RESPON PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN KAILAN TERHADAP PUPUK UREA DAN BAKTERI FOTOSINTESIS

Victor Bintang Panunggul[1)]
[1)]Program Studi Agribisnis, Universitas Perwira Purbalingga
Email: victorbintang92@gmail.com

ABSTRAK

Kailan bergizi tinggi, memiliki prospek bagus dan disukai masyarakat. Produksi kailan semakin berkurang sehingga diperlukan upaya untuk meningkatkan produksinya, di antaranya adalah dengan pemupukan. Pemanfaatan pupuk anorganik berperan untuk membantu proses budidaya tanaman, namun perlu diimbangi dengan senyawa organik untuk menjaga kesehatan tanah. Air limbah kolam ikan selama ini belum dimanfaatkan padahal masih memiliki peluang untuk diolah menjadi pupuk dalam bentuk bakteri fotosintesis. Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji pengaruh pupuk urea dan bakteri fotosintesis terhadap komponen pertumbuhan dan produksi tanaman kailan. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial. Faktor pertama adalah pupuk urea dan faktor kedua adalah dosis bakteri fotosintesis. Faktor pertama terdiri dari R0= kontrol; R1= 5 g/polibag dan R2= 10 g/polibag. Faktor kedua terdiri dari B0 = 0 ml; B1 =10 ml / 2 liter per polibag dan B2 = 20 ml/2 l per polibag. Setiap perlakuan diulang tiga kali. Interaksi antara perlakuan urea dan bakteri fotosintesis menunjukkan pengaruh yang nyata hanya pada tinggi tanaman kailan. Tanaman kailan paling tinggi diperoleh pada interaksi perlakuan R2B1 dan R2B2, yaitu 20,14 dan 19,53. Tanaman kailan paling rendah terdapat pada perlakuan R0B1 dan R1B1 yaitu sebesar 17,46 dan 17,26. Aplikasi pupuk urea tidak berpengaruh nyata pada variabel pertumbuhan dan produksi tanaman kailan. Aplikasi bakteri fotosintesis berbeda nyata terhadap parameter jumlah daun dan luas daun serta bobot segar akar tanaman kailan. Aplikasi bakteri fotosintesis B2 (20 ml) memberikan jumlah daun, luas daun dan bobot segar akar yang lebih besar dibanding kontrol.

Kata kunci : bakteri, fotosintesis, kailan, urea

ABSTRACT

Kailan is highly nutritious, has good prospects and is liked by the community. Kailan production is decreasing so efforts are needed to increase its production, one of which is by fertilizing. The use of inorganic fertilizers plays a role in helping the process of cultivating plants, but it needs to be balanced with organic compounds to maintain soil health. So far, fish pond wastewater has not been utilized even though it still has the opportunity to be processed into fertilizer in the form of photosynthetic bacteria. The purpose of this study was to examine the effect of urea fertilizer and photosynthetic bacteria on the growth and production components of cauliflower. The experimental design used was a factorial randomized block design (RBD). The

first factor is urea fertilizer and the second factor is the dose of photosynthetic bacteria. The first factor consists of R0 = control; R1 = 5 g/polybag and R2 = 10 g/polybag. The second factor consists of B0 = 0 ml; B1 = 10 ml / 2 liters per poly bag and B2 = 20 ml / 2 l per poly bag. Each treatment was repeated three times. The interaction between urea and photosynthetic bacteria showed a significant effect only on kailan plant height. The highest kailan plants were obtained in the interaction of the R2B1 and R2B2 treatments, namely 20.14 and 19.53. The lowest kailan plants were found in the R0B1 and R1B1 treatments, namely 17.46 and 17.26. The application of urea fertilizer had no significant effect on the growth and yield of cauliflower. The application of photosynthetic bacteria significantly differed on the parameters of the number of leaves and leaf area as well as fresh weight of roots of cauliflower. The application of photosynthetic bacteria B2 (20 ml) gave a greater number of leaves, leaf area and root fresh weight than the control.

Keywords : photosynthetic, bacteria, kailan, urea

PENDAHULUAN

Kailan (*Brassica oleracea* var. *alboglabra* L.) merupakan jenis tanaman sayuran musiman berumur pendek yang satu famili dengan sayuran sawi hijau. Berdasarkan bentuk daunnya, kailan dapat dibedakan atas kailan berdaun halus dan berdaun keriting (Naiborhu *et al*., 2021). Kailan memiliki berbagai kandungan gizi seperti vitamin A, vitamin C, thiamin, kapur, dan karotenoid sebagai sumber gizi (Hirani and Li, 2021). Kailan bahkan dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengobatan seperti penurun tekanan darah pada penderita hipertensi (Nafiastuti dan Safitri, 2018).

Dengan semakin berkembangnya wisata kuliner, maka kailan juga semakin disukai masyarakat. Sayuran ini memiliki prospek yang bagus karena nilai ekonomisnya yang tinggi (Gabriel & Shafri, 2022). Produksi kailan pada 2014 sebesar 1.435.833 ton. Pada tahun 2015 terdapat peningkatan produksi kailan sebesar 73.94 ton. Tahun 2016 juga meningkat 70.694 ton. Pada tahun 2017 produksi kailan mengalami penurunan sebesar 105.378 ton (Badan Pusat Statistik, 2018). Salah satu upaya meningkatkan produksi kailan adalah dengan memperbaiki sistem budidayanya, di antaranya melalui pemupukan.

Sayuran yang dipanen daunnya atau dipanen saat masa vegetatif banyak memerlukan unsur nitrogen. Nitrogen dapat diperoleh dari pemberian pupuk urea atau dengan bantuan bakteri fotosintesis. Urea merupakan pupuk buatan dengan rumus kimia $CO(NH_2)_2$ yang tergolong jenis pupuk tunggal (Ritonga & Nasution, 2019). Nitrogen berperan penting dalam semua proses metabolisme tanaman (Kumar *et al*., 2020; Zuo *et al*., 2015).

Air limbah kolam ikan selama ini yang kurang dimanfaatkan. Teknologi pengolahan air limbah dengan metode anaerobik dan aerobik dapat mengubah air limbah menjadi produk yang bermanfaat (Puyol *et al*., 2017). Air limbah kolam ikan dapat dikelola menjadi bakteri fotosintetik (Lu *et al*., 2019). Bakteri fotosintetik (BFS) merupakan adalah bakteri prokariot yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi kimia melalui proses fotosintesis. Bakteri fotosintesik merupakan bagian dari bakteri fotoautotrof (Chen e*t al*., 2020). Bakteri ini berperan memproduksi pigmen bakteriofil a atau b yang dapat memproses pigmen berwarna merah, hijau, hingga ungu dengan bantuan energi cahaya matahari (Lu *et al*., 2022).

Bakteri fotosintetik merupakan mikroorganisme prospektif dalam pengolahan air limbah (Najib *et al*., 2020; Talaiekhozani & Rezania, 2017). Bakteri fotosintetik juga banyak digunakan dalam pengendalian limbah lingkungan, pengolahan air limbah (Dalaei *et al*., 2019) dan remediasi logam berat (Peng *et al*., 2018). Pemberian pupuk bakteri fotosintesis jenis PGPB (*Plant Growth-Promoting Bacteria*) mampu meningkatkan jumlah klorofil dan karotenoid pada tanaman *Brassica napus* (Rossi *et al*., 2021) dan *Triticum durum* (Djebaili *et al*., 2021). Penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh pupuk urea dan bakteri fotosinteis pada pertumbuhan dan hasil tanaman kailan.

METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan di Desa Pegalongan, Kec. Patikraja, Kabupaten Banyumas. Bahan yang digunakan adalah benih Kailan varietas *Full White*,

telur ayam negeri, EM-4, limbah kolam ikan, urea, pupuk kandang sapi kering, polibag ukuran 35 cm x 35 cm, botol air mineral 1,5 liter dan milimeter blok.

Rancangan Penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial. Faktor pertama adalah dosis pupuk urea dan faktor kedua adalah konsentrasi bakteri fotosintesis. Faktor pertama terdiri R0= tanpa perlakuan/polibag (kontrol), R1= 5 g, R2= 10 g. Faktor kedua terdiri B0 = 0 ml (kontrol), B1 =10 ml/2liter dan B2 = 20 ml/2l. Setiap perlakuan diulang tiga kali sehingga terdapat 27 satuan percobaan. Parameter pengamatan terdiri atas komponen pertumbuhan yaitu tinggi tanaman, jumlah daun,luas daun dan komponen hasil kailan yaitu berat kering tanaman dan berat segar akar.

Perbanyakan Bakteri Fotosintesis dan Aplikasinya

Perbanyakan bakteri fotosintesis dilakukan dengan cara memfermentasi air limbah kolam ikan. Fermentasi dilakukan dengan mencampur air limbah kolam ikan dengan sebutir telur baik telur ayam negeri, EM4, air dan monosodium glutamat. Proses fermentasi berlangsung sekitar 15-20 hari. Proses fermentasi berhasil jika terjadi perubahan warna merah jingga, kuning atau coklat tua tergantung dari air yang digunakan (Jailan Supriyadi, 2019).

Bakteri fotosintesis diaplikasikan sesuai perlakuan yaitu B0 = 0 ml/polibag (kontrol), B1 =10 ml/2liter per polybag dan B2 = 20 ml/l per polibag. Aplikasi pupuk bakteri fotosintesis diberikan melalui tanaman dan tanah setiap 7 hari. Penyemaian benih kailan pada media semai 7 hari setelah semai (HSS). Setelah benih berumur 7 HSS dipindahkan ke dalam polibag berukuran 35 x 40 cm yang sudah diisi dengan media tanam. Pengamatan dilakukan sekali dalam seminggu dimulai saat tanaman berumur 14 HSS sampai dengan panen.

Analisa Data

Analisa keragaman dianalisa menggunakan Anova dengan taraf 5%. Apabila menunjukkan berpengaruh nyata maka dilakukan uji lanjut dengan Duncan's (DMRT) dengan taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisa ragam menunjukkan bahwa interaksi antara pemberian urea dan bakteri fotosintesis berpengaruh nyata hanya pada parameter pengamatan tinggi tanaman. Pengaruh faktor tunggal urea tidak berpengaruh nyata pada semua parameter yang diamati. Perlakuan bakteri fotosintesis berpengaruh nyata pada jumlah daun dan luas daun (Tabel 1).

Tabel 1. Analisa ragam aplikasi urea dan pupuk bakteri fotosintesis pada pertumbuhan dan produksi kailan.

—	Variabel pengamatan	Perlakuan		
		R	B	R x B
1	Tinggi tanaman (cm)	-	*	**
2	Jumlah daun (helai)	-	**	-
3	Luas daun (cm^2)	-	**	-
4	Bobot kering tanaman (g)	-	-	-
5	Bobot segar akar (g)	-	-	-

Keterangan: -: tidak nyata
*: nyata
**: sangat nyata

Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman kailan paling tinggi diperoleh pada interaksi perlakuan R2B1 dan R2B2, yaitu 20,14 dan 19,53. Tanaman kailan paling rendah terdapat pada perlakuan R0B1 dan R1B1 yaitu sebesar 17,46 dan 17,26 (Tabel 2). Pertumbuhan tanaman merupakan indikator bahwa tanaman tersebut mengalami perkembangan dan unsur hara yang diserap tanaman berperan sebagai nutrisi tambahan dalam proses pertumbuhan dan perkembangan (X. Chen *et al*., 2016; Xuan *et al*., 2017). Aplikasi pupuk hayati 20 cc dan kandang

660 g memberikan tinggi tanaman sawi hijau sebesar 12,68 cm (Suharjanto *et al*., 2022).

Pemanfaatan air limbah kolam ikan dapat dimanfaatkan menjadi pupuk bakteri fotosintesis. Hal ini karena dalam bakteri fotosintesis mengandung asam amino (Liu *et al*., 2020). Asam amino berperan dalam proses pembentukan sel untuk menambah tinggi tanaman dan proses metabolisme tanaman (Noroozlo *et al*., 2019). Pemberian pupuk cair dengn konsentrasi 7.5 ml/l air dapat memberikan tinggi tanaman pada tanaman varietas Cauliflower Spring 46 (Helilusiatiningsih et al, 2022).

Tabel 2. Interaksi Urea dan Bakteri Fotosintesis Terhadap Tinggi Tanaman Kailan

Perlakuan	Bakteri fotosintesis		
Urea	B0 (Kontrol)	B1 (10 ml)	B2 (20 ml)
R0 (Kontrol)	17,59 b	17,46 a	18,33 c
R1 (5 g)	18,42 c	17,26 a	18, 20 c
R2 (10 g)	18,76 c	20,14 d	19,53 d

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda adalah berbeda nyata menurut uji Duncan 5%.

Jumlah Daun Kailan

Aplikasi dosis urea tidak berbeda nyata pada jumlah daun. Aplikasi dosis urea pada jumlah daun kailan pada perlakuan R2 (10 g) sebesar 7,51 helai dan pada perlakuan kontrol (R0) sebesar 7,25 helai (Tabel 3). Pupuk nitrogen berfungsi dalam proses metabolisme tanaman. Hal ini diduga unsur N merupakan unsur makro yang berperan dalam proses aktivitas enzimatik (Khalid & Ahmed, 2016) dan mencirikan sifat morfologi tanaman, ketersediaan nutrisi, dan karakteristik fisiologis (Zhao *et al*., 2008).

Aplikasi pupuk bakteri fotosintesis berbeda nyata pada jumlah daun tanaman kailan. Aplikasi pupuk bakteri fotosintesis memberikan jumlah daun terbanyak pada perlakuan R2 (20 ml) yaitu 7,64 helai. Sementara itu jumlah daun paling sedikit terdpaat pada perlakuan R0 (kontrol) yaitu 7,05 helai (Tabel 3). Hal ini karena daun pada tanaman merupakan media sarana atau

transport bagi senyawa untuk melakukan proses metabolisme. Tanaman menyerap N anorganik dalam bentuk nitrat dan amonium dari tanah, sedangkan N organik seperti asam amino juga dapat diserap oleh tanaman (Näsholm *et al*., 2009; Pahalvi *et al*., 2021). Asam amino diserap oleh akar diteruskan ke organ daun sebagai sumber aliran transpirasi xilem (Tegeder & Masclaux-Daubresse, 2018). Bentuk transportasi utama N organik pada sebagian tanaman berupa asam amino yang disintesis di daun melalui floem ke organ-organ yang sedang berkembang untuk memenuhi kebutuhan N (Frommer *et al*., 1993).

Luas Daun Kailan

Aplikasi dosis urea tidak berbeda nyata pada luas daun. Hasil pengamatan aplikasi dosis urea pada luas daun kailan menunjukkan hasil sama antara perlakuan R2 (10 g) sebesar , perlakuan R1 dan R0 (kontrol), masing-masing sebanyak 122,03 cm^2; 121,30 dan 121,10 cm^2 (Tabel 2). Hal ini diduga karena pada perlakuan R0 telah mengandung nitrogen dalam jumlah yang cukup untuk pertumbuhan luas daun. Pupuk N berperan untuk perkembangan tanaman yaitu dalam proses fotosintesis. Semakin panjang dan lebar daun tanaman sawi maka cahaya yang diserap tanaman akan semakin tinggi untuk melaksanakan proses fotosintesis (Hariodamar *et al*., 2018). Menurut Rumlus *et al*., 2021, pemberian urea 450 kg/ha pada tanaman pada tanaman *Indigofera. zollingerina* menghasilkan rasio daun dan batang sebesar 3,59%.

Aplikasi bakteri fotosintesis berbeda nyata pada luas daun tanaman kailan. Aplikasi pupuk bakteri fotosintesis pada luas daun kailan memberikan luas daun pada perlakuan B2 (20 ml), B1 (10 ml) dan B0 (kontrol) berturut-turut sebesar 123,01 cm^2, 120,76 dan 120,65 cm^2 (Tabel 3). Semakin luas daun maka daun mengandung banyak klorofil. Hal ini diduga dipengaruhi oleh adanya sinar matahari dan asam amino yang berperan dalam daun tanaman. Meningkatnya kandungan klorofil dipengaruhi oleh cahaya matahari dan asam amino (Gonzalez *et al*., 2015).

Tabel 3. Jumlah Daun dan Luas Daun Tanaman Kailan pada Aplikasi Urea dan Pupuk Bakteri Fotosintesis

Perlakuan	Komponen pengamatan	
	Jumlah Daun (helai)	Luas Daun (cm^2)
Urea (g)		
R0 (Kontrol)	7,25 a	121,10 a
R1 (5 g)	7,44 a	121,30 a
R2 (10 g)	7,51 a	122,03 a
B0 (Kontrol)	7,05 a	120,65 a
B1 (10 ml)	7,51 b	120,76 b
B2 (20 ml)	7,64 c	123,01 b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda dalam satu kolom adalah berbeda nyata menurut uji Duncan 5%.

Bobot Kering Tanaman Kailan

Aplikasi dosis urea tidak berbeda nyata pada bobot kering tanaman kailan. Aplikasi dosis urea pada bobot kering tanaman kailan pada perlakuan R2 (10 g), R1 (5 g) dan R0 berturut-turut yaitu 21,11 g; 20,3 dan 20,37 g (Tabel 4). Hal ini diduga pada tumbuhan berdaun, unsur N dapat meningkat terutama kualitas dan kuantitas fotosintat (Nyoki & Ndakidemi, 2014). Pemberian nitrogen pada *Platycodon grandiflorum* memberikan bobot kering tanaman sebesar 3,1 g (Kwon *et al.*, 2019).

Aplikasi bakteri fotosintesis juga tidak berbeda nyata pada bobot kering tanaman. Aplikasi bakteri fotosintesis pada bobot kering tanaman kailan perlakuan B2 (20 ml), B1 (5 g) dan B0 berturut-turut yaitu 21,04 g; 20,88 dan 19,94 g (Tabel 4). Bobot kering merupakan akumulasi zat organik yang disintesis oleh tumbuhan (Sitorus *et al*., 2014). Menurut Shehata *et al*., (2011), aplikasi campuran asam amino pada konsentrasi 500 dan 700 ppm, meningkatkan tinggi tanaman, bobot segar dan kering pucuk, konsentrasi N daun, hasil daun dan karbohidrat tanaman seledri.

Tabel 4. Bobot Kering dan Bobot Segar Akar Tanaman Kailan pada Aplikasi Urea dan Pupuk Bakteri Fotosintesis

Perlakuan	Komponen pengamatan	
	Bobot Kering Tanaman (g)	Bobot Segar Akar (g)
Urea (g)		
R0 (Kontrol)	20,37 a	2,88 a
R1 (5 g)	20,38 a	2,95 a
R2 (10 g)	21,11 a	3,00 a
Bakteri fotosintesis (ml/2 liter/polibag)		
B0 (Kontrol)	19,94 a	2,68 a
B1 (10 ml)	20,88 a	2,88 ab
B2 (20 ml)	21,04 a	3,26 b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda dalam satu kolom adalah berbeda nyata menurut uji Duncan 5%.

Bobot Segar Tanaman Kailan

Aplikasi dosis urea tidak berbeda nyata pada bobot segar akar tanaman kailan. Aplikasi dosis urea terhadap bobot segar akar tanaman kailan pada perlakuan R2 (10 g) 2 (20 ml), R1 (10 ml) dan R0 (kontrol) berturut-turut sebesar 3,00 g; 2,95 g dan 2,88 g (Tabel 4). Pupuk N berperan merangsang pembelahan sel dan perpanjangan sehingga menyebabkan meningkatnya diameter batang, jumlah dan luas daun, serta pertumbuhan akar (Leghari *et a*l., 2016). Aplikasi pupuk bakteri fotosintesis berbeda nyata pada bobot akar segar Aplikasi pupuk bakteri fotosintesis pada bobot akar segar kailan pada perlakuan B2 (20 ml) dengan bobot 3,26 g dan pada perlakuan R0 (kontrol) yaitu 2,68 g. Hal ini diduga akar tanaman berkembang dipengaruhi oleh zat pengatur tumbuh (du Jardin, 2015). Asam amino sebagai biostimulan yaitu zat yang mendorong pertumbuhan tanaman, meningkatkan ketersediaan nutrisi, dan meningkatkan kualitas tanaman (Rouphael & Colla, 2018). Perkembangan akar yang lebih baik didukung oleh penambahan asam amino dapat meningkatkan fiksasi nitrogen, yang menginduksi peningkatan permukaan akar untuk serapan hara (Hildebrandt *et al*., 2015; Weiland *et al*., 2016).

KESIMPULAN

Interaksi antara perlakuan urea dan bakteri fotosintesis menunjukkan pengaruh yang nyata hanya pada tinggi tanaman kailan. Tanaman kailan paling tinggi diperoleh pada interaksi perlakuan R2B1 dan R2B2, yaitu 20,14 dan 19,53. Tanaman kailan paling rendah terdapat pada perlakuan R0B1 dan R1B1 yaitu sebesar 17,46 dan 17,26. Aplikasi pupuk urea tidak berpengaruh nyata pada variabel pertumbuhan dan produksi tanaman kailan. Aplikasi bakteri fotosintesis berbeda nyata terhadap parameter jumlah daun dan luas daun serta bobot segar akar tanaman kailan. Aplikasi bakteri fotosintesis B2 (20 ml) memberikan jumlah daun, luas daun dan bobot segar akar yang lebih besar dibanding kontrol.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik. 2018. Statistik Tanaman Sayuran dan Buah-buahan Semusim Indonesia 2018. Jakarta Pusat.

Chen, J., Fan, X., Qian, K., Zhang, Y., Son, M., Liu, Y., Xu, G., & Fan, X. 2017. pOsNAR2.1:OsNAR2.1 *Expression Enhances Nitrogen Uptake Efficiency and Grain Yield in Transgenic Rice Plants. Plant Biotechnology Journal*. *38*(1): 42–49.

Chen, J., J. Wei, C. Ma, Z. Yang, Z. Li, X. Yang, M. Wang, H. Zhang, J. Hu and C. Zhang. 2020. *Photosynthetic Bacteria-Based Technology is a Potential Alternative to Meet Sustainable Wastewater Treatment Requirement? Environment International*. 137: 105417.

Chen, X., Q. Yao, X. Gao, C. Jiang, N.P. Harberd, and X. Fu. 2016. *Shoot-to-Root Mobile Transcription Factor HY5 Coordinates Plant Carbon and Nitrogen Acquisition*. *Current Biology*. 26(5): 640–646.

Dalaei, P., D. Ho, G. Nakhla and D. Santoro. 2019. *Low Temperature Nutrient Removal from Municipal Wastewater by Purple Phototrophic Bacteria*. Bioresour Technol.

Djebaili, R., M. Pellegrini, M. Rossi, C. Forni, M. Smati, M. Del Gallo And M. Kitouni. 2021. *Characterization of Plant Growth-Promoting Traits and inoculation Effects on Triticum Durum Of Actinomycetes Isolates Under Salt Stress Conditions. Soil Systems.* 5(2).

du Jardin, P. 2015. *Plant Biostimulants: Definition, Concept, Main Categories and Regulation*. *Scientia Horticulturae*. *196*: 3–14.

Frommer, W. B., S. Hummel and J.W. Riesmeier. 1993. E*xpression Cloning in Yeast Of a cDNA Encoding A Broad Specificity Amino Acid Permease from Arabidopsis thaliana*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 90(13): 5944–5948.

Gabriel, A. A. and M.H. Shafri. 2022. *The Effect of Nutrition and Planting Media on the Productivity and Quality of Baby Kai-Lan* (*Brassica oleracea* var. alboglabra) *Cultivated Using Nutrient Film Technique System*. Agrivita. 44(3): 490–499.

Gonzalez, P.P., R. Zhang, X. Wang, J. Ye and D. Huang. 2015. *Characterization of the Amino Acid Composition of Soils Under Organic and Conventional Management After Addition of Different Fertilizers. Journal of Soils and Sediments*. 15(4): 890–901.

Hariodamar, H., M. Santoso and M. Nawawi. 2018. Pengaruh Pemberian Pupuk Nitrogen Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Dua Varietas Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). Jurnal Produksi Tanaman. 6(9): 2133–2141.

Helilusiatiningsih, N., I. Subkhi dan E. Pebriana. 2022. Pengaruh Konsentrasi Pupuk Cair Organik D.I Grow dan Varietas Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kubis Bunga (*Brassica leraceae* L. Botrytis). Agrika: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian. 16(1): 69–78.

Hildebrandt, T. M., N.A. Nunes, W.L. Araújo and H.P. Braun. (2015. A*mino Acid Catabolism in Plants*. *Molecular Plant*. 8(11): 1563–1579.

Hirani, A. H.and G. Li. 2021) *Genetic Mapping, Quantitative Trait Analysis, and Gene Cloning in Brassica oleracea BT - The Brassica oleracea Genome* (S. Liu, R. Snowdon and C. Kole, Eds.; pp. 7–22). Springer *International Publishing*.

Supriyadi, J. 2019. Membuat Bakteri Fotosintetik. In Kementrian Pertanian-Simluhtan. http://cybex.pertanian.go.id/mobile/artikel/85993/MEMBUAT-BAKTERI-FOTOSINTETIK/.

Khalid, K.A. and A.M.A Ahmed. 2016. *Effect of Cobalt on Growth, Yield and Chemical Constituents of Nigella sativa* L. *Journal of Materials and Environmental Science*. 7(6): 2201–2207.

Kumar, A., M. Memo and A. Mastinu. 2020. Plant behaviour: an evolutionary response to the environment? *Plant Biology*. 22(6): 961–970.

Kwon, S.J., H.R. Kim, S.K. Roy, H.J. Kim, H.O. Boo, S.H. Woo and H.H. Kim. 2019. *Effects of Nitrogen, Phosphorus and Potassium Fertilizers on Growth Characteristics of Two Species of Bellflower* (*Platycodon grandiflorum*). *Journal of Crop Science and Biotechnology*. 22(5): 481–487.

Leghari, S. J., N.A. Wahocho, G.M. Laghari and H.A. Laghari. 2016. *Role of Nitrogen for Plant Growth and Development : A review. Advances in Environmental Biology*. 10(9): 209–218.

Liu, J., J. Mantell and M.R. Jones. 2020 *Minding the Gap between Plant and Bacterial Photosynthesis within a Self-Assembling Biohybrid Photosystem*. ACS Nano. 14(4): 4536–4549.

Lu, H., M. Peng, G. Zhang, B. Li and Y. Li. 2019. *Brewery Wastewater Treatment and Resource Recovery Through Long Term Continuous-Mode Operation in Pilot Photosynthetic Bacteria-Membrane Bioreactor. Science of the Total Environment*. 646: 196–205.

Lu, H., R. Zhao, C. Wang, G. Zhang, C. Chen, B. Li and T. Han. 2022). *Exploration of Flashing Light Interaction Effect on Improving Biomass, Protein, and Pigments Production in Photosynthetic Bacteria Wastewater Treatment. Journal of Cleaner Production*. 348: 131304.

Nafiastuti, L.C. dan D.E. Safitri. 2018. Pemberian Smoothies Kailan terhadap Penurunan Tekanan Darah di Posbindu Kramat Pela. Bachelor Thesis, Universitas Muhammadiyah Prof Dr. Hamka. Jakarta.

Naiborhu, S. A. A., W.A. Barus dan E. Lubis. 2021.. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kailan dengan Pemberian Beberapa Kombinasi Jenis dan Dosis Pupuk Bokashi. Jurnal Rhizobia. 3(1): 58–66.

Najib, M. Z. M., Z. Ujang, M.R. Salim dan Z. Ibrahim. 2020. *International Biodeterioration & Biodegradation Developed Microbial Granules Containing Photosynthetic Pigments for Carbon Dioxide Reduction in Palm Oil Mill Effluent. International Biodeterioration & Biodegradatio*.

Näsholm, T., K. Kielland and U. Ganeteg. 2009. *Uptake of Organic Nitrogen by Plants.Tansley review*. *New Phytologist*. 31–48.

Noroozlo, Y. A., M.K. Souri and M. Delshad. 2019. *Stimulation Effects of Foliar Applied Glycine and Glutamine Amino Acids on Lettuce Growth. Open Agriculture*. 4(1): 164–172.

Nyoki, D. and P. Ndakidemi. 2014. *Effects of Bradyrhizobium japonicum and Phosphorus Supplementation on the Productivity of Legumes. International Journal of Plant & Soil Science*. 3(7): 894–910.

Pahalvi, H. N., L. Rafiya, S. Rashid, B. Nisar and A.N. Kamili. 2021. *Chemical Fertilizers and Their Impact on Soil Health BT - Microbiota and Biofertilizers, Vol 2: Ecofriendly Tools for Reclamation of Degraded Soil Environs* (G. H. Dar, R. A. Bhat, M. A. Mehmood, & K. R. Hakeem, Eds.; pp. 1–20). Springer International Publishing.

Peng, W., X. Li, J. Song, W. Jiang, Y. Liu and W. Fan. 2018. *Bioremediation of Cadmium-and-Zinc-Contaminated Soil Using Rhodobacter sphaeroides. Chemosphere*. 197: 33–41.

Puyol, D., D.J. Batstone, T. Hülsen, S. Astals, M. Peces and J.O. Krömer. 2017. *Resource Recovery from Wastewater by Biological Technologies: Opportunities, Challenges, and Prospects. Frontiers in Microbiology*, 7(JAN): 1–23.

Ritonga, E.N. dan E.K.I. Nasution. 2019. Perbandingan Hasil Produksi Jeruk Manis (*Citrus sinensis* O.)dengan Menggunakan Pupuk Tunggal (Urea) dan Pupuk Kompos di Desa Sihepeng. Jurnal Agrohita. 4(1): 18-23.

Rossi, M., I. Borromeo, C. Capo, B.R. Glick, M. Del Gallo, F. Pietrini and C. Forni. 2021. PGPB *Improve Photosynthetic Activity and Tolerance to Oxidative Stress in Brassica Napus Grown on Salinized Soils. Applied Sciences (Switzerland)*. 11(23).

Rouphael, Y. and G. Colla. 2018. *Synergistic Biostimulatory Action: Designing the Next Generation of Plant Biostimulants for Sustainable Agriculture*. *Frontiers in Plant Science*. 871.

Rumlus, L., O. Yoku and D.B. Santoso. 2021. Pengaruh Pemberian Kompos dan Urea terhadap Produksi *Indigofera zollingeriana*. Jurnal Agrika Ilmu-Ilmu Pertanian. 15(2): 13–24.

Shehata, S. M., H.S. Abdel-Azem, A.A. El-Yazied and A.M. El-Gizawy. 2011. *Effect of Foliar Spraying with Amino Acids and Seaweed Extract on Growth Chemical Constitutes, Yield and Its Quality of Celeriac Plant. European Journal of Scientific Research*. 58(2): 257–265.

Sitorus, U. K. P., B. Siagian dan N. Rahmawati. 2014. Respons Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma Cacao* L.) Terhadap Pemberian Abu Boiler dan Pupuk Urea pada Media Pembibitan. Jurnal Agroekoteknologi. 2(3): 1021–1029.

Suharjanto, T., A.S. Klau, R. Prihandarini dan S. Pratamaningtyas. 2022. Kajian Penggunaan Pupuk Hayati R1M dan Kompos Kotoran Kambing pada Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi Pakcoy (*Brassica rapa* L.). Jurnal Agrika Ilmu-Ilmu Pertanian. 16(2): 154.

Talaiekhozani, A. dan S. Rezania. 2017. *Journal of Water Process Engineering Application of Photosynthetic Bacteria for Removal of Heavy Metals, Macro-Pollutants and Dye From Wastewater : A review*. *Journal of Water Process Engineering*. 19(June): 312–321.

Tegeder, M. and C. Masclaux-Daubresse. 2018. *Source and Sink Mechanisms of Nitrogen Transport and Use. New Phytologist*. 217(1): 35–53.

Weiland, M., S. Mancuso and F. Baluska. 2016. Signalling *via Glutamate and GLRs in Arabidopsis thaliana*. *Functional Plant Biology*. 43(1): 1–25.

Xuan, W., T. Beeckman and G. Xu. 2017. P*lant Nitrogen Nutrition: Sensing and Signaling. Current Opinion in Plant Biology*. 39: 57–65.

Zhao, D., M. Kane, B. Borders and M. Harrison. 2008. *Pine Growth Response to Different Site-Preparation Methods With or Without Post-Plant Herbaceous Weed Control on North Florida's Lower Coastal Plain*. *Forest Ecology and Management.* 255(7): 2512–2523.

Zuo, Q. S., G.S. Zhou, S.F. Yang, Y. Yang, L.R. Wu, S.H. Leng, G. Yang and J.S. Wu. 2015. *Effects of Nitrogen Rate and Genotype on Seed Protein aAnd Amino Acid Content in Canola*. *Journal of Agricultural Science.* 154(3): 438-455.