

Analisis Pertumbuhan Tanaman Sawi Caisim (*Brassica juncea* L) Akibat Pemberian Dosis Dan Cara Aplikasi Pupuk Urea

Growth Of Caisim Mustard Plant (*Brassica Juncea* L) Due To The Dosage And Application Method Of Urea Fertilizer

Dwi Radita Indayani^{1*}, Mahayu Woro Lestari¹ dan Indiyah Murwani²

¹Departemen Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Malang
Jl. MT. Haryono No. 193 Malang 65144, Jawa Timur, Indonesia

*Korespondensi : (dwirradithaindayani@gmail.com)

ABSTRACT

*Mustard caisim (*Brassica juncea* L) is one of the horticultural crop commodities from a type of vegetable that is used for its young leaves, as vegetable food and has various benefits and uses. In everyday people's lives. Apart from being used as a food ingredient, mustard greens can also be used for treatment to obtain good plant growth results. Research requires proper dosing and application methods. This study aims to determine the interaction of fertilizer dosing and how to apply urea fertilizer on the growth and yield of mustard plants. The research design was prepared using a randomized block design with control, the study consisted of two factorials which were presented as follows: Control, A₁D₁ : doubled + 50kg/ha urea fertilizer dose, A₁D₂: doubled + 100kg/ha urea fertilizer dose, A₁D₃: doubled + urea fertilizer dose 150kg/ha, A₂D₁: leaked+ a dose of 50kg/ha urea, A₂D₂: leaked+ a dose of 100kg/ha urea, A₂D₃: leaked+ a dose of 150kg/ha urea. The results of this study showed that the combination of dosing and application of urea fertilizer gave good results on several plant parameters such as plant fresh weight of 51.30 g with an optimum dose of 100 kg/ha by leaking application and plant fresh weight of 43.02 g with The optimum dose is 130 kg/ha by single application*

Keywords: caisim mustard, growth and yield, dosage and application method of urea fertilizer

ABSTRAK

Sawi caisim (*Brassica juncea* L) merupakan salah satu komoditas tanaman hortikultura dari jenis sayuran yang dimanfaatkan daunnya yang masih muda, Sebagai makanan sayuran dan memiliki macam-macam manfaat serta kegunaan. Dalam kehidupan masyarakat sehari-hari. sawi selain dimanfaatkan sebagai bahan makanan, sayuran sawi juga dapat dimanfaatkan untuk pengobatan untuk mendapatkan hasil pertumbuhan tanaman yang baik penelitian di perlukan adanya pemberian dosis dan cara aplikasi yang tepat. penelitian ini bertujuan untuk mengetahui interaksi pemberian dosis pupuk dan cara pengaplikasian pupuk urea

pada pertumbuhan dan hasil tanaman sawi. Rancangan penelitian disusun dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan control, penelitian terdiri dari dua faktorial yang disajikan sebagai berikut: Kontrol, A₁D₁: ditugal + dosis pupuk urea 50kg/ha, A₁D₂: ditugal + dosis pupuk urea 100kg/ha, A₁D₃: ditugal + dosis pupuk urea 150kg/ha, A₂D₁: dikocor + dosis pupuk urea 50kg/ha, A₂D₂: dikocor + dosis pupuk urea 100kg/ha, A₂D₃: dikocor + dosis pupuk urea 150kg/ha. Hasil dari penelitian ini bahwa kombinasi antar pemberian dosis dan cara aplikasi pupuk urea memberikan hasil yang baik pada beberapa parameter tanaman seperti bobot segar tanaman sebesar 51,30g dengan dosis optimum sebesar 100kg/ha dengan cara aplikasi dikocorkan dan bobot segar tanaman sebesar 43,02g dengan dosis optimum sebesar 130kg/ha dengan cara aplikasi ditugalkan

Kata kunci : sawi caisim, pertumbuhan dan hasil, dosis dan cara aplikasi pupuk urea.

PENDAHULUAN

Sawi caisim (*Brassica juncea* L) merupakan salah satu komoditas tanaman hortikultura dari jenis sayuran. yang dimanfaatkan daunnya yang masih muda, Sebagai sayuran, caisim mengandung berbagai khasiat bagi kesehatan. Kandungan yang terdapat pada caisim adalah protein, lemak, karbohidrat, Ca, P, Fe, Vitamin A, Vitamin B, dan Vitamin C. Menurut Margiyanto (2008)

Berdasarkan analisis data Badan Pusat Statistik (2021), nilai total produksi dan luas panen tanaman sawi di Indonesia mencapai 635.982 ton dengan luas panen 61.047 hektar pada 2018, dan 652.723 ton dengan luas panen 60.871 hektar pada 2019. Pada tahun 2020, total panen mencapai 667.473 ton dengan luas panen 63.464 hektar. Produktivitas sayuran sawi meningkat dari 10,28 ton/ha pada tahun 2018 menjadi 10,72 ton/ha pada tahun 2019, namun kembali menurun menjadi 10,52 ton/ha pada tahun 2020.

Menurut penelitian Pratiwi (2008) bahwa pemberian pupuk anorganik yang mengandung nitrogen seperti urea dapat menaikkan produksi tanaman. Hal ini dikarenakan bahwa nitrogen berperan penting dalam pembentukan dan pertumbuhan pada bagian vegetative tanaman. Data hasil analisis tanah, tanah percobaan memiliki kandungan 0,18 nitrogen dengan kriteria rendah. Pertumbuhan yang baik, tidak hanya penting diketahui cara penggunaan pupuk, jenis pupuk dan waktu pemupukan yang tepat, tetapi juga penting diketahui dosis pemupukan agar dicapai produksi tanaman yang maksimal. Salah satu sumber nitrogen yang banyak

digunakan adalah urea dengan kandungan 45 - 46% N, sehingga baik untuk proses pertumbuhan tanaman sawi caisim khususnya tanaman yang dipanen daunnya.

Beberapa hal yang harus diperhatikan agar pemupukan efisien dan tepat sasaran adalah meliputi penentuan jenis pupuk, dosis pupuk, metode pemupukan, waktu dan frekuensi pemupukan serta pengawasan mutu pupuk. Tanaman sawi memerlukan hara untuk pertumbuhannya sehingga hasil sawi sesuai yang diharapkan. Pemupukan dilakukan pada tanaman sawi adalah pupuk kandang sebanyak 10 ton/ha, SP-36 100 Kg/Ha, dan KcI 75 Kg/Ha sebagai pupuk dasar dan Urea diberikan sebanyak 150 Kg/ha pada lahan yang subur. (Anonim, 2005).

Selain harus mengetahui jenis-jenis pupuk dan proses penyerapan pupuk, kita juga harus tahu bagaimana cara mengaplikasikan pupuk pada tanaman yang dibudidayakan sehingga proses tersebut menjadi lebih efektif dan efisien salah satunya yaitu memupukan dengan cara di tugal. Hal ini diduga karena teknik pemberian pupuk secara tugal dapat menghindari terjadinya kehilangan hara baik oleh pencucian ataupun penguapan (volatilisasi) sehingga hara yang ditambahkan dari pupuk secara optimal dapat diserap oleh tanaman. Nitrogen dikenal sangat mobil di dalam tanah, sangat mudah berubah bentuk dari yang tersedia menjadi tidak tersedia untuk tanaman serta sebaliknya. Umumnya hara nitrogen diserap tanaman dalam bentuk ion NO_3^- dan NH_4^+ (Winarso, 2005).

BAHAN DAN METODE

Pelaksanaan penelitian bertempat di jalan pulau mas III, Wringin Anom, Kepuharjo, Karangploso, Malang, Jawa Timur. Ketinggian daerah tersebut ± 500 mdpl, suhu rata – rata $18-30^{\circ}\text{C}$. curah hujan 1000 mm. dan dianalisis di laboratorium Universitas Muhammadiyah Malang. Penelitian ini dilakukan di bulan April hingga Juni 2022 mulai dari persiapan sampai pengambilan data selesai.

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain : cangkul, meteran, gembor, penggaris, timbangan oven dan alat tulis. Bahan yang digunakan adalah benih tanaman Sawi caisim, pupuk urea, dan amplop

Penelitian ini merupakan percobaan pot, dengan penempatan unit perlakuan pada petak percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial dengan kontrol yang terdiri dari 2 faktor. Faktor pertama : cara aplikasi pupuk urea

yang terdiri dari 2 level A_1 (ditugal), A_2 (dikocor), Faktor kedua dosis pupuk urea yang terdiri dari 3 level: $D_1 = 50\text{kg/ha}^{-1}$, $D_2 = 100\text{kg/ha}^{-1}$, $D_3 = 150\text{kg/ha}^{-1}$. Dari kedua faktor tersebut diperoleh 7 kombinasi perlakuan yang selanjutnya diulang 3 kali dan ditambah 1 kontrol yaitu perlakuan tanpa diberi pupuk urea, sehingga jumlah satuan perlakuan terdapat 36 unit. Dari setiap kombinasi perlakuan terdapat 3 tanaman sampel.

Pengukuran variabel pertumbuhan tanaman meliputi : tinggi tanaman (cm) dan jumlah daun, Pengamatan variabel hasil meliputi : berat segar tanaman (g), berat kering tanaman (g), berat segar daun (g) dan berat kering daun per tanaman.

Data yang dikumpulkan dianalisis dengan analisis menggunakan (ANOVA) dengan taraf 5%. Jika terdapat pengaruh yang nyata maka dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5 %. Analisis regresi digunakan untuk mengetahui dosis optimum pada pupuk urea.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Cara Aplikasi Dan Dosis Pupuk Urea Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Caisim .

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara cara aplikasi dan dosis pupuk urea terhadap tinggi tanaman (Tabel 1). Pada perlakuan A_2D_2 (dikocor + dosis pupuk urea 100kg/ha) menunjukkan hasil tertinggi yang konsisten pada umur 21 sampai 35 HST, dengan nilai berturut – turut 15,78; 19,67; 26,33.

Tabel 1. Rata – rata tinggi tanaman sawi caisim akibat pemberian dosis dan cara pengaplikasian pupuk urea.

PERLAKUAN	TINGGI TANAMAN (HST)		
	21	28	35
KONTROL	7.83	15.11	20.67
A_1D_1	9.28b	15.33a	23.22b*
A_1D_2	8.72a	18.11b*	23.44b*
A_1D_3	8.33a	19.22c*	24.78c*
A_2D_1	10,89c*	19.11c*	21.78a*
A_2D_2	15,78d*	19.67d*	26,33d*
A_2D_3	8.39a	19.11c*	23,44b*
BNJ 5 %	1,74	0.38	0,29

Keterangan : angka – angka yang diikuti huruf pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ 5% dan uji DMRT $\alpha = 5\%$ HST = hari setelah tanam, * = nyata, TN = tidak nyata.

Hal ini sejalan dengan pendapat (Erawan, D. Wandu, O. Y dan Andi, B. 2013) unsur N berfungsi dalam pertumbuhan vegetatif tanaman, nitrogen merupakan unsur hara esensial untuk pembelahan dan perpanjangan sel, sehingga N merupakan penyusun protoplasma yang banyak terdapat dalam jaringan seperti titik tumbuh.

Tabel 2. Rata – rata jumlah daun sawi caisim akibat pemberian dosis dan cara pengaplikasian pupuk urea

PERLAKUAN	JUMLAH DAUN (HELAI)		
	21	28	35
KONTROL	3.44	5.00	6.89
A ₁ D ₁	4.00a	5,44ab	8.22b*
A ₁ D ₂	4.00a	5,11a	7.00a
A ₁ D ₃	5.89b*	5.11a	8.22b*
A ₂ D ₁	3.67a	6.33b*	7.44ab
A ₂ D ₂	7.22c*	7.22c*	8,33b*
A ₂ D ₃	4.11a	7.00bc*	7.44ab
BNJ 5 %	1.13	0,99	0,66

Keterangan : angka – angka yang diikuti huruf pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ 5% dan uji DMRT a = 5% HST = hari setelah tanam, * = nyata, TN = tidak nyata.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara cara aplikasi dan dosis pupuk urea terhadap tinggi tanaman (Tabel 2). Pada perlakuan A₂D₂ (dikocor + dosis pupu urea 100kg/ha) menunjukkan hasil tertinggi yang konsisten pada umur 21 sampai 35 HST.

Daun merupakan organ penting dalam berlangsungnya fotosintesis yang nanti hasilnya akan disalurkan keseluruh tubuh tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangannya daun tumbuh pada ruas batang,dimana semakin tinggi tanaman maka jumlah daunpada suatu tanaman semakin bertambah. hal ini sejalan dengan pendapat Novizan (2002) bahwa unsur hara yang dikandung dalam pupuk urea sangat besar kegunaannya bagi tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan, antara lain: (1) membuat tanaman lebih hijau segar dan banyak mengandung butir hijau daun (*Chlorophyl*) yang mempunyai peranan dalam proses fotosintesis, (2) mempercepat pertumbuhan tanaman (tinggi, jumlah daun, anakan, cabang dan lain-lain), (3) menambah kandungan protein tanaman, (4) dapat dipakai untuk semua jenis tanaman baik tanaman pangan, hortikultura, tanaman perkebunan, usaha peternakan dan usaha perikanan

Pengaruh cara aplikasi dan pemberian dosis pupuk urea terhadap hasil tanaman sawi caisim.

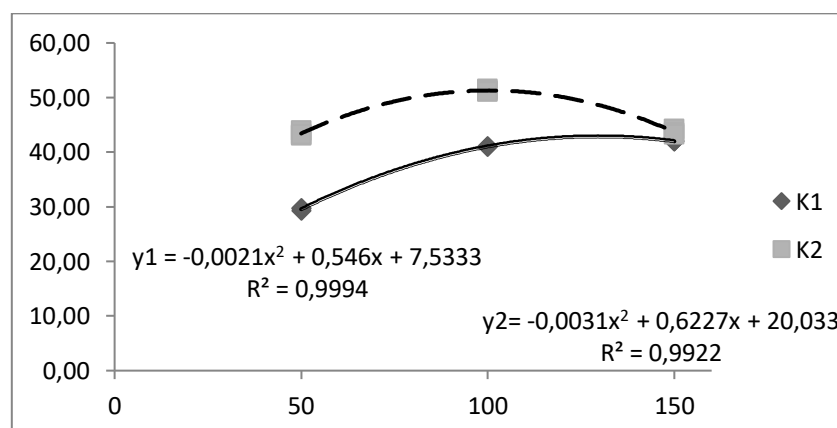
Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh interaksi antara perlakuan cara aplikasi dan pemberian dosis pupuk urea. Perlakuan A₂D₂ (dikocor + dosis 100kg/ha pupuk urea) memberikan respon yang baik terhadap parameter bobot segar tanaman dengan rata – rata 6,20; 25,61;51,30. Hal ini disebabkan kandungan air dan unsur hara yang terdapat pada daun cukup optimal sehingga mengakibatkan bobot segar tanaman tertinggi. Hal ini sejalan dengan pendapat Lahadassy *et.,al.* (2007).

Tabel 3. Rata – rata bobot segar tanaman sawi caisim akibat pemberian dosis dan cara pengaplikasian pupuk urea

PERLAKUAN	BOBOT SEGAR TANAMAN		
	21	28	35
KONTROL	3,78	16,73	34,43
A ₁ D ₁	5,19ab	20,52a*	29,51a
A ₁ D ₂	5,12ab	21,02b*	41,07b*
A ₁ D ₃	5,17ab*	21,46c*	42,03c*
A ₂ D ₁	4,44a	24,63d*	43,42d*
A ₂ D ₂	6,20b*	25,61e*	51,30e*
A ₂ D ₃	4,82ab	21,37c*	43,68d*
BNJ 5 %	1,58	0,23	0,80

Keterangan : angka – angka yang diikuti huruf pada kolom yang sama menunjukan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ 5% dan uji DMRT a = 5% HST = hari setelah tanam, * = nyata, TN = tidak nyata

Gambar 1. Menunjukan hasil persamaan regresi pada bobot segar



Gambar 1. Menunjukan hasil persamaan regresi pada bobot segar tanaman pada umur 35 HST berpola kuadratik, semakin tinggi pemberian dosis pupuk urea hingga tingkat tertentu maka bobot segar tanaman menurun. Pada Gambar 1. Menunjukan bahwa $y_1 = -0,0021x^2 + 0,546x$ dengan nilai $R^2 = 0,9994$ didapat dosis

optimum (x) 130kg/ha sedangkan pada $y^2 = -0,0031x^2 + 0.622x$ dengan nilai $R^2 = 0,9922$ didapat dosis optimum (x) 100 kg/ha

Tabel 4. Rata – rata bobot kering tanaman sawi caisim akibat pemberian dosis dan cara pengaplikasian pupuk urea

PERLAKUAN	BOBOT KERING TANAMAN		
	21	28	35
KONTROL	0.50	1.30	2.39
A ₁ D ₁	0.60b*	3.10ab*	3.82c*
A ₁ D ₂	0.51a	3.22ab*	3,32a
A ₁ D ₃	0.56ab	3,68b*	4,53d*
A ₂ D ₁	0.56ab	3,63b*	3.33b
A ₂ D ₂	0.62b*	2,71ab*	6,39f*
A ₂ D ₃	0.81c*	2,28a*	6.36e*
BNJ 5 %	0.09	1,07	0,09

Keterangan : angka – angka yang diikuti huruf pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ 5% dan uji DMRT a = 5% HST = hari setelah tanam, * = nyata, TN = tidak nyata

Hasil analisis BNJ 5% menunjukkan respon yang baik pada umur 21 hst pada perlakuan A₂D₃ (dikocor + dosis pupuk 150kg/ha). Pada umur 35 hst, menunjukkan respon yang baik pada perlakuan A₁D₃ (ditugal + dosis pupuk 150kg/ha). Perlakuan A₂D₂ (dikocor + dosis pupuk 100kg/ha). Bobot kering akar sangat tergantung pada volume akar dan jumlah akar tanaman itu sendiri, sehingga banyak tidaknya volume dan jumlah akar berpengaruh bayak terhadap Bobot kering akar terpengaruh juga. Pertumbuhan tanaman paling sedikit 90 persen bahan kering tanaman adalah hasil fotosintesis. Biomassa juga memberikan suatu dasar yang mudah bagi tanaman terutama mengukur kemampuan tanaman sebagai penghasil fotosintesis

Tabel 5. Rata – rata bobot segar daun sawi caisim akibat pemberian dosis dan cara pengaplikasian pupuk urea

PERLAKUAN	BOBOT SEGAR DAUN		
	21	28	35
KONTROL	1,97	5,38	17,07
A ₁ D ₁	4,31ab*	11,59d*	20,18c*
A ₁ D ₂	2,41a	11,06c*	18,06a
A ₁ D ₃	5,26ab*	9,17b*	25,10d*
A ₂ D ₁	4,10ab	13,46e*	18,50b*
A ₂ D ₂	6,26b*	14,42f*	31,12e*
A ₂ D ₃	4,19ab*	5,64a	20,48c*
BNJ 5 %	2,55	0,37	0,36

Keterangan : angka – angka yang diikuti huruf pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ 5% dan uji DMRT a = 5% HST = hari setelah tanam, * = nyata, TN = tidak nyata

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh interaksi antara perlakuan cara aplikasi dan pemberian dosis pupuk urea. Perlakuan A₂D₂ (dikocor + dosis 100kg/ha pupuk urea) memberikan respon yang baik terhadap parameter bobot segar daun. Bobot segar daun merupakan salah satu parameter yang sering digunakan untuk mempelajari pertumbuhan tanaman. Bobot segar daun adalah bobot tanaman setelah dipanen sebelum tanaman tersebut layu dan kehilangan air, selain itu bobot segar tajuk merupakan total bobot tanaman tanpa akar yang menunjukkan hasil aktivitas metabolik tanaman itu sendiri (Salisbury dan Ross, 1995).

Tabel 6. Rata – rata bobot kering daun sawi caisim akibat pemberian dosis dan cara pengaplikasian pupuk urea

PERLAKUAN	BOBOT KERING DAUN		
	21	28	35
KONTROL	0.31	0.82	2.21
A ₁ D ₁	0.40ab	1.46b	2,60a
A ₁ D ₂	0.33a	2.09b	2.37b*
A ₁ D ₃	0.34a	2.59ab	3.44b*
A ₂ D ₁	0.32a	3,44b*	2.29a
A ₂ D ₂	0.38ab	2,48ab*	4,89c*
A ₂ D ₃	0.51b*	1.32a	2.27a
BNJ 5 %	0,17	2,12	0,17

Keterangan : angka – angka yang diikuti huruf pada kolom yang sama menunjukan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ 5% dan uji DMRT a = 5% HST = hari setelah tanam, * = nyata, TN = tidak nyata

Hasil BNJ 5%, pada umur 21 tidak menunjukan adanya interaksi pada antar perlakuan dan rata – rata tertinggi didapatkan pada perlakuan A₂D₃ dengan rata – rata 0.51%. pada umur 28 hst, perlakuan A₂D₁ (dikocor + dosis pupuk 50kg/ha (0,05 g/ tanaman) menunjukan respon yang baik,namun perlakuan A₂D₁ tidak berbeda nyata dengan perlakuan A₁D₁, A₁D₂, A₁D₃ dan A₂D₁. Pada umur 35 hst perlakuan A₂D₂ (dikocor + dosis pupuk 100 kg/ha (0,10 g/tanaman) menunjukan respon yang baik dengan rata – rata 4,89c. Bobot kering daun menunjukkan jumlah biomassa yang dapat diserap oleh tanaman. Bobot kering daun merupakan hasil penimbunan hasil bersih asimilasi CO₂ yang dilakukan selama pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Pada pertumbuhan tanaman itu sendiri dapat dianggap sebagai suatu peningkatan Bobot segar dan penimbunan bahan kering. Jadi semakin baik pertumbuhan tanaman maka Bobot kering juga semakin meningkat. Perbedaan hasil bobot kering daun selain dipengaruhi oleh bobot segar daun, dipengaruhi juga oleh

jumlah daun karena daun merupakan tempat akumulasi hasil fotosintat tanaman. Adanya peningkatan proses fotosintesis akan meningkatkan pula hasil fotosintesis berupa senyawa- senyawa organik yang akan ditranslokasikan ke seluruh organ tanaman dan berpengaruh terhadap Bobot kering tanaman (Nurdin , 2011).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kombinasi antar pemberian dosis dan cara aplikasi pupuk urea memberikan hasil yang baik pada beberapa parameter tanaman seperti bobot segar tanaman sebesar 51,30g dengan dosis optimum sebesar 100kg/ ha dengan cara aplikasi dikocorkan dan bobot segar tanaman sebesar 43,02g dengan dosis optimum sebesar 130kg/ha dengan cara aplikasi ditugalkan. Dari hasil penelitian menyarankan bahwa para petani sawi caisim agar memberikan dosis pemupukan 100kg/ha dengan cara aplikasi di kocorkan ke tanaman untuk mendapatkan pertumbuhan dan hasil tanaman sawi caisim yang baik dan optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada program studi Agroteknologi yang telah memfasilitasi analisis tanaman dalam penelitian ini serta semua pihak yang turut membantu pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim.2005. Teknologi Produksi Sayuran sawi. [http://jakarta.litbang.deptan.go.id/ind/index.php?.\[12](http://jakarta.litbang.deptan.go.id/ind/index.php?.[12) april 2012].
- Erawan. D, Y. Wa Ode dan Bahrin. 2013. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman sawi caisim (*Brassica juncea*, L.) pada Berbagai Dosis Pupuk Urea, Jurnal Agroteknos, 3 (1) : 19-25.
- Lahadassy. J. 2007. Pengaruh Dosis Pupuk Organik Padat Daun Gamal Terhadap Tanaman sawi caisim. Jurnal Agrisistem, Vol.3 (2), Desember 2007.
- Margiyanto E., 2008. Budidaya tanaman sawi caisim. Bantul : Cahaya Tani.
- Nurdin. 2011. penggunaan lahan kering di das limboto provinsi gorontalo untuk pertanian berkelanjutan. jurnal litbang pertanian 30(3): 98 –107.
- Novizan. 2002. Pupuk pemupukan yang efektif. agromedia. jakarta.
- Pratiwi, R. S. 2008. Uji Efektivitas Pupuk Anorganik pada Sawi (*Brasiica juncea* L.). Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan.

Salisbury,F.B dan C. W. Ross. 1995. Fisiologi Tumbuhan. Jilid 1 Edisi IV. ITB, Bandung.

Winarso, S. 2005. Kesuburan Tanah ; Dasar-dasar kesehatan dan kualitas tanah. Gava Media. Jogjakarta