

Pertumbuhan dan Produksi Kangkung pada Berbagai Dosis Hara Makro dan Mikro

The growth and crop production of water spinach in varied dosage of macro- and micro-nutrient

DJUKRI*

Jurusan Pendidikan Biologi FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta (UNY), Yogyakarta 55281.

Diterima: 13 Mei 2004. Disetujui: 20 Januari 2005.

ABSTRACT

The objective of the research is to study the effect of mixing variation of macro- and micronutrient fertilizer to the growth and the production of water spinach (*Ipomoea aquatica* Forak). This research carried out by means of Completely Randomized Design with replication was used. A six composition of macro- and micronutrient fertilizer (N_0 , N_1 , N_2 , N_3 , N_4 , and N_5) was used as independent variable, whereas the growth and the production of water spinach were as dependent variables. The parameters was investigated that are the height, the sum of leaves, the weight of dry plants, the chlorophyll a and b contents, the chlorophyll a/b ratio, and the organoleptic test. The research result showed that the mixing variations of nutrient were significantly correlated to the height of plant, the sum of leaves, the weight of dry plants, and the chlorophyll a and b contents of water spinach ($P < 0.01$). On harvest periods (six weeks after planting) the highest of the height, the sum of leaves, the weight of dry plants, the chlorophyll a and b contents were observed from N_1 treatment. The result of water spinach organoleptic test that is pleasant on N_5 treatment.

Key words: Water spinach, macro- and micro-nutrient, growth and production.

PENDAHULUAN

Kangkung (*Ipomoea aquatica* Forsk.) termasuk tanaman yang sanggup melakukan adaptasi dengan baik pada kondisi tanah atau lingkungan dengan kisaran toleransi yang luas. Pada kondisi dengan sumber nitrogen sangat terbatas, tanaman kangkung masih mampu mendapatkan nitrogen, meskipun dalam jumlah yang sangat kecil. Tanaman kangkung banyak mengandung vitamin A dan C serta mineral terutama zat besi yang berguna untuk pertumbuhan dan kesehatan tubuh manusia (Dibiyantoro, 1996). Tanaman kangkung masih menunjukkan sifat-sifat aslinya sebagai tumbuhan darat. Sebagaimana ditunjukkan dari perkecambahan benihnya yang hanya mungkin berlangsung di tanah-tanah yang tidak digenangi air. Predikat kangkung darat dan kangkung air sesungguhnya hanya menunjukkan tempat penanamannya, yaitu ditanam di tempat kering atau di tempat berair/ber Lumpur (Sumaryono dan Rismunandar, 1981; Hambali, 1981).

Pemupukan adalah usaha untuk pemberian nutrisi mineral yang mempunyai fungsi esensial dan spesifik dalam metabolisme tanaman. Macam dan dosis pupuk erat hubungannya dengan sumber hara dan kesuburan tanah.

Respon tanaman yang optimal akan dicapai bila unsur-unsur hara tersebut dalam keadaan seimbang (Soepardi, 1983). Hasil penelitian Indrayanti (1995) menunjukkan tidak adanya interaksi antara perlakuan pupuk hara makro dengan frekuensi pemberian pupuk hara mikro terhadap pertumbuhan dan produksi kangkung darat.

Pengelompokan nutrisi makro dan mikro didasarkan atas sifat fisikokimianya, nutrisi dibagi dalam kelompok metal (K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, dan Ni), dan kelompok non metal (N, S, P, Bo, dan Cl). Nutrisi mineral dapat berfungsi sebagai penyusun struktur organik, sebagai aktivator reaksi enzim atau sebagai "carrier" dan osmoregulator (Marschner, 1995).

Nitrogen merupakan unsur makro bagi tanaman dan dapat menentukan pertumbuhan dan produksi tanaman kangkung. Nitrogen merupakan unsur esensial dan elemen kunci pada pertumbuhan tanaman. Nitrogen merupakan unsur penyusun berbagai senyawa di dalam sel tanaman antara lain asam nukleat yang berupa asam ribonukleat (RNA) dan asam deoksiribonukleat (DNA), asam amino serta adenosin trifosfat (ATP) dan nikotiamid dinukleotid (NADP) yang berperan dalam konversi energi (Heldt, 1996). Semua proses dalam tanah yang melibatkan mikrobia, seperti mineralisasi (perubahan senyawa organik menjadi anorganik), nitrifikasi (oksidasi NH_4^+ menjadi NO_3^-) dan denitrifikasi (reduksi nitrit menjadi nitrat) banyak terjadi pada lingkungan pertanian (Rengel, 1999). Amonium umumnya berikatan dengan senyawa organik di akar, sementara nitrat bergerak dalam xilem dan dapat disimpan dalam vakuola akar, tunas dan organ penyimpan lainnya. Akumulasi nitrat di vakuola penting untuk kesetimbangan kation-anion dan osmoregulasi (Marschner, 1995).

Fosfor sering menjadi unsur pembatas, terutama diserap dalam bentuk $H_2PO_4^-$ dan diserap lebih lambat dalam bentuk HPO_4^{2-} . Perimbangan kedua jenis ion tersebut dikendalikan oleh pH; $H_2PO_4^-$ tersedia pada pH di bawah 7 dan HPO_4^{2-} di atas pH 7. Fosfor tidak pernah direduksi dalam tumbuhan, dan tetap sebagai fosfat baik dalam bentuk bebas maupun terikat pada senyawa organik (Salisbury dan Ross, 1992). Setelah nitrogen dan fosfor, umumnya tanah kekurangan kalium. Oleh karena itu biasanya pupuk yang dijual mencantumkan persentase N, P, dan K dalam komposisinya. Seperti nitrogen dan fosfor, K mudah diserap dan disalurkan dari organ dewasa ke organ muda, sehingga gejala defisiensi pertama kali terlihat pada daun tua. Gejala defisiensi pada dikotil mula-mula ditunjukkan oleh daun yang klorosis, kemudian menjadi bercak nekrosis (bercak mati) yang semakin meluas (Salisbury dan Ross, 1992).

Fungsi Fe adalah dalam pembentukan protein yang disebut heme dan protein Fe-S. Protein heme termasuk berbagai sitokrom yang dicirikan oleh adanya kompleks

* Alamat korespondensi:
Jl. Colombo, Karangmalang, Yogyakarta 55281
Tel./Fax: +62-274-540713
e-mail: djukri_djukri@yahoo.com

heme Fe-phorphyrin sebagai grup prostetik. Defisiensi Fe terutama mempengaruhi perkembangan dan fungsi kloroplas, sehingga akan menurunkan kadar klorofil, karoten dan xanthofil (Marschner, 1995). Mangan (Mn) memegang peranan penting dalam proses redoks, seperti transport elektron dalam fotosintesis. Mn berperan dalam evolusi O_2 (reaksi Hill) dalam pemecahan molekul air dalam kloroplas. Defisiensi Mn terutama mempengaruhi laju fotosintesis dan evolusi O_2 , sehingga menurunkan karbohidrat yang terlarut terutama pada akar. Gejala defisiensi Mn lebih sering terlihat pada daun dewasa dibanding daun muda (Marschner, 1995).

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh variasi nutrisi hara makro dan mikro terhadap pertumbuhan dan produksi kangkung.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada percobaan ini adalah benih kangkung darat sebanyak 150 butir, media tanam berupa arang sekam steril. Pupuk yang digunakan untuk perlakuan terdiri atas pupuk N, P, K, dan pupuk mikro. Bahan kimia yang dibutuhkan ialah aseton, dan bahan kimia komponen pupuk mikro, dan larutan hara makro. Alat yang digunakan ialah polibag berdiameter 25 cm, "gembor" untuk menyiram tanaman, timbangan kasar dan timbangan halus (Sartorius), oven, peralatan gelas, sentrifus, dan spektrofotometer (untuk menguji kandungan klorofil).

Cara kerja

Rumah plastik transparan digunakan untuk menempatkan polibag tempat media tanam dari arang sekam. Rancangan yang digunakan ialah Rancangan Acak Lengkap (Gomez dan Gomez, 1995) dengan empat ulangan dan setiap polibag ditanami tiga tanaman. Perlakuannya terdiri atas lima macam pupuk cair dengan formula N_0 = kontrol, tanaman hanya disiram dengan air, N_1 = dalam setiap 15 L air ditambahkan 37,5 mL larutan A (NO_3^- dan NH_4^+) + 37,5 mL larutan B (K, P, Mg, Ca) + 2,5 mL larutan mikro (Zn, Mn, B, Fe, Co), N_2 = dalam 15 L air ditambahkan 75 mL larutan A + 75 mL larutan B + 5 mL larutan mikro, N_3 dalam setiap 15 L air ditambahkan 150 mL larutan A + 150 mL larutan B + 10 mL larutan mikro, N_4 = dalam setiap 15 L air ditambahkan 5 mL larutan mikro, N_5 = dalam setiap 15 L air ditambahkan 75 mL larutan A + 75 mL larutan B (formula ini didasarkan pada penelitian Indrayanti, 1995). Pada pemupukan, setiap perlakuan disiram dengan 300 mL larutan pupuk per polibag sesuai dengan formula. Penyiraman dilakukan sehari dua kali, pengendalian hama dan penyakit serta penyiangan gulma dilakukan setiap saat. Pengamatan dilakukan per minggu setelah tanam (MST). Pengamatan terhadap tinggi dan jumlah daun (non degradasi) dilakukan seminggu sekali. Pengamatan terhadap bobot kering dilakukan dua minggu sekali (degradasi). Data hasil pengamatan dilakukan uji ragam untuk mengetahui adanya pengaruh perlakuan, dilanjutkan dengan uji DMRT dengan taraf kepercayaan 1%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penampakan visual secara umum pertumbuhan tanaman kangkung pada perlakuan N_1 memberikan hasil terbaik. Hal ini terlihat dari penampakan tanaman yang lebih subur, tinggi, dengan daun-daun yang lebih lebar

serta batang yang lebih besar. Perlakuan N_0 dan N_4 menunjukkan pertumbuhan tanaman yang kurus dan kerdil, daun sempit dan terlihat sebagai tanaman yang kekurangan hara. Penelitian dengan berbagai formula larutan hara terhadap tanaman kangkung ini menunjukkan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, bobot kering tanaman serta kandungan klorofil a dan b daun.

Tinggi tanaman

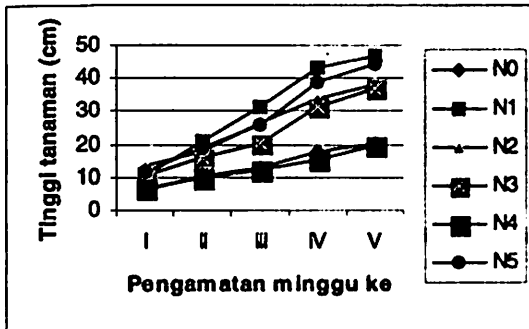
Hasil pengamatan tinggi tanaman disajikan pada Gambar 1. Gambar 1 menunjukkan bahwa tanaman kangkung pada perlakuan N_4 tinggi tanaman tidak berbeda nyata dengan kontrol (N_0) untuk seluruh waktu pengamatan, namun lebih pendek secara nyata dibanding dengan perlakuan N_1 , N_2 , N_3 , dan N_5 untuk seluruh waktu pengamatan. Hasil ini menunjukkan bahwa hara makro merupakan faktor yang paling mempengaruhi tinggi tanaman, dan selang konsentrasi hara makro 37,5, 75, dan 150 mL dan hara mikro 2,5; 5; dan 10 mL hampir tidak berbeda pengaruhnya. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman kangkung sudah optimum pada tingkat dosis hara makro dan mikro yang tidak terlalu tinggi yaitu perlakuan N_1 (makro A 37,5 mL, B 37,5 mL dan mikro 2,5 mL). Perlakuan N_1 menghasilkan tanaman yang vigor, rimbun dengan ukuran daun yang lebih lebar. Kualitas tanaman kangkung untuk dikonsumsi sebagai sayuran sangat ditentukan oleh biomassa tajuk yang dihasilkan.

Penambahan hara makro dan mikro seperti pada perlakuan N_2 dan N_3 tidak nyata meningkatkan tinggi tanaman, karena kemungkinan keselimbangan hara makro dan mikro yang tidak optimal. Menurut Soepardi (1983), respon tanaman yang optimal akan tercapai apabila pemberian unsur-unsur dalam tanah dalam keadaan seimbang. setiap jenis tanaman menyerap unsur dalam jumlah yang berbeda-beda, terutama bila tumbuh di tanah yang berbeda. Khusus untuk budidaya tanaman tanpa tanah dimana media yang digunakan bukan sumber utama untuk memenuhi kebutuhan hara tanaman, formula larutan hara yang baik dihasilkan dari kajian komposisi tumbuhan dan dari pemberian berbagai konsentrasi unsur hara pada tanaman (Salisbury dan Ross, 1992).

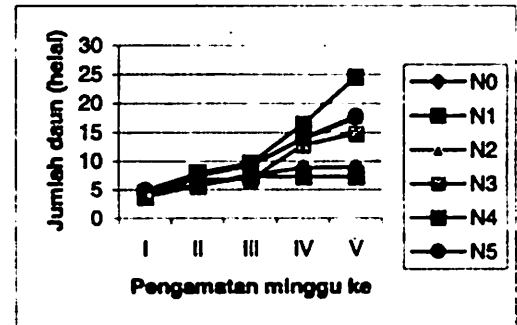
Jumlah daun

Hasil analisis terhadap data jumlah daun tanaman kangkung disajikan pada Gambar 2. Gambar ini menunjukkan bahwa pada perlakuan dengan hara mikro yaitu N_4 tidak berbeda nyata dengan N_0 untuk seluruh waktu pengamatan, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan hara makro, kecuali pada N_1 , N_2 , dan N_3 pada 1 MST; N_3 pada 2 MST; N_2 , N_3 , dan N_5 pada 3 MST. Pada perlakuan dengan hara makro yaitu N_1 , N_2 , N_3 , dan N_5 secara umum berbeda nyata dengan kontrol (N_0), kecuali semua perlakuan pada 1 MST; N_3 pada 2 MST; dan N_2 , N_3 , dan N_5 pada 3 MST. Jumlah daun terbanyak akhir pengamatan terjadi pada perlakuan N_1 kemudian diikuti oleh N_5 , N_2 , N_3 , N_0 , dan N_4 .

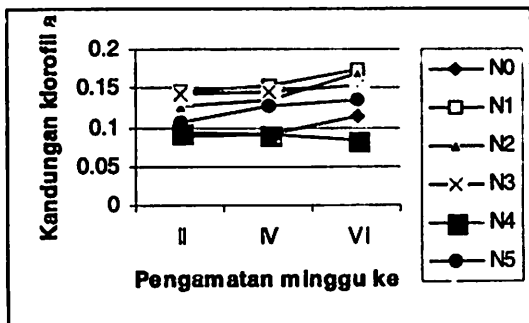
Berdasarkan hasil analisis ragam, jumlah daun yang terbanyak secara nyata terjadi pada perlakuan N_1 . Peningkatan dosis hara makro pada N_2 , N_3 , dan N_5 mampu meningkatkan jumlah daun tetapi masih lebih rendah dibanding dengan N_1 , dengan demikian perlakuan N_1 cukup optimal untuk pertumbuhan tanaman kangkung. Menurut Salisbury dan Ross (1992) pada rentang konsentrasi rendah yang disebut daerah kahat, pertumbuhan naik sangat tajam bila unsur diberikan lebih banyak dan konsentrasinya sehingga konsentrasinya dalam tumbuhan meningkat dan pertumbuhan meningkat.



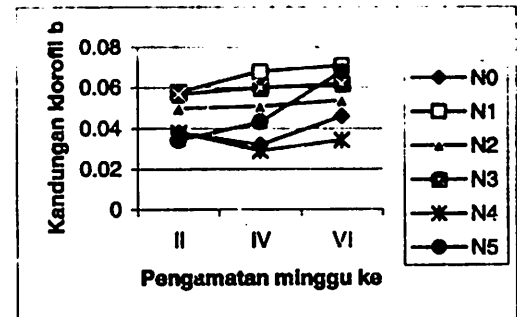
Gambar 1. Rata-rata tinggi (cm) tanaman kangkung.



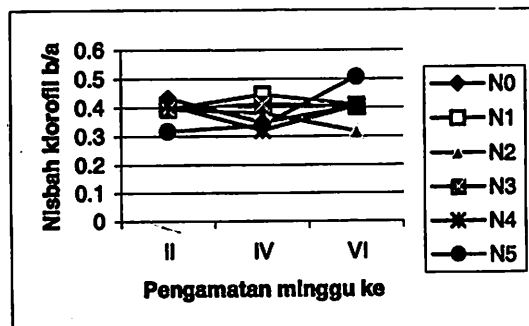
Gambar 2. Rata-rata jumlah daun (helai) tanaman kangkung.



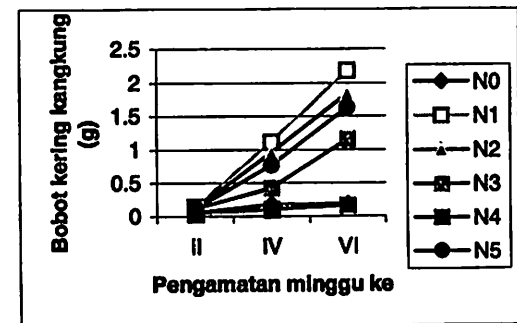
Gambar 3. Kandungan klorofil a daun kangkung.



Gambar 4. Kandungan klorofil b daun kangkung.



Gambar 5. Nisbah klorofil b/a daun kangkung.



Gambar 6. Rata-rata bobot kering (g) tanaman kangkung.

Unsur hara makro berperan dalam pembentukan organ-organ tanaman. Hal ini didukung oleh hasil penelitian dimana pada perlakuan N_0 dan N_4 keduanya tidak diberi hara makro, sampai akhir pengamatan jumlah daun lebih sedikit dibanding dengan perlakuan N_1 , N_2 , N_3 , dan N_5 yang semuanya ditambah hara makro). Kekurangan hara makro terutama nitrogen menyebabkan pertumbuhan kerdil, daun kecil, dan warna hijau muda kekuningan terutama pada daun bagian bawah (Salisbury dan Ross, 1992). Nitrogen dan fosfor dalam tanaman merupakan penyusun berbagai senyawa penting seperti asam amino, asam nukleat, protein, dan nukleotida (Noggle dan Fritz, 1986). Nitrogen juga berperan mengatur penggunaan kalium, fosfor dan unsur-unsur lainnya (Soepardi, 1983).

Keseimbangan antara kebutuhan hara makro dan mikro bagi tanaman tampaknya merupakan faktor penting dalam pertumbuhan kangkung. Hal tersebut terbukti dengan ditambahkan hara mikro tetapi tanpa hara makro (N_4), pertumbuhan tidak sebaik dengan perlakuan yang diberi kedua macam hara tersebut. Hal lain yang menjadi

pertimbangan, meskipun kedua macam hara tersebut diberikan dalam suatu perlakuan, faktor keseimbangan dan dosis kebutuhan hara antara kedua macam hara tersebut sangat penting. Misalnya pada penambahan hara makro 150 mL dan ditambah 10 mL hara mikro (N_3), pertumbuhan kangkung tidak lebih baik dibanding dengan perlakuan yang mempunyai komposisi larutan 37,5 mL hara makro ditambah 2,5 mL hara mikro (N_1). Mikronutrien dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah sedikit dan berperan sebagai bagian utama pada gugus prostetik pada metaloprotein dan sebagai aktivator dalam reaksi enzimatik (Marschner, 1995).

Kandungan klorofil

Kandungan klorofil a, klorofil b, dan nisbah klorofil b/a pada pengamatan 2, 4, dan 6 MST disajikan pada Gambar 3, 4, dan 5. Kandungan klorofil a untuk seluruh perlakuan dan seluruh waktu pengamatan lebih besar dibanding dengan klorofil b (Gambar 3 dan 4). Pada pengamatan 4 MST, kandungan klorofil a dan b pada seluruh perlakuan terjadi peningkatan sedikit, kemudian terjadi peningkatan

lagi pada pengamatan 6 MST. Pada pengamatan 6 MST, kandungan klorofil a perlakuan N₁ lebih tinggi secara nyata dibanding dengan N₀, N₄, dan N₅, namun tidak berbeda nyata dengan N₂ dan N₃ (Gambar 3). Pada pengamatan 6 MST, kandungan klorofil b perlakuan N₁ paling tinggi dibanding dengan ke lima perlakuan yang lain (Gambar 4.). Besar kecilnya nisbah klorofil b/a tergantung besar kecilnya kandungan klorofil a dan b. Nisbah klorofil b/a menjadi lebih besar bila kandungan klorofil b bertambah besar secara proporsional terhadap klorofil a. Pada pengamatan 6 MST, nisbah klorofil b/a tertinggi pada perlakuan N₅, dan terendah pada N₂. Kandungan klorofil a dan b perlakuan N₁ pada pengamatan 2, 4, dan 6 MST juga paling tinggi dibanding dengan ke lima perlakuan lainnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kandungan klorofil a dan b akan meningkatkan pertumbuhan kangkung, sehingga bobot kering kangkung meningkat.

Tanaman yang banyak mendapatkan nutrisi nitrogen secara umum mempunyai daun hijau tua, yang kemungkinan berhubungan dengan meningkatnya kandungan klorofil. Nitrogen erat kaitannya dengan sintesis klorofil (Salisbury dan Ross, 1992) dan sintesis protein maupun enzim (Schaffer, 1996). Kekurangan nitrogen pada tanaman akan menyebabkan daun mengalami klorosis mulai dari daun bawah bergeser ke daun atas (Salisbury dan Ross, 1992). Walaupun pemupukan hara makro nitrogen berlebihan tetapi tidak meningkatkan kadar klorofil, kemungkinan hal ini terjadi karena penyerapan hara nitrogen oleh tanaman dosisnya terbatas, atau kemungkinan tergantung dari penyerapan unsur mikro. Marschner (1995) dan Taiz dan Zeiger (1991) menyatakan bahwa biosintesis klorofil tidak hanya tergantung pada unsur nitrogen tetapi juga melibatkan unsur mikro Fe, Cu dan cahaya.

Bobot kering

Hasil analisis data bobot kering tanaman disajikan pada Gambar 6. Gambar ini menunjukkan bahwa rata-rata bobot kering tanaman tertinggi ialah perlakuan N₁ untuk pengamatan 2 MST, 4 MST, dan 6 MST dan menunjukkan perbedaan yang nyata. Pada pengamatan 2 MST dan 6 MST, bobot kering N₁ berbeda nyata dengan N₀ dan N₄, namun tidak berbeda nyata dengan N₂, N₃, dan N₅. Pada pengamatan 4 MST bobot kering N₁ juga berbeda nyata dengan N₀, N₄. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada perlakuan N₀ (kontrol) dan N₄ (hanya mengandung hara mikro), pertumbuhan tanaman kangkung lebih kecil dibanding dengan perlakuan yang lain. Hal ini menunjukkan bahwa perlu adanya keseimbangan antara hara makro dan mikro. Bobot kering tanaman kangkung pada perlakuan N₁ untuk pengamatan 2, 4, dan 6 MST paling tinggi dibanding dengan ke lima perlakuan lainnya.

Klorofil a dan b berperan dalam proses fotosintesis tanaman. Klorofil b berfungsi sebagai antena fotosintetik yang mengumpulkan cahaya. Peningkatan kadar klorofil b berkaitan dengan peningkatan protein klorofil sehingga akan meningkatkan efisiensi fungsi antena fotosintetik pada *Light Harvesting Complex II* (Hidema, et al, 1992). Energi cahaya yang diserap oleh pigmen antena disalurkan ke pusat reaksi yang tersusun dari klorofil a. Peningkatan klorofil b sangat bermanfaat bagi tanaman untuk memperoleh energi cahaya lebih banyak (Taiz dan Zeiger, 1991), yang akan meningkatkan pertumbuhan sehingga bobot kering tanaman meningkat.

Uji organoleptik

Hasil uji organoleptik kerenyahan kangkung disajikan pada Tabel 2. Tabel ini menunjukkan bahwa pada setiap perlakuan tingkat kerenyahannya berbeda. Tekstur sayuran yang paling renyah adalah pada perlakuan N₅ (dalam setiap L air ditambahkan 75 mL larutan A + 75 mL larutan B). Keadaan seperti ini kemungkinan karena tanaman kangkung hanya diberi pupuk hara makro saja dan dengan dosis yang relatif tinggi (75 mL). Hasil uji organoleptik ini cukup sulit untuk dinyatakan secara konsisten, karena standar kerenyahan masih sangat subyektif (tergantung pada penguji tekstur).

Tabel 2. Hasil uji organoleptik kerenyahan kangkung.

Sampel	Perlakuan					
	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅
1	+++	++	+	++	++	+++
2	++	++++	+	++	+	++
3	+	+++	++	+++	+++	++++
4	+	+	++	++++	+	++++
5	++	++	+	++	++++	++++

Keterangan: + = tidak renyah; ++ = cukup renyah; +++ = renyah; ++++ = renyah sekali.

KESIMPULAN

Pengamatan terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, dan bobot kering menunjukkan bahwa dosis hara yang optimal untuk tanaman kangkung ialah pada perlakuan N₁, yakni: dalam setiap 15 L air ditambahkan 37,5 mL larutan A (NO₃⁻ dan NH₄⁺) + 37,5 mL larutan B (K, P, Mg, Ca) + 2,5 mL larutan mikro (Zn, Mn, B, Fe, Co). Pertumbuhan optimal kangkung erat kaitannya dengan keseimbangan antara hara makro dan mikro yang tersedia.

DAFTAR PUSTAKA

- Dibiyantoro, A.L.H. 1996. *Rampal-rampal tentang Kangkung (Ipomoea aquatica Forsk)*. Lembang-Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Pusat Hortikultura, Balitbang Pertanian.
- Gomez, K.A. dan A.A. Gomez. 1995. *Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian*. Edisi Kedua. Penerjemah: Sjamsuddin, E. dan Y.S. Baharsjah. Jakarta. Universitas Indonesia Press.
- Hambali, G.G. 1981. Segi-segi Biologi Kangkung. *Kongres Hortikultura Nasional I*, Malang 28-30 Desember 1981. LBN LIPI Bogor.
- Heldt, H.W. 1996. *Plant Biochemistry and Molecular Biology*. New York: Oxford University Press.
- Hidema, J., A. Makino, Y. Kurita, T. Mae, and K. Ohjima. 1992. Changes in the level of chlorophyll and light-harvesting chlorophyll a/b protein PS II in rice leaves agent under different irradiances from full expansion through senescence. *Plant Cell Physiology* 33 (8): 1209-1214.
- Indrayanti, E. 1995. *Analisis Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kangkung Darat Hidroponik pada Beberapa Dosis Pupuk Makro dan Frekuensi Pemberian Pupuk Mikro*. [Skripsi]. Yogyakarta: Fakultas Pertanian UGM.
- Marschner, H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Second Edition. New York: Academic Press.
- Noggle, G.R and G.J. Fritz. 1986. *Introduction Plant Physiology*. New York: Macmillan Publishing Co. Inc.
- Rengel, Z. 1999. *Mineral Nutrition of Crops. Fundamental Mechanisms and Implications*. Oxford: An Imprint of The Haworth Press, Inc.
- Salisbury, F.B and C.W. Ross. 1992. *Plant Physiology*. 4th edition. California. Wadsworth Publ. Co.
- Schaffer A.A. 1996. *Photoassimilate Distribution in Plant and Crops*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Soepardi, G. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*. Bogor: IPB.
- Sumaryono, H dan Rismunandar. 1981. *Kunci Bercocok Tanam Sayuran Penting di Indonesia*. Bandung: Sinar Baru.
- Taiz, L and E. Zeiger. 1991. *Plant Physiology*. Tokyo: The Benjamin/Cumming Publishing Company Inc.