

Hubungan Konsentrasi Hara Nitrogen, Fosfor, dan Kalium Daun Dengan Produksi Buah Sebelumnya Pada Tanaman Jeruk Pamelo (Correlation Between Nitrogen, Phosphorus, and Potassium Leaf Nutrients Concentration and The Past Fruit Production of Pummelo Citrus) (Citrus Maxima)

Thamrin, M¹⁾, Susanto, S²⁾, Susila, AD³⁾, dan Sutandi, A⁴⁾

¹⁾Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan, Jl. Perintis Kemerdekaan KM. 17,5 Makassar 90221

²⁾Guru Besar Ilmu Hortikultura IPB, Jl. Meranti Dramaga, Bogor 16680

³⁾Staf Pengajar Ilmu Hortikultura IPB, Jl. Meranti Dramaga, Bogor 16680

⁴⁾Staf Pengajar Ilmu Tanah IPB, Jl. Meranti Dramaga, Bogor 16680

E-mail : thamtami@yahoo.com; tamrin6875@gmail.com

Naskah diterima tanggal 4 Februari 2013 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 19 Agustus 2013

ABSTRAK. Penentuan status hara dengan analisis jaringan daun pada tanaman jeruk lebih tepat menggambarkan konsentrasi hara yang berhubungan dengan perubahan produksi. Penelitian bertujuan menetapkan daun yang tepat untuk diagnosis status hara N, P, dan K pada tanaman jeruk pamelo. Survei dilaksanakan di lahan petani jeruk pamelo Pangkep pada Bulan Maret sampai Juni 2012 dengan ketinggian tempat 17–35 m dpl., dan analisis kimia di Laboratorium Tanah Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan. Penelitian menggunakan 150 pohon tanaman jeruk produktif yang berumur 5–8 tahun dengan pengelolaan yang relatif seragam. Pengambilan sampel daun ketiga-empat dan kelima-enam dari terminal dengan posisi cabang bagian atas dilakukan setelah panen. Analisis daun dilakukan dengan metode semi-mikro *Kjeldahl* untuk N, *Spectrophotometer UV-VIS* untuk P, dan *Flamephotometer* untuk K di Laboratorium Tanah BPTP Sulawesi Selatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daun ketiga-empat memiliki korelasi terbaik dengan hasil serta mengandung konsentrasi hara N rendah (1,15–1,38%), P sedang (0,11–0,20%), dan K tinggi (2,31–2,94%). Konsentrasi N, P, dan K optimum dengan produksi relatif 85% masing-masing sebesar 1,77, 0,16, dan 1,67%. Hubungan konsentrasi hara dengan umur tanaman menunjukkan korelasi yang lemah tetapi rasio daun per buah yang tinggi menunjukkan konsentrasi hara N, P, dan K yang menurun, baik daun ketiga-empat maupun kelima-enam. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai pedoman dalam menyusun rekomendasi pemupukan untuk tanaman jeruk pamelo.

Katakunci: *Citrus maxima*; Hara daun; Produksi buah

ABSTRACT. Determination of the nutrient status of leaf tissue analysis in plants especially citrus fruits more accurately reflects nutrient concentrations associated with changes in production. The study was aimed at determining the most appropriate leaves to diagnose the status of N, P, and K nutrients in pummelo citrus. A survey was carried out in Pangkep Farmer's Citrus Farm from March to June 2012 (17–35 m) asl.. Chemical analysis was conducted in the Soil Laboratory of BPTP-South Sulawesi. As many as 150 productive citrus trees that were 5–8 years of age and were managed relatively similar were used. Sampling was carried out after harvest on the 3rd-4th and 5th-6th leaves from the terminal of the upper branches position. Results showed that the 3rd-4th leaf has the highest correlation with the yield and contain low concentration of N (1.15-1.38%), moderate concentration of P (0.11-0.20%), and high concentration of K (2.31-2.94%). Meanwhile, the correlations between N, P, and K optimum concentration and the 85% relative production were (1.77, 0.16, and 1.67%) respectively. Correlation between nutrient concentration and plant age were low/weak, however high leaf/fruit ratio shows decreased concentration of N, P, and K, both in the 3rd-4th and 5th-6th leaves. This results can be used as a guide to estimate fertilizer recommendations for pummelo citrus.

Keywords: *Citrus maxima*; Leaf nutrient; Fruit production

Salah satu penyebab rendahnya produksi dan mutu buah jeruk ialah tindakan pemupukan yang belum memperhatikan tingkat ketersediaan hara dalam jaringan tanaman. Sementara pemupukan merupakan teknik budidaya yang penting pada tanaman jeruk, yang pelaksanaannya harus memperhatikan prinsip keefektifan dan efisiensi, mengingat biaya pemupukan cukup tinggi, yaitu sebesar 40–60% dari biaya pemeliharaan atau 15–20% dari biaya produksi (Sutopo *et al.* 2005).

Rekomendasi pemupukan nitrogen (N), fosfor, (P), dan kalium (K) yang berlangsung sampai saat ini

masih bersifat umum. Dalam melakukan pemupukan, petani belum memperhatikan kondisi tanaman dan pengaruh faktor lingkungan, tetapi hanya berdasarkan pengalaman dan kebiasaan (Sutopo *et al.* 2005, Juliati 2010). Padahal setiap kondisi dan fase pertumbuhan tanaman membutuhkan unsur hara dalam jumlah yang berbeda (Menzel *et al.* 2003). Hal tersebut menyebabkan penggunaan pupuk tidak efektif dan efisien, sehingga dapat mengganggu keseimbangan lingkungan.

Salah satu pedoman dalam mendiagnosis status hara dan menyusun rekomendasi pemupukan ialah dengan

cara uji korelasi dan uji kalibrasi (Cate & Nelson 1971, Dahnke & Olson 1990). Uji korelasi konsentrasi hara daun dengan hasil buah bertujuan untuk mendapatkan pola hubungan yang paling baik dari kadar suatu unsur dalam daun pada posisi tertentu dengan hasil buah yang dapat dipasarkan. Analisis daun merupakan metode pendugaan kebutuhan hara tanaman berdasarkan asumsi bahwa dalam batas-batas tertentu terjadi pola hubungan positif antara ketersediaan hara, kandungan hara daun, dan hasil maupun kualitas buah (Srivastava & Singh 2004, Srivastava & Alila 2006). Ketersediaan hara pada periode tertentu berpengaruh positif pada hara tanaman buah dan produksi pada tahun berikutnya sebagai respons langsung terhadap kandungan hara tanah (Bhargava 2002, Wall 2010).

Analisis jaringan daun sebagai alat diagnosis telah banyak dilakukan secara luas pada tanaman tahunan untuk menentukan kebutuhan hara sebelum terjadi gangguan hara (Obreza *et al.* 2008). Stebbins & Wilder (2003) melaporkan bahwa konsentrasi hara daun dapat digunakan sebagai petunjuk untuk menentukan status hara tanaman yang polanya berhubungan langsung dengan pertumbuhan dan produksi tanaman. Konsentrasi hara daun antara lain dipengaruhi oleh letak atau posisi daun pada tajuk. Menurut Bhargava (2002) terdapat tiga tipe tajuk pada tanaman buah, yaitu tajuk yang muncul satu kali dan semua daun mempunyai umur yang sama, tajuk yang tumbuh secara terus-menerus dan setiap daun mempunyai umur yang berbeda, serta tajuk yang mengalami pertumbuhan yaitu menghasilkan cabang setiap dua daun. Tanaman jeruk memiliki tipe tajuk yang pertama, yaitu muncul satu kali dan semua daun mempunyai umur yang sama dalam satu trubus (Verheij 1986).

Pengambilan jaringan daun yang tepat dapat dilaksanakan apabila perubahan konsentrasi hara pada periode perkembangan tanaman mempunyai hubungan terbaik dengan produksi (Bhargava 2002, Liferdi 2010, Hernita *et al.* 2012). Sementara pola hubungan yang paling baik dari kadar suatu unsur dalam daun dilakukan melalui uji korelasi. Selanjutnya daun yang memiliki hubungan terbaik dengan produksi digunakan pada uji kalibrasi (Susila *et al.* 2010).

Sampai saat ini belum diketahui posisi yang tepat daun tanaman jeruk pamelos yang dapat menggambarkan status hara terbaik, meskipun Pushparajah (1994) melaporkan bahwa jaringan daun yang paling tepat dijadikan sampel ialah daun pada posisi ketiga atau keempat untuk tanaman kakao dan kopi, sedangkan daun ke-14 dan 17 untuk kelapa dan kelapa sawit. Berdasarkan pertimbangan daun 3–4 dan 5–6 pada tanaman jeruk selalu tersedia dan matang secara fisiologis, maka dilakukan penelitian tentang

hubungan antara konsentrasi hara N, P, dan K dalam daun pada beberapa posisi dengan produksi buah sebelumnya pada tanaman jeruk pamelos.

Tujuan penelitian ini ialah mendapatkan daun yang tepat untuk diagnosis status hara N, P, dan K berdasarkan posisi daun yang mempunyai hubungan terbaik antara konsentrasi hara N, P, dan K daun dengan hasil relatif produksi buah sebelumnya. Hipotesis yang diajukan ialah terdapat variasi kandungan unsur N, P, dan K yang berbeda pada daun jeruk pada berbagai status hara yang berbeda.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada Bulan Maret sampai Juni 2012. Pengambilan sampel daun dilaksanakan di sentra pertanaman jeruk di tiga lokasi yaitu Ma'rang, Labakkang, dan Segeri, Kabupaten Pangkep, Provinsi Sulawesi Selatan. Ketinggian tempat 17–35 m dpl. Analisis kimia dilakukan di Laboratorium Tanah BPTP Sulawesi Selatan.

Dari setiap lokasi ditetapkan 50 pohon tanaman jeruk yang berumur 5–8 tahun, pengelolaannya relatif seragam, dan telah berproduksi. Alat penelitian meliputi kantong kertas, gunting, kompas, kamera, altimeter, tangga, dan alat tulis.

Daun yang ditetapkan sebagai sampel terletak pada cabang di sepertiga bagian tanaman dari atas yaitu trubus akhir (daun 3–4) dan trubus sebelumnya (daun 5–6) yang telah sempurna secara fisiologis. Pengambilan daun dari setiap tanaman dilakukan setelah panen buah. Daun-daun diambil dari arah Barat, Timur, Utara, dan Selatan masing-masing satu lembar, pada kondisi cuaca baik, antara pukul 8:00 – 12:00.

Analisis konsentrasi N, P, dan K daun diawali dengan membersihkan daun, lalu dikeringkan dengan oven pada suhu 65°C, kemudian daun diblender lalu diayak dengan ayakan dengan ukuran lubang 0,5 mm. Penentuan N total dilakukan menggunakan metode semi-mikro *Kjeldahl*. Penentuan kadar unsur P dan K menggunakan metode pengabuan kering. Konsentrasi P diukur dengan *spectrophotometer UV-VIS* dan K dengan *flamephotometer*.

Pengamatan terhadap hasil ialah jumlah buah per pohon. Data hasil pengamatan dari ketiga lokasi dianalisis dengan analisis ragam. Apabila didapatkan perbedaan yang nyata antarposisi daun dan lokasi, dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan new multiple range test*) pada taraf nyata 5%.

Hubungan antara kadar hara N, P, dan K daun pada berbagai posisi daun (X) dengan hasil relatif (%Y)

dianalisis menggunakan korelasi linier sederhana berdasarkan (Cate & Nelsen 1971) sebagai berikut:

$$r_{xy} = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{\sqrt{[n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2] [n \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2]}}$$

Nilai r menunjukkan kekuatan hubungan linier. Nilai korelasi berada pada interval $-1 \leq r \leq 1$. Tanda (-) dan (+) menunjukkan arah hubungan. Kadar hara N, P, dan K daun yang mempunyai nilai korelasi tinggi ditetapkan sebagai daun sampel untuk tanaman jeruk, selanjutnya pada kegiatan uji kalibrasi hanya daun tersebut yang digunakan.

Analisis Data untuk Penentuan Batas Kritis Kecukupan Hara

Umur tanaman tidak sama, sedangkan produksi sebagai fungsi dengan umur, dimana produksi yang satu dengan yang lainnya diperbandingkan yaitu sebagai *dependent* variabel, maka produksi perlu ditera oleh umur tanaman (Walworth *et al.* 1986). Metode peneraan yang dipakai ialah sebagai berikut:

- Y = $f(t)$,
- Y = Produksi dugaan berdasarkan umur,
- T = Umur (tahun),
- Y_{teraan} = $\bar{Y} + (Y_i - \bar{Y})$,
- Y_{teraan} = Produksi teraan,
- Y_i = Produksi aktual pada umur ke- i ,
- Y = Rerata umum,
- Y_i = Produksi dugaan pada umur ke- i .

Model Penarikan Batas Kriteria Kecukupan Hara

Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis untuk menentukan batas kriteria kecukupan hara. Batas kritis kecukupan hara disusun berdasarkan konsentrasi hara dalam jaringan daun. Sebaran data ini dihubungkan dengan produksi yang dapat dipasarkan atau produksi relatif.

Metode penarikan batas berdasarkan titik hadang garis sekat produksi dengan garis batas (*boundary line*):

- a. Diagram sebar hubungan antara produksi teraan dan umur tanaman dibungkus oleh garis batas dimana garis tersebut membatasi data aktual di lapangan, sehingga sangat kecil peluangnya dapat ditemukan data di luar garis tersebut.
- b. Garis tersebut ada kaitannya dengan peningkatan atau penurunan produksi sesuai konsentrasi hara dalam jaringan daun yang sedang dinilai.

- c. Batas penurunan produksi dari produksi maksimum untuk kecukupan hara sudah tidak menguntungkan atau pemborosan.
- d. Perpotongan garis antara garis batas dan tingkat produksi yang diharapkan merupakan batas kriteria kecukupan hara.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Umum Penelitian

Lokasi penelitian tepatnya berada pada posisi $4^{\circ}33'30'' - 4^{\circ}57'10''$ Lintang Selatan dan $119^{\circ}28'50'' - 119^{\circ}48'40''$ Bujur Timur, bertopografi agak datar sampai berombak, kelerengan sekitar 2–3%, ketinggian tempat 17–35 m dpl. dengan jenis tanah Aluvial. Keadaan iklim termasuk agak kering yaitu tipe D menurut Schmidt & Ferguson. Rerata curah hujan selama berlangsungnya penelitian dari tiga stasiun pengamat iklim sebesar 194 mm/bulan (BMKG 2013).

Tanaman jeruk pabelan ditanam dengan jarak 7 x 7 m dan 8 x 8 m dalam sistem pertanaman pada umumnya monokultur dan sedikit campuran antara tegakan pohon kakao (*Theobroma sp.*), mangga (*Mangifera sp.*), pisang (*Musa sp.*), dan sebagian kecil selanya ditanami nenas dan ubi kayu. Pertumbuhan tanaman cukup baik sejak awal hingga akhir penelitian. Selama penelitian tanaman tidak mengalami gangguan abiotik (cekaman air, cekaman hara) dan gangguan biotik (serangan hama/penyakit, gulma) yang menyebabkan kematian tanaman. Adapun serangan hama yang menyerang buah ialah penggerek buah (*Citripestis sagittiferella* Moore) dan lalat buah (*Bactrocera spp.*) dengan intensitas ringan. Pengendalian hama tersebut dilakukan dengan cara memetik buah jeruk yang terserang kemudian dibenam dalam tanah atau dibakar, juga dilakukan pemasangan perangkap lalat buah metil eugenol dan penyemprotan insektisida sesuai anjuran.

Hubungan Antara Konsentrasi Hara N, P, dan K Daun Dengan Umur dan Hasil Tanaman

Jumlah buah per pohon pada produksi buah sebelumnya mengalami peningkatan dengan semakin bertambahnya umur tanaman, sementara komposisi hara jaringan daun menunjukkan variasi yang berbeda antarposisi daun dan umur tanaman. Meskipun demikian konsentrasi hara dan umur tanaman menunjukkan hubungan yang lemah. Konsentrasi hara N, P, dan K daun tersebut masing-masing sebesar 1,57–1,98, 0,15–0,45, dan 1,45–2,14%, serta cenderung mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya umur tanaman. Ini berarti konsentrasi hara tersebut sangat rendah dibandingkan laporan Timmer & Duncan

(1999) dalam Susanto (2003), yang menyatakan bahwa kandungan hara daun jeruk yang termasuk dalam kategori rendah apabila $N = < 2,5\%$, sedang 2,5–2,7%, dan tinggi 2,8–3,0%. Hal yang sama dilaporkan Wang (1985) pada jeruk Satsuma mandarin di Cina, hara daun optimum sekitar 3,0–3,5% N, 0,15–0,18% P, dan 1,0–1,6% K. Komposisi hara daun optimum pada jeruk Khasi mandarin ialah sebesar 2,52–2,61% N, 0,04–0,05% P, dan 1,63–1,82% K (Srivastava & Alila 2006, Srivastava 2011). Rerata daun ketiga-empat yang berasal dari umur tanaman 5 tahun memperlihatkan konsentrasi N, P, dan K lebih tinggi daripada umur tanaman 6, 7, dan 8 tahun, sedangkan konsentrasi N, P, dan K dalam daun kelima-enam cenderung tidak stabil seiring dengan bertambahnya umur tanaman (Tabel 1). Hal tersebut disebabkan karena daun kelima-enam merupakan daun dewasa, lebih bersifat (*source*) yang mengeksport sebagian fotosintat ke organ yang membutuhkan (daun muda).

Hasil analisis korelasi nitrogen daun dengan hasil didapat keeratan hubungan yang beragam. Dari hasil keseluruhan, tampak adanya asosiasi antara konsentrasi nitrogen daun dengan hasil dengan umur tanaman yang ditunjukkan oleh koefisien korelasi yang sangat rendah. Hasil rerata daun ketiga-empat maupun daun kelima-enam dengan umur tanaman 5 tahun memiliki koefisien korelasi tertinggi dibanding dengan umur tanaman lainnya, meskipun keduanya mempunyai koefisien korelasi yang lemah.

Analisis korelasi fosfor daun dengan produksi buah terdapat keeratan hubungan yang beragam. Dari hasil keseluruhan hubungan antara konsentrasi fosfor daun dengan hasil, memiliki asosiasi dengan umur tanaman yang ditunjukkan koefisien korelasi sangat rendah. Hasil rerata daun ketiga-empat dengan umur tanaman 8 tahun memiliki koefisien korelasi tertinggi dibanding dengan umur tanaman lainnya, sedangkan daun kelima-enam pada umur tanaman 7 tahun, meskipun keduanya mempunyai koefisien korelasi yang lemah.

Berdasarkan analisis korelasi kalium daun dengan produksi buah terdapat keeratan hubungan yang beragam. Dari hasil keseluruhan hubungan antara konsentrasi kalium daun dengan hasil, tampak adanya asosiasi dengan umur tanaman yang ditunjukkan oleh koefisien korelasi yang sangat rendah. Hasil rerata daun ketiga-enam dengan umur tanaman 7 tahun memiliki koefisien korelasi tertinggi dibanding dengan umur tanaman lainnya, sedangkan daun kelima-enam pada umur tanaman 5 tahun, meskipun keduanya mempunyai koefisien korelasi yang lemah.

Koefisien korelasi N, P, dan K daun dengan produksi buah pada tanaman jeruk pamele tidak menunjukkan keeratan hubungan antara umur tanaman dengan posisi

daun, tetapi secara keseluruhan rerata daun ketiga-empat memiliki konsentrasi N, P, dan K yang lebih tinggi, sehingga lebih tepat dijadikan sebagai daun sampel dalam rangka mengetahui status hara. Ditinjau dari sifat fisiologisnya, daun tersebut sudah termasuk daun dewasa yang berfungsi sebagai *source* dan juga ketersediaannya cukup banyak dibanding daun kelima-enam yang sering tidak tersedia atau gugur. Hubungan antara variabel perkembangan dan kondisi fisiologis seperti umur pohon belum menunjukkan hubungan yang kuat terhadap kandungan konsentrasi hara jeruk pamele. Hal yang sama dilaporkan oleh Srivastava (2011), yaitu bahwa umur pohon, diameter, dan posisi kanopi tidak memiliki dampak hubungan yang kuat terhadap pertumbuhan dan produksi.

Unsur hara N, P, dan K merupakan nutrisi utama yang digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan, produksi, dan mutu buah (Fernandez *et al.* 2011). Konsentrasi N, P, dan K daun berdasarkan klasifikasi rasio daun per buah menunjukkan bahwa rerata konsentrasi N, P, dan K daun mengalami peningkatan dengan semakin tingginya rasio daun per buah baik pada daun ketiga-empat maupun kelima-enam (Tabel 2). Hal ini sesuai hasil penelitian Sutopo *et al.* (2005) yang melaporkan bahwa setiap panen 100 kg buah jeruk pamele terangkut unsur hara sebanyak 0,52 kg N, 0,27 kg P_2O_5 , dan 1,06 kg K_2O , sedangkan untuk jeruk mandarin sebanyak 1.532 g N, 376 g P_2O_5 , dan 2.465 g K_2O dan jeruk manis sebanyak 1.773 g N, 506 g P_2O_5 , dan 2.465 g K_2O (Srivastava 2011).

Huang *et al.* (2012) melaporkan bahwa penyesuaian tambahan N dan K pada tanaman jeruk dengan beban buah yang tinggi melalui fertigasi diperlukan untuk memastikan pertumbuhan buah, meskipun tingkat fertigasi yang tinggi tidak selalu baik. Berdasarkan hasil penelitian pada pohon kesemek (Choi *et al.* 2011) dan apel (Neilsen *et al.* 2010) diketahui bahwa beban buah yang tinggi membutuhkan unsur N dan K yang tinggi daripada unsur lainnya (Pedrero *et al.* 2012). Hernita (2012) menyatakan bahwa konsentrasi N, P, dan K daun ketiga dewasa pada tanaman duku dengan posisi daun tidak ada buah menunjukkan korelasi terbaik dengan hasil. Sementara pada tanaman mangga, daun kelima dari dasar yang diambil pada saat sedang *flush* setelah panen merupakan daun yang terbaik (Pushparajah 1994). Hasil penelitian Menzel *et al.* (2003) pada tanaman leci menunjukkan bahwa daun terbaik berasal dari cabang yang berbunga 1–2 minggu setelah munculnya *panicle*. Hal ini sesuai dengan laporan Jones *et al.* (1991), yaitu bahwa unsur hara N, P, dan K dalam tanaman bersifat mobil dan berpindah dari daun ke buah. Selain itu, jeruk pamele mempunyai sifat berbuah musiman (*alternate*

Tabel 1. Konsentrasi nitrogen, fosfor, dan kalium daun serta koefisien korelasi dengan produksi buah jeruk sebelumnya (*Concentrations of nitrogen, phosphorus, and potassium in leaves and its correlation coefficients with the past citrus fruit production*)

Umur tanaman (Age of plant) tahun (years)	Jumlah buah/pohon (Number of fruit/ trees)	Konsentrasi N daun (Concentration of N leaves) %			Konsentrasi P daun (Concentration of P leaves) %			Konsentrasi K daun (Concentration of K leaves) %			Koefisien korelasi N daun dengan produksi buah (Correlation coefficients of N leaves with fruit production)			Koefisien korelasi P daun dengan produksi buah (Correlation coefficients of P leaves with fruit production)			Koefisien korelasi K daun dengan produksi buah (Correlation coefficients of K leaves with fruit production)		
		3-4	5-6	3-4	5-6	3-4	5-6	3-4	5-6	3-4	5-6	3-4	5-6	3-4	5-6	3-4	5-6	3-4	5-6
5	12,76	1,98 ± 0,40	1,76 ± 0,35	0,19 ± 0,03	0,19 ± 0,03	2,05 ± 0,49	2,03 ± 0,62	0,12	0,07	0,01	0,06	0,13	0,37						
6	22,19	1,82 ± 0,38	1,80 ± 0,31	0,18 ± 0,03	0,18 ± 0,03	1,57 ± 0,39	1,45 ± 0,42	0,07	0,03	0,02	0,01	0,17	0,04						
7	61,20	1,58 ± 0,31	1,57 ± 0,32	0,19 ± 0,04	0,20 ± 0,05	1,75 ± 0,49	1,70 ± 0,46	0,03	0,05	0,10	0,18	0,19	0,33						
8	132,07	1,71 ± 0,33	1,68 ± 0,33	0,15 ± 0,05	0,45 ± 0,77	2,14 ± 0,54	2,06 ± 0,55	0,07	0,04	0,33	0,11	0,09	0,12						

Tabel 2. Konsentrasi nitrogen, fosfor, dan kalium daun serta koefisien korelasi dengan rasio daun per buah (*Concentrations of nitrogen, phosphorus, and potassium in leaves and its correlation coefficients with the leaf/fruit ratio*)

Rasio daun per buah (Ratio of leaf/fruit)	Konsentrasi N daun (Concentration of N leaves) %			Konsentrasi P daun (Concentration of P leaves) %			Konsentrasi K daun (Concentration of K leaves) %			Koefisien korelasi N daun dengan produksi buah (Correlation coefficients of N leaves with fruit production)			Koefisien korelasi P daun dengan produksi buah (Correlation coefficients of P leaves with fruit production)			Koefisien korelasi K daun dengan produksi buah (Correlation coefficients of K leaves with fruit production)		
	3-4	5-6	3-4	5-6	3-4	5-6	3-4	5-6	3-4	5-6	3-4	5-6	3-4	5-6	3-4	5-6	3-4	5-6
< 100	1,67 ± 0,21	1,65 ± 0,26	0,16 ± 0,03	0,15 ± 0,03	1,55 ± 0,48	1,44 ± 0,55	0,08	0,03	0,40	0,22	0,17							
101 - 200	1,64 ± 0,32	1,59 ± 0,23	0,18 ± 0,04	0,16 ± 0,04	1,66 ± 0,42	1,45 ± 0,56	0,31	0,26	0,25	0,40	0,09							
> 200	1,71 ± 0,34	1,68 ± 0,30	0,19 ± 0,05	0,19 ± 0,05	1,90 ± 0,55	1,84 ± 0,52	0,05	0,04	0,04	0,008	0,04							

bearing) yaitu berbuah banyak pada suatu musim dan berbuah sedikit pada musim berikutnya. Fenomena tersebut dipengaruhi oleh faktor lingkungan, terutama iklim mikro dan faktor endogen tanaman (Embleton *et al.* 1973). Produksi buah pohon golongan *biannual bearing* memiliki masa panen raya dengan selang 2 tahun, dan kultivar-kultivar *alternate bearing* tidak membentuk bunga pada tahun berikutnya setelah berbuah lebat, yang disebabkan oleh menipisnya cadangan karbohidrat pada semua organ tanaman (Goldschmidt & Golomb 1982).

Hubungan Antara Produksi dan Umur Tanaman

Adanya keragaman antara umur tanaman dan produksi disebabkan sulit mendapatkan individu-individu tanaman yang sama umurnya di lapangan. Oleh karena itu komponen produksi terlebih dahulu ditera dengan umur. Produksi sebagai fungsi dengan umur, dimana produksi yang satu dengan yang lainnya diperbandingkan, ditetapkan sebagai *dependent variable*. Produksi teraan diperoleh dengan mengalikan kadar hara N, P, dan K dengan produksi relatif. Hubungan antara

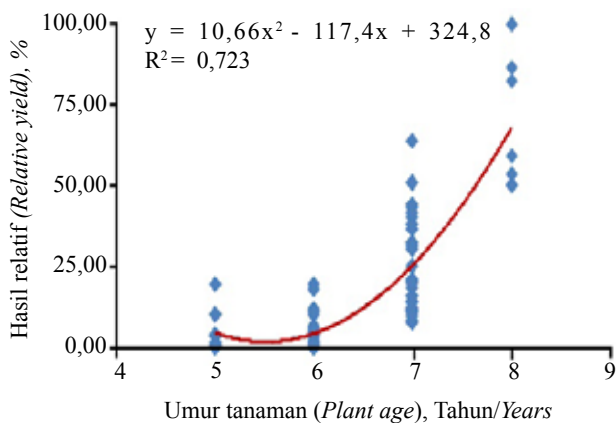
produksi dan umur tanaman digambarkan pada diagram sebar yang tertera pada Gambar 1.

Dari gambar tersebut terlihat bahwa produksi berkaitan dengan umur dengan nilai koefisien determinasi R^2 termasuk tinggi yang berarti kecenderungan produksi buah sangat dipengaruhi oleh umur. Dengan menggunakan persamaan $y = 10,66x^2 - 117,4x + 324,8$ pada produksi, maka akan didapatkan tera berdasarkan rumus $Y_{ii} = 17,88 + (Y_i - (10,66x^2 - 117,4x + 324,8))$.

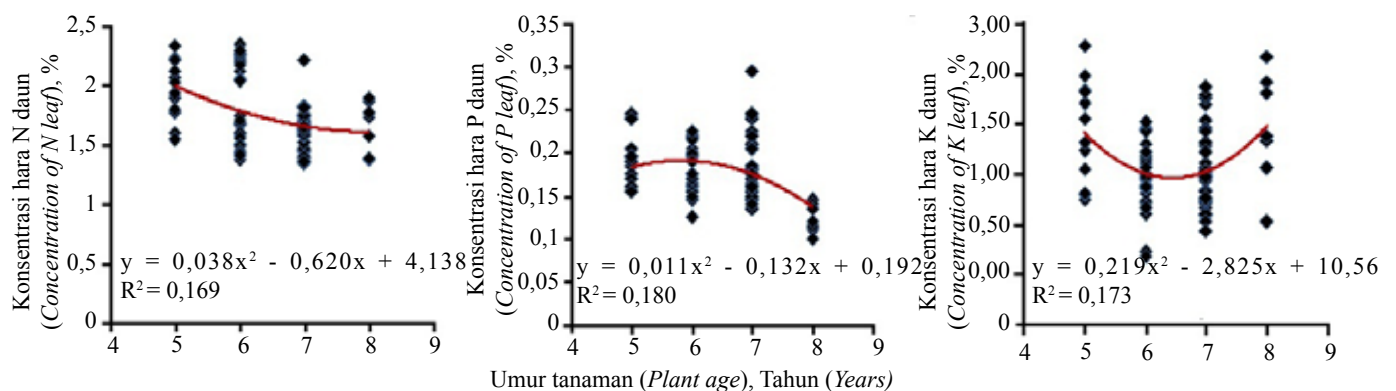
Konsentrasi hara N, P, dan K dengan umur tanaman memperlihatkan hubungan yang sangat lemah, ini berarti tingkat konsentrasi hara pada tanaman khususnya jeruk pamele tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan (Gambar 2). Hal ini disebabkan oleh faktor lingkungan dimana pertumbuhan tanaman sangat bervariasi, sehingga keragaman tidak saja dipengaruhi oleh umur tanaman.

Hubungan antara Hasil Relatif dengan Konsentrasi Hara Nitrogen, Fosfor, dan Kalium Daun

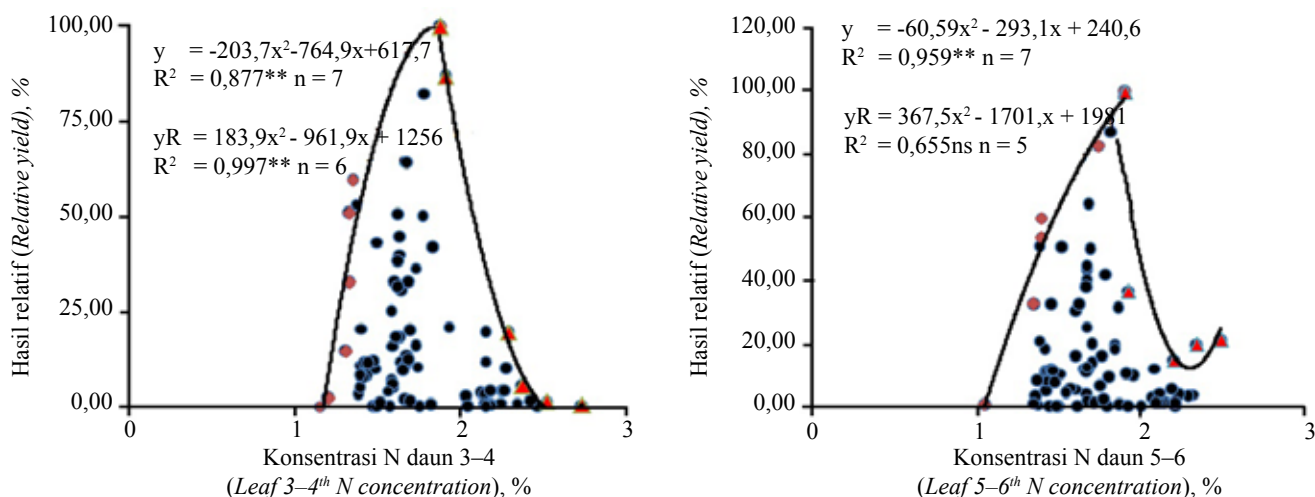
Untuk menentukan konsentrasi hara daun yang dipersyaratkan untuk kesesuaian pemupukan, dilakukan sekat hasil relatif untuk menentukan kelas rendah, sedang, dan tinggi. Walworth *et al.* (1986) mengembangkan model seperti ini untuk mengidentifikasi dan mengukur faktor-faktor yang berhubungan dengan produksi tanaman. Jika suatu hubungan yang unik antara faktor pertumbuhan tunggal dengan hasil panen atau kualitasnya dapat ditentukan, maka dengan faktor yang optimal akan didapatkan produksi tanaman yang jauh lebih baik. Akan tetapi, pada umumnya hubungan dengan penetapan nilai kritis untuk tujuan diagnosis seringkali berada pada kondisi yang tidak berbeda yaitu hanya satu faktor pertumbuhan yang divariasikan dengan faktor lainnya sama. Oleh karena itu, penetapan dengan nilai kritis tidak bersifat universal untuk diterapkan.



Gambar 1. Hubungan antara umur tanaman dan hasil relatif (The relationship between plant age and relative yield)



Gambar 2. Hubungan antara umur tanaman dan persentase konsentrasi hara N, P, dan K daun (The relationship between plant age and percentage of concentrations of N, P, and K leaves)



Gambar 3. Hubungan antara hasil relatif dan konsentrasi hara N pada daun tanaman (*The relationship between relative yield and nutrient concentration of N on leaves of plants*)

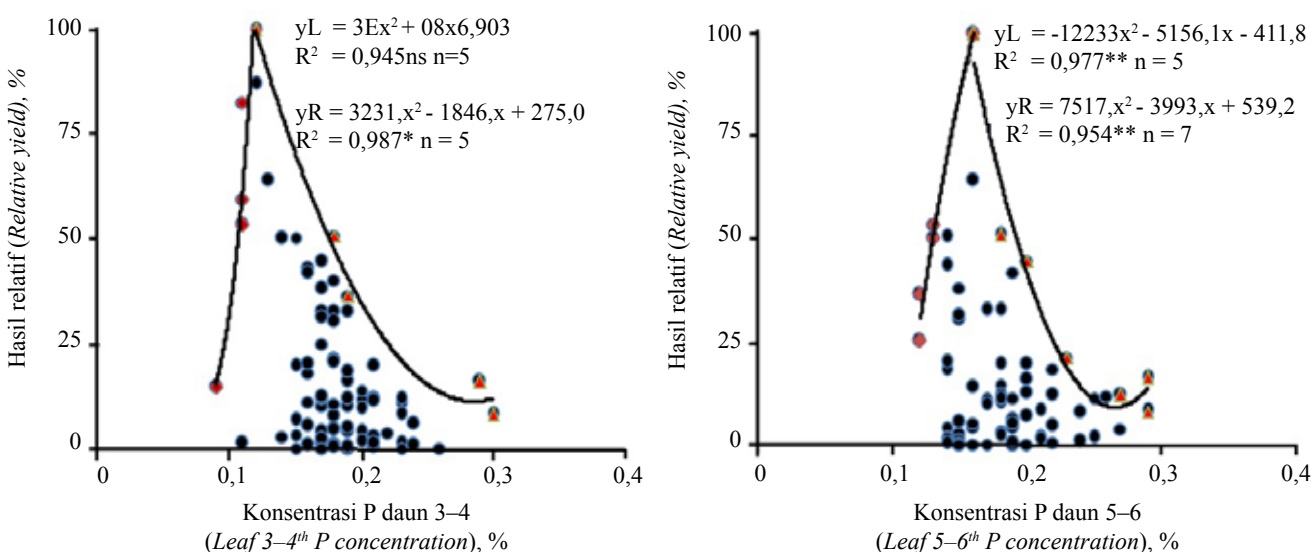
Upaya untuk mengatasi masalah tersebut ialah digunakan persentase hasil (hasil relatif), karena kombinasi hasil dari tanah atau tempat yang berbeda lebih menunjukkan kompleksnya hubungan antara faktor pertumbuhan tanaman dengan lingkungan.

Garis batas (*boundary line*) merupakan garis yang membatasi suatu kasus. Penggambaran seperti ini sangat bermanfaat dalam mendiagnosis kemungkinan perolehan produksi maksimum yang konsisten dengan nilai apapun dari faktor pertumbuhan tertentu yang dapat ditentukan. Hal itu merupakan suatu hal yang sederhana untuk menempatkan puncak dari garis tersebut, dimana sesuai dengan tingkatan optimal dari faktor pertumbuhan yang sedang dinilai (Sutandi & Barus 2007).

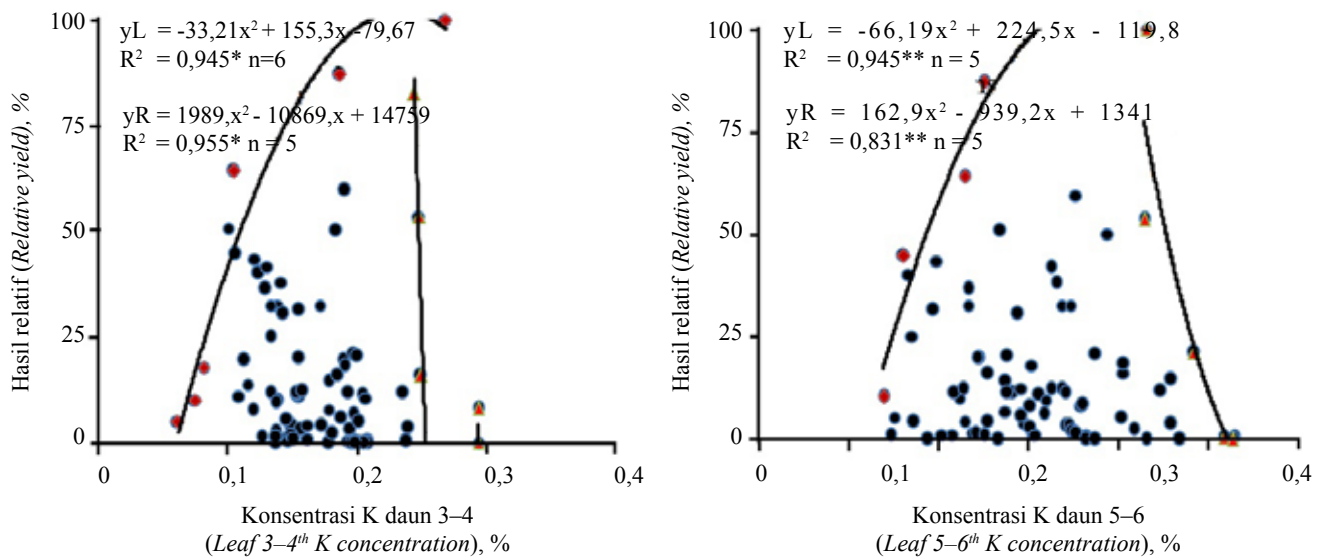
Hubungan antara hasil relatif dan konsentrasi hara N, P, dan K pada daun ketiga-empat serta kelima-

enam tertera pada Gambar 3, 4, dan 5. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa hasil relatif buah jeruk berhubungan dengan konsentrasi hara daun, semakin rendah konsentrasi hara daun, maka semakin sedikit hasil relatif buah, meskipun pada konsentrasi hara daun tinggi juga ditemukan hasil buah yang rendah. Hal ini disebabkan oleh adanya faktor lain yang memengaruhi selain faktor indigenus tanaman.

Hasil dari perhitungan diperoleh sekat batas hasil relatif untuk konsentrasi hara nitrogen (Gambar 3) pada daun ketiga-empat bernilai rendah (<1,38 %), sedang (1,38-2,15 %) dan tinggi (>2,15 %). Sekat batas hasil relatif pada daun kelima-enam rendah (<1,36 %), sedang (1,36-2,22 %), dan tinggi (>2,22 %). Konsentrasi hara nitrogen tersebut pada daun ketiga-empat dan kelima-enam mempunyai dua garis batas sebelah kiri dan kanan. Semakin tinggi konsentrasi



Gambar 4. Hubungan antara hasil relatif dan konsentrasi hara P pada daun tanaman (*The relationship between relative yield and nutrient concentration of P on leaves of plants*)



Gambar 5. Hubungan antara hasil relatif dan konsentrasi hara K pada daun tanaman (*The relationship between relative yield and nutrient concentration of K in the leaves of plants*)

nitrogen pada daun ketiga-empat atau kelima-enam, maka hasil relatif meningkat dan menurun kembali dengan semakin tinggi konsentrasi nitrogen pada daun ketiga-empat atau kelima-enam. Berdasarkan cara mensubstitusi sekat hasil relatif terhadap kedua garis batas pada konsentrasi nitrogen daun ketiga-empat, maka diperoleh nilai sebesar 1,38–2,15% dan daun kelima-enam sebesar 1,36–2,22%. Dengan memproyeksikan perpotongan sekat hasil relatif dengan garis batas pada sumbu X (konsentrasi hara), maka diperoleh kesesuaian hubungan terbaik pada hasil relatif sebesar 85% dengan konsentrasi hara daun ketiga-empat sebesar 1,77%, sedangkan daun kelima-enam sebesar 1,79%.

Dari perhitungan didapatkan sekat batas hasil relatif untuk konsentrasi hara fosfor (Gambar 4) pada daun ketiga-empat ialah rendah (<0,11%), sedang (0,11–0,20%), dan tinggi (>0,20%). Daun kelima-enam ialah rendah (<0,13%), sedang (0,13–0,22%), dan tinggi (>0,22%). Untuk kriteria konsentrasi hara fosfor tersebut dengan daun ketiga-empat dan kelima-enam mempunyai dua garis batas sebelah kiri dan kanan. Semakin tinggi konsentrasi fosfor pada daun ketiga-empat atau kelima-enam, maka hasil relatif meningkat dan menurun kembali dengan semakin tinggi konsentrasi fosfor pada daun ketiga-empat atau kelima-enam. Berdasarkan cara mensubstitusi sekat hasil relatif terhadap kedua garis batas pada konsentrasi fosfor daun ketiga-empat, maka diperoleh nilai berkisar 0,11–0,20% dan daun kelima-enam berkisar 0,13–0,22%. Dengan memproyeksikan perpotongan sekat hasil relatif dengan garis batas pada sumbu X (konsentrasi hara), maka kesesuaian hubungan terbaik pada hasil relatif 85% dengan konsentrasi hara daun

ketiga-empat ialah 0,16%, sedangkan daun kelima-enam ialah 0,18%.

Dari perhitungan didapatkan sekat batas hasil relatif untuk konsentrasi hara kalium (Gambar 5), daun ketiga-empat ialah rendah (<1,02%), sedang (1,02–2,31%), dan tinggi (>2,31%). Daun kelima-enam adalah rendah (<0,97%), sedang (0,97–2,04%), dan tinggi (>2,04%). Untuk kriteria konsentrasi hara kalium tersebut dengan daun ketiga-empat dan kelima-enam mempunyai dua garis batas sebelah kiri dan kanan. Semakin tinggi konsentrasi kalium pada daun ketiga-empat atau kelima-enam, maka hasil relatif meningkat dan menurun kembali dengan semakin tinggi konsentrasi kalium pada daun ketiga-empat atau kelima-enam. Berdasarkan cara mensubstitusi sekat hasil relatif terhadap kedua garis batas pada konsentrasi kalium daun ketiga-empat, maka diperoleh nilai berkisar dari 1,02–2,31% dan daun kelima-enam berkisar 0,97–2,04%. Dengan memproyeksikan perpotongan sekat hasil relatif dengan garis batas pada sumbu X (konsentrasi hara), maka kesesuaian hubungan terbaik pada hasil relatif sebesar 85% dengan konsentrasi hara daun ketiga-empat sebesar 1,67%, sedangkan daun kelima-enam sebesar 1,51%.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Daun ketiga-empat setelah panen pada produksi buah sebelumnya, paling tepat digunakan untuk mendiagnosis status hara N, P, dan K pada tanaman jeruk pamele Pangkep karena mengandung konsentrasi hara N, P, dan K dan berkorelasi lebih tinggi dengan hasil buah jeruk.

2. Konsentrasi hara N, P, dan K daun ketiga-empat masing-masing: rendah (<1,38%, <0,11%, <1,13%), sedang (1,38-2,15%, 0,11-0,20%, 1,02-2,31%), dan tinggi (>2,22%, >0,20%, >2,31%), sedangkan konsentrasi optimum dengan produksi relatif 85% masing-masing (1,77, 0,16, dan >1,67%).
3. Hubungan konsentrasi hara dengan umur tanaman menunjukkan korelasi yang lemah tetapi rasio daun per buah yang tinggi atau beban buah tinggi menunjukkan konsentrasi hara N, P, dan K yang menurun, baik daun ketiga-empat maupun kelima-enam.
4. Penerapan hasil penelitian ini sebagai pedoman untuk menentukan sampel daun terbaik dalam menggambarkan status hara tanaman sebagai bahan untuk menyusun rekomendasi pemupukan jeruk pamelon.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Dinas Pertanian dan Peternakan Kabupaten Pangkep atas kesempatan yang diberikan untuk melakukan penelitian, BPTP Sulawesi Selatan atas bantuan dana dan sarana laboratorium serta saudara Abd. Rahman, SP. (Penyuluh BPTP Sulawesi Selatan), Hamzar, Muharram (Kelompok Tani) dan Ahmad (Penyuluh Lapangan) yang telah membantu dalam pengumpulan data di lapangan.

PUSTAKA

1. Bhargava, BS 2002, 'Leaf analysis for nutrient diagnosis, recommendation, and management in fruit crops', *J. Indian Soc. Soil Sci.*, vol. 50, pp. 352-73.
2. BMKG 2013, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Observatori Geofisika Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan.
3. Cate, RB Jr & Nelson, LA 1971, 'A simple statistical procedure for partitioning soil test correlation data in two classes', *Soil Sci. Am. J.* vol. 35, pp. 658-60.
4. Choi, ST, Seong, MK, Doo, SP, Kwang, PH & Chi, WR 2011, 'Combined effects of leaf/fruit ratio and N and K fertigation levels on growth and distribution of nutrients in pot-grown persimmon trees', *Scientia Horticulturae J.*, vol. 128, pp. 364-8.
5. Dahnke, WC & Olson, RA 1990, Soil test correlation, calibration, and recommendation, in Westerman RL (ed.), *Soil testing and plant analysis*, 3rd ed, *Soil Sci. Soc. Amer.*, Madison. Wis. P 45-71.
6. Embleton, TW, Reitz, HJ & Jones, WW 1973, Citrus fertilizer. in Reuther, W, (ed.), *The citrus industry*, vol.III. University of California Div. *Agric. Science. Berkeley*, CA, USA.

7. Fernandez, ER, Garcia, NJM & Restrepo, DH 2011, 'Mobilization of nitrogen in the olive bearing shoots after foliar application of Urea', *Sci. Hort.*, no. 127, pp. 452-4.
8. Goldschmidt, EE & Golomb, A 1982, 'The carbohydrate balance of alternate bearing citrus trees and the significance of reserves for flowering and fruiting', *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, vol. 170, pp. 206-08.
9. Hernita, D, Poerwanto, R, Susila, AD & Anwar, S 2012, 'Penentuan status hara nitrogen pada bibit duku', *J. Hort.*, vol. 22, no. 1, hlm. 29-36.
10. Huang, H, Cheng, XH, Qiliang, T, Xiaoming, H & Xuecheng, LB 2012, 'Effects of Fe-EDDHA application on iron chlorosis of citrus trees and comparison of evaluations on nutrient balance with three approaches', *J. Scientia Horticulturae*, vol. 146, pp. 137-42.
11. Ikeda, H 1991, 'Utilization of nitrogen by vegetable crops', *JARQ*, vol. 25, no. 2, pp. 117-24.
12. Jones, JB, Wolf, B & Mills, HA 1991, *Plant analysis Handbook, A Practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide*, Micro-macro Publishing, Inc
13. Juliati, S 2010, 'Penentuan indeks kebutuhan hara makro pada tanaman mangga dengan metode *diagnosis and recommendation integrated system*', *J. Hort.*, vol. 20, no. 2, hlm. 120-9.
14. Liferdi 2010, 'Status hara nitrogen sebagai pedoman rekomendasi pupuk pada bibit manggis', *J. Agrivita*, vol. 32, no. 1, hlm.76-82.
15. Menzel, CM, Carseldine, ML, Haydon, GF & Simpson, DR 2003, 'A review of existing and proposed new leaf nutrient standard lychee', *Sci. Hort.*, vol. 49, pp. 33-53.
16. Neilsen, D, Neilsen, GH, Herbert, L & Guak, S 2010, 'Effect of irrigation and crop load management on fruit nutrition and quality for Ambrosia/M.9 apple', *Acta Hort. J.*, vol. 868, pp. 63-71.
17. Obreza, TA, Mongi, Z & Edward, AH 2008, *Soil and leaf tissue testing*, nutrition of Florida citrus trees, 2nd (ed.) by Thomas A Obreza & Kelly T. Morgan, This publication replaces UF-IFAS SP., pp. 24-32.
18. Pedrero, F, Ana, A, Maria, IG & Juan, JA 2012, 'Soil chemical properties, leaf mineral status, and crop production in a lemon tree orchard irrigated with two types of wastewater', *J. Agric. Water Manag.*, vol. 109, pp. 54-60.
19. Pushparajah, W 1994, *Leaf analysis and soil testing for plantation tree crops*, International Board for Soil Research and Management (IBSRAM) Bangkok, Thailand.
20. Srivastava, AK & Singh, S 2004, 'Leaf and soil nutrient guide in citrus-a review, National Research Centre for Citrus', *Agric. Rev. J.*, vol. 25, no. 4, pp. 235-51.
21. Srivastava, AK & Alila, P 2006, *Leaf and analysis interpretation in relation to optimum yield of Khasi mandarin (Citrus reticulata Blanco)*, Tropical Agricultural Research & Extension.
22. Srivastava, AK 2011, 'Site specific potassium management for quality production of citrus', *J. Agric. Sci.*, vol. 24, no.1, pp. 60-6.
23. Stebbins, RL & Wilder, KL 2003, *Leaf analysis of nutrient disorders in tree fruits and small fruits*, Extension Service, Oregon State University.
24. Sumner, ME & Ferina, PMU 1986, Phosphorus interactions with other nutrients and lineae in field cropping system, In: (ed.) *Advance in Soil Science*, vol. V, (Stuwaert BA) Springer-Verlay, New York, pp. 201-36.

25. Susanto, S 2003, 'Pertumbuhan dan pembuahan jeruk besar 'cikoneng' pada beberapa jenis batang bawah', *J. Ilmu Pertanian*, vol.10, no.1, pp. 57-63.
26. Susila, AD, Kartika, JG, Prasetio, T & Palada, MP 2010, 'Fertilizer recommendation: correlation and calibration study of soil P test for yard long bean (*Vigna unguiculata* L.) on Ultisols in Nanggung-Bogor', *J. Agron Indonesia*, vol. 38, no. 3, pp.225-31.
27. Sutandi, A & Barus, B 2007, 'Permodelan kesesuaian lahan tanaman kunyit', *J. Tanah dan Lingkungan*, vol. 9, no. 1, hlm. 20-6.
28. Sutopo, Supriyanto, A & Suhariyono 2005, 'Penentuan dosis pupuk NPK berdasarkan hasil panen pada tanaman pameló', *Prosiding Seminar Nasional Jeruk Tropika Indonesia*, Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika, Batu, Jawa Timur.
29. Verheij, EWM 1986, 'Towards a classification of tropical fruit trees', *Acta Hort.*, vol. 175, pp. 137-50.
30. Wall, B 2010, 'Leaf analysis helps optimize yield', *ProQuest Agric. J.*, no. 30, pp.22.
31. Walworth, JL, Letzch, WS & Sumner, ME 1986, 'Use boundary line in establishing diagnostic norms', *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, vol. 50, pp. 123-8.
32. Wang, TC 1985, 'Application of fertilizer to satsumai based on leaf analysis', *J. soil. sci.*, vol. 16, no. 6, pp. 275-87.