

## Kajian Hubungan Populasi Tanaman dengan Neraca Unsur Hara Nitrogen dan Fosfor pada Sistem Vertikultur Sawi Hijau (*Brassica juncea* L) dan Kangkung (*Ipomea reptana*)

I MADE PURNA WIDANA, ANAK AGUNG ISTRI KESUMADEWI\*), DAN  
DESAK NYOMAN KASNIARI

Jurusan/Prodi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Udayana  
Jl. PB. Sudirman Denpasar 80232 Bali  
\*) E-mail: aai-kesumadewi@live.com

### ABSTRACT

**Analysis of Relationship Between Crop Density and The Balancing of Both Soil Nitrogen and Phosphorus in Verticulture System of Mustard Green (*Brassica juncea* L) and Kale (*Ipomea reptana*).** The relationship between crops density and the balancing of both soil nitrogen and phosphorus in verticulture system remained to be important issue. A glasshouse experiment had carried out from October 2014 to March 2015 in order to determine (1) the optimum population density of both mustard greens (*Brassica juncea* L) and kale (*Ipomea reptana*), (2) soil total-N or available-P balance, and (3) the relationships between plants populations and soil nutrients balance. A split plot experiment under complete block design was applied to examine the effect of the main plot (crops type i.e. mustard green and kale) and sub plot (crops population i.e 10, 15, 20,25, and 30 crops per planting container 0,12 m<sup>2</sup> in size). The results showed that no optimal crops population density had achieved. The maximum crops population was 30 for both mustard greens and kale. The soil total-N balance was negative while these was positive for soil available-P balance of P and N negative. A logarithmic relationships was calculated between soil total-N balance with mustard green, while linier patterns were significant for soil-N balance with kale and available-P balance with both mustard greens and kale.

---

*Keywords: crops populations density, soil total-N balance and available-P balance*

### PENDAHULUAN

Sayuran adalah bahan pangan sumber serat, mineral dan vitamin dengan nilai ekonomis cukup baik. Sebagian besar sayuran yang dikonsumsi di Indonesia dihasilkan di daerah dataran tinggi (BPS, 2011). Kajian Kementerian Pertanian pada bulan Maret tahun 2013 menunjukkan,

bahwa konsumsi sayuran di Indonesia adalah sejumlah 40,35 kg/kapita/tahun, sedangkan konsumsi sayuran minimal untuk diet seimbang adalah 73 kg/kapita/tahun (Chada, dkk., 2010). Untuk memenuhi anjuran FAO maka kuantitas kebutuhan sayuran pun semakin bertambah sejalan dengan meningkatnya jumlah penduduk.

Penambahan produksi sayuran kemudian diperlukan yang umumnya dilakukan melalui peningkatan luas tanam dan luas panen. Peningkatan produksi sayuran di Indonesia berkisar antara 7,7-24,2% per tahun yang sebagian besar dicapai dengan perluasan areal tanam dan aplikasi beragam teknik budidaya terutama di daerah dataran tinggi (Taufik, 2012).

Peningkatan produksi sayuran dataran rendah khususnya di daerah urban dan periurban memerlukan pendekatan yang berbeda pada jenis tanaman yang berbeda. Jenis sayuran yang banyak dibudidayakan di dataran rendah adalah kangkung, bayam, dan sawi hijau, sedangkan yang paling digemari adalah kangkung dan sawi hijau. Perluasan areal tanam sayuran sulit dilakukan di daerah dataran rendah antara lain karena keterbatasan luas lahan pertanian, keterbatasan inovasi teknik budidaya, dan modal usahatani yang rendah. Upaya yang perlu dikaji kemudian adalah optimalisasi populasi tanaman dengan mempertimbangkan neraca unsur hara melalui penerapan teknik vertikultur.

Populasi tanaman menentukan kepadatan tanaman dan berhubungan erat dengan hasil tanaman. Berat kering total tanaman akan meningkat bila jumlah populasi tanaman meningkat yang disertai dengan peningkatan indeks luas daun (ILD) (Gardner *et al.*, 1991). Populasi optimal pada tingkat kompetisi terendah perlu ditentukan untuk meningkatkan hasil tanaman. Setiap tanaman memiliki daya kompetisi berbeda tergantung pada kapasitas serta fungsi akar dan daun (Sitompul dan Guritno, 1995). Menurut Isnaini (2006) tanaman bertajuk

lebar memerlukan jarak tanam lebih lebar tetapi tanaman dengan susunan tajuk yang tinggi memerlukan jarak tanam lebih sempit.

Gardner *et al.* (1991) menyatakan, bahwa kepadatan yang tinggi dapat menurunkan hasil tanaman karena penurunan laju fotosintesis dan perkembangan daun. Peningkatan ILD menyebabkan daun di bagian bawah tanaman menerima lebih sedikit cahaya matahari (Hanafi, 2005). Sebaliknya, kepadatan tanaman yang terlalu rendah menyebabkan ruang kosong antar tajuk tanaman (Sugito, 1999). Mimbar (1993) mempublikasikan, bahwa peningkatan dua kali lipat populasi tanaman kacang hijau walet menurunkan berat kering biji per tanaman sebesar 6,6% tetapi meningkatkan hasil panen sebesar 66,2%. Hasil penelitian Rupingah (2001) menunjukkan berat segar panen sawi per tanaman lebih tinggi pada kepadatan 200.000 tanaman/ha tetapi hasil panen tertinggi per satuan luas diperoleh pada populasi 400.000 tanaman/ha.

Neraca unsur hara adalah kesetimbangan unsur hara didalam tanah pada awal tanam dan setelah panen. Penghitungan neraca unsur hara diperlukan untuk memudahkan dalam memperkirakan kebutuhan hara pada penanaman berikutnya sehingga penggunaan pupuk benar-benar efisien (Adiningsih, 2004). Neraca positif unsur hara menunjukkan bahwa tanah tersebut memiliki unsur hara yang melebihi kebutuhan tanaman sehingga tidak memerlukan penambahan pupuk. Sebaliknya, neraca negatif mengindikasikan pemupukan diperlukan pada penanaman periode selanjutnya. Neraca unsur hara menjadi sangat penting pada sistem vertikultur karena

media tanam yang digunakan terbatas. Kecukupan unsur hara pada media tanam tersebut sangat tergantung pada jumlah unsur hara yang tersedia di dalam tanah dan populasi tanaman yang dibudidayakan. Unsur hara yang paling banyak diperlukan oleh tanaman adalah unsur hara makro terutama nitrogen (N) dan fosfor (P).

Publikasi yang berhubungan dengan populasi optimal tanaman sayuran dan neraca unsur hara N dan P pada sistem vertikultur masih terbatas. Tulisan ini mengulas hasil penelitian mengenai hubungan populasi tanaman sayuran bertajuk lebar (sawi hijau) dan bertajuk sempit (kangkung) dengan neraca unsur hara N dan P pada sistem vertikultur. Penelitian dilakukan untuk mengetahui (1) populasi optimal tanaman sayuran sawi hijau dan kangkung, (2) neraca hara N dan P pada beberapa populasi tanaman sayuran sawi hijau dan kangkung, (3) dan hubungan antara populasi tanaman sawi hijau dan kangkung dengan neraca unsur hara N dan P pada dengan sistem vertikultur.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2014 - Maret 2015 di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Jalan Pulau Moyo Denpasar dan Laboratorium Ilmu Tanah dan Lingkungan Fakultas Pertanian Universitas Udayana. Tanah yang digunakan sebagai media tanam memiliki nilai pH yang netral yaitu 7,0; kadar N-total sebesar 0,23 % yang tergolong sedang, dan P-tersedia sebesar 512,625 mg/kg dengan kategori sangat tinggi.

Penelitian dirancang menggunakan rancangan perlakuan petak terpisah dengan 3 kelompok satuan percobaan. Faktor yang diuji pada petak utama adalah dua jenis tanaman (T) yaitu tanaman sawi hijau (Ts) dan tanaman kangkung (Tk), sedangkan faktor tambahan adalah populasi tanaman (P) yang terdiri dari lima populasi tanaman (berikut jarak tanamnya) yaitu: 10 (16 x 7 cm<sup>2</sup>), 15 (12 x 7 cm<sup>2</sup>), 20 (8 x 7 cm<sup>2</sup>), 25 (7 x 7 cm<sup>2</sup>), dan 30 (5 x 7 cm<sup>2</sup>).

Bibit sayuran yang seragam, berumur 2 minggu, dan memiliki 2-4 helai daun ditanam sesuai perlakuan. Setiap populasi tanaman ditanam dalam media tanah pada wadah talang air PVC berbentuk balok dengan ukuran p x l x t : 80 x 15 x 11,7 cm<sup>3</sup>. Masing-masing talang ditempatkan pada kerangka vertikultur berbahan kayu 3 tingkat dengan jarak 0,3 m antar tingkat. Tanaman dipelihara selama 5 minggu dengan parameter yang diukur adalah sebagai berikut. Tinggi tanaman dan jumlah daun yang diukur setiap minggu. Hasil tanaman dalam bentuk berat segar dan berat kering open yang diukur setelah panen. Neraca unsur hara N dan P berdasarkan kadar N-total (makro kjeldahl), P-tersedia (Bray-1) serta serapan N dan P oleh tanaman yang diukur setelah panen.

Populasi optimal tanaman ditentukan berdasarkan populasi tertinggi dengan berat segar panen tertinggi. Neraca unsur hara dihitung berdasarkan selisih kadar N-total tanah pada awal tanam dengan setelah panen serta kadar P-tersedia pada awal tanam dengan setelah panen. Hubungan antara populasi tanaman dengan masing-masing neraca N dan P ditentukan berdasarkan analisis regresi. Data hasil pengamatan

## I MADE PURNA WIDANA. *et al.* Kajian Hubungan Populasi Tanaman dengan Neraca...

dianalisis dengan analisis varian, BNT (beda nyata terkecil), dan regresi. Data dianalisis menggunakan program SPSS versi 20 (IBM Corp., 2011).

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis statistik menunjukkan, interaksi antara jenis tanaman dengan populasi tanaman sayuran berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap parameter jumlah daun

dan neraca P. (Tabel 1). Pengaruh jenis tanaman berbeda nyata ( $p < 0,01$ ;  $p < 0,05$ ) terhadap sebagian besar parameter kecuali serapan P ( $p < 0,05$ ) (Tabel 1). Pengaruh populasi tanaman berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap jumlah daun tanaman, berat segar total, berat kering oven total, dan serapan N. Populasi tanaman berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap variabel tinggi tanaman dan serapan P (Tabel 1).

Tabel 1. Signifikansi Pengaruh Jenis Tanaman (T), Populasi (P) dan Interaksinya (TxP) terhadap Variabel yang diamati

| No                  | Variabel                            | T  | P  | TxP |
|---------------------|-------------------------------------|----|----|-----|
| Pertumbuhan Tanaman |                                     |    |    |     |
| 1                   | Tinggi tanaman (cm)                 | ** | *  | tn  |
| 2                   | Jumlah daun tanaman (helai)         | ** | ** | *   |
| Hasil Tanaman       |                                     |    |    |     |
| 3                   | Berat segar total tanaman (g)       | ** | ** | tn  |
| 4                   | Berat kering oven total tanaman (g) | *  | ** | tn  |
| Neraca N dan P      |                                     |    |    |     |
| 5                   | N-total (%)                         | *  | tn | tn  |
| 6                   | P-tersedia (ppm)                    | *  | tn | tn  |
| 7                   | Serapan N (%)                       | ** | ** | tn  |
| 8                   | Serapan P (ppm)                     | tn | *  | tn  |
| 9                   | Neraca N (%)                        | *  | tn | tn  |
| 10                  | Neraca P (ppm)                      | ** | tn | *   |

Keterangan :

tn = Berbeda tidak nyata ( $p > 0,05$ ), \* = Berbeda nyata ( $p \leq 0,05$ ), \*\* = Berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ )

### Populasi Optimal Tanaman

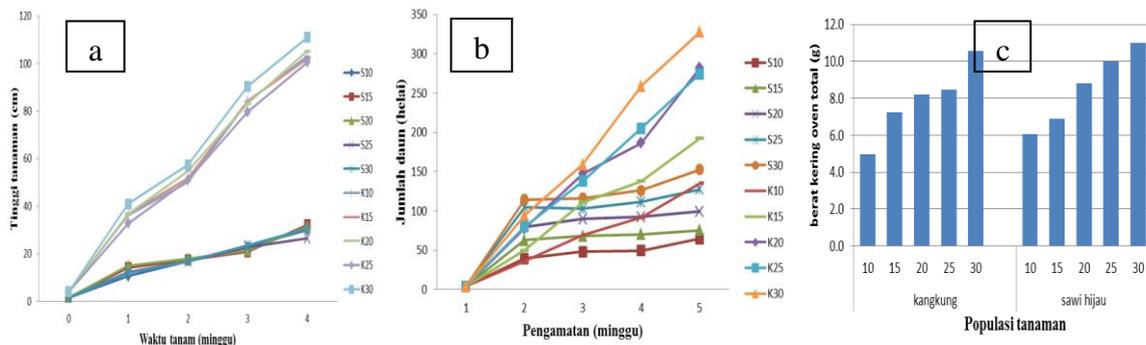
Pada penelitian ini, populasi optimal tanaman ditentukan berdasarkan data pertumbuhan dan hasil tanaman. Pertumbuhan adalah hasil dari beberapa proses metabolisme tumbuhan (Gardner *et al.*, 1991). Menurut Harjadi (1993), pertumbuhan tanaman didefinisikan sebagai pertambahan ukuran yang dapat diketahui

dengan adanya pertambahan panjang, diameter, dan luas bagian tanaman. Hasil tanaman merupakan produk utama yang dihasilkan oleh tanaman.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampai dengan perlakuan populasi sejumlah 30 tanaman, populasi optimal tanaman berdasarkan pertumbuhan dan hasil tanaman belum tercapai (Gambar 1). Pengamatan mingguan terhadap tinggi dan jumlah daun

tanaman menunjukkan terjadinya peningkatan konsisten tinggi dan jumlah daun kangkung dan sawi hijau sampai dengan saat panen. Pertambahan tinggi tanaman relatif sama pada populasi tanaman yang diuji, tetapi peningkatan jumlah daun lebih banyak pada populasi tanaman yang lebih tinggi terutama pada tanaman kangkung. Tanaman kangkung yang bertajuk lebih sempit secara morfologi mampu tumbuh lebih tinggi (Gambar 1a) dan

menghasilkan lebih banyak daun (Gambar 1b) tetapi menghasilkan berat kering oven relatif lebih rendah (Gambar 1c) dibandingkan tanaman sawi hijau yang memiliki tajuk lebih lebar. Hal ini mengindikasikan bahwa tanaman sawi hijau lebih efisien dalam memanfaatkan sinar matahari dan sumberdaya dari tanah untuk menghasilkan berat kering tanaman dibandingkan kangkung.



Keterangan : S : sawi hijau; K : kangkung; 10-30 : populasi tanaman

Gambar 1. Grafik perkembangan tinggi dan jumlah daun tanaman serta berat kering oven tanaman sawi dan kangkung pada setiap perlakuan

Pengaruh populasi tanaman berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap berat kering oven total tanaman. Berat segar panen dan berat kering oven tanaman nyata lebih tinggi pada populasi tanaman yang lebih tinggi (Tabel 2). Hasil penelitian ini sejalan dengan yang dipublikasikan oleh Mimbar (1993) dan Rупingah (2001). Tanaman yang memiliki

berat kering oven total tertinggi terdapat pada populasi 30 yaitu 10,77 g sedangkan tanaman yang memiliki berat kering oven total paling rendah terdapat pada perlakuan dengan populasi 10 yaitu 5,49 g. Berat kering oven total tanaman dengan populasi 30 nyata lebih berat dibandingkan dengan populasi lainnya (Tabel 2).

Tabel 2. Rataan tinggi tanaman, jumlah daun, berat segar total, dan berat kering oven total tanaman pada setiap perlakuan

| Perlakuan            | Tinggi tanaman (cm) | Jumlah Daun (helai) | Berat Segar Total (g) | Berat kering oven total (g) |
|----------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------------|
| Jenis tanaman (T)    |                     |                     |                       |                             |
| Kangkung (Tk)        | 104.56a             | 242.46a             | 72.81b                | 7.89b                       |
| Sawi (Ts)            | 48.93b              | 103.93b             | 121.24a               | 8.9a                        |
| <b>BNT 0,05</b>      | <b>14.27</b>        | <b>10.44</b>        | <b>6.76</b>           | <b>0.55</b>                 |
| Populasi Tanaman (P) |                     |                     |                       |                             |
| P5                   | 113.60a             | 240.33a             | 124.45a               | 10.77a                      |
| P4                   | 67.11b              | 201b                | 120.36a               | 10.13a                      |
| P3                   | 71.68b              | 190.5b              | 89.88b                | 8.04b                       |
| P2                   | 63.48b              | 134.16c             | 87.86b                | 7.53b                       |
| P1                   | 67.86b              | 100d                | 62.6c                 | 5.49c                       |
| <b>BNT 0,05</b>      | <b>22.57</b>        | <b>16.51</b>        | <b>10.68</b>          | <b>0.87</b>                 |

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama secara vertikal menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%.

### Neraca N-total dan P-tersedia

Neraca N-total dan neraca P-tersedia memiliki pola yang berbeda pada sistem vertikutur tanaman kangkung dan sawi hijau. Nilai neraca N-total tanah negatif pada kedua jenis tanaman yang menunjukkan terjadinya kehilangan N melalui serapan oleh tanaman. Kehilangan N lebih tinggi pada tanaman kangkung dan meningkat dengan bertambahnya populasi tanaman (Tabel 3). Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi populasi tanaman, maka kebutuhan unsur hara N semakin bertambah sehingga diperlukan penambahan pupuk N

pada periode tanam berikutnya. Penambahan pupuk N diperlukan karena kecukupan N tanaman berkurang seperti yang dicirikan oleh semakin menurunnya jumlah serapan N oleh tanaman pada populasi tanaman yang lebih tinggi (kecuali pada populasi 20 tanaman). Hara N yang sangat dibutuhkan oleh tanaman, khususnya tanaman sayuran berdaun harus ditambahkan kembali agar pertumbuhan tanaman tidak terganggu (Setyorini dan Hartatik, 2009).

Tabel 3. Rataan N-total, Serapan N, Neraca N, P-Tersedia, Serapan P, dan Neraca P-tersedia pada setiap perlakuan

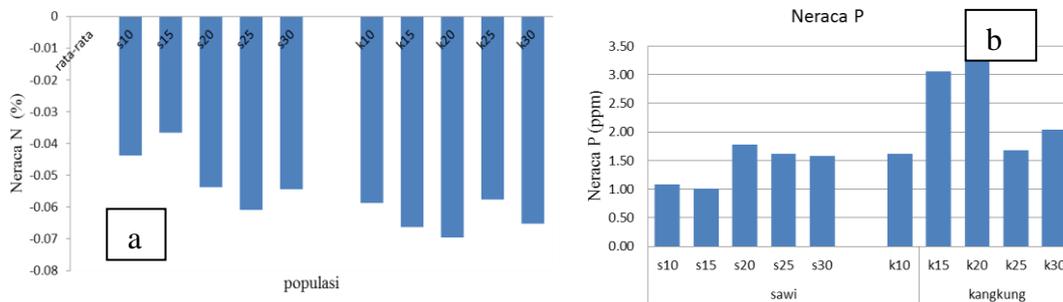
| Perlakuan            | N-total (%) | Serapan N (%) | Neraca N (%) | P-Tersedia (ppm) | Serapan P (ppm) | Neraca P (ppm) |
|----------------------|-------------|---------------|--------------|------------------|-----------------|----------------|
| Jenis Tanaman (T)    |             |               |              |                  |                 |                |
| Sawi (Ts)            | 0.18a       | 1.83b         | -0.51a       | 546.73a          | 0.30a           | 1.41a          |
| Kangkung (Tk)        | 0.16b       | 2.17a         | -0.64b       | 457.59b          | 0.31a           | 2.39a          |
| <b>BNT</b>           | <b>0</b>    | <b>0.11</b>   | <b>0.004</b> | <b>31.11</b>     | <b>0.02</b>     | <b>0.29</b>    |
| Populasi Tanaman (P) |             |               |              |                  |                 |                |
| P5                   | 0.18a       | 1.82a         | -0.62a       | 511.23a          | 0.29b           | 1.80c          |
| P4                   | 0.17b       | 1.69c         | -0.55a       | 520.53a          | 0.26d           | 1.64d          |
| P3                   | 0.15c       | 2.22a         | -0.52a       | 450.54a          | 0.38a           | 2.34a          |
| P2                   | 0.17b       | 1.75b         | -0.60a       | 481.13a          | 0.32a           | 2.23b          |
| P1                   | 0.17b       | 2.54a         | -0.58a       | 547.38a          | 0.26c           | 1.34e          |
| <b>BNT</b>           | <b>0.01</b> | <b>0.18</b>   | <b>0.007</b> | <b>49.2</b>      | <b>0.03</b>     | <b>0.47</b>    |

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama secara vertikal menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pengaruh jenis tanaman berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap P-tersedia tetapi tidak nyata terhadap serapan P oleh tanaman. Kadar P-tersedia lebih tinggi pada tanah yang ditanami sawi hijau tetapi kadar P-tersedia tanah pada akhir percobaan relatif sama untuk semua populasi tanaman (Tabel 3). Hal yang menarik dari penelitian ini adalah peningkatan serapan P pada populasi 15 dan 20 tanaman serta serapan P pada populasi 30 masih lebih tinggi dibandingkan populasi 10. Hal ini, mengindikasikan bahwa pada populasi tanaman yang lebih tinggi terdapat peluang sistem perakaran tanaman memiliki kemampuan untuk memanfaatkan beberapa sumber P yang berbeda di dalam tanah. Akar tanaman dapat menghasilkan asam karbonat melalui proses respirasi. Asam karbonat diketahui memiliki kemampuan untuk melarutkan P yang tidak larut. Selain itu, peningkatan distribusi dan volume akar pada populasi tanaman yang lebih tinggi

menyebabkan akar tanaman dapat mengeksplorasi ion P yang umumnya tidak mobil di dalam tanah. Serapan P tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan dengan jumlah populasi 10 yaitu 0,38% (Tabel 3).

Neraca P memiliki pola berbeda dengan neraca N-total (Gambar 2). Neraca P memiliki nilai positif pada kedua jenis tanaman sayuran maupun tingkatan populasi (Tabel 3; Gambar 2). Berbeda dengan neraca N-total, nilai neraca P pada tanaman kangkung lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman sawi yaitu (Tabel 3; Gambar 2). Hasil penelitian ini menunjukkan, bahwa tanaman kangkung memerlukan lebih banyak unsur hara N dan P tetapi juga memiliki kemampuan lebih tinggi dalam memanfaatkan P di dalam tanah. Sebaliknya, tanaman sawi hijau lebih efisien dalam memanfaatkan unsur hara N dan P untuk menghasilkan biomassa dibandingkan kangkung (Tabel 1-3; Gambar 1-2).



Gambar 2. Grafik Neraca N-total dan Neraca P-tersedia

### Hubungan Populasi Tanaman dengan Neraca Unsur hara N-total dan P-tersedia

Hubungan antara populasi tanaman dengan neraca unsur hara N-total dan P-tersedia diprediksi dengan analisis regresi. Hubungan antara populasi tanaman sawi hijau dengan neraca N bersifat logaritmik dengan persamaan  $Y=0,0046 + \ln 0,018x$  ( $R^2= 0,974^*$ ). Persamaan tersebut berarti bahwa setiap terjadi peningkatan 1 satuan populasi, maka akan terjadi penurunan nilai neraca N sebesar dengan  $\ln 0,018$  (-4,017). Hubungan antara populasi tanaman kangkung dengan neraca N bersifat linier dengan persamaan  $Y= - 0,054 + 0,0006x$  ( $R^2= 1^{**}$ ). Persamaan tersebut menunjukkan, bahwa setiap peningkatan 1 satuan populasi, maka akan terjadi peningkatan neraca N sebesar dengan nilai 0,0006.

Hasil analisis regresi antara populasi tanaman dengan neraca P menunjukkan bahwa hubungan antara populasi tanaman sawi hijau dengan neraca P bersifat linier dengan persamaan nilai  $Y= 0,68 + 0,032x$  ( $R^2= 1^{**}$ ). Persamaan tersebut bermakna untuk setiap peningkatan 1 satuan populasi, maka akan terjadi peningkatan neraca P

sebesar 0,032. Hubungan antara jumlah populasi tanaman kangkung dengan neraca P bersifat linier dengan persamaan  $Y= 2,452 + 0,010x$  ( $R^2 = 1^{**}$ ). Persamaan tersebut berarti bahwa setiap peningkatan 1 satuan populasi, maka akan terjadi peningkatan neraca P sebesar 0,010.

Hal yang perlu dicermati dari hasil analisis regresi tersebut adalah persamaan logaritmik pada tanaman sawi hijau untuk neraca N. Berdasarkan persamaan tersebut akan ditemukan titik balik peningkatan atau penurunan neraca N yang akan menentukan populasi tanaman sawi yang memerlukan penambahan pupuk N pada periode penanaman berikutnya. Persamaan linier menunjukkan pada neraca N mengindikasikan kebutuhan pupuk N meningkat pada peningkatan populasi tanaman, sedangkan persamaan linier untuk neraca P menunjukkan kemampuan tanaman untuk meningkatkan serapan P pada populasi tanaman yang lebih tinggi.

### SIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah sampai dengan populasi

tanaman kangkung dan sawi hijau masing-masing sebesar 30 tanaman per 0,12 m<sup>2</sup> (setara dengan 83.000 tanaman/ha) berdasarkan pertumbuhan dan hasil tanaman. Akan tetapi, peningkatan populasi tanaman menyebabkan nilai neraca N-total menjadi negatif sedangkan neraca P-tersedia menjadi positif. Oleh karena itu, penambahan pupuk N pada periode tanam berikutnya diperlukan untuk tanaman sawi hijau dan kangkung yang ditanam pada tanah dengan kadar N-total tergolong sedang dan P-tersedia tergolong tinggi dengan sistem vertikultur. Hubungan antara neraca N-total dengan tanaman sawi hijau bersifat logaritmik, sedangkan antara neraca N-total dengan populasi tanaman kangkung adalah linier negatif, serta neraca P-tersedia dengan populasi tanaman sawi hijau dan kangkung adalah linier.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adiningsih, S, 2004 "Dinamika Hara dalam Tanah dan Mekanisme Serapan Hara dalam Kaitannya dengan sifat-sifat Tanah dan Aplikasi Pupuk", Lembaga Pupuk Indonesia dan Asosiasi Produsen Pupuk Indonesia.
- Alfoeldi, T., F. Andreas, G. Uwe, K. Lukas, N. Urs, P. Lukas, S. Matthias, and W. Olga. 2002. Organic agriculture and the environment. In El-hage Scialabba, Nadia, and Caroline, Hattam (Eds.). Organic Agriculture, Environment and Food Security, Food and Agriculture Organization of the United Nation (FAO), Rome, chapter 2.
- Badan Pusat Statistik, 2011. Statistik Pertanian, Badan Pusat Statistik, Jakarta, Indonesia.
- Chadha, M.L. Ray-yu Yang, Satish K. Sain, C. Triveni, Roohani Pal, M. Ravishankar and T.R. Ghai. 2010. Home gardens: an intervention for improved health and nutrition in selected states of India. *Proceeding of 28th International Horticultural Congress. Lisboa*: 22-27.
- Gardner FP, Pearce RB, and Mitchell RL. 1991. *Physiology of Crop Plants*. Diterjemahkan oleh H.Susilo. Jakarta. Universitas Indonesia Press.
- Hanafi, M. Arief. 2005. Pengaruh Kerapatan Tanam Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tiga Kultivar Jagung (*Zea mays* L) Untuk Produksi Jagung Semi. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang. h. 6-9.
- Harjadi, M.M.S.S., 1993, Pengantar Agronomi, Gramedia Pustaka Umum, Jakarta.
- IBM Corp. Released 2011. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Isnaini, UM. 2006. Pengaruh Pengaturan Tanaman Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tiga Varietas Tanaman Bawang Merah (*Allium cepa* L var. *ascalonicum*). Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang. h. 10-11.
- Mimbar, S. M. 1993. Pengaruh jarak tanam, jumlah tanaman / rumpun dan kerapatan populasi pada pertumbuhan dan hasil kacang hijau merak. *Agrivita* 13 (1) : 26 – 30.
- Mulatsih. R.T., W. Slamet, dan F. Kusmiyati. 2005. *Perbaikan Kualitas dan Perancangan Alat Pembibitan Sayuran dengan Teknik Vertikultur*. Laporan Akhir Pelaksanaan Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat Program Vucer. Fakultas Peternakan. UNDIP. Semarang.

**I MADE PURNA WIDANA. *et al.* Kajian Hubungan Populasi Tanaman dengan Neraca...**

Setyorini, D. dan W. Hartatik. 2009. Neraca Hara N, P, K Pada Beberapa Pola Tumpangsari Sayuran Organik

Sugito, Y. 1999. Ekologi Tanaman. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang. 1-127 h.

Taufik, M. 2012. Strategi Pengembangan Agribisnis Sayuran di Sulawesi Selatan. Jurnal Litbang Pertanian, 31(2), 2012.