

Penentuan Status Hara Nitrogen pada Bibit Duku

Hernita, D¹⁾, Poerwanto, R²⁾, Susila, AD³⁾, dan Anwar, S⁴⁾

¹⁾Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jambi, Jl. Samarinda Paal V, Kotabaru, Jambi

²⁾Departemen Agronomi dan Hortikultura IPB, Jl. Meranti Dramaga, Bogor 16680 dan Pusat Kajian Buah Tropika IPB

³⁾Departemen Agronomi dan Hortikultura IPB, Jl. Meranti Dramaga, Bogor 16680

⁴⁾Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan IPB, Jl. Meranti Dramaga, Bogor 16680

Naskah diterima tanggal 23 Januari 2012 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 6 Maret 2012

ABSTRAK. Nitrogen merupakan unsur yang sangat memengaruhi pertumbuhan, perkembangan dan produksi tanaman. Hara ini merupakan komponen esensial klorofil, protein, hormon, dan enzim. Gejala kekurangan atau kelebihan hara tersebut dapat terdeteksi secara visual pada penampilan daun, sehingga sangat penting untuk mencegah terjadinya kedua kondisi tersebut pada pertumbuhan bibit duku (*Lansium domesticum* Corr). Penelitian status hara nitrogen dilakukan pada bibit duku umur 2 tahun yang ditanam pada media pasir di Provinsi Jambi dari bulan Maret 2010 sampai dengan Maret 2011. Percobaan disusun menggunakan rancangan acak kelompok, dengan lima perlakuan dosis nitrogen: 0, 100, 200, 400, dan 800 ppm/tanaman, diaplikasikan dalam bentuk air irigasi setiap 2 hari sekali dan masing-masing perlakuan terdiri dari tiga tanaman dan tiga ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gejala kekurangan nitrogen pertama terlihat pada daun tua yang ditandai dengan perubahan warna daun menjadi hijau kekuningan (klorosis), tangkai daun lemah dan berwarna kuning, jumlah daun kurang atau sama dengan 4,2 helai, pertumbuhan terhambat, dan konsentrasi nitrogen daun kurang dari 1,13%. Kecukupan nitrogen ditandai dengan pertumbuhan yang normal, daun berwarna hijau tua, jumlah daun berkisar antara 5 sampai 5,5 helai dan konsentrasi nitrogen daun antara 1,13 sampai 1,44%. Kelebihan nitrogen terlihat pada daun yang berwarna coklat dan mengalami nekrosis, jumlah daun kurang dari 3,78 helai, pertumbuhan bibit terhambat, konsentrasi nitrogen daun lebih dari 1,44%. Pertumbuhan maksimum membutuhkan 381 ppm pupuk nitrogen/tanaman, yang setara dengan 8 g urea/l air atau 77 g Urea/tahun. Rekomendasi pemupukan N ini merupakan salah satu teknologi yang dapat meningkatkan ketersediaan bibit duku bermutu.

Katakunci: *Lansium domesticum* Corr) Nitrogen; Gejala; Kelebihan; Kekurangan

ABSTRACT. Hernita, D, Poerwanto, R, Susila, AD, and Anwar, S. 2012. Determination of Nitrogen Status on Duku (*Lansium domesticum* Corr) Seedling. Nitrogen greatly affects the growth, development and production of crops, since it is an essential component of chlorophyll, proteins, hormones, and enzymes. The deficiency or excessive symptoms of the nitrogen can be easily observed mainly and visually in leaves, so it is important to determine the nitrogen concentration in both conditions. The status study of the nitrogen on duku (*Lansium domesticum* Corr) seedling planted in sand was conducted in Jambi Province from March 2010 until March 2011. The experiment was arranged by a randomized complete block design with five treatments consisting of three plants in each treatment and three replications. The treatments were consisted of five levels of nitrogen fertilization of 0, 100, 200, 400, and 800 ppm/plant. The results showed that nitrogen deficiency symptoms were appeared in old leaves with color changing from light green and yellowish (chlorosis), weak petiole and yellow color, leaf number more than or equal with 4.2, stunted growth with leaf nitrogen concentration less than 1.13%. Adequate nitrogen was characterized by normal growth, dark green leaves, number of leaves between 5–5.5, and leaf nitrogen concentration from 1.13–1.44%. The symptoms of excessive nitrogen showed brown leaves, dry leaf (necrosis), number of leaves \leq 3.78, inhibited seedling growth, leaf nitrogen concentration more than 1,44%. The maximum growth requires 381 ppm of nitrogen fertilizer/crop, equivalent to 8 g of Urea/l of water or 77 g Urea/year. Recommendation of nitrogen fertilizer is one technology that will increase the availability of qualified duku seedlings.

Keywords: *Lansium domesticum* Corr; Nitrogen; Symptom; Deficiency; Excessive

Nitrogen (N) merupakan unsur hara makro yang dibutuhkan dalam jumlah paling banyak oleh tanaman, yang dapat memacu pertumbuhan dan perkembangan daun, cabang, dan produksi buah. Nitrogen merupakan komponen dasar dalam sintesis protein, enzim, asam amino, asam nukleat, dan bagian integral dari klorofil, yang juga berperan dalam mengontrol semua reaksi metabolisme di dalam tanaman (Stefanelli *et al.* 2010, Subhan *et al.* 2009, Mathuis 2009). Nitrogen diserap oleh tanaman dalam bentuk ion nitrat (NO_3^-) dan amonium (NH_4^+). Nitrat (NO_3^-) bermuatan negatif, sehingga selalu berada dalam larutan tanah dan mudah diserap oleh tanaman tetapi lebih mudah tercuci. Sebaliknya amonium (NH_4^+) bermuatan positif, sehingga terikat oleh kaloid tanah dan tidak mudah

tercuci. Amonium dapat dimanfaatkan oleh tanaman melalui pertukaran ion (Havlin *et al.* 1999, Miller *et al.* 2009).

Setiap jenis tanaman membutuhkan N dalam jumlah yang berbeda untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Tingkat kekurangan atau kelebihan N menurut Perry & Hickman (2001) dapat diukur dengan beratnya gejala dan tingkat pertumbuhan tanaman. Gejala kekurangan atau kelebihan N dapat diamati secara visual dan analisis daun tanaman. Analisis daun dilakukan untuk membantu memberikan identifikasi yang lebih akurat, karena gejala yang tampak dapat menyerupai gejala yang ditimbulkan oleh penyakit atau keracunan pestisida (Bhargava 2002, Bierman & Rosen 2005). Analisis daun juga

merupakan cara yang tepat untuk menentukan status hara pada tanaman buah, terutama hara yang mobil seperti N (Alva *et al.* 2006, Correia *et al.* 2002, Fernandez- Escobar *et al.* 2011).

Duku (*Lansium domesticum* Corr) merupakan salah satu buah tropis penting di Indonesia dan memiliki pasar yang luas mulai dari pasar tradisional sampai supermarket modern, sehingga mempunyai prospek yang cerah untuk dikembangkan. Provinsi Jambi merupakan salah satu sentra duku di Indonesia. Duku menjadi komoditas buah-buahan unggulan yang mempunyai nilai komersial tinggi, banyak ditanam dan menjadi sumber pendapatan petani. Kendala yang dihadapi petani dalam pengembangan areal dan pembudidayaan tanaman duku antara lain pertumbuhan bibit yang lambat dan sulit untuk mendapatkan bibit bermutu.

Pemupukan N sampai dengan dosis 2,79 g/tanaman pada bibit duku umur 5 bulan yang diberikan setiap 3 bulan, lebih rendah pertumbuhannya dibandingkan bibit duku yang tidak dipupuk N. Hal ini disebabkan karena kandungan N yang terdapat pada media awal (0,37%) masih mencukupi untuk pertumbuhan bibit duku (Indriyani *et al.* 1999). Penyebab lainnya dapat pula berasal dari dosis N yang diberikan belum memenuhi kebutuhan N optimum untuk pertumbuhan bibit duku. Pemupukan pada bibit manggis umur 1 tahun 5 bulan sebesar 200 ppm N/tanaman menghasilkan pertumbuhan maksimum (Liferdi 2010). Sifat fisiologis pertumbuhan bibit manggis yang lambat sama halnya dengan duku, sehingga hal ini dapat dijadikan acuan untuk penelitian hara N pada tanaman duku. Informasi pemupukan untuk mempercepat pertumbuhan bibit duku masih sangat terbatas, disebabkan karena belum tersedianya pengetahuan mengenai hara mineral yang optimum untuk pertumbuhan dan produksi duku. Petani sebagian besar belum mengetahui aplikasi pemupukan yang rasional dan ilmiah. Dahnke & Olson (1990) menyatakan bahwa pemupukan yang rasional dan ilmiah apabila didasari pada potensi atau status hara dan kebutuhan tanaman. Hal ini sesuai dengan filosofi pemupukan yaitu pupuk merupakan tambahan hara ke dalam tanah bila tanah tidak mampu menyediakannya bagi tanaman untuk tumbuh dan berproduksi secara maksimum. Metode pendekatan yang dilakukan agar pemberian pupuk dilakukan secara tepat antara lain melalui analisis daun dan memperhatikan gejala kelebihan dan kekurangan hara.

Gejala kekurangan N secara umum menyebabkan daun menguning, pertumbuhan daun dan ranting terbatas, tanaman kerdil, bunga mekar sedikit, dan produksi buah rendah. Gejala yang lebih spesifik akibat kekurangan dan kelebihan N pada setiap jenis

tanaman buah berbeda. Pada tanaman duku belum ada informasi yang diketahui tentang gejala kekurangan dan kelebihan N, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui hal tersebut. Hal ini sulit dideteksi pada tanaman duku dewasa, tetapi dapat diamati pada duku stadia bibit dengan menggunakan media pasir. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi gejala kekurangan dan kelebihan N pada bibit duku secara visual, analisis daun tanaman, serta menentukan status hara N berdasarkan pertumbuhan relatif bibit duku pada kategori rendah, sedang, dan tinggi. Hipotesis yang akan dibuktikan ialah terdapat gejala yang berbeda dan spesifik pada kondisi kekurangan, kecukupan, dan kelebihan N pada tanaman duku.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan dari bulan Maret 2010 sampai Maret 2011. Lokasi penelitian di Jambi, terletak pada ketinggian 10 m dpl. dengan suhu rerata 27–29°C. Persiapan sampel untuk analisis hara N dilakukan di Laboratorium Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jambi, sedangkan analisis kimia dilakukan di Laboratorium Balai Penelitian Tanah, Bogor. Aplikasi pupuk N terdiri atas lima perlakuan dosis yang disusun dalam rancangan acak kelompok. Dosis pupuk N terdiri dari: 0, 100, 200, 400, dan 800 ppm N/tanaman. Nitrogen sebagai perlakuan bersumber dari $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$. Setiap perlakuan terdiri atas tiga tanaman dan diulang tiga kali, sehingga keseluruhan berjumlah 45 bibit duku berumur 2 tahun. Bibit duku yang digunakan dipindahkan ke dalam polibag warna hitam ukuran 30 cm dengan media pasir sebanyak 7 kg. Pemindehan bibit dilakukan dengan cara membuang media tumbuh asal, akarnya dicuci hingga bersih, dan ditanam kembali pada polibag yang telah disediakan. Aplikasi pupuk selain perlakuan juga diberikan pupuk dasar yaitu 50 ppm P, 100 ppm K, dan pupuk majemuk sebanyak 1 g/l yang terdiri dari unsur Ca 0,03%; Mg 2,6%; Fe 0,74%; S 0,3%; B 0,085%; Mn 0,14%; Zn 0,55%; Cu 0,006%; dan Mo 0,02%. Larutan hara diberikan 2 hari sekali dengan cara menyiramkan ke dalam polibag sesuai dengan masing-masing perlakuan dengan volume 50 ml untuk N, 50 ml P, 50 ml K, dan 50 ml pupuk majemuk. Deteksi gejala kekurangan dan kelebihan N dilakukan pada daun, karena sebagian besar terjadi pada daun. Pengamatan pertumbuhan dilakukan setiap minggu mulai sebelum aplikasi pupuk N sampai akhir penelitian, terdiri dari tinggi tanaman, diameter batang, dan jumlah daun. Analisis kandungan hara N dilakukan pada daun yang mengalami kekurangan, kecukupan, dan kelebihan N berdasarkan deteksi gejala secara visual. Data hasil pengamatan dianalisis dengan analisis ragam dan

apabila berpengaruh nyata, dilanjutkan dengan uji ortogonal polinomial. Status hara N dihitung dengan rumus:

$$\text{Pertumbuhan relatif} = \frac{Y_i}{Y_{\text{maks}}} \times 100\%$$

di mana:

Y_i = Pertumbuhan pada perlakuan hara N ke-i;

Y_{maks} = Pertumbuhan maksimum pada status hara N.

Nilai pertumbuhan relatif sebagai dependen variabel (Y) selanjutnya dihubungkan dengan nilai kandungan hara N daun sebagai independen variabel (X) untuk dianalisis dengan beberapa model regresi (linier, logistik, kuadratik, *power*, dan eksponensial). Model yang mempunyai kriteria terbaik secara statistik dipakai untuk menentukan status hara N pada bibit duku.

Berdasarkan model yang ditetapkan maka ditarik garis untuk menghubungkan antara kadar hara N daun dengan pertumbuhan relatif untuk menentukan kelas ketersediaan hara. Kidder (1993) membagi ke dalam lima kategori kelas ketersediaan hara berdasarkan persentase pertumbuhan relatif yaitu: (1) sangat rendah (< 50%); (2) rendah (50–75%); (3) cukup (75–100%); (4) tinggi (100%); dan (5) sangat tinggi (> 100%).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Respons Pertumbuhan Tanaman terhadap Pemberian Nitrogen

Tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang meningkat sejalan dengan meningkatnya dosis N, dan mencapai maksimum pada dosis 200 ppm, kemudian menurun pada dosis 400 dan 800 ppm (Gambar 1). Pemberian pupuk N 200 ppm sangat nyata

meningkatkan tinggi tanaman yaitu sebesar 11,53 dan 12,90 cm dibandingkan dengan kontrol dan dosis N 800 ppm. Dosis N 200 ppm juga memperlihatkan pengaruh yang nyata terhadap jumlah daun, tetapi tidak nyata terhadap diameter batang (Tabel 1).

Dosis N 200 ppm memberikan pertumbuhan yang terbaik pada bibit duku dibandingkan dosis yang lebih rendah yaitu 0 dan 100 ppm serta dosis yang lebih tinggi yaitu 400 dan 800 ppm. Pada dosis yang lebih rendah dari 200 ppm, pertumbuhan tanaman terhambat dan jumlah daun lebih sedikit. Hal ini disebabkan karena N yang dibutuhkan agar tanaman dapat tumbuh optimal tidak terpenuhi. Nitrogen merupakan bagian dari klorofil yang dibutuhkan pada pembentukan karbohidrat dalam proses fotosintesis. Hasil penelitian Boussadia *et al.* (2010) pada tanaman zaitun yang kekurangan N, kandungan klorofil daun, dan laju fotosintesis menurun. Nitrogen juga berperan penting pada pembentukan protoplasma, sebagai penyusun struktur sel tanaman, serta dalam pembelahan sel, sehingga N merupakan komponen yang sangat penting terhadap pertumbuhan tanaman.

Pertumbuhan tanaman duku juga lebih lambat pada dosis N 400 dan 800 ppm dibandingkan dengan dosis 200 ppm. Hal ini disebabkan karena kebutuhan N telah melebihi kebutuhan optimal untuk pertumbuhan bibit duku. Pertumbuhan tanaman yang kelebihan N terhambat diduga karena Urea mengalami hidrolisis pada kondisi media yang lembab menjadi NH_4^+ . Menurut Wong (2005), NH_4^+ dalam jumlah yang berlebih dapat menimbulkan gejala keracunan yang ditandai dengan terjadinya nekrosis pada ujung akar dan kerusakan jaringan xilem. Hal ini menyebabkan serapan air dan hara N ke batang dan daun berkurang, daun mengalami kekeringan dan stomata menutup, selanjutnya laju fotosintesis rendah dan akhirnya pertumbuhan tanaman terhambat.

Tabel 1. Pengaruh pemberian nitrogen terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang pada bibit duku setelah 12 bulan (Effect of nitrogen on plant height, number of leaves, and roding diameter of duku seedling after 12 months)

Perlakuan (Treatments) ppm N	Tinggi tanaman (Plant height) cm	Jumlah daun (Leaf number)	Diameter batang (Diameter of roding) cm
0	36,25	4,22	0,78
100	45,52	5,00	0,78
200	47,78	5,50	0,81
400	42,17	3,44	0,79
800	34,88	3,78	0,66
F test:	**	*	tn (ns)
Pola respons (Response pattern)	Q**	Q*	-

* = nyata pada taraf uji 5%, ** = nyata pada taraf 1%, tn (ns) = tidak nyata (*non significant*), Q = kuadratik.

Gejala Kekurangan dan Kelebihan Nitrogen pada Bibit Duku

Secara visual gejala kekurangan N yang terjadi pada perlakuan 0 dan 100 ppm N, yang diawali dengan adanya bercak kuning dengan bentuk tidak beraturan pada helaian daun dan warna daun menjadi hijau kekuningan (Gambar 2A). Gejala ini bila terus berlanjut memperlihatkan warna kuning yang semakin banyak pada helaian daun (Gambar 2B) dan akhirnya seluruh permukaan daun berwarna kuning, termasuk tulang daun dan daun gugur. Kekurangan N juga menyebabkan ukuran daun yang baru terbentuk menjadi lebih kecil, karena suplai N dari dalam tanah melalui akar berkurang. Hal ini juga dapat disebabkan oleh sumbangan N ke daun muda menurun dengan menguning dan menuanya daun-daun bagian bawah. Bila ketersediaan N tidak cukup, protein pada daun tua dihidrolisis dan asam amino yang dihasilkan didistribusikan ke daun muda (Marschner 1995). Protein kloroplas dihidrolisis dan kandungan klorofil berkurang, akibatnya muncul warna kuning pada daun tua yang merupakan gejala pertama dari kekurangan N.

Warna kuning pertama terlihat pada daun tua atau daun bagian bawah, karena pada saat konsentrasi N rendah pada daun, N ditranslokasikan dari daun tua ke daerah pertumbuhan yang aktif seperti pucuk tanaman (Marschner 1995). Nitrogen merupakan unsur hara yang pergerakannya mobil dan dapat ditranslokasikan dari jaringan tua ke jaringan muda, sehingga gejala kekurangan N mulai kelihatan dari daun tua. Daun merupakan organ fotosintesis yang menghasilkan senyawa organik untuk pertumbuhan tanaman (Marschner 1995), sedangkan klorofil berfungsi sebagai pigmen penangkap cahaya untuk fotosintesis, yang menghasilkan karbohidrat, sebagai sumber energi pada proses respirasi, sehingga tanaman dapat melangsungkan hidupnya (Marschner 1995, Havlin *et al.* 1999). Berdasarkan pentingnya peran daun

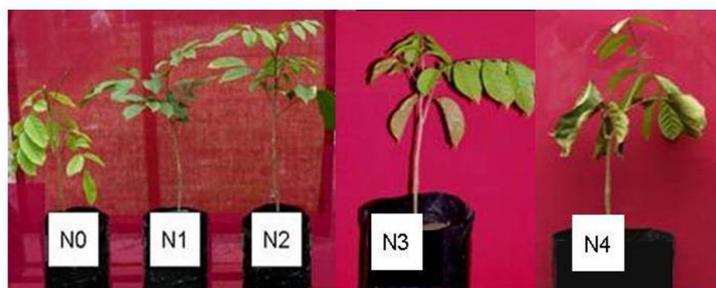
dan klorofil tersebut terhadap pertumbuhan tanaman, maka apabila tanaman kekurangan N, pertumbuhannya terhambat, seperti terlihat pada Gambar 1.

Kebutuhan N terpenuhi pada perlakuan 200 ppm. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2C, di mana daun berwarna hijau tua dan mengkilat serta pertumbuhan tanaman juga lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya (Gambar 1). Pada perlakuan N 400 dan 800 ppm daun berwarna hijau kecoklatan kemudian berubah warna menjadi coklat yang dimulai dari tepi daun, menuju ke bagian tengah termasuk tulang daun dan pada tingkat lanjut daun mengering dan menggulung serta rontok (Gambar 2D dan 2E).

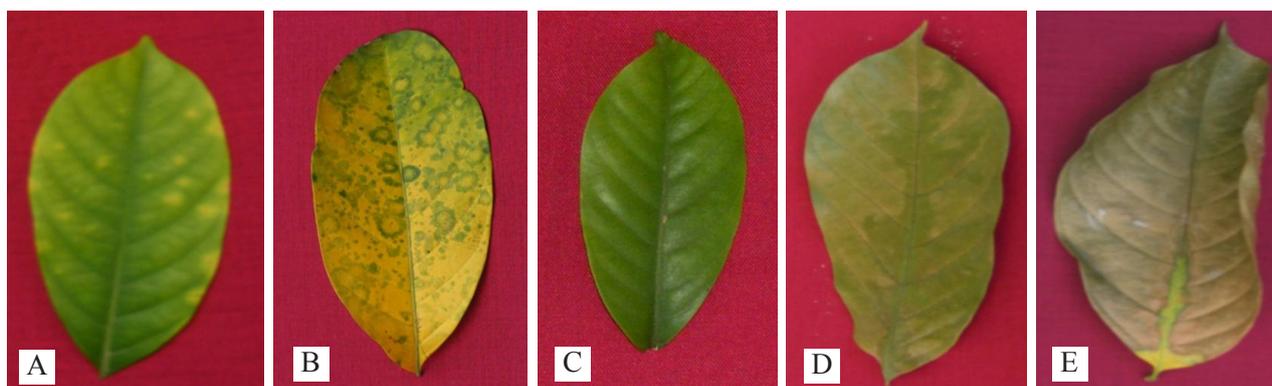
Gejala kelebihan N pertama kali terlihat pada daun-daun tua di bagian bawah dan terus berlanjut hingga ke daun-daun muda yang berada pada bagian tunas. Gejala kelebihan N pada tanaman manggis juga memperlihatkan gejala yang hampir sama dengan tanaman duku, yaitu munculnya warna coklat dari sekitar pinggir daun kemudian merambat menuju tengah-tengah daun atau ke tulang daun dan akhirnya daun mengering dan rontok (Liferdi 2010). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Shedley *et al.* (1995) menunjukkan bahwa kelebihan N menyebabkan penurunan pertumbuhan yang berat dan nekrosis pada ujung daun pada tanaman *Eucalyptus globulus*.

Secara ringkas penampakan gejala kekurangan, kecukupan, dan kelebihan N pada bibit duku dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 1-2.

Dosis N 400 dan 800 ppm melebihi dosis yang dibutuhkan untuk pertumbuhan optimal bibit duku. Nitrogen yang berlebih menyebabkan daun kering warna coklat dan menggulung. Hal ini diduga karena terjadi kerusakan pada jaringan vascular tanaman, dalam hal ini jaringan xilem dan floem. Rusaknya jaringan xilem dan floem mengakibatkan transfer air dan N dari akar ke daun serta transfer hasil asimilasi dari daun ke akar, batang dan daun juga terganggu. Ketersediaan air dan N yang berkurang dalam daun, menyebabkan



Gambar 1. Bibit duku umur 2 bulan (N0, N1, dan N2); umur 6 bulan (N3); dan umur 3 bulan (N4) setelah pemberian pupuk nitrogen (*Duku seedling at 2 months (N0, N1, and N2), 6 months (N3), and 3 months (N4) after fertilizations of nitrogen*)



Gambar 2. Gejala kekurangan (A, B), kecukupan (C), dan kelebihan (D, E) nitrogen pada daun duku dewasa (*Symptoms of deficiency (A, B), adequacy (C), and excessive (D, E) of nitrogen in the mature leaves of duku*)

daun kekurangan klorofil dan berubah warna menjadi hijau kecoklatan dan kering. Menurut Wong (2005), kelebihan N juga dapat menyebabkan serapan hara N terganggu yang disebabkan oleh keracunan NH_4^+ yang berasal dari pupuk yang bersumber dari $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ yang diberikan. Keracunan NH_4^+ menunjukkan pertumbuhan tanaman lebih kecil dan perkembangan tajuk selanjutnya lambat, luka pada batang dan akar, daun kering, dan tepi daun menggulung.

Gejala kekurangan dan kelebihan N selain dideteksi melalui pengamatan secara visual, juga dengan analisis daun. Analisis daun dapat memverifikasi kekurangan hara atau mengidentifikasi keracunan atau kelebihan akumulasi hara yang memengaruhi pertumbuhan dan hasil. Analisis daun dan tangkai daun membantu menunjukkan dengan tepat masalah produksi yang berhubungan dengan hara (Wall 2010). Diagnosis

berdasarkan analisis daun lebih akurat daripada diagnosis gejala untuk mengetahui kekurangan hara. Analisis daun meningkatkan kesempatan membuat diagnosis yang benar dan terutama bermanfaat dalam mengidentifikasi gejala tersembunyi atau kekurangan hara palsu (Bell *et al.* 2003). Analisis daun yang dilakukan terhadap gejala visual yang tampak dapat dilihat pada Tabel 3.

Penambahan dosis N dapat meningkatkan kandungan N pada daun, seperti terlihat pada Tabel 3. Peningkatan konsentrasi N juga diikuti oleh peningkatan pertumbuhan tanaman sampai dosis 200 ppm dan menurun pada dosis 400 dan 800 ppm (Tabel 1). Hasil analisis daun pada Tabel 3 dihubungkan dengan respons tanaman terhadap pertumbuhan bibit duku (Tabel 1), maka diperoleh nilai konsentrasi N kurang bila lebih kecil dari 1,12%; agak kurang

Tabel 2. Gejala kekurangan dan kelebihan N secara visual (*Symptoms of deficiency and excessive nitrogen visually*)

Gejala (<i>Symptom</i>)	Kekurangan (<i>Deficiency</i>)	Kecukupan (<i>Adequacy</i>)	Kelebihan (<i>Excess</i>)
Daun tua	Klorosis, diawali dengan munculnya bercak kuning pada helaian daun, warna daun menjadi hijau kekuningan, selanjutnya warna kuning semakin banyak, dan menutupi seluruh permukaan daun (Gambar 2A dan 2B)	Hijau tua dan permukaan daun mengkilat (Gambar 2C)	Nekrotik, diawali dengan perubahan warna daun menjadi hijau kecoklatan pada tepi daun menuju ke tengah helaian daun, selanjutnya daun kering dan warna coklat menutupi seluruh permukaan daun serta daun menggulung ke atas (Gambar 2D dan 2E)
Daun muda	Hijau terang, ukuran lebih kecil	Hijau tua	Daun kering berwarna coklat
Tulang daun	Tulang daun berubah warna menjadi hijau muda - kuning	Hijau tua	Tulang daun berubah warna menjadi coklat.
Tangkai daun	Hijau muda - kuning	Hijau tua	Hijau-coklat
Pertama muncul	Tepi daun tua menuju ke tengah helaian daun	-	Tepi daun tua menuju ke tengah helaian daun

1,12–1,30%; cukup 1,30–1,49%; dan tinggi 1,49% serta sangat tinggi bila lebih besar dari 1,49%.

Status Hara Nitrogen pada Daun Duku

Status hara N daun dengan pertumbuhan relatif mengikuti model regresi kuadratik dengan nilai R^2 sebesar 0,73. Status hara N dapat dikelompokkan menjadi empat yaitu: rendah kurang dari 1,13%, sedang 1,13–1,44%; tinggi 1,44%; dan sangat tinggi lebih besar dari 1,44% (Gambar 3). Peningkatan konsentrasi N daun sampai dengan 1,44% dapat meningkatkan pertumbuhan relatif, tetapi konsentrasi N lebih dari 1,44% laju pertumbuhan menurun. Hal ini disebabkan karena konsentrasi N yang terlalu tinggi dapat bersifat merusak atau meracuni tanaman, dalam hal ini merusak jaringan pengangkut yaitu xilem dan floem, sehingga transfer air dan hara N terhambat, atau berkurang dan pada akhirnya dapat menghambat pertumbuhan tanaman.

Kisaran kecukupan hara N merupakan konsentrasi kritis minimal yang diperlukan untuk memelihara pertumbuhan tanaman. Level kritis didefinisikan sebagai level di mana pertumbuhan atau hasil 5–10% di bawah maksimum (Marschner 1995). Keadaan di bawah dan di atas kisaran kecukupan menyebabkan terjadinya gejala kekurangan dan kelebihan N. Gejala kekurangan N muncul pada saat status hara rendah atau konsentrasi N daun berada pada tingkat minimum, sedangkan gejala kelebihan N mulai terlihat pada saat konsentrasi N daun memberikan pertumbuhan melewati batas maksimum (Gambar 3).

Status hara N daun duku < 1,13% lebih tinggi dari hasil penelitian Liferdi (2010) pada daun manggis yaitu < 0,73%. Hal yang sama juga terjadi untuk konsentrasi N yang dibutuhkan untuk pertumbuhan optimum bibit duku yaitu 1,13–1,44% lebih tinggi dari bibit manggis yaitu 0,94–1,18%. Status hara N sedang pada bibit duku

lebih rendah daripada kebutuhan N optimum bibit jeruk yaitu 1,8–2,6% (Bondada *et al.* 2001). Konsentrasi N daun duku > 1,44% dapat menurunkan pertumbuhan relatif sedangkan pada manggis pertumbuhan menurun pada konsentrasi N > 1,18%. Tanaman pada status N rendah dan sedang, memerlukan tambahan hara yang berasal dari pemupukan, sehingga dapat dicapai pertumbuhan yang optimum.

Dosis Optimum Pupuk Nitrogen pada Bibit Duku

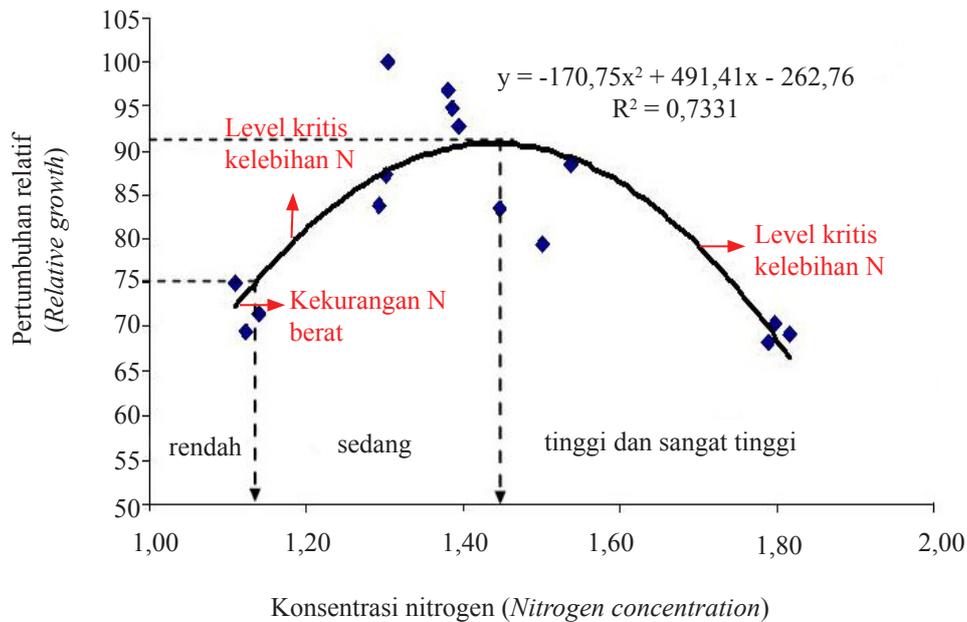
Pertumbuhan maksimum pada tanaman duku dapat dicapai dengan pemberian dosis pupuk yang optimum, berdasarkan model regresi hubungan antara dosis pupuk N dengan pertumbuhan relatif sebagai respons dari pemupukan (Gambar 4). Berdasarkan model tersebut, dosis optimum diperoleh dengan pemberian 381 ppm N/tanaman, setara dengan 8 g Urea/l air atau 77 g Urea/tahun. Hasil ini lebih tinggi daripada pengamatan secara visual seperti yang terlihat pada Tabel 1 yaitu 200 ppm, karena pada saat konsentrasi 400 ppm tanaman mengalami gejala kelebihan N yang menyebabkan pertumbuhan tanaman terhenti, daun mengalami kekeringan dan akhirnya gugur. Hal ini terjadi pada umur 6 bulan setelah aplikasi pupuk N, sehingga pengamatan tidak dapat dilanjutkan sampai umur 12 bulan, sementara dosis 200 ppm belum mencapai titik optimum untuk bibit duku tumbuh maksimum. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan maksimum masih bisa meningkat dengan meningkatkan dosis N sampai dengan 381 ppm/tanaman. Penambahan N pada status hara rendah dapat meningkatkan pertumbuhan dan kandungan unsur N di dalam jaringan tanaman, sedangkan penambahan N pada status hara cukup lebih sedikit meningkatkan pertumbuhan.

Bila pupuk yang diberikan melebihi kebutuhan optimum tanaman, maka pertumbuhan tanaman akan terhambat. Pemupukan N yang diberikan

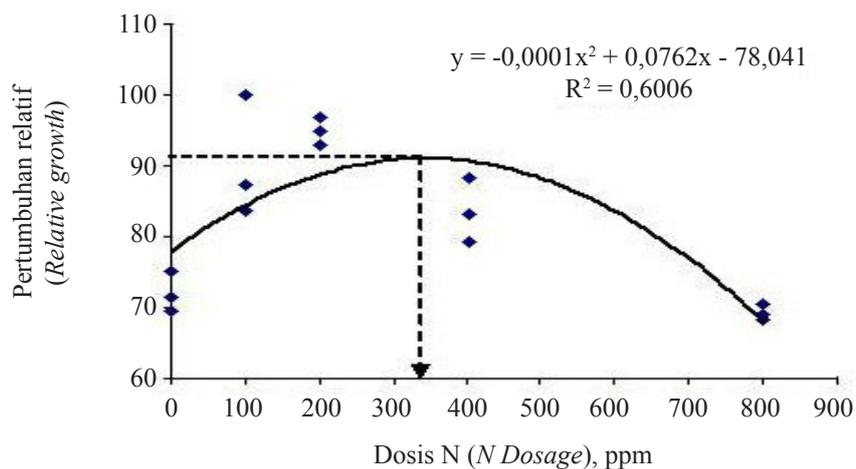
Tabel 3. Rerata konsentrasi nitrogen dalam daun dan gejala visual (*Average leaf nitrogen concentration based on visual symptoms*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>) ppm N	Konsentrasi N daun (<i>Leaf N concentration</i>) %	Tingkat gejala secara visual (<i>Level of visual symptoms</i>)
0	1,12	<i>Deficiency</i>
100	1,30	<i>Deficiency-adequacy</i>
200	1,39	<i>Adequacy</i>
400	1,49	<i>Adequacy-excessive</i>
800	1,80	<i>Excessive</i>
F test:	**	
Pola respons (<i>Response pattern</i>)	L**	

Uji F untuk melihat respons bibit duku akibat pemupukan N
Pola respons diuji dengan ortogonal polinomial** = nyata pada taraf uji 1%



Gambar 3 Hubungan antara konsentrasi nitrogen daun dengan pertumbuhan relatif tanaman duku (*Relationship between of nitrogen concentration with the relative growth of duku*)



Gambar 4 Hubungan antara dosis nitrogen dengan pertumbuhan relatif tanaman duku menggunakan regresi kuadratik (*Relationship nitrogen between dosage with the relative growth of plants duku using quadratic regression*)

dalam hal ini bersumber dari Urea atau $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ bereaksi dengan H_2O dengan bantuan enzim urease menghasilkan amonium karbamat atau $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ yang selanjutnya terurai menjadi NH_4^+ dan CO_3^{2-} (Havlin *et al.* 1999). Amonium yang berlebihan menurut Wong (2005) menyebabkan gejala keracunan yang ditandai dengan terjadinya nekrosis pada ujung akar dan kerusakan jaringan xilem. Pendapat ini didukung oleh Brito & Kronzucker (2002) yang menyatakan bahwa tanaman yang mengalami keracunan NH_4^+ menyebabkan jaringan akar mengalami kerusakan dan perkembangannya terhambat. Hal ini menyebabkan serapan air dan hara N ke batang dan daun berkurang

serta daun mengalami kekurangan air, akibatnya stomata menutup dan laju fotosintesis rendah dan akhirnya pertumbuhan tanaman terhambat.

KESIMPULAN

1. Gejala kekurangan nitrogen pada bibit duku dapat dilihat dari daun yang berwarna hijau kekuningan-kuning dan tampak pertama pada ujung daun tua, pertumbuhan terhambat, dan konsentrasi nitrogen daun $< 1,13\%$.
2. Gejala kelebihan nitrogen pada bibit duku terlihat pada daun yang kering seperti terbakar, berwarna

coklat, dimulai pada daun tua, pertumbuhan tanaman terhambat, dan konsentrasi nitrogen daun >1,44%.

3. Kecukupan nitrogen pada bibit duku memperlihatkan pertumbuhan yang normal, daun warna hijau tua dan konsentrasi nitrogen berkisar antara 1,13 sampai 1,44%.
4. Pertumbuhan maksimum pada bibit duku diperoleh pada dosis 381 ppm nitrogen/tanaman, yang setara dengan 8 g Urea per l air atau 77 g Urea/tahun.

PUSTAKA

1. Alva, AK, Paramasivamb, S, Obreza, TA, & Schumann, AW 2006, 'Nitrogen best management practice for citrus trees, I. Fruit yield, quality, and leaf nutritional status', *SciHort.*, no. 107, pp. 233-44.
2. Bell, PF, Boquet, DJ, Millhollon, E, Moore, S, Ebelhar, W, Mitchell, CC, Varco, J, Funderburg, ER, Kennedy, C, Breitenbeek, GA, Craig, C, Holman, M, Baker, W, & McConnell, JS 2003, 'Relationship between leaf-blade nitrogen and relative seedcotton yield', *Crop Sci.*, no. 43, pp. 1367-74.
3. Bhargava, BS 2002, 'Leaf analysis for nutrient diagnosis, recommendation and management in fruit crop', *J. Indian Soc. Soil Sci.*, vol. 50, no. 4, pp. 352-73.
4. Bierman, PM & Rosen, CJ 2005, *Diagnosing nutrient disorders in fruit and vegetable crops*, University of Minnesota Extension.
5. Bondada, BR, Syvertsen, JP, & Albrigo, LG 2001, 'Urea nitrogen uptake by citrus leaves', *HortSci.*, vol. 36, no. 6, pp. 1061-65.
6. Boussadia, K, Steppe, Zgallai, H, Ben El Hadj, S, Brahama M, Lemeur, R, & Van Labeke, MC 2010, 'Effects of nitrogen deficiency on leaf photosynthesis, carbohydrate status and biomass production in two olive cultivars 'Meski' and 'Koroneiki', *SciHort.*, no. 123, pp. 336-42.
7. Brito, DT, & Kronzucker, HJ 2002, 'NH₄⁺ toxicity in higher plants: A critical review', *J. Plant Physiol.*, no. 159, pp. 567-84.
8. Correia, JP, Anastacio, I, Candeias, FM, & Loucao, MAM 2002, 'Nutritional diagnosis in carob-tree: Relationships between yield and leaf mineral concentration', *CropSci.*, no. 42, pp. 1577-83.
9. Dahnke, WC, & Olson, RA 1990, 'Soil test correlation, calibration, and recommendation. In Westerman RL (ed.). Soil Testing and Plant Analysis. Ed ke-3. Madison. *Wis:Soil Sci.Soc.Amer.*, pp. 45-71.
10. Fernandez-Escobar, R, Garcia-Novelo, JM, & Restrepo-Diaz, H 2011, 'Mobilization of nitrogen in the olive bearing shoots after foliar application of Urea', *Sci.Hort.*, no. 127, pp. 452-54.
11. Havlin, JI, Beaton, JD, Tisdale, SL, & Nelson, WL 1999, *Soil fertility and Fertility. An introduction to Nutrient Management*. Ed ke-4. Prentise Hall Inc. New Jersey.
12. Indriyani, NLP, Sadwiyanti, L, Susiloadi, A, & Anwarudin, MJ 1999, 'Pengaruh persentase naungan dan dosis pupuk terhadap pertumbuhan batang bawah duku', *J. Hort.*, vol. 8, no. 4, hlm. 1242-46.
13. Kidder, G 1993, 'Methodology for calibrating soil test', *Soil and Crop Sci. Soc.*, no. 52, pp. 70-73.
14. Liferdi 2010, 'Status hara nitrogen sebagai pedoman rekomendasi pupuk pada bibit manggis. *J. Agrivita*, vol. 32, no. 1, pp. 76-82.
15. Marschner, H 1995, *Mineral nutrition in higher plants*, Academic Press, New York.
16. Maathuis, FJM 2009, 'Physiological functions of mineral macronutrients', *Plant Biol.*, no. 12, pp. 250-58.
17. Miller, AJ, Qirong Shen & Guohua, Xu 2009, 'Freeways in the plant: transporters for N, P and S and their regulation', *Plant Biol.*, no. 12, pp. 284-90.
18. Perry, E & Hickman, GW 2001, 'A survey to determine the leaf nitrogen concentrations of 25 landscape tree species', *J. Arboricult*, vol. 27, no. 3, pp. 152-59.
19. Shedley, E, Dell, B, & Grove, T 1995, 'Diagnosis of nitrogen deficiency and toxicity of *Eucalyptus globulus* seedlings by foliar analysis', *Plant and Soil*, no. 177, pp. 183-89.
20. Stefanelli, D, Goodwin, I, & Jones, R 2010, 'Minimal nitrogen and water use in horticulture: Effects on quality and content of selected nutrients', *Food Research International*, no. 43, pp. 1833-43.
21. Subhan, Nurtika, N, & Gunadi, N 2009, 'Respons tanaman tomat terhadap penggunaan pupuk majemuk NPK 15:15:15 pada tanah latosol pada musim kemarau', *J. Hort.*, vol. 19, no. 1, hlm. 40-48.
22. Wall, B 2010, 'Leaf analysis helps optimize yields', *ProQuest Agric. J.*, no. 30, pp. 22.
23. Wong, M 2005, *Visual symptoms of plant nutrient deficiencies in nursery and landscape plants*, Soil and crop management, Cooperative extension service, College of tropical agriculture and human resources, University of Hawai'i at Manoa.