsur hara yang tersedia di dalam tanah berbeda-beda, namun tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan tanaman. Oleh karena itu dalam kegiatan bercocok tanam perlu dilakukan penambahan unsur hara berupa pupuk kimia dan pupuk organik. Sumber unsur hara mikro biasanya berupa pupuk padat atau cair yang diberikan pada akar tanaman, baik sebagai pupuk dasar maupun pupuk pelengkap. Sedangkan sumber unsur hara mikro adalah pupuk daun yang diberikan melalui penyemprotan. Pemberian pupuk yang tidak seimbang atau tidak sesuai dengan kebutuhan tanaman akan menimbulkan gejala kekurangan unsur hara atau defisiensi unsur hara (Nurhayati,

2021). Tanaman yang kekurangan unsur hara, baik makronutrien maupun mikronutrien pada setiap jenis tanaman akan memberikan respon

yang berbeda-beda. Berikut beberapa rangkuman artikel yang terkait dengan defisiensi nutrisi pada tanaman.

Tabel 2. Ringkasan Penelitian Relevan

No	Tahun	Author	Kesimpulan
1	(2019)	Jemrifs H. H. Sonbai	Fungsi nitrogen sangat esensial sebagai bahan penyusun asam-asam amino, protein, dan khlorofil, yang penting dalam proses fotosintesis dan penyusunan komponen inti sel yang menentukan kualitas dan kuantitas hasil jagung. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa perlakuan dosis N berpengaruh meningkatkan kadar khlorofil, laju fotosintesis, luas daun, tinggi tanaman dan hasil biji kering per hektar.
2	(2021)	Johan wahyudi, Ahmad Shalludin, dan Yuslena Sari	Tanaman jagung memerlukan unsur hara untuk kelangsungan hidupnya. Dari unsur hara tanaman ada tiga unsur utama seperti Nitrogen(N), Fosfor(P), dan Kalium(K). Gejala saat kekurangan unsur Kalium terlihat pada daun jagung terutama pada daun yang telah tua akan berbentuk keriting. Penelitian ini berhasil mengembangkan aplikasi berbasis Android untuk klasifikasi kekurangan unsur hara daun jagung menggunakan metode HSV dan K-Nearest Neighbor (KNN) dengan tingkat akurasi 80%.
3	(2021)	Nur Inaya, Devi Armita, Hafsan	Nutrisi tanaman adalah unsur kimia penting yang dibutuhkan oleh tanaman dan secara langsung atau tidak langsung terlibat dalam metabolisme serta aktivitas fisiologis dalam tubuh tanaman. Perubahan terjadi akibat adanya defisiensi nutrisi pada tanaman yang dijadikan sebagai penelitian. Mulai dari tepi daun menguning, perubahan bentuk daun, pertumbuhan daun menjadi tidak normal, serta tanaman menjadi layu/ hangus.

Menurut Sunardi, Adimihardja and Mulyaningsih (2013), kekurangan satu atau beberapa unsur hara dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman tidak optimal, bahkan mengakibatkan kematian dini. Gejala awal biasanya muncul pada daun, bagian yang memiliki aktivitas fisiologis terbesar, dengan tanda seperti daun menguning, layu, dan rontok. Kemunculan gejala defisiensi ini bergantung

pada sifat dan jenis tanaman, sehingga beberapa tanaman menunjukkan gejala dengan cepat, sementara yang lain muncul secara perlahan.

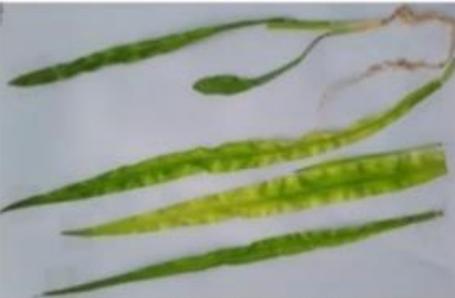
Defisiensi Unsur Hara Pada Tanaman Jagung

Penampakan Tanaman jagung dengan gejala defisiensi unsur hara dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Hasil Pengamatan Tanaman Jagung

Hasil Pengamatan Tanaman Jagung	Hasil Pengamatan Daun Jagung
 <p>- N Jagung</p> <p>Tanaman Jagung dengan Defisiensi Nitrogen</p>	 <p>Daun Jagung dengan Defisiensi Nitrogen</p>

Hasil Pengamatan Tanaman Jagung	Hasil Pengamatan Daun Jagung
 <p data-bbox="488 498 635 534">- P Jagung</p> <p data-bbox="308 547 762 573">Tanaman Jagung dengan Defisiensi Fosfor</p>	 <p data-bbox="794 547 1214 573">Daun Jagung dengan Defisiensi Fosfor</p>
 <p data-bbox="408 853 555 890">- K Jagung</p> <p data-bbox="296 890 762 907">Tanaman Jagung dengan Defisiensi Kalium</p>	 <p data-bbox="794 890 1214 907">Daun Jagung dengan Defisiensi Kalium</p>
 <p data-bbox="472 1187 603 1224">- Mg Jagung</p> <p data-bbox="248 1224 762 1241">Tanaman Jagung dengan Defisiensi Magnesium</p>	 <p data-bbox="794 1224 1262 1241">Daun Jagung dengan Defisiensi Magnesium</p>
 <p data-bbox="472 1511 603 1548">- Ca Jagung</p> <p data-bbox="280 1558 762 1576">Tanaman Jagung dengan Defisiensi Kalsium</p>	 <p data-bbox="794 1558 1230 1576">Daun Jagung dengan Defisiensi Kalsium</p>
 <p data-bbox="456 1856 587 1892">Sulfur Jagung</p> <p data-bbox="308 1899 762 1916">Tanaman Jagung dengan Defisiensi Sulfur</p>	 <p data-bbox="794 1899 1198 1916">Daun Jagung dengan Defisiensi Sulfur</p>

Hasil Pengamatan Tanaman Jagung	Hasil Pengamatan Daun Jagung
 <p data-bbox="325 545 762 573">Tanaman Jagung dengan Defisiensi Besi</p>	 <p data-bbox="794 545 1249 573">Daun Jagung dengan Defisiensi Besi</p>
 <p data-bbox="236 879 770 944">Tanaman Jagung dengan Defisiensi Mikronutrien</p>	 <p data-bbox="794 879 1361 944">Daun Jagung dengan Defisiensi Mikronutrien</p>
 <p data-bbox="284 1246 770 1278">Tanaman Jagung dengan Perlakuan Komplit</p>	 <p data-bbox="794 1246 1361 1278">Daun Jagung dengan Perlakuan Komplit</p>
 <p data-bbox="339 1580 770 1610">Tanaman Jagung dengan Perlakuan Air</p>	 <p data-bbox="794 1580 1361 1610">Daun Jagung dengan Perlakuan Air</p>

Berdasarkan Tabel 3 di atas diketahui bahwa masing-masing perlakuan defisiensi nutrisi yang diberikan pada tanaman jagung yaitu sebagai berikut.

a. Defisiensi Nitrogen

Gejala defisiensi nitrogen pada tanaman jagung pada penelitian ini berdasarkan tabel yaitu pertumbuhan vegetatif lambat; tanaman

kurus dan kerdil; daunnya kecil, pucat, berwarna hijau kekuningan saat awal tumbuh, kemudian menguning (klorosis) dan layu. Gejala tersebut sesuai dengan yang dikemukakan oleh Susilawati (2019) bahwa gejala defisiensi unsur hara nitrogen pada tanaman adalah pertumbuhan vegetatif terhambat, dan daun menguning (klorosis). Berdasarkan gambar pada tabel juga terlihat bahwa daun yang mengalami defisiensi

nitrogen memiliki gejala visual daunnya berwarna hijau kekuningan, kemudian menguning (klorosis), mengering dan rontok/mati.

b. Defisiensi Fosfor

Berdasarkan gambar pada tabel juga terlihat bahwa daun yang mengalami defisiensi fosfor memiliki gejala visual daun berwarna lebih tua/gelap. Tepi daun berwarna kuning kecoklatan. Gejala tersebut selaras dengan yang dikemukakan oleh Nurhayati (2021) bahwa tanaman yang kekurangan unsur fosfor memiliki gejala daun tua cenderung kelabu, tepi daun menjadi coklat seperti terbakar, daun kecil dan kerdil, pertumbuhan tanaman menjadi lambat dan tanaman kerdil. Kekurangan fosfor juga menyebabkan terhambatnya sistem perakaran dan pembuahan pada tanaman (Lukman, 2010).

c. Defisiensi Kalium

Berdasarkan gambar pada tabel juga terlihat bahwa daun yang mengalami defisiensi kalium memiliki gejala visual ujung daun menguning kemudian berubah warna menjadi coklat (seperti terbakar), daun mengalami perubahan warna menjadi kuning (klorosis). Susilawati (2019) menjelaskan bahwa gejala defisiensi unsur hara kalium pada tanaman yaitu tanaman tumbuh kerdil, daun mudah terkulai dan rentan rebah, bagian tepi pada daun tua berwarna kuning kecoklatan dan terdapat bercak berwarna jingga, tanaman rentan terserang penyakit dan terjadi leafsenescence (penuaan daun lebih cepat).

d. Defisiensi Magnesium

Berdasarkan tabel diketahui bahwa tanaman jagung yang mengalami defisiensi magnesium permukaan daunnya muncul bercak – bercak yang berwarna kuning. Gejala tersebut sesuai dengan yang dikemukakan oleh Wulandhari *et al.* (2019) yang menjelaskan bahwa gejala defisiensi unsur Mg yaitu daun berwarna kuning dan akhirnya gugur. Kekurangan unsur hara magnesium pada tanaman dapat menyebabkan penurunan kualitas dan hasil produksi tanaman (Novita *et al.*, 2022).

e. Defisiensi Kalsium

Gejala defisiensi unsur hara kalsium (Ca) pada tanaman jagung terlihat pada tabel di atas

bahwa daunnya mengalami klorosis. Gejala tersebut sesuai dengan yang dikemukakan oleh Avivi, S. & Munandar (2021) bahwa tanaman yang kekurangan unsur kalsium bagian tepi daunnya mengalami klorosis (awalnya berwarna hijau kemudian menjadi kuning), lalu menjalar ke tulang-tulang daun muda hingga seluruhnya berubah menjadi kuning. Penelitian yang dilakukan oleh Pertiwi, Setyorini and Mawandha (2020) pada defisiensi kalsium tanaman tomat mengakibatkan penyerapan hara pada tanaman tomat terhambat serta menyebabkan penurunan pertumbuhan dan kualitas buah yang dihasilkan.

f. Defisiensi Sulfur

Gejala defisiensi unsur hara sulfur (S) pada tanaman jagung terlihat pada tabel di atas menunjukkan bahwa daun mengalami klorosis (berubah warna menjadi kuning), hal ini terjadi karena produksi butir hijau (klorofil) menurun. Susilawati (2019) menjelaskan bahwa tanaman yang kekurangan unsur sulfur memiliki gejala yaitu proses asimilasi dan sintesis karbohidrat terhambat; produksi butir hijau menurun yang mengakibatkan warna daun menguning (klorosis); produksi protein pada tanaman menurun; tanaman mudah terserang hama penyakit karena terjadi penumpukan asam amino yang merusak aktifitas fisiologi tanaman.

g. Defisiensi Besi

Gejala defisiensi unsur hara besi (Fe) pada tanaman jagung terlihat pada tabel di atas bahwa daun muda berwarna kuning pucat (tampak keputihan), dan terdapat pula yang berwarna hijau kekuningan dan kuning muda. Susilawati (2019) juga mengemukakan hal yang sama bahwa kekurangan unsur hara Fe akan menyebabkan daun muda mengalami klorosis, sehingga daun mudah menguning, kemudian berubah menjadi coklat dan rontok.

h. Defisiensi Mikronutrien

Unsur mikro merupakan unsur yang diperlukan dalam jumlah yang sedikit. Unsur hara mikronutrien meliputi mangan (Mn), seng (Zn), tembaga (Cu), molibden (Mo), boron (B), dan klor (Cl). Gejala defisiensi unsur hara mikronutrien pada tanaman jagung terlihat bahwa terjadi klorosis pada daun tanaman yang ditandai dengan warna kuning dan apabila terus berlanjut daun akan menjadi kuning pucat

(Susilawati,2019). Kekurangan mikronutrien pada tanaman dapat mempengaruhi pertumbuhannya. Kekurangan unsur Mangan (Mn) dapat menyebabkan pembuluh berwarna gelap, sementara daun menjadi pucat dan gugur. Kekurangan Seng (Zn) mengakibatkan klorosis, daun berwarna merah tua, akar yang tidak normal, serta penurunan ukuran daun. Kekurangan Tembaga (Cu) dapat menyebabkan klorosis dan memperlambat pertumbuhan tanaman. Di sisi lain, kekurangan Besi (Fe) dapat menyebabkan klorosis yang parah dan berisiko menyebabkan kematian tanaman (Handayani, Dewi and Sukarjo, 2015).

i. Perlakuan Komplit

Tanaman jagung yang diberi perlakuan larutan hara komplit pada gambar di atas memiliki pertumbuhan tanaman normal dan warna daun hijau serta batang tegak. Larutan hara yang diberikan pada perlakuan komplit mengandung unsur makro N, P, K, Ca, Mg, S serta unsur mikro Fe, Mn, Zn, B, Cu, Mo dan Cl yang dibutuhkan oleh tanaman. Gejala visual adalah kondisi yang ditunjukkan oleh tanaman tentang keadaan/kondisi tanaman tersebut. Warna daun yang hijau segar, batang yang besar

dan akar yang banyak merupakan penampakan visual yang menunjukkan kecukupan unsur hara pada tanaman tersebut.

j. Perlakuan Air

Tanaman jagung yang diberi air saja sebagai nutrisi/hara memiliki gejala visual daunnya berwarna hijau kekuningan, kemudian menguning (klorosis), mengering dan rontok/mati. Tanaman yang diberi perlakuan air saja akan mengalami kekurangan nutrisi karena nutrisi yang diperoleh hanya bergantung kepada kandungan unsur hara yang terdapat didalam air yang mengakibatkan nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman tidak tercukupi dan tanaman mengalami defisiensi unsur hara/ nutrisi.

Tinggi Tanaman, Panjang Daun, Lebar Daun dan Jumlah Daun Pada Tanaman Jagung

Tinggi tanaman (TT), jumlah daun (JD), panjang daun (PD) dan lebar daun (LD) pada tanaman jagung menggunakan media tanam cocopeat (M1), sekam bakar (M2) dan hidroponik sederhana: larutan unsur hara sebagai media tanam (M3) pada perlakuan komplit Ca (P2), S (P3), Mg (P4), K (P5), N (P6), - P (P7), - Fe (P8), - Mikro (P9) dan air (P10), P2-P6 dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Hasil Pengamatan Tanaman Jagung

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun (lembar)	Panjang Daun (cm)	Lebar Daun (cm)
P1	4931 ± SD*	611 ± SDD	3781 ± SDd	254 ± SDd
P2	3633 ± SDbc	528 ± SDC	2789 ± SDB	204 ± SDbc
P3	3747 ± SDcd	422 ± SDB	2864 ± SDBc	196 ± SDb
P4	4058 ± SDcd	594 ± SDcd	3206 ± SDC	221 ± SDbc
P5	4158 ± SDd	556 ± SDcd	3231 ± SDC	231 ± SDcd
P6	2761 ± SDA	261 ± SDA	2183 ± SDA	133 ± SDA
P7	4242 ± SDd	428 ± SDB	3244 ± SDC	216 ± SDbc
P8	3608 ± SDB	544 ± SDcd	2883 ± SDBc	195 ± SDb
P9	4128 ± SDcd	550 ± SDcd	3225 ± SDC	218 ± SDbc
P10	2581 ± SDA	272 ± SDA	2022 ± SDA	134 ± SDA

Berdasarkan Tabel 4 yang diberikan dalam dokumen, berikut adalah pembahasan mengenai hasil pengukuran perlakuan pada tanaman;

Perlakuan yang menghasilkan tinggi tanaman tertinggi adalah P1 (4931 ± SD), diikuti oleh P7 (4242 ± SD) dan P5 (4158 ± SD). Perlakuan dengan tinggi tanaman terendah adalah P10 (2581 ± SD) dan P6 (2761 ± SD).

Perlakuan dengan jumlah daun tertinggi adalah P1 (611 ± SD), diikuti oleh P4 (594 ± SD) dan P5 (556 ± SD). Perlakuan dengan jumlah daun terendah adalah P6 (261 ± SD) dan P10 (272 ± SD).

Panjang daun tertinggi ditemukan pada perlakuan P1 (3781 ± SD), diikuti oleh P5 (3231 ± SD) dan P9 (3225 ± SD). Panjang daun terendah ditemukan pada P10 (2022 ± SD) dan

P6 ($2183 \pm SD$). Lebar daun terbesar ditemukan pada perlakuan P1 ($254 \pm SD$), diikuti oleh P5 ($231 \pm SD$) dan P9 ($218 \pm SD$). Lebar daun terkecil ditemukan pada P10 ($134 \pm SD$) dan P6 ($133 \pm SD$).

Perlakuan P1 secara konsisten menunjukkan hasil terbaik di semua parameter yang diukur (tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun, dan lebar daun). Sebaliknya, perlakuan P6 dan P10 menunjukkan hasil terendah di hampir semua parameter. Data ini

menunjukkan bahwa ada variasi signifikan dalam respons tanaman terhadap berbagai perlakuan yang diberikan.

Kandungan Klorofil

Analisa kandungan klorofil dilakukan pada tanaman yang menunjukkan gejala defisiensi unsur hara paling dominan yaitu pada perlakuan yang memiliki nilai paling rendah berdasarkan pada hasil uji metode bayes.

Tabel 5. Hasil Uji Bayes Pada Tanaman Jagung

Karakteristik	Tinggi Tanaman	Jumlah Daun	Panjang Daun	Lebar Daun	Jumlah	Peringkat
P1M3	51,00	6,00	39,17	2,50	24,67	1
P1M2	50,75	5,33	38,50	2,47	24,26	2
P5M2	48,92	5,33	37,00	2,93	23,55	3
P1M1	46,17	7,00	35,75	2,65	22,89	4
P7M2	46,50	5,33	36,42	2,35	22,65	5
P9M2	46,17	5,50	36,08	2,33	22,52	6
P9M3	42,83	5,50	32,83	2,22	20,85	7
P4M3	41,33	6,50	33,58	1,85	20,82	8
P4M2	42,25	5,33	32,92	2,25	20,69	9
P8M1	40,75	6,67	32,00	2,33	20,44	10
P5M1	40,92	6,33	32,17	2,32	20,43	11
P3M2	41,75	5,33	31,75	2,18	20,25	12
P8M2	40,92	5,33	32,00	2,45	20,18	13
P7M3	41,83	3,33	31,92	2,12	19,80	14
P2M2	39,50	4,83	30,00	2,48	19,20	15
P4M1	38,17	6,00	29,67	2,52	19,09	16
P7M1	38,92	4,17	29,00	2,00	18,52	17
P9M1	34,83	5,50	27,83	1,98	17,54	18
P3M3	36,58	3,50	27,67	1,80	17,39	19
P2M1	34,42	6,67	26,33	1,97	17,35	20
P5M3	34,92	5,00	27,75	1,67	17,33	21
P2M3	35,08	4,33	27,33	1,68	17,11	22
P3M1	34,08	3,83	26,50	1,88	16,58	23
P6M1	28,83	2,50	22,50	1,47	13,83	24
P8M3	26,58	4,33	22,50	1,07	13,62	25
P6M3	27,33	2,50	22,67	1,15	13,41	26
P10M1	27,17	2,33	21,42	1,48	13,10	27
P6M2	26,67	2,83	20,33	1,38	12,80	28
P10M2	26,42	2,83	20,08	1,42	12,69	29
P10M3	23,83	3,00	19,17	1,12	11,78	30

Pada Tabel 5 diperoleh data bahwa perlakuan yang memiliki nilai paling rendah adalah P10M3 dengan nilai 11,78. P10M3 adalah perlakuan pada tanaman jagung dimana nutrisinya menggunakan air saja dan metode yang digunakan adalah hidroponik sederhana, sedangkan nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan P1M3 dengan nilai 24,67. P1M3 adalah perlakuan pada tanaman jagung dimana

nutrisinya menggunakan larutan hara lengkap dan metode yang digunakan adalah hidroponik sederhana. Analisa klorofil dilakukan pada tanaman yang memiliki nilai paling rendah, selain itu pengukuran kandungan klorofil untuk perlakuan yang memiliki nilai tertinggi juga perlu dilakukan untuk mengetahui kandungan klorofil pada tanaman yang diberikan larutan hara lengkap/komplit.

Tabel 6. Kandungan Klorofil Filtrat Daun Tanaman Jagung Menggunakan Pelarut Aseton

No.	Perlakuan	Pelarut Aseton		Kandungan Klorofil (mg/L)		
		Rata - rata Nilai Absorbansi		Klorofil a	Klorofil b	Klorofil Total
		645 nm	663 nm			
1	P1M3	1,175	2,726	31,459	14,150	45,598
2	P10M3	0,225	0,513	5,913	2,758	8,669

Pada Tabel 6 diperoleh data bahwa perlakuan P10M3 pada tanaman jagung memiliki kandungan klorofil total sebesar 8,669 mg/L, sedangkan perlakuan P1M3 pada tanaman jagung memiliki kandungan klorofil total sebesar 45,598 mg/L.

Pada perlakuan P1 baik pada tanaman jagung memiliki kandungan klorofil total lebih besar karena pada perlakuan P1, tanaman diberi larutan unsur hara lengkap (komplit). Pada perlakuan komplit/lengkap semua nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman tersedia seperti $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, NaNO_3 , KCl , KNO_3 , MgCl_2 , MgSO_4 , NaH_2PO_4 , KH_2PO_4 , Na_2SO_4 , CaCl_2 , FeSO_4 , Na_2EDTA , H_3BO_3 , MnCl_2 , ZnCl_2 , CuCl_2 , dan Na_2MoO_4 , Na_2EDTA yang mana larutan tersebut merupakan unsur makro dan mikro nutrient yang esensial bagi tumbuhan. Sedangkan pada perlakuan P10, baik pada tanaman jagung memiliki kandungan klorofil total lebih kecil karena pada perlakuan P10, tanaman diberi air saja sehingga nutrisi yang diperoleh hanya bergantung kepada kandungan unsur hara yang terdapat didalam air yang mengakibatkan nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman tidak tercukupi dan tanaman mengalami defisiensi nutrisi.

Pembentukan klorofil dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti faktor pembawa/genetik, cahaya/sinar matahari, oksigen, gula/karbohidrat, unsur hara (seperti nitrogen, magnesium, besi, Mn, Cu, Zn, belerang), air, suhu (Setyanti, Anwar and Slamet, 2013). pH dan kelembaban juga mempengaruhi pembentukan klorofil (Andita, Firdaus and Wulandari, 2017). Solikhah (2019) juga mengemukakan bahwa faktor yang mempengaruhi pembentukan klorofil adalah genetik tanaman, cahaya, dan unsur N, Mg, Fe sebagai pembentuk dan katalis dalam sintesis klorofil (Solikhah R., Purwantoyo and

Rudyatmi, 2019).

Media tanam memiliki peran penting dalam pertumbuhan tanaman karena menyediakan dukungan fisik, nutrisi, dan air yang dibutuhkan oleh tanaman. Dalam penelitian yang dilakukan oleh peneliti, disebutkan bahwa tanaman jagung ditanam menggunakan tiga jenis media tanam: cocopeat, sekam bakar, dan hidroponik sederhana. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media tanam dan perlakuan larutan hara mempengaruhi parameter pertumbuhan tanaman seperti tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun, dan lebar daun.

Hidroponik sering kali menunjukkan respon pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan dengan media tanam tradisional seperti cocopeat dan sekam bakar karena dalam sistem hidroponik, nutrisi diberikan langsung ke akar tanaman dalam bentuk larutan yang mudah diserap. Selain itu nutrisi yang tersedia lebih lengkap dan terukur sehingga tanaman dapat tumbuh dengan optimal tanpa kekurangan unsur hara.

Sistem hidroponik menggunakan air lebih efisien dibandingkan dengan media tanam tradisional. Air yang tidak diserap oleh tanaman dapat didaur ulang dan digunakan kembali, mengurangi pemborosan. Penelitian yang dilakukan oleh Sharma N, Acharya S, Kumar K, Singh N (2019) menekankan keuntungan hidroponik dalam hal kontrol nutrisi dan efisiensi air.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil uji metode Bayes diperoleh data bahwa perlakuan yg memiliki nilai paling rendah pada tanaman jagung adalah perlakuan P10M3 (tanaman jagung diberi air saja). Sedangkan nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan P1M3 (perlakuan pada tanaman

jagung dimana nutrisinya menggunakan larutan hara lengkap dan metode yang digunakan adalah hidroponik sederhana). Kandungan klorofil pada perlakuan larutan hara komplit (P1M3) memiliki nilai kandungan klorofil total yaitu 45,598 mg/L. Sedangkan pada larutan air (P10M3) memiliki total kandungan klorofil yaitu 8,669 mg/L.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada UIN Walisongo Semarang yang telah membiayai penelitian ini sepenuhnya melalui anggaran BOPTN pada tahun 2023.

Referensi

- Afrida, E., Saragih, M. & Rahman, A. (2024) 'Impact of Macro and Micro-Nutrient Omission on Maize Growth and Yield: Assessing Critical Limiting Factors in Nutrient Management', *International Journal of Design and Nature and Ecodynamics*, 19(5), pp. 1511–1518. Available at: <https://doi.org/10.18280/ij dne.190505>.
- Andita, P.M., Firdaus & Wulandari, S. (2017) 'Kandungan Klorofil Tumbuhan Dominan Pasca Kebakaran Lahan Gambut dan Pemanfaatannya Untuk Rancangan LKPD Biologi SMA', in. Universitas Riau: Prodi Pendidikan Biologi.
- Armita, D. et al. (2022) 'Diagnosis Visual Masalah Unsur Hara Esensial Pada Berbagai Jenis Tanaman', *Teknosains: Media Informasi Sains dan Teknologi*, 16(1), pp. 139–150. Available at: <https://doi.org/10.24252/teknosains.v16i1.28639>.
- Arnon, D. (1949) 'Cooper Enzymes in Isolated Chloroplast, Polyphenol Oxidase in Beta vulgaris', *Plant Physiol*, 24, pp. 1–5.
- Avivi, S. & Munandar, D.E. (2021) *Fisiologi dan Metabolisme Benih*. Jember: UPT Penerbitan dan Percetakan Universitas Jember.
- Barker & Pilbeam (2007) 'Handbook of Plant Nutrition', in. United States: CRC Press. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2021.01.003>.
- Handayani, C.O., Dewi, T. & Sukarjo (2015) 'Translokasi Unsur Mikronutrien pada Tanaman Padi di Kabupaten Wonosobo', *Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Saintek II*, pp. 3–7.
- Handoko, A. & Rizki, A.M. (2020) 'Buku Ajar Fisiologi Tumbuhan', in. Lampung: UIN Raden Intan Lampung.
- Inaya, N., Armita, D. & Hafsan, H. (2021) 'Identifikasi masalah nutrisi berbagai jenis tanaman di Desa Palajau Kabupaten Jeneponto', *Filogeni: Jurnal Mahasiswa Biologi*, 1(3), pp. 94–102. Available at: <https://doi.org/10.24252/filogeni.v1i3.26114>.
- Lukman, L. (2010) 'Efek pemberian fosfor terhadap pertumbuhan dan status hara pada bibit manggis', *Jurnal Hortikultura*, 20(1), pp. 18–26. Available at: <http://124.81.126.59/handle/123456789/7961>.
- Mia, M.A.B. (2015) 'Nutrition of Crop Plants', in. New York: Nova Publishers.
- Novita, A. et al. (2022) 'Dampak Defisiensi dan Toksisitas Hara Magnesium terhadap Karakteristik Agronomi dan Fisiologi Padi Gogo', *Agrotechnology Research Journal*, 6(1), p. 49. Available at: <https://doi.org/10.20961/agrotechresj.v6i1.59834>.
- Nurhayati, D.R. (2021) *Pengantar Nutrisi Tanaman*. Surakarta: Unisri Press.
- Pertiwi, N.P., Setyorini, T. & Mawandha, H.G. (2020) 'PENGARUH HARA KALSIUM TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN TOMAT (*Lycopersicum esculentum* Mill.) VARIETAS PERMATA', *Journal Agroista*, 4(2), p. 52.
- Purwono (2014) *Bertanam Jagung Unggul*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Schlüter, U. et al. (2012) 'Maize source leaf adaptation to nitrogen deficiency affects not only nitrogen and carbon metabolism but also control of phosphate homeostasis', *Plant Physiology*, 160(3), pp. 1384–1406. Available at: <https://doi.org/10.1104/pp.112.204420>.
- Setyanti, Y.H., Anwar, S. & Slamet, W. (2013) 'Karakteristik fotosintetik dan serapan fosfor hijauan alfalfa (*Medicago sativa*) pada tinggi pemotongan dan pemupukan nitrogen yang berbeda', *Animal*

- Agriculture Journal*, 2(1), pp. 86–96.
- Sharma N, Acharya S, Kumar K, Singh N, & C.O. (2019) 'Hydroponics as An Water, Advanced Technique for Vegetable Production: An Overview', *Journal of Soil and Conservation*, 17, pp. 364–37. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.5958/2455-7145.2018.00056.5>.
- Solikhah R., E., Purwantoyo & Rudyatmi, E. (2019) 'Aktivitas Antioksidan dan Kadar Klorofil Kultivar Singkong di Daerah Wonosobo', *Life Science*, 8(1), pp. 89–95.
- Sonbai, J.H.H. (2019) 'Pertumbuhan Dan Hasil Jagung Pada Berbagai Pemberian Pupuk Nitrogen Di Lahan Kering Regosol', *Jurnal Ilmu Pertanian*, 16(1), pp. 77–89.
- Sunardi, O., Adimihardja, S.A. & Mulyaningsih, Y. (2013) 'Pengaruh Tingkat Pemberian ZPT Gibberellin (GA3) terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk L.) pada Sistem Hidroponik Floating Raft Technique (FRT)', *Jurnal Pertanian*, 4(1), pp. 33–47.
- Susilawati (2019) *Dasar-Dasar Bertanam Secara Hidroponik*. Palembang: Unsri Press.
- Suyitno (2010) 'Determinasi Pigmen Dan Pengukuran Kandungan Klorofil Daun', in *Jurdik*. Yogyakarta: Biologi FMIPA UNY.
- Wahyudi, J., Shalludin, A. & Sari, Y. (2021) 'Deteksi Kandungan Unsur Hara Daun Jagung Menggunakan K-Nearest Neighbor (KNN)', *Jurnal Sains Komputer dan Teknologi Informasi*, 3(2), pp. 5–11. Available at: <https://doi.org/10.33084/jsakti.v3i2.2235>.
- Widyaningrum, Lutfi, M. & Nugroho, W.A. (2014) 'Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin dari Buah Pandan Laut (*Pandanus tectorius*).', *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem.*, 2(2), pp. 89–96.
- Wiratmaja, I.W., Rai, I.N. & Mahendra, I.G.J. (2017) 'Upaya Meningkatkan Produksi dan Kualitas Buah Jambu Biji Kristal (*Psidium guajava* L. CV. Kristal) Melalui Pemupukan.', *Jurnal Agrotop*, 7(1), pp. 60–68.
- Wulandhari, L.A. *et al.* (2019) 'Plant Nutrient Deficiency Detection Using Deep Convolutional Neural Network', *ICIC Express Letters*, 13(10), pp. 971–977. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.24507/ici cel.13.10.971>.