

**PERTUMBUHAN, HASIL DAN PIGMEN BAYAM MERAH
(*Amaranthus tricolor* L.) DENGAN PEMBERIAN PUPUK
NITROGEN DAN PUPUK KANDANG AYAM**

Oleh:
YUNIAR NUR AFIDA



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG**

2019

**PERTUMBUHAN, HASIL DAN PIGMEN BAYAM MERAH
(*Amaranthus tricolor* L.) DENGAN PEMBERIAN PUPUK
NITROGEN DAN PUPUK KANDANG AYAM**

Oleh:
YUNIAR NUR AFIDA
155040201111258

**MINAT BUDIDAYA PERTANIAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana
Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN
MALANG**

2019

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Desember 2019

Yuniar Nur Afida



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : **Pertumbuhan, Hasil dan Pigmen Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.) dengan Pemberian Pupuk Nitrogen dan Pupuk Kandang Ayam.**

Nama : Yuniar Nur Afida

NIM : 155040201111258

Program Studi : Agroekoteknologi

Minat : Budidaya Pertanian

Disetujui oleh:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Prof. Ir. Syukur Makmur Sitompul, Ph.D
NIP. 19500716 198003 1 003

Ir. Koesriharti, MS.
NIP. 19580830 198303 2 002

Diketahui,

Ketua Jurusan Budidaya Pertanian



Dr. Noer Rahmi Ardiarini, SP., M.Si.
NIP. 19701118 199702 2 00

Tanggal Persetujuan :

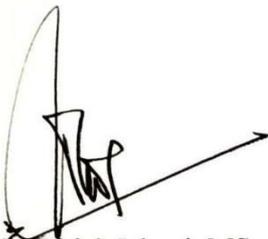
18 DEC 2019

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

Majelis Penguji

Penguji I,



Prof. Dr. Ir. Titiek Islami, MS.
NIP. 19510921 198103 2 001

Penguji II,



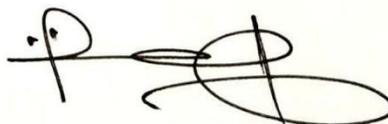
Ir. Koesriharti, MS.
NIP. 19580830 198303 2 002

Penguji III,



Prof. Ir. Syukur Makmur Sitompul, Ph.D
NIP. 19500716 198003 1 003

Penguji IV,



Afifuddin Latif A., SP., M.Sc., Ph.D
NIP. 19811104 200501 1 002

Tanggal Lulus : **11 8 DEC 2019**

RINGKASAN

Yuniar Nur Afida. 155040201111258. Pertumbuhan, Hasil dan Pigmen Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.) dengan Pemberian Pupuk Nitrogen dan Pupuk Kandang Ayam. Dibawah bimbingan Prof. Ir. Syukur Makmur Sitompul, Ph.D sebagai pembimbing utama dan Ir. Koesriharti, MS. sebagai pembimbing pendamping.

Tanaman Bayam (*Amaranthus tricolor* L.) adalah salah satu sayuran daun yang dibudidayakan di Indonesia baik yang hijau maupun yang merah. Gizi yang terkandung dalam bayam antara lain protein, karotenoid, vitamin C, serat, mineral seperti kalsium, besi, seng, magnesium, dan fosfor. Bayam merah sangat baik untuk kesehatan karena mengandung antosianin, polipenol dan antioksidan. Bayam merah mengandung antosianin kurang lebih 244,39 mg/100 g tanaman. Asupan harian antosianin setiap hari sebesar 18,4-64,9 mg berguna untuk menjaga kesehatan dan menurunkan kadar penyakit kronis. Kandungan karotenoid sebagai antioksidan dalam bayam merah sekitar 2,1 mg/100 g. Asupan harian karotenoid disarankan sebesar 0,5 sampai dengan 6,5 mg per hari. Upaya peningkatan kuantitas dan kualitas tanaman bayam merah dapat dilakukan dengan pemupukan. Pupuk anorganik seperti pupuk nitrogen (N) dapat memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman secara cepat dan dapat meningkatkan hasil tanaman. Pupuk organik seperti pupuk kandang ayam banyak mengandung bahan organik sehingga meningkatkan kondisi fisik, kimia dan biologi tanah serta membantu pertumbuhan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari tanggapan pertumbuhan dan hasil tanaman, terhadap pemberian pupuk nitrogen dengan penyediaan pupuk organik (pupuk kandang ayam) dan pengaruhnya pada pigmen tanaman (klorofil *a* dan *b*, karotenoid, antosianin).

Penelitian dilaksanakan di lahan percobaan yang berada di Jatimulyo, Malang pada ketinggian kurang lebih 450 mdpl antara bulan Agustus sampai September 2019. Alat yang digunakan meliputi cangkul, gembor, penggaris, alvaboard, pisau, timbangan analitik, LAM (*Leaf Area Meter*), spektrofotometer, labu kjeldahl, alat tulis dan kamera. Bahan yang digunakan meliputi benih tanaman bayam merah Varietas Mira, pupuk fosfor (SP-36, 36% P₂O₅), pupuk kalium (KCl, 60% K₂O), pupuk nitrogen (Urea, 46% N), pupuk kandang ayam, air, pestisida berbahan aktif Profenofos dan kuwet. Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan tiga ulangan digunakan pada penelitian ini dengan dua faktor perlakuan. Faktor pertama adalah pupuk nitrogen (N) dengan empat taraf yaitu: 0 kg N ha⁻¹ (N0), 60 kg N ha⁻¹ (N1), 120 kg N ha⁻¹ (N2), dan 180 kg N ha⁻¹ (N3). Faktor kedua adalah pupuk kandang ayam dengan tiga taraf yaitu: 0 ton ha⁻¹ (A0), 5 ton ha⁻¹ (A1), dan 10 ton ha⁻¹ (A2). Karakter yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun tanaman, bobot segar tanaman, bobot kering tanaman, bobot segar total tanaman, bobot akar tanaman, bobot konsumsi, kandungan klorofil *a* dan *b*, karotenoid, antosianin dan

nitrogen. Semua data dianalisis menggunakan uji F (*Analysis of Variance*) taraf 5% untuk mengetahui adanya pengaruh nyata pada tiap perlakuan. Jika hasil analisis ragam berpengaruh nyata, maka dilanjut dengan uji BNT dengan taraf 5%.

Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah karakter pertumbuhan tinggi tanaman meningkat dengan pemberian pupuk nitrogen dan pupuk kandang ayam. Tinggi tanaman sudah dapat meningkat dengan pemberian pupuk nitrogen sebesar 120 kg N ha⁻¹ tanpa pemberian pupuk kandang ayam atau dengan pemberian pupuk kandang ayam sebesar 5 ton ha⁻¹ dengan pupuk nitrogen sebesar 60 N ha⁻¹. Tinggi tanaman paling tinggi dihasilkan dengan pemberian pupuk kandang ayam sebesar 10 ton ha⁻¹ dan pupuk nitrogen sebesar 180 kg N ha⁻¹. Karakter pertumbuhan dan hasil yaitu bobot segar, bobot kering, bobot segar total dan bobot konsumsi tanaman dapat meningkat dengan pemberian pupuk nitrogen. Bobot segar total dan bobot konsumsi tanaman meningkat dengan pemupukan nitrogen sebesar 180 kg N ha⁻¹. Karakter pertumbuhan dan hasil yaitu bobot segar, luas daun, bobot kering, bobot segar total, bobot akar, bobot konsumsi tanaman dan kandungan nitrogen dapat meningkat dengan pemberian pupuk kandang ayam. Bobot segar total tanaman, bobot konsumsi dan kandungan nitrogen daun meningkat dengan pemberian pupuk kandang ayam sebesar 10 ton ha⁻¹. Pigmen tanaman (klorofil *a* dan *b*, karotenoid dan antosianin) tidak meningkat dengan pemberian pupuk nitrogen dan pupuk kandang ayam.



SUMMARY

Yuniar Nur Afida. 15504020111258. Growth, Yield and Pigment of Red Amaranth (*Amaranthus tricolor* L.) with Nitrogen and Chicken Manure Fertilizer. Under guidance Prof. Ir. Syukur Makmur Sitompul, Ph.D as main supervisor and Ir. Koesriharti, MS. as second supervisor.

Amaranth plant (*Amaranthus tricolor* L.) is one of the leafy vegetables cultivated in Indonesia, type green and red. Nutrients contained in amaranth include protein, carotenoid, vitamin C, fiber, minerals such as calcium, iron, zinc, magnesium, and phosphorus. Red amaranth is very good for health because contains anthocyanin, polyphenols and antioxidants. Red amaranth contains anthocyanin approximately 244.39 mg/100 g. Intake anthocyanin 18,4-64,9 mg per day is useful for maintaining health and reducing levels of chronic disease. Carotenoid content as an antioxidant in red amaranth is around 2,1 mg/100 g. Daily intake of carotenoid at 0,5 to 6,5 mg is recommended. Quantity and quality of red amaranth can increase by fertilization. Inorganic fertilizer such as nitrogen (N) fertilizer can supply the nutritional needs of plants quickly and can improve crop yields. Organic fertilizer such as chicken manure contain a lot of organic matter, so physical, chemical and biological soil conditions can improve and support plant growth. The aims of this research is to study growth and yield responses of plants to supply of nitrogen fertilizer and organic fertilizer (chicken manure) and effect on plant pigments (chlorophyll *a* and *b*, carotenoids, anthocyanins).

The research was carried out at experimental field in Jatimulyo, Malang at an altitude of approximately 450 meters above sea level on August until September 2019. The tools used are hoes, watering can, ruler, alvaboard, knives, analytical scale, LAM (*Leaf Area Meter*), cuvette, spectrophotometer, kjeldahl tube, stationery and camera. The materials used are seeds of red amaranth Mira Variety, phosphorus fertilizer (SP-36, 36% P₂O₅), potassium fertilizer (KCL, 60% K₂O), nitrogen fertilizer (Urea, 46% N), and chicken manure, water, pesticide (Profenofos active ingredients) and cuvette. Randomized Block Design (RBD) with three replications was used in this study with two treatment factors. The first factor is nitrogen (N) fertilizer with four levels: 0 kg N ha⁻¹ (N0), 60 kg N ha⁻¹ (N1), 120 kg N ha⁻¹ (N2), dan 180 kg N ha⁻¹ (N3). The second factor is chicken manure with three levels: 0 ton ha⁻¹ (A0), 5 ton ha⁻¹ (A1), dan 10 ton ha⁻¹ (A2). Characters observed were plant height, leaf number, leaf area, plant fresh weight, dry weight, total fresh weight, root weight, consumption weight, chlorophyll *a* and *b*, carotenoids, anthocyanin and nitrogen content. All data was analyzed using the analysis of variance (F test level of 5%) to determine the significant effect of each treatment. If the result of the variance analysis is significant different, then continued with LSD test with level of 5%.

The results showed that plant height increased by application nitrogen and chicken manure fertilizer. Plant height increased by application 120 kg N ha⁻¹ of nitrogen fertilizer without chicken manure fertilizer or application 5 tons ha⁻¹ chicken manure with 60 kg N ha⁻¹ of nitrogen fertilizer. Treatment application 10 ton ha⁻¹ chicken manure with 180 kg N ha⁻¹ of nitrogen fertilizer gave the highest plant height. Plant growth and yield characters i.e. fresh weight, leaf area, dry weight, total fresh weight and plant consumption weight can increased by application of nitrogen fertilizer. Total fresh weight and consumption weight can increased by application 180 kg N ha⁻¹ of nitrogen fertilizer. Plant growth and yield characters i.e. fresh weight, leaf area, dry weight, total fresh weight, root weight, consumption weight and nitrogen content can increased by the application of chicken manure fertilizer. Total fresh weight, consumption weight and nitrogen content can increased by application 10 tons ha⁻¹ of chicken manure. Plant pigments (chlorophyll *a* and *b*, carotenoids and anthocyanins) did not increased by application nitrogen and chicken manure fertilizer.



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang dengan rahmat dan hidayah-Nya telah menuntun penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pertumbuhan, Hasil dan Pigmen Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.) dengan Pemberian Pupuk Nitrogen dan Pupuk Kandang Ayam.”

Penulis juga mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada

1. Prof. Ir. Syukur Makmur Sitompul, Ph.D selaku dosen pembimbing utama yang telah sabar membimbing, memberikan saran dan nasihat dalam pembuatan skripsi kepada penulis.
2. Ir. Koesriharti, MS. selaku dosen pembimbing pendamping yang telah sabar memberikan bimbingan, saran, dan arahan dalam pembuatan skripsi kepada penulis.
3. Prof. Dr. Ir. Titik Islami, MS. selaku dosen pembahas atas saran dan nasihat kepada penulis.
4. Dr. Noer Rahmi Ardiarini, SP., M.Si. selaku Ketua Jurusan Budidaya.
5. Kedua orang tua yang telah meberikan yang terbaik untuk penulis.
6. Bapak Sukirno dan Ibu Rina selaku laboran yang telah membantu penulis dalam pelaksanaan penelitian.
7. Bapak Din selaku tenaga kerja di kebun penelitian yang telah membantu penulis dalam pelaksanaan penelitian.
8. Ahmad Fillah Ghifari yang telah membantu dan memberikan semangat kepada penulis selama pelaksanaan penelitian.
9. Anita, Arisa, Okta, Natalia, Novita, Khoulin, Rozaq, Tedi, Luthfiana, Kakak Maisaroh, Abang Rosidi, Abang Dian dan Abang Mail yang telah membantu penulis dalam pelaksanaan penelitian.
10. Ulfa, Dini dan Grace atas doa dan semangat kepada penulis selama penelitian.
11. Teman-teman angkatan 2015 dan 2016 yang telah memberi dukungan kepada penulis dalam pelaksanaan penelitian.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan namun penulis berharap semoga hasil dari penelitian ini dapat

bermanfaat bagi banyak pihak, dan memberikan sumbangan pemikiran dalam kemajuan ilmu pengetahuan.

Malang, Desember 2019

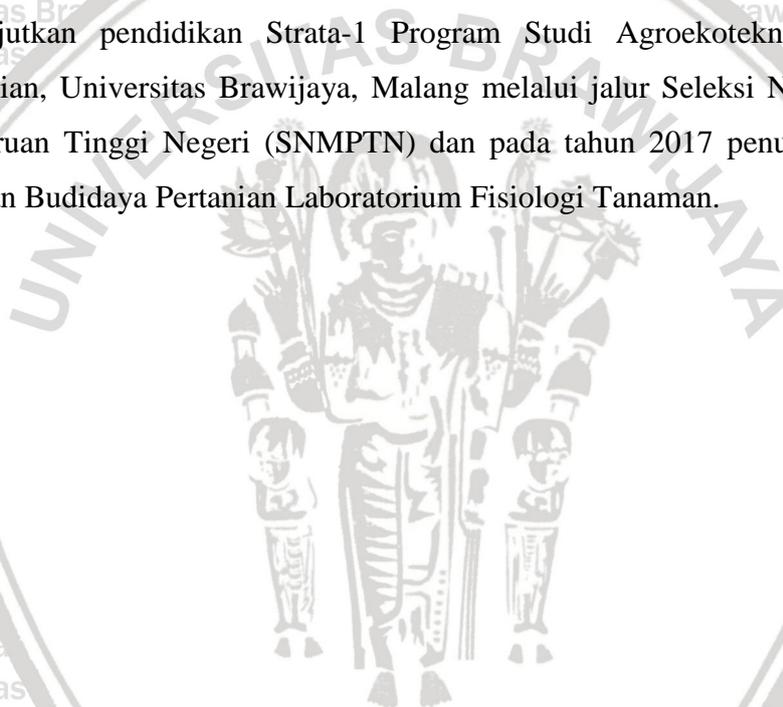
Penulis



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Banyuwangi pada tanggal 28 Juni 1997 dari Bapak Choirul Saleh dan Ibu Kasiyani. Penulis merupakan anak keempat dari empat bersaudara.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN 1 Sukomaju Banyuwangi pada tahun 2004 sampai tahun 2006, kemudian pindah di SDN 4 Kebaman Banyuwangi pada tahun 2006 sampai tahun 2009, kemudian penulis melanjutkan ke SMPN 1 Srono Banyuwangi pada tahun 2009 dan selesai pada tahun 2012. Tahun 2012-2015 penulis menyelesaikan studi di SMAN 2 Genteng Banyuwangi. Tahun 2015 penulis melanjutkan pendidikan Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) dan pada tahun 2017 penulis terdaftar di Jurusan Budidaya Pertanian Laboratorium Fisiologi Tanaman.



DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	iii
KATA PENGANTAR.....	v
RIWAYAT HIDUP	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
1. PENDAHULUAN.....	1
1. Latar Belakang	1
2. Tujuan.....	2
3. Hipotesis.....	2
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
1. Botani Tanaman Bayam Merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.).....	3
2. Ekologi dan Pertumbuhan Bayam Merah	3
3. Pengaruh Nitrogen pada Bayam Merah	4
4. Pengaruh Pupuk Kandang pada Bayam Merah.....	5
5. Pengaruh Pupuk Nitrogen dan Pupuk Kandang pada Bayam Merah.....	5
6. Klorofil pada Bayam Merah.....	6
7. Karotenoid pada Bayam Merah.....	8
8. Antosianin pada Bayam Merah	9
3. BAHAN DAN METODE.....	12
1. Tempat dan Waktu	12
2. Alat dan Bahan	12
3. Metode Penelitian.....	12
4. Pelaksanaan Penelitian	13
5. Pengamatan	14
6. Data Penunjang	17
7. Analisis Data	17
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	18
1. Hasil	18
2. Pembahasan.....	33
5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	36
1. Kesimpulan.....	36
2. Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA.....	39
LAMPIRAN.....	43



DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Nilai kuadrat tengah pada karakter tinggi tanaman bayam merah untuk pemberian pupuk nitrogen (N), pupuk kandang ayam (A) dan interaksinya ($N \times A$).....	19
2.	Nilai kuadrat tengah pada karakter jumlah daun bayam merah untuk pemberian pupuk nitrogen (N), pupuk kandang ayam (A) dan interaksinya ($N \times A$).....	20
3.	Nilai kuadrat tengah pada karakter bobot segar tanaman bayam merah untuk pemberian pupuk nitrogen (N), pupuk kandang ayam (A) dan interaksinya ($N \times A$).....	21
4.	Nilai kuadrat tengah pada karakter luas daun tanaman bayam merah untuk pemberian pupuk nitrogen (N), pupuk kandang ayam (A) dan interaksinya ($N \times A$).....	23
5.	Nilai kuadrat tengah pada karakter bobot kering tanaman bayam merah untuk pemberian pupuk nitrogen (N), pupuk kandang ayam (A) dan interaksinya ($N \times A$).....	26
6.	Nilai kuadrat tengah pada karakter bobot segar total, bobot konsumsi dan bobot akar tanaman bayam merah untuk pemberian pupuk nitrogen (N), pupuk kandang ayam (A) dan interaksinya ($N \times A$).....	27
7.	Rata-rata bobot segar total tanaman bayam merah dengan pemberian pupuk nitrogen dan pupuk kandang ayam.....	27
8.	Rata-rata bobot konsumsi dan bobot akar tanaman dengan pemberian pupuk nitrogen dan pupuk kandang ayam.....	28
9.	Nilai kuadrat tengah pada karakter beberapa pigmen bayam merah untuk pemberian pupuk nitrogen (N), pupuk kandang ayam (A) dan interaksinya ($N \times A$).....	29
10.	Rata-rata kandungan klorofil bayam merah dengan pemberian pupuk nitrogen dan pupuk kandang ayam.....	30
11.	Rata-rata kandungan karotenoid bayam merah dengan pemberian pupuk nitrogen dan pupuk kandang ayam.....	31
12.	Rata-rata kandungan antosianin bayam merah dengan pemberian pupuk nitrogen dan pupuk kandang ayam.....	32
13.	Nilai kuadrat tengah pada karakter kandungan nitrogen daun tanaman bayam merah untuk pemberian pupuk nitrogen (N), pupuk kandang ayam (A) dan interaksinya ($N \times A$).....	33
14.	Rata-rata kandungan nitrogen daun bayam merah dengan pemberian pupuk nitrogen dan pupuk kandang ayam.....	33



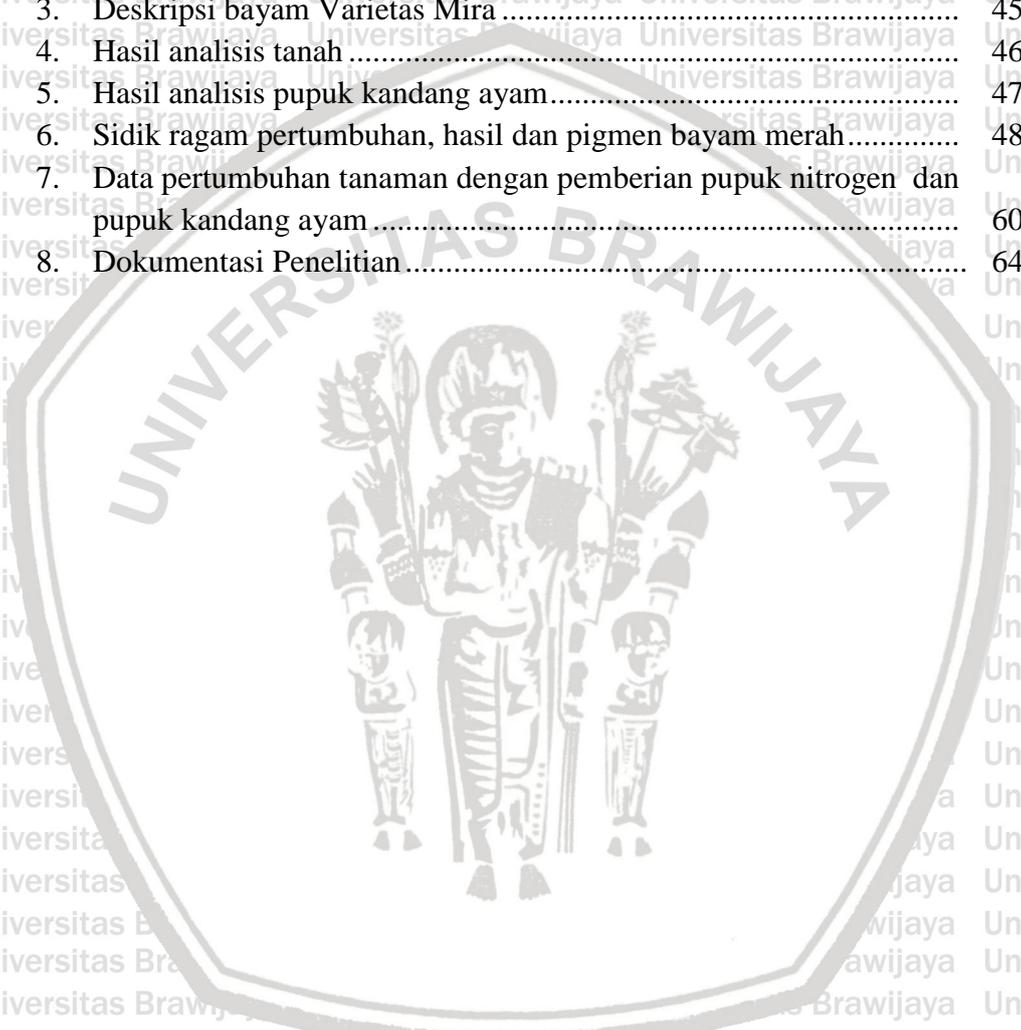
DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Bayam merah Varietas Mira	3
2.	Struktur Klorofil <i>a</i> dan <i>b</i>	7
3.	Biosintesis klorofil	7
4.	Struktur β -karoten	8
5.	Skema biosintesis karotenoid	9
6.	Struktur antosianin	10
7.	Skema biosintesis antosianin	10
8.	Perkembangan tinggi tanaman dengan waktu dari tanaman bayam merah dengan dosis pemupukan nitrogen dan pupuk kandang ayam yang berbeda	18
9.	Perkembangan jumlah daun dengan waktu dari tanaman bayam merah dengan dosis pemupukan nitrogen dan pupuk kandang ayam yang berbeda.....	20
10.	Perkembangan bobot segar tanaman dengan waktu dari tanaman bayam merah dengan dosis pemupukan nitrogen dan pupuk kandang ayam yang berbeda.....	22
11.	Perkembangan luas daun tanaman dengan waktu dari tanaman bayam merah dengan dosis pemupukan nitrogen dan pupuk kandang ayam yang berbeda.....	24
12.	Perkembangan bobot kering tanaman dengan waktu dari tanaman bayam merah dengan dosis pemupukan nitrogen dan pupuk kandang ayam yang berbeda	25



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Denah petak penelitian	43
2.	Denah pengambilan sampel	44
3.	Deskripsi bayam Varietas Mira	45
4.	Hasil analisis tanah	46
5.	Hasil analisis pupuk kandang ayam	47
6.	Sidik ragam pertumbuhan, hasil dan pigmen bayam merah	48
7.	Data pertumbuhan tanaman dengan pemberian pupuk nitrogen dan pupuk kandang ayam	60
8.	Dokumentasi Penelitian	64



1. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Tanaman bayam (*Amaranthus tricolor* L.) adalah salah satu sayuran daun yang dibudidayakan di Indonesia baik yang hijau maupun yang merah. Tanaman ini diminati karena mengandung banyak gizi yang bermanfaat untuk kesehatan manusia. Gizi yang terkandung dalam bayam antara lain protein, karotenoid, vitamin C, serat, mineral seperti kalsium, besi, seng, magnesium, dan fosfor (Shukla *et al.*, 2006). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2018), produksi bayam di Indonesia tahun 2016 sebesar 160.247 ton dan pada tahun 2017 sebesar 148.289 ton, hal ini berarti di tahun 2017 produktivitas tanaman bayam mengalami penurunan. Bayam merah sangat baik untuk kesehatan karena mengandung antosianin, polipenol dan antioksidan lain (Khandaker *et al.*, 2008).

Antosianin merupakan senyawa fenolik kelompok flavonoid dan berfungsi sebagai antioksidan. Bayam merah mengandung antosianin kurang lebih 244,39 mg/100 g tanaman (Qazi *et al.*, 2018). Konsumsi antosianin setiap hari sebesar 18,4-64,9 mg berguna untuk menjaga kesehatan dan menurunkan kadar penyakit kronis (Priska, *et al.*, 2018). Klorofil dan karotenoid merupakan pigmen yang berperan dalam proses fotosintesis. Kandungan karotenoid sebagai antioksidan dalam bayam merah sekitar 2,1 mg/100 g (Nambiar dan Shambar, 2014). Asupan harian karotenoid disarankan sebesar 0,5 sampai dengan 6,5 mg per hari (Johnson, 2002).

Pemupukan merupakan salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan unsur hara bagi tanaman. Unsur hara yang terpenuhi secara optimal dapat meningkatkan kuantitas dan kualitas tanaman bayam merah. Pigmen tanaman seperti antosianin, klorofil dan karotenoid dipengaruhi oleh faktor lingkungan, salah satunya adalah unsur hara nitrogen (Strissel *et al.*, 2005). Nitrogen merupakan unsur hara makro esensial yang dapat melengkapi siklus hidup tanaman dan perannya tidak dapat digantikan dengan unsur yang lain.

Pupuk yang sering digunakan yaitu pupuk anorganik. Pupuk nitrogen (N) merupakan pupuk anorganik yang dapat memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman secara cepat dan dapat meningkatkan hasil tanaman (Muhamed *et al.*, 2012). Pupuk

anorganik memiliki keunggulan seperti lebih murah, kandungan unsur hara tinggi, dan cepat diserap tanaman. Namun pemupukan menggunakan pupuk anorganik secara berlebihan juga menyebabkan permasalahan seperti peningkatan keasaman tanah, pencucian unsur hara dalam tanah, dan kontaminasi air permukaan serta air tanah (Chand, 2006).

Pupuk organik seperti pupuk kandang dapat secara efektif menyuplai bahan organik dalam tanah, meningkatkan kondisi fisik dan kimia tanah, serta membantu pertumbuhan tanaman. Pupuk kandang ayam dapat digunakan sebagai sumber nutrisi bagi tanaman secara berkelanjutan. Kandungan unsur pupuk kandang ayam juga lebih tinggi dibanding pupuk kandang lainnya. Namun, ketersediaannya terbatas karena dibutuhkan dalam jumlah yang besar. Penggunaan pupuk anorganik dan organik secara terpadu diperlukan untuk meningkatkan produktivitas tanaman dan meminimalkan kerusakan lingkungan akibat pemupukan (Nariratih, 2012).

2. Tujuan

1. Untuk mempelajari tanggapan pertumbuhan dan hasil tanaman bayam merah terhadap pemberian pupuk nitrogen dan pupuk organik (pupuk kandang ayam).
2. Untuk mempelajari pengaruh pemupukan nitrogen dengan pemberian pupuk organik pada pigmen tanaman bayam merah (klorofil *a* dan *b*, karotenoid, antosianin).

3. Hipotesis

1. Pemberian pupuk nitrogen dan pupuk organik (pupuk kandang ayam) dapat meningkatkan hasil tanaman bayam merah akibat perbaikan pertumbuhan tanaman.
2. Pemberian pupuk nitrogen dan pupuk organik (pupuk kandang ayam) dapat meningkatkan kandungan klorofil dan karotenoid akibat perbaikan pertumbuhan tanaman.
3. Pemberian pupuk nitrogen dan pupuk organik (pupuk kandang ayam) dapat menurunkan kandungan antosianin akibat perbaikan pertumbuhan tanaman.

2. TINJAUAN PUSTAKA

1. Botani Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.)

Tanaman bayam merah berasal dari Asia. Bayam merah digunakan sebagai sayuran daun dan memiliki akumulasi kandungan antosianin yang tinggi sehingga daun berwarna merah (Grubben, 2004).

Tanaman bayam memiliki batang yang tegak, dapat mencapai 125 cm dan memiliki banyak cabang. Batang tanaman bayam mengandung banyak air. Batang maupun cabang bersudut, tanpa bulu atau dengan bulu halus (Grubben, 2004).

Daun bayam merah berbentuk bulat telur, lonjong atau elips. Pangkal ujung daun berbentuk runcing. Ukuran daun sangat bervariasi. Daun bayam merah tipis dengan vena di permukaan bawah daun berwarna kemerahan (Grubben, 2004).

Bunga tanaman bayam merah berkelamin tunggal. Bunga tanaman bayam merah memiliki mahkota yang terdiri dari 3 petal dengan panjang dapat mencapai 5 mm. Bunga berkelamin jantan memiliki 3 benang sari. Bunga berkelamin betina memiliki 1 sel ovari dengan 3 kepala putik (Grubben, 2004).



Gambar 1. Bayam merah Varietas Mira (Panah Merah, 2013).

2. Ekologi dan Pertumbuhan Bayam Merah

Bayam merah adalah tanaman semusim dan merupakan tanaman C4. Tanaman bayam merah dapat tumbuh secara optimal dengan kondisi suhu siang di atas 25 °C dan suhu malam tidak kurang dari 15 °C. Naungan tidak diperlukan untuk budidaya tanaman bayam. Tanaman bayam dibudidayakan pada wilayah dengan ketinggian tempat hingga 1000 mdpl. Tanaman ini dapat tumbuh dengan baik dengan kondisi pH tanah berkisar 6-7. Kondisi tanah yang subur, gembur dan

berdrainase baik mendukung pertumbuhan dan perkembangan bayam merah secara optimal. Tanaman bayam menyerap mineral dalam jumlah sangat tinggi (Grubben, 2004).

Bibit tanaman bayam merah muncul 3-5 hari setelah tanam (hst). Tanaman bayam merah mengalami pembungaan mulai dari 4-8 minggu setelah tanam. Penyerbukan dibantu oleh angin atau menyerbuk sendiri. Pemasakan biji pertama kali sekitar 6 minggu setelah tanam. Tanaman akan berhenti tumbuh setelah berumur sekitar empat bulan (Grubben, 2004). Kebutuhan benih bayam yaitu $0,5-1 \text{ g m}^{-2}$ (Edi dan Bobihoe, 2010). Pemupukan fosfor sebesar 70 kg ha^{-1} dan kalium 70 kg ha^{-1} dapat meningkatkan pertumbuhan bayam secara optimal (Bednarz and Kezepilko, 2009).

3. Pengaruh Nitrogen pada Bayam Merah

Unsur hara esensial adalah unsur kimiawi yang dapat melengkapi siklus hidup tanaman dan perannya tidak dapat digantikan dengan unsur yang lain. Unsur nitrogen merupakan unsur hara makro esensial yang dibutuhkan tanaman. Kebutuhan unsur hara nitrogen dapat dipenuhi dengan melakukan pemupukan (Hanafiah, 2008). Pupuk Urea merupakan salah satu pupuk anorganik yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan unsur hara tanaman.

Nitrogen merupakan unsur yang sangat penting dalam pertumbuhan vegetatif tanaman bayam. Penelitian yang dilakukan oleh Toungos *et al.* (2018) menyatakan bahwa peningkatan pemberian nitrogen terhadap tanaman bayam spesies *A. cruensis* dapat meningkatkan berat segar tanaman, diameter batang, dan indeks luas daun. Pemupukan 120 kg N ha^{-1} dapat meningkatkan pertumbuhan bayam secara optimum. Sekitar 1-5% dari total biomassa tanaman terdiri dari nitrogen. Fungsi nitrogen adalah sebagai komponen penting dari protein, klorofil, asam nukleat, dan enzim tertentu. Unsur hara nitrogen merupakan unsur *mobile* dalam tanaman. Protein fungsional yang mengandung N dapat terurai pada bagian tanaman yang lebih tua dan menuju jaringan yang lebih muda. Tanaman menyerap unsur nitrogen dalam bentuk ion ammonium (NH_4^+) dan nitrat (NO_3^-) (Hanafiah, 2008). Konsentrasi klorofil dapat mencerminkan tingkat kandungan N dan produksi tanaman (Blackmer dan Schepers, 1995).

Tanaman memiliki kemampuan untuk memproduksi senyawa metabolit primer dan sekunder. Senyawa metabolit primer digunakan secara langsung untuk pertumbuhan tanaman, sedangkan senyawa metabolit sekunder tidak berperan secara langsung untuk pertumbuhan tanaman, tetapi memberikan beberapa keuntungan seperti sebagai mekanisme pertahanan tanaman dari cekaman biotik dan abiotik. Kondisi stres memicu tanaman membentuk metabolit alami yang salah satunya adalah senyawa antioksidan seperti golongan flavonoid. Antosianin merupakan gugus yang terkandung dalam struktur molekul flavonoid (Setyorini dan Yusnawan, 2016). Kondisi kekurangan unsur hara nitrogen yang dialami tanaman dapat menyebabkan penurunan kandungan klorofil. Penurunan kandungan klorofil menyebabkan peningkatan aktivitas pembentukan antosianin (Ren *et al.*, 2019). Antioksidan dari golongan karotenoid merupakan pigmen alami pada tanaman yang bermanfaat meredam radikal bebas yang terdapat di dalam tubuh manusia. Penambahan unsur hara nitrogen dapat meningkatkan kandungan karoten pada tanaman (Bojović dan Stojanović, 2005).

4. Pengaruh Pupuk Kandang pada Bayam Merah

Pupuk kandang ayam memiliki kandungan nitrogen dan unsur hara lainnya. Unsur hara setiap pupuk organik berbeda beda. Pupuk organik kotoran ayam terdiri dari 1,65% N, 0,06% P₂O₅, 7,94% K₂O (Prastya, 2016). Pupuk kandang ayam dapat digunakan secara berlanjut karena dapat mempertahankan hasil tanaman bayam dan meningkatkan kesuburan tanah yang terdegradasi. Pemberian dosis pupuk kandang ayam yang tepat diperlukan agar pertumbuhan tanaman optimal.

Penelitian yang dilakukan oleh Mshelia dan Degri (2014) menunjukkan bahwa dosis 15 ton ha⁻¹ pupuk kandang ayam dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan hasil tanaman bayam spesies *A. caudatus* yang lebih tinggi dibandingkan tanpa pemberian pupuk organik. Penelitian oleh Okoli dan Nweke (2015) juga menunjukkan bahwa dosis 20 ton ha⁻¹ pupuk kandang ayam dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman bayam spesies *A. cruentus* secara optimal.

5. Pengaruh Pupuk Nitrogen dan Pupuk Kandang pada Bayam Merah

Penggunaan pupuk organik dan anorganik untuk memenuhi kebutuhan hara tanaman diperlukan secara terpadu. Penggunaan pupuk organik dan anorganik

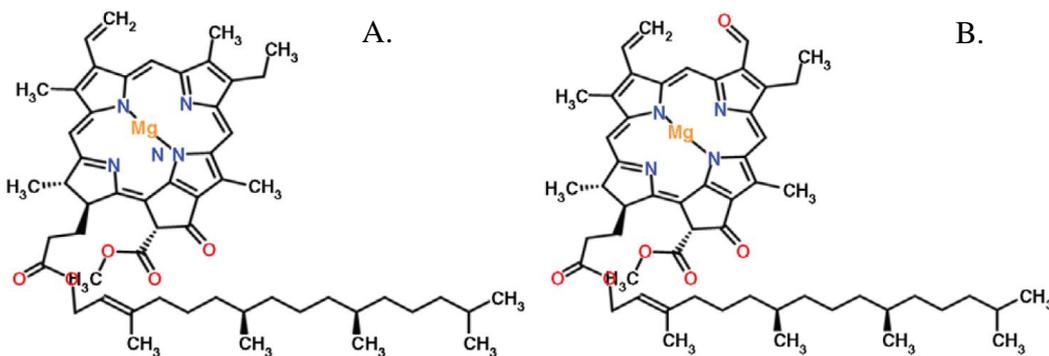
dalam jumlah yang dibutuhkan tanaman dapat mempertahankan dan meningkatkan produktivitas. Pupuk kandang ayam mampu menjaga kondisi sifat fisik tanah dan sangat efektif sebagai sumber N untuk tanaman. Pupuk anorganik memiliki keunggulan dalam jumlah hara yang tinggi dan dapat langsung tersedia bagi tanaman (Muhamed *et al.*, 2012). Penggunaan pupuk anorganik berlebih secara terus menerus dapat menyebabkan pencucian hara sehingga pemupukan tidak optimal.

Penelitian yang dilakukan oleh Okokoh dan Bisong (2011) menunjukkan bahwa kombinasi pupuk nitrogen sebesar 30 kg N ha⁻¹ dengan pupuk kandang ayam sebesar 15 ton ha⁻¹ mendapatkan hasil terbaik untuk pertumbuhan tanaman *A. cruentus*. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi pupuk anorganik dan pupuk organik lebih baik dibandingkan hanya menggunakan pupuk anorganik. Pupuk kandang ayam dapat menjadi sumber hara untuk pertumbuhan dan hasil tanaman bayam.

6. Klorofil pada Bayam Merah

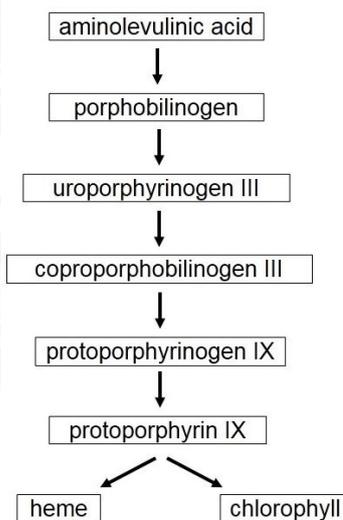
Klorofil merupakan pigmen berwarna hijau yang ditemukan diberagam tanaman, ganggang, cyanobacteria. Klorofil terdapat pada membran tilakoid dalam kloroplas. Klorofil *a* dan klorofil *b* adalah komponen utama fotosistem dalam organisme yang berfotosintesis. Klorofil *a* ditemukan pada semua tanaman yang berfotosintesis kecuali bakteri, sedangkan klorofil *b* ditemukan pada tanaman tingkat tinggi dan ganggang hijau. Klorofil *a* menyerap cahaya biru dan merah dengan panjang gelombang 420-660 nm, sedangkan klorofil *b* menyerap cahaya biru dan merah dengan panjang gelombang 453-640 nm (Pareek *et al.*, 2017).

Kandungan klorofil bayam merah sekitar 11 mg L⁻¹. Jumlah klorofil pada tanaman dipengaruhi oleh kondisi lingkungan tumbuh dan faktor genetik tanaman. (Khandaker *et al.*, 2011).



Gambar 2. Struktur Klorofil *a* (A) dan klorofil *b* (B) (Pareek *et al.*, 2017).

Klorofil terdiri dari atom karbon dan nitrogen dengan ion magnesium di tengah (Gambar 2). Klorofil *a* memiliki rumus senyawa $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ sedangkan rumus senyawa klorofil *b* adalah $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$. Perbedaan struktur klorofil *a* dan klorofil *b* ialah ditemukannya gugus $-CHO$ pada posisi C-7 pada klorofil *b*, sedangkan pada klorofil *a* ditemukan CH_3 (Pareek *et al.*, 2017).



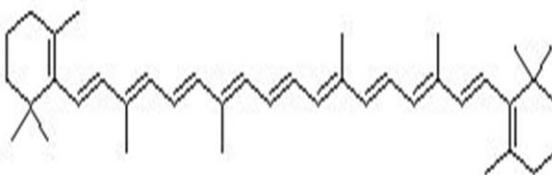
Gambar 3. Biosintesis klorofil (Bollivar, 2006).

Biosintesis klorofil dimulai dengan pembentukan 5-aminolevulinic acid (ALA) dari glutamat + tRNA (Gambar 3). Kemudian dua molekul ALA membentuk monopyrrole porphobilinogen dengan bantuan enzim ALA dehidratase. Uroporphyrinogen III merupakan komponen siklik pertama dalam biosintesis klorofil yang terbentuk dari hydroxymethylbilane. Selanjutnya dekarboksilase uroporphyrinogen III menghasilkan coproporphyrinogen III. Reaksi dekarboksilasi oksidatif dari coproporphyrinogen III membentuk

protoporphyrinogen IX. Proses esterifikasi membentuk protoporphyrin IX yang kemudian akan diubah menjadi klorofil (Pareek *et al.*, 2017).

7. Karotenoid pada Bayam Merah

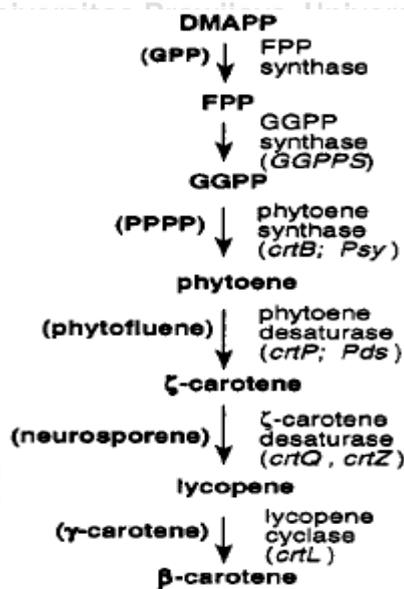
Karotenoid merupakan pigmen tumbuhan yang memiliki peran penting dalam menentukan kualitas buah dan sayuran. Karotenoid berperan dalam proses fotosintesis. Karotenoid berperan dalam warna merah, jingga, dan kuning pada daun, buah-buahan dan bunga. Karotenoid dapat mencegah kerusakan foto-oksidatif pada tanaman, sedangkan bagi manusia berfungsi sebagai antioksidan (Eldahshan dan Singab, 2013).



Gambar 4. Struktur β -karoten (Eldahshan dan Singab, 2013).

Struktur karotenoid terdiri dari tetraterpenoid C40 yang larut dalam lemak.

Karoten umumnya berasal dari empat puluh rantai karbon poliena yang dapat menjadi struktur utama molekul. Rantai karoten ada yang diakhiri dengan siklik atau cincin dan ada yang mengandung oksigen. Karotenoid yang tersebar dan penting dalam makanan manusia adalah Antheraxanthin, Astaxanthin, Canthaxanthin, Capsanthin, α -Carotene, β -Carotene (Gambar 4), ϵ -Carotene, γ -Carotene, ζ -Carotene, α -Cryptoxanthin, Diatoxanthin, 7,8-Didehydroastaxanthin, Fucoxanthinol, Lactucaxanthin, Lutein, Lycopene, Neoxanthin, Zeaxanthin, Neurosporene, Peridinin (Eldahshan dan Singab, 2013).



Gambar 5. Skema biosintesis karotenoid (Hirschberg *et al.*, 1997).

Biosintesis karotenoid berlangsung di plastid. Tahap pertama dalam biosintesis karotenoid yaitu pembentukan isopentil pirofosfat (IPP) (Gambar 5).

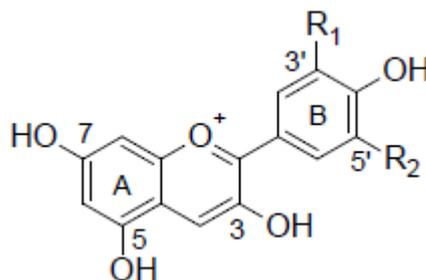
Asetil-CoA dikatalis oleh HMG-CoA menjadi 3-hidroksi-3-metil glutaryl CoA (HMG-CoA). HMG-CoA diubah menjadi mevalonic Acid (MVA). MVA selanjutnya diubah menjadi isopentil pirofosfat (IPP). IPP terisomerasi menjadi dimetilalil pirofosfat (DMAPP). DMAPP dikatalis oleh farnesil pirofosfat (FPP) sintase menjadi FPP, kemudian dikatalis oleh geranyl geranyl pirofosfat (GGPP) sintase menjadi GGPP. Dua molekul GGPP berkondensasi membentuk fitoen. Fitoen mengalami desaturasi menjadi likopen. Likopen mengalami siklisis membentuk karotenoid (Hirschberg *et al.*, 1997).

Kandungan karotenoid bayam merah sekitar 2.1 mg/100 g (Nambiar dan Shambar, 2014). Asupan harian karotenoid disarankan sebesar 0.5 sampai dengan 6.5 mg per hari (Johnson, 2002). Jumlah karotenoid pada tanaman dipengaruhi oleh kondisi pertumbuhan, lingkungan tumbuh dan varietas (Wahyuni *et al.*, 2007).

8. Antosianin pada Bayam Merah

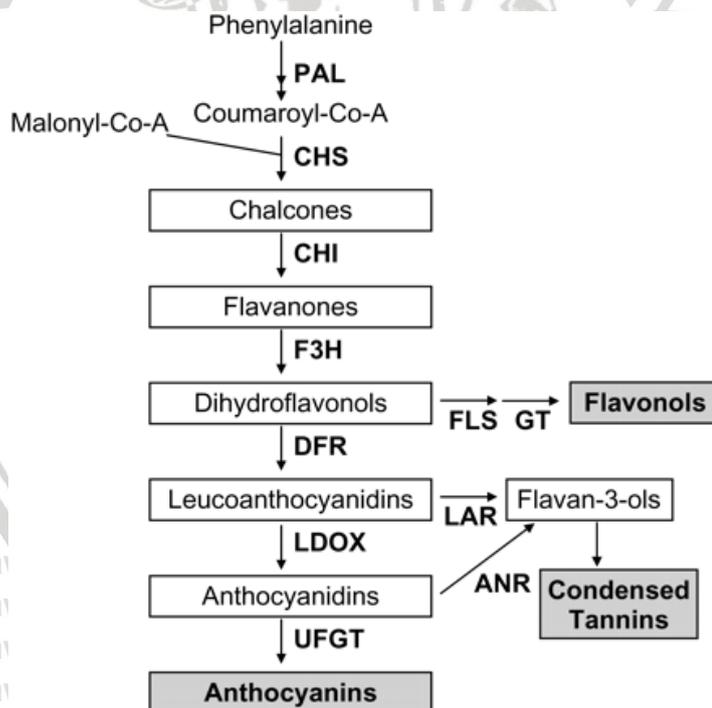
Antosianin adalah pigmen pewarna yang terdapat pada semua jaringan tanaman dan termasuk dalam kelas flavonoid. Antosianin berperan dalam menarik serangga untuk membantu penyerbukan, menyerap radiasi UV (Ultraviolet),

mencegah kerusakan foto-oksidatif dengan melindungi DNA dari radiasi ultraviolet (Priska *et al.*, 2018).



Gambar 6. Struktur antosianin (Priska *et al.*, 2018).

Struktur inti antosianin adalah kation flavylium. Gula atau glikon umumnya melekat pada posisi 3 atau 5 sedangkan aglikon antosianidin melekat pada posisi 3' dan 5' (Gambar 6). Antosianidin yang tersebar dan penting dalam makanan manusia adalah pelargonidin, sianidin, delphinidin, peonidin, petunidin dan malvidin (Priska *et al.*, 2018).



Gambar 7. Skema biosintesis antosianin (Pratiwi, 2016).

Biosintesis antosianin melalui jalur phenilpropanoid dimulai dari perubahan substrat L-fenilalanin menjadi asam sinamat menggunakan enzim fenilalanin amonia liase (PAL) (Gambar 7). Asam sinamat dengan bantuan enzim sinamat 4-

11

hidroksilase (C4) dan 4-kumarat koenzim A ligase (4CL) diubah menjadi 4-kumarat koenzim A. Selanjutnya, 4-kumarat koenzim A dikatalisis oleh enzim kalkon sintase (CHS), kalkon isomerase (CHI) dan flavanon 3-hidroksilase (F3H) untuk membentuk dihidroflavonol. Pada tahap akhir dihidroflavonol dikatalisis oleh enzim dihidroflavonol 4-reduktase (DFR) menjadi leukoantosianidin, leukoantosianidin dikatalisis oleh enzim leukoantosianidin dioxygenase (LDOX) menjadi antosianidin. Kemudian antosianidin dikatalisis oleh enzim UDP-glycose:flavonoid-3-O-Glycosyltransferase menjadi antosianin (Pratiwi, 2016).

Kandungan antosianin bayam merah (*A. hybridus*) sekitar 244,39 mg/100 g (Qazi *et al.*, 2018). Konsumsi antosianin setiap hari sebesar 18,4-64,9 mg berguna untuk menjaga kesehatan dan menurunkan kadar penyakit kronis. Jumlah antosianin pada tanaman dipengaruhi oleh kondisi pertumbuhan, lingkungan tumbuh dan varietas (Priska *et al.*, 2018).



3. BAHAN DAN METODE

1. Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di lahan percobaan Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Jatimulyo, Malang yang terletak pada ketinggian 450 mdpl. Suhu harian pada lokasi percobaan berkisar diantara 20 – 29 °C, kelembaban relatif antara 82–84% dan curah hujan rata-rata 300 mm per bulan. Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus–September 2019.

2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi cangkul, gembor, penggaris, alvaboard, pisau, timbangan analitik, LAM (*Leaf Area Meter*), spektrofotometer, labu kjeldahl, alat tulis dan kamera.

Bahan yang digunakan adalah benih tanaman bayam merah Varietas Mira, pupuk fosfor (SP-36, 36% P₂O₅), pupuk kalium (KCl, 60% K₂O), pupuk nitrogen (Urea, 46% N), pupuk kandang ayam, air, pestisida Curacron berbahan aktif Profenos dan kuwet.

3. Metode Penelitian

Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan tiga ulangan digunakan pada penelitian ini yang terdiri dari dua faktor perlakuan. Faktor pertama adalah pupuk nitrogen (N) yang terdiri dari empat taraf dan faktor kedua adalah pupuk kandang ayam yang terdiri dari tiga taraf sebagai berikut:

Faktor 1: Pupuk nitrogen

N0 = 0 kg N ha⁻¹ (0 kg Urea ha⁻¹)

N1 = 60 kg N ha⁻¹ (130 kg Urea ha⁻¹)

N2 = 120 kg N ha⁻¹ (260 kg Urea ha⁻¹)

N3 = 180 kg N ha⁻¹ (390 kg Urea ha⁻¹)

Faktor 2: Pupuk kandang ayam

A0 = 0 ton ha⁻¹

A1 = 5 ton ha⁻¹

A2 = 10 ton ha⁻¹

Jumlah perlakuan dari kedua faktor diatas menghasilkan 12 kombinasi perlakuan yang ditempatkan secara acak (Lampiran 1).

4. Pelaksanaan Penelitian

4.1 Pengolahan tanah dan pemberian pupuk kandang

Lahan dibersihkan seperlunya dan kemudian diolah dengan cangkul hingga kedalaman 20-30 cm. Lahan percobaan kemudian dibagi menjadi petak percobaan dengan ukuran $1,6 \times 1,6$ m dan dibuat dalam bentuk bedengan. Pembuatan bedengan dilakukan bersamaan dengan pemberian pupuk kandang yang ditaburkan diatas petak dan dicampur secara merata dengan cangkul sesuai perlakuan.

4.2 Persiapan benih dan penanaman

Persiapan benih dilakukan dengan menghitung kebutuhan benih yang diperlukan. Penanaman dilakukan dengan membuat larikan pada petak percobaan sedalam 1-3 cm dengan jarak antar larikan 10 cm (Lampiran 2.). Benih ditebar kedalam larikan dan ditutup dengan tanah.

4.3 Pemupukan

Pupuk yang digunakan yaitu yang pupuk SP-36 446 kg ha^{-1} , KCl 141 kg ha^{-1} , dan Urea sesuai dengan perlakuan. Pemberian pupuk SP-36 dilakukan bersamaan dengan penanaman. Pupuk KCl dan Urea dengan dosis 60 kg N ha^{-1} diberikan pada 10 hst. Pemupukan dengan dosis 120 dan 180 kg N ha^{-1} dibagi menjadi dua kali pemupukan yaitu pada 10 dan 20 hst. Pemberian pupuk dilakukan menggunakan larikan sedalam 1-3 cm dengan jarak 3 cm dari tanaman.

4.4 Pemeliharaan

a. Penyiraman

Pemenuhan kebutuhan air tanaman dilakukan sehari sekali dengan penyiraman diwaktu pagi atau sore hari tergantung pada cuaca menggunakan gembor.

b. Pengendalian hama

Pengendalian hama dilakukan dengan cara menyemprotkan pestisida berbahan aktif Profenofos pada umur 14 dan 21 hst dengan konsentrasi 3 ml

L⁻¹.

c. Penyiangan gulma

Penyiangan gulma dilakukan dengan mencabut gulma yang tumbuh disekitar area penanaman pada 7, 14, 21 dan 28 hst.

5. Pengamatan

Pengamatan pertumbuhan tanaman dilakukan pada umur 15, 20, 25, 30 dan 35 hst (hari setelah tanam). Pengamatan pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah daun dilakukan secara non destruktif sedangkan pengamatan pertumbuhan luas daun, bobot segar dan bobot kering tanaman dilakukan secara destruktif. Karakter pertumbuhan yang diamati adalah sebagai berikut:

1. Tinggi tanaman diukur dari permukaan tanah hingga titik tumbuh dengan menggunakan penggaris.
2. Jumlah daun dihitung dengan menghitung daun yang telah membuka sempurna.
3. Luas daun tanaman diukur dengan menggunakan *Leaf Area Meter* (LAM) setelah daun dipisah dari tanaman.
4. Bobot segar tanaman diperoleh dengan menimbang tanaman secara utuh menggunakan timbangan.
5. Bobot kering tanaman diperoleh dengan cara menimbang seluruh bagian tanaman yang telah di oven selama 2 × 24 jam pada suhu kurang lebih 80 °C.

Pengamatan hasil tanaman dilakukan secara destruktif pada umur 35 hst.

Karakter hasil yang diamati adalah sebagai berikut:

1. Bobot segar total tanaman per hektar diperoleh dengan menimbang bagian tanaman yang terdapat pada petak panen kemudian mengkonversi bobot segar total tanaman per m² menjadi bobot segar total tanaman per hektar.

Bobot segar total tanaman (ton ha⁻¹)

$$= \text{Bobot segar total tanaman per meter persegi (kg)} \times \frac{10000}{1000} \times 77\%$$

2. Bobot konsumsi per hektar diperoleh dengan menimbang bagian tanaman yang dapat dikonsumsi (tanpa akar) pada petak panen kemudian mengkonversi bobot konsumsi per m² menjadi bobot konsumsi per hektar.

Bobot konsumsi (ton ha⁻¹)

$$= \text{Bobot konsumsi per meter persegi (kg)} \times \frac{10000}{1000} \times 77\%$$

3. Bobot akar tanaman per meter persegi diperoleh dengan menimbang akar tanaman pada petak panen menggunakan timbangan.

4. Kandungan nitrogen daun diukur mengikuti metode Kjeldahl (1883). Tahap pertama pengukuran nitrogen dilakukan dengan mengeringkan lima helai sampel daun (daun ketiga dari atas yang telah membuka sempurna) menggunakan oven pada suhu 60 °C selama 2 × 24 jam. Kemudian menghancurkan sampel menggunakan mortar dan pestel. Sampel sebanyak 0,1 g dimasukkan ke dalam tabung kjeldahl dan ditambahkan 1 g katalis. Kemudian menambahkan 4 ml asam sulfat pekat (H₂SO₄) dan memanaskan dalam ruang asam pada suhu 370-395 °C selama 60 menit. Selanjutnya mengeluarkan tabung dengan hati-hati dan meletakkannya pada tempat yang aman, dibiarkan dingin, dan ditambahkan 95 ml aquades. Larutan NaOH (50%) sebanyak 10 ml ditambahkan dengan hati-hati. Kemudian menempatkan gelas piala (50 ml) yang mengandung 5 ml indikator asam borak (4%) pada ujung kondensor, dan menjalankan destilasi hingga destilat + indikator borak mencapai 50 ml. Kegiatan selanjutnya adalah titrasi. Titrasi destilat dilakukan menggunakan 0,02 N HCl hingga warna hijau. Titrasi juga dilakukan pada blanko yaitu aquades yang digunakan dalam ekstraksi N yang ditambah dengan NaOH.

Kemudian kandungan N (%) dari daun dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$N = (V-B)/1000 \times 0,02 \times 14 \times (100/0,1)$$

$$N = 0,28 (V-B)$$

Keterangan: V = Volume 0,02 N HCl yang digunakan untuk titrasi sampel,

B = Volume 0,02 N HCl yang digunakan untuk titrasi blanko, (V-B)/100 =

konversi volume ke liter, 0,02 = normalitas HCl, 14 = berat atom N, 100 =

konversi ke satuan persen (%), 0,1 = berat sampel.

Pengamatan pigmen tanaman dilakukan secara destruktif pada umur 35 hst. Pigmen tanaman yang diamati adalah sebagai berikut:

1. Kandungan klorofil diukur menggunakan spektrofotometer mengikuti metode Lichtenthaler dan Wellburn (1983). Kegiatan awal yaitu menimbang daun seberat 2 g. Daun dihaluskan dalam mortar kemudian ditambah dengan aseton 80% sebanyak 10 ml dan didiamkan selama satu jam. Selanjutnya disaring dengan kertas saring whatman no.42 dalam gelas piala. Absorbansi klorofil diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 645, 646 dan 663 nm. Kadar klorofil ($\mu\text{g ml}^{-1}$) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Klorofil } a \text{ } (\mu\text{g ml}^{-1}) = 12,21.A663 - 2,81.A646$$

$$\text{Klorofil } b \text{ } (\mu\text{g ml}^{-1}) = 20,13.A646 - 5,03.A663$$

$$\text{Klorofil total } (\text{mg L}^{-1}) = 20,2.A645 - 8,02.A663$$

2. Karotenoid diukur menggunakan metode yang sama dengan uji kandungan klorofil *a* dan *b*. Absorbansi karotenoid diukur menggunakan panjang gelombang 646, 663, 470 nm. Karotenoid ($\mu\text{g ml}^{-1}$) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Karotenoid} = \frac{(1000.A470 \times 3,27.Ca - 104.Cb)}{229}$$

3. Antosianin diukur menggunakan spektrofotometer mengikuti metode Giusti dan Wrolstad (2001). Tahap pertama yang dilakukan yaitu menyiapkan sampel daun seberat 5 g dan menghaluskannya menggunakan mortar dan pestel. Kemudian mengisi dua gelas piala (25 ml) dengan label A dan B dengan 1 g bahan yang telah dihaluskan. Gelas piala (A) diberi larutan penyangga pH 1,0 dan gelas piala (B) diberi larutan penyangga pH 4,5. Larutan tersebut dicampur secara merata dengan bantuan pengaduk magnet, dan didiamkan selama dua jam pada suhu ruang, selanjutnya disaring dengan kertas saring whatman no.1. Absorbansi dilakukan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 520 nm dan 700 nm.

Kadar antosianin (mg L^{-1}) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar antosianin} = \frac{A \times MW \times DF \times 10^3}{\epsilon \times l}$$

Keterangan: A = (A520-A700)pH 1 - (A520-A700)pH 4,5

MW = Berat molekul sianidin 3-glukosida (449 g mol^{-1}), DF = Faktor pengenceran ($10=10 \text{ ml/1g}$), $\epsilon = 26\,900 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ (molar extinction coefficient dari cyd-3-glu), $l =$ Tebal cuvet (1 cm), dan $10^3 =$ koreksi dari g ke mg.

6. Data Penunjang

Data hasil analisis laboratorium terhadap tanah dan pupuk kandang yang digunakan didapatkan dari analisis sifat kimia tanah yang dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Data sifat kimia yang dibutuhkan antara lain N total, P tersedia, K dapat ditukar, pH dan C-Organik.

7. Analisis Data

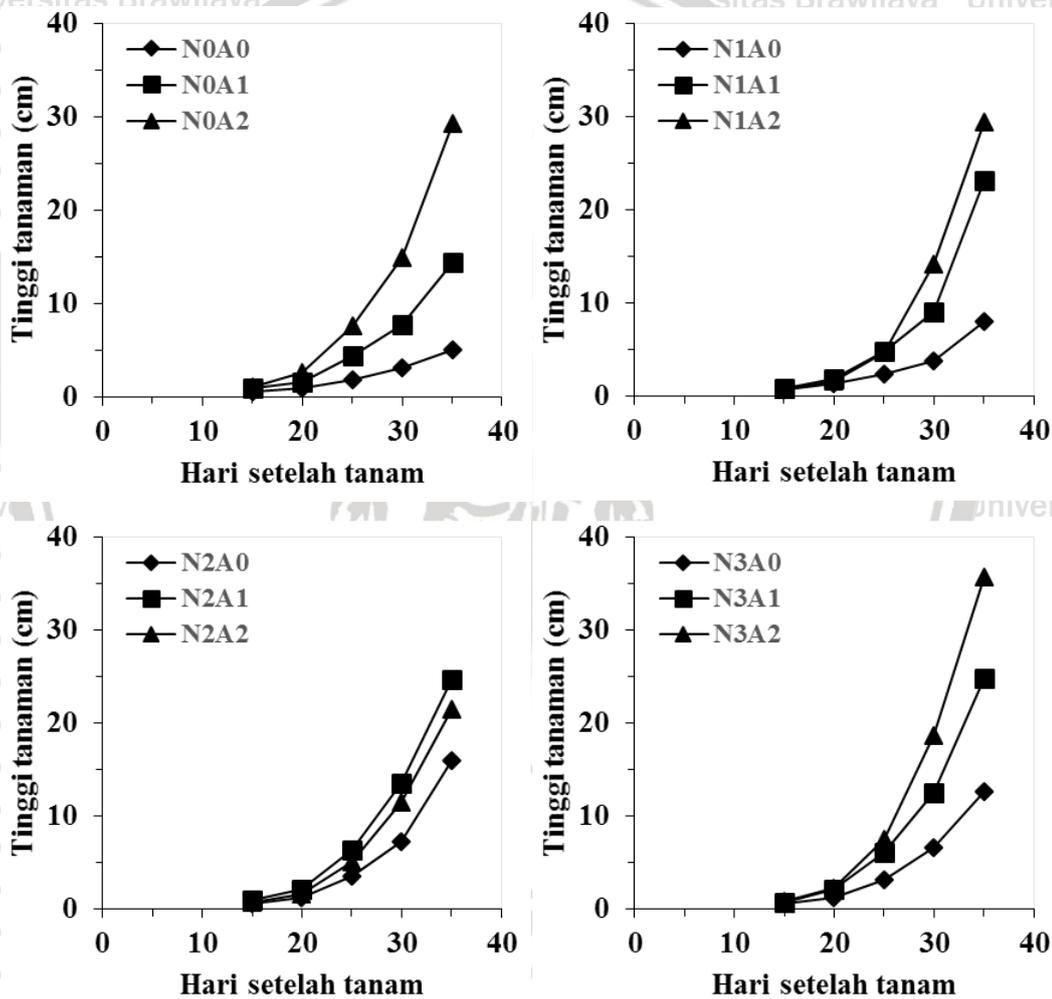
Data dianalisis menggunakan Uji F (Analysis of Variance) taraf 5% untuk mengetahui pengaruh dari perlakuan yang diberikan dengan bantuan Ms. Excel. Apabila hasil analisis ragam menunjukkan pengaruh perlakuan yang nyata maka dilanjutkan dengan uji BNT taraf 5%.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil

1.1 Tinggi tanaman

Perkembangan tinggi tanaman bayam merah dengan waktu menunjukkan peningkatan yang lambat pada awal pertumbuhan hingga umur 25 hst, setelah itu pesat hingga umur 35 hst (Gambar 8). Pemupukan nitrogen dan pemberian pupuk kandang ayam tidak mengubah pola perkembangan tinggi tanaman dengan waktu.



Gambar 8. Perkembangan tinggi tanaman dengan waktu dari tanaman bayam merah dengan pemupukan nitrogen dan pupuk kandang ayam. N0, N1, N2 dan N3 secara berturut-turut adalah 0, 60, 120 dan 180 kg N ha⁻¹. A0, A1 dan A2 secara berturut-turut adalah 0, 5 dan 10 ton ha⁻¹.

Tabel 1. Nilai kuadrat tengah pada karakter tinggi tanaman bayam merah untuk pemberian pupuk nitrogen (N), pupuk kandang ayam (A) dan interaksinya (N × A).

Karakter	Umur Pengamatan (hst)	KT		
		N	A	N × A
Tinggi Tanaman	15	0.02	0.24*	0.06
	20	0.09	2.65*	0.41
	25	4.05	40.53*	3.92
	30	30.89*	281.30*	15.93
	35	100.47*	1047.73*	72.49*

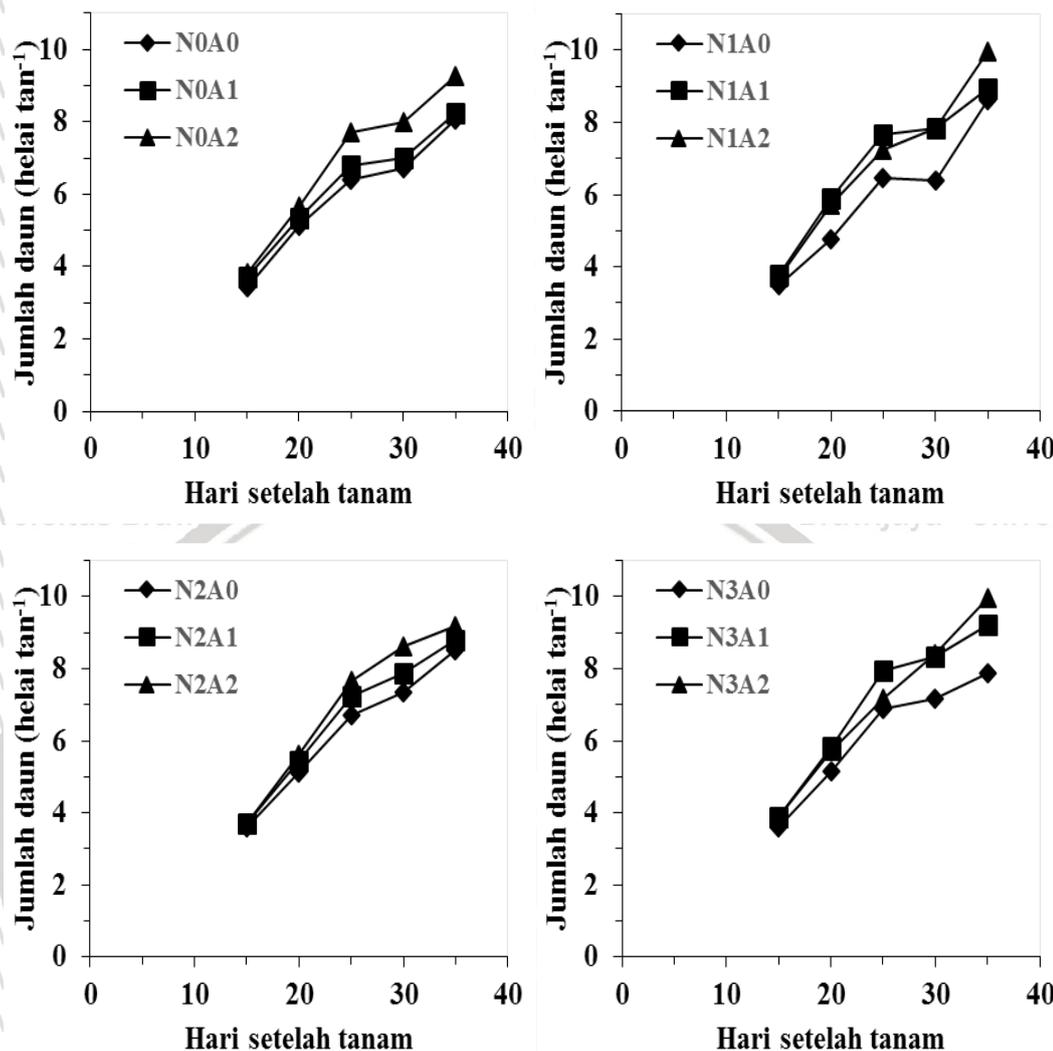
Keterangan : KT = Kuadrat Tengah ; tn = tidak nyata ; * = beda nyata.

Pemberian pupuk nitrogen tidak berpengaruh nyata pada tinggi tanaman selama pertumbuhan tanaman kecuali umur 30 dan 35 hst. Pemberian pupuk kandang ayam berpengaruh nyata ($p < 0.05$) pada tinggi tanaman selama pertumbuhan tanaman. Pemupukan nitrogen dan pupuk kandang ayam menunjukkan interaksi pada tinggi tanaman umur 35 hst (Lampiran 6). Rekapitulasi disajikan pada Tabel 1.

Perkembangan tinggi tanaman bayam umur 35 hst tanpa pemberian pupuk kandang ayam dapat meningkat dengan pemberian pupuk nitrogen sebesar 120 dan 180 kg N ha⁻¹. Sedangkan dengan pemberian pupuk kandang ayam sebesar 5 ton ha⁻¹ dan pupuk nitrogen sebesar 60, 120 dan 180 N ha⁻¹ dapat meningkatkan tinggi tanaman. Pemberian pupuk kandang ayam sebesar 10 ton ha⁻¹ dengan pemberian pupuk nitrogen sebesar 180 kg N ha⁻¹ dapat meningkatkan tinggi tanaman (Lampiran 7).

1.2 Jumlah daun

Hasil sidik ragam pada Lampiran 6 menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara perlakuan pemberian pupuk nitrogen dengan pupuk kandang ayam terhadap jumlah daun (Gambar 9). Perlakuan pemberian pupuk nitrogen tidak menunjukkan pengaruh nyata selama pertumbuhan tanaman kecuali pada umur 30 hst. Sedangkan perlakuan pemberian pupuk kandang ayam menunjukkan pengaruh nyata selama pertumbuhan tanaman kecuali umur 15 hst (Lampiran 6). Rekapitulasi disajikan pada Tabel 2.



Gambar 9. Perkembangan jumlah daun dengan waktu dari tanaman bayam merah dengan pemupukan nitrogen dan pupuk kandang ayam. N0, N1, N2 dan N3 secara berturut-turut adalah 0, 60, 120 dan 180 kg N ha⁻¹. A0, A1 dan A2 secara berturut-turut adalah 0, 5 dan 10 ton ha⁻¹.

Tabel 2. Nilai kuadrat tengah pada karakter jumlah daun bayam merah untuk pemberian pupuk nitrogen (N), pupuk kandang ayam (A) dan interaksinya (N × A).

Karakter	Umur Pengamatan (hst)	KT		
		N	A	N × A
Jumlah daun	15	0.03	0.24*	0.01
	20	0.08	1.50*	0.13
	25	0.22	2.65*	0.49
	30	1.32*	5.29*	0.27
	35	0.71	5.29*	0.36

Keterangan : KT = Kuadrat Tengah ; tn = tidak nyata ; * = beda nyata.

Jumlah daun pada tanaman dengan perlakuan pemberian nitrogen sebesar 120 kg N ha⁻¹ lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan pemberian nitrogen sebesar 60 kg ha⁻¹ maupun tanpa pemberian nitrogen, namun tidak berbeda dengan 180 kg N ha⁻¹ pada 30 hst. Jumlah daun pada tanaman dengan perlakuan pemberian pupuk kandang ayam 5 ton ha⁻¹ lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan tanpa pemberian pupuk kandang ayam namun tidak berbeda dengan pemberian pupuk kandang ayam 10 ton ha⁻¹ pada 20 dan 25 hst. Jumlah daun pada tanaman dengan perlakuan pemberian pupuk kandang ayam 10 ton ha⁻¹ menghasilkan jumlah daun terbanyak dari pada perlakuan lain pada 30 dan 35 hst (Lampiran 7).

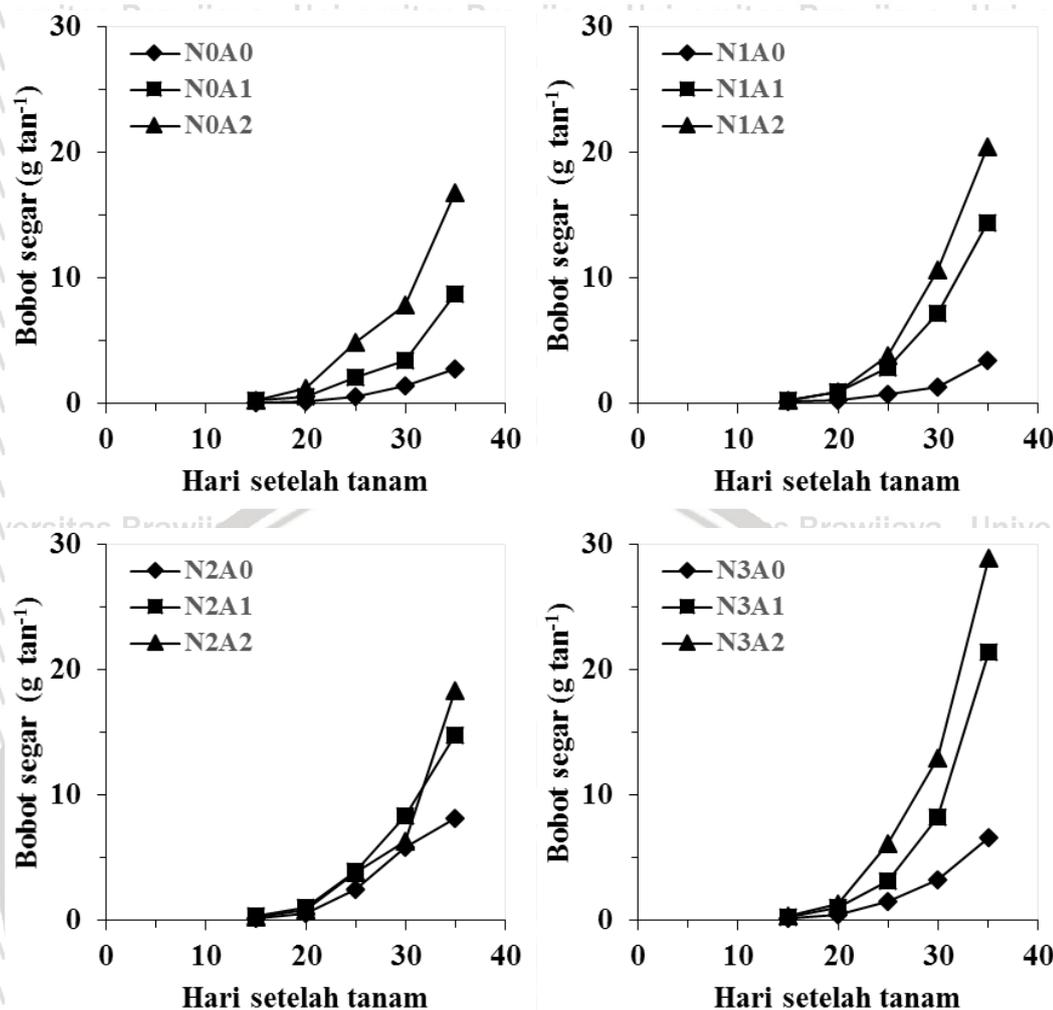
1.3 Bobot segar tanaman

Pemberian pupuk nitrogen tidak berpengaruh nyata pada bobot segar tanaman selama pertumbuhan tanaman kecuali umur 30 hst. Pemupukan dengan pupuk kandang ayam berpengaruh nyata ($p < 0.05$) selama pertumbuhan tanaman. Bobot segar tanaman pada umur 35 hst nyata ($p < 0.05$) dipengaruhi pemberian pupuk nitrogen dan pupuk kandang ayam, namun tidak terdapat interaksi dari kedua faktor tersebut (Gambar 10). Rekapitulasi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai kuadrat tengah pada karakter bobot segar tanaman bayam merah untuk pemberian pupuk nitrogen (N), pupuk kandang ayam (A) dan interaksinya (N × A).

Karakter	Umur Pengamatan (hst)	KT		
		N	A	N × A
Bobot segar tanaman	15	0.00	0.11*	0.01
	20	0.12	1.49*	0.14
	25	3.18	33.70*	2.30
	30	23.61*	128.02*	16.09*
	35	141.42*	771.33*	23.65

Keterangan : KT = Kuadrat Tengah ; tn = tidak nyata ; * = beda nyata.



Gambar 10. Perkembangan bobot segar tanaman dengan waktu dari tanaman bayam merah dengan pemupukan nitrogen dan pupuk kandang ayam. N0, N1, N2 dan N3 secara berturut-turut adalah 0, 60, 120 dan 180 kg N ha⁻¹. A0, A1 dan A2 secara berturut-turut adalah 0, 5 dan 10 ton ha⁻¹.

Bobot segar tanaman dapat meningkat dengan pemberian pupuk nitrogen sebesar 180 kg N ha⁻¹ dibandingkan dengan dosis pupuk nitrogen lainnya.

Pemberian pupuk kandang ayam sebesar 10 ton ha⁻¹ dapat meningkatkan bobot segar tanaman dibandingkan dengan pemberian pupuk kandang ayam sebesar 5 ton ha⁻¹ maupun tanpa pemberian pupuk kandang ayam.

Pemberian pupuk nitrogen dan pupuk kandang ayam menunjukkan interaksi terhadap bobot segar tanaman pada 30 hst (Lampiran 6). Bobot segar tanaman tanpa pemberian pupuk kandang ayam dapat meningkat dengan pemberian pupuk nitrogen sebesar 120 kg N ha⁻¹. Sedangkan bobot segar tanaman dapat ditingkatkan

dengan pemberian pupuk kandang ayam sebesar 5 ton ha⁻¹ dan pupuk nitrogen sebesar 60, 120 dan 180 kg N ha⁻¹. Perlakuan pemberian pupuk kandang ayam sebesar 10 ton ha⁻¹ dan pupuk nitrogen sebesar 180 kg N ha⁻¹ dapat meningkatkan bobot segar tanaman dibandingkan perlakuan lainnya (Lampiran 7).

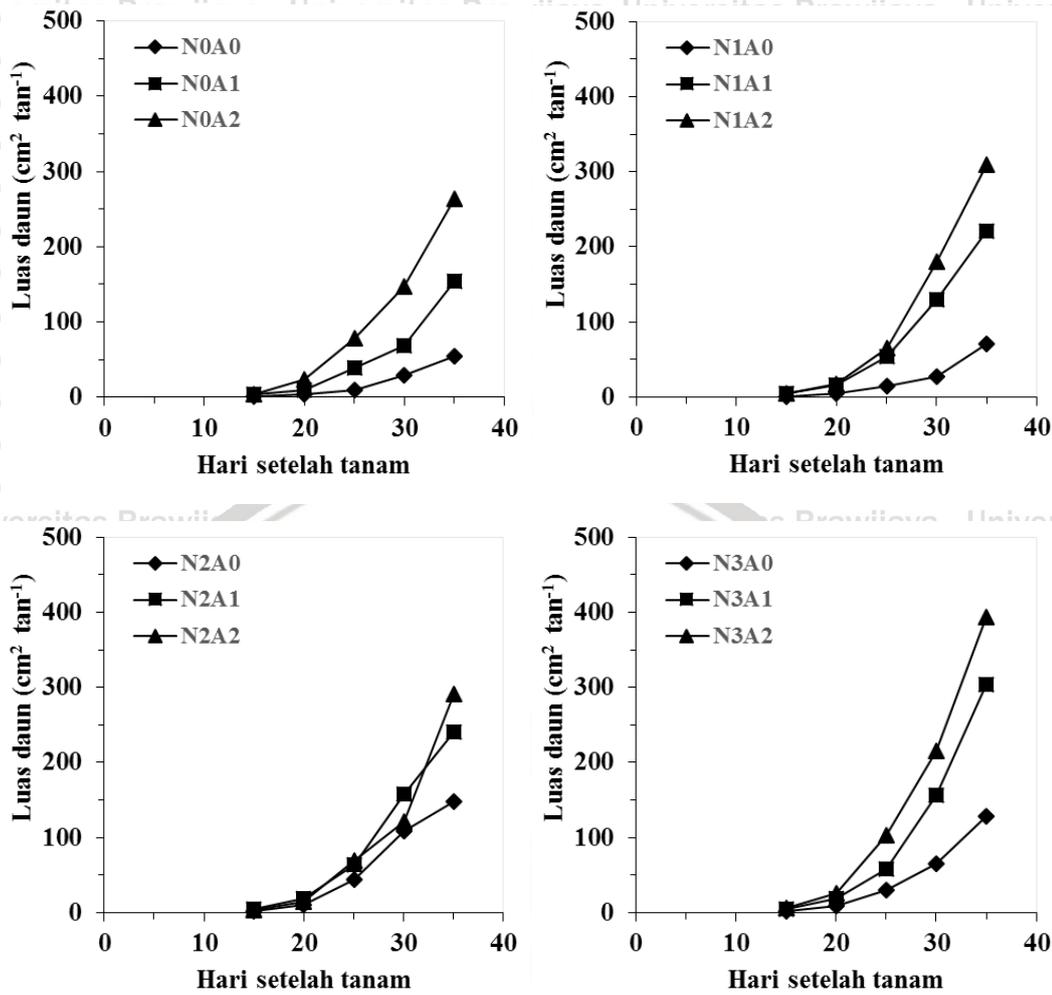
1.4 Luas daun tanaman

Perkembangan luas daun tanaman bayam merah dengan waktu menunjukkan peningkatan yang lambat pada awal pertumbuhan hingga umur 25 hst, setelah itu pesat hingga umur 35 hst (Gambar 11). Pemberian pupuk nitrogen tidak berpengaruh nyata terhadap luas daun tanaman selama pertumbuhan kecuali umur 30 hst. Pemupukan dengan pupuk kandang ayam berpengaruh nyata ($p < 0.05$) terhadap luas daun tanaman selama pertumbuhan tanaman. Luas daun tanaman umur 35 hst dengan pemberian pupuk kandang ayam sebesar 10 ton ha⁻¹ dapat meningkat dibandingkan dengan pemberian pupuk kandang ayam sebesar 5 ton ha⁻¹ maupun tanpa pemberian pupuk kandang ayam. Rekapitulasi disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai kuadrat tengah pada karakter luas daun tanaman bayam merah untuk pemberian pupuk nitrogen (N), pupuk kandang ayam (A) dan interaksinya (N × A).

Karakter	Umur Pengamatan (hst)	KT		
		N	A	N × A
Luas daun tanaman	15	1.25	36.87*	2.02
	20	60.60	583.02*	48.67
	25	996.99	8810.61*	439.68
	30	6622.90*	35961.09*	3917.45*
	35	21681.95	13947.97*	2447.95

Keterangan : KT = Kuadrat Tengah ; tn = tidak nyata ; * = beda nyata.

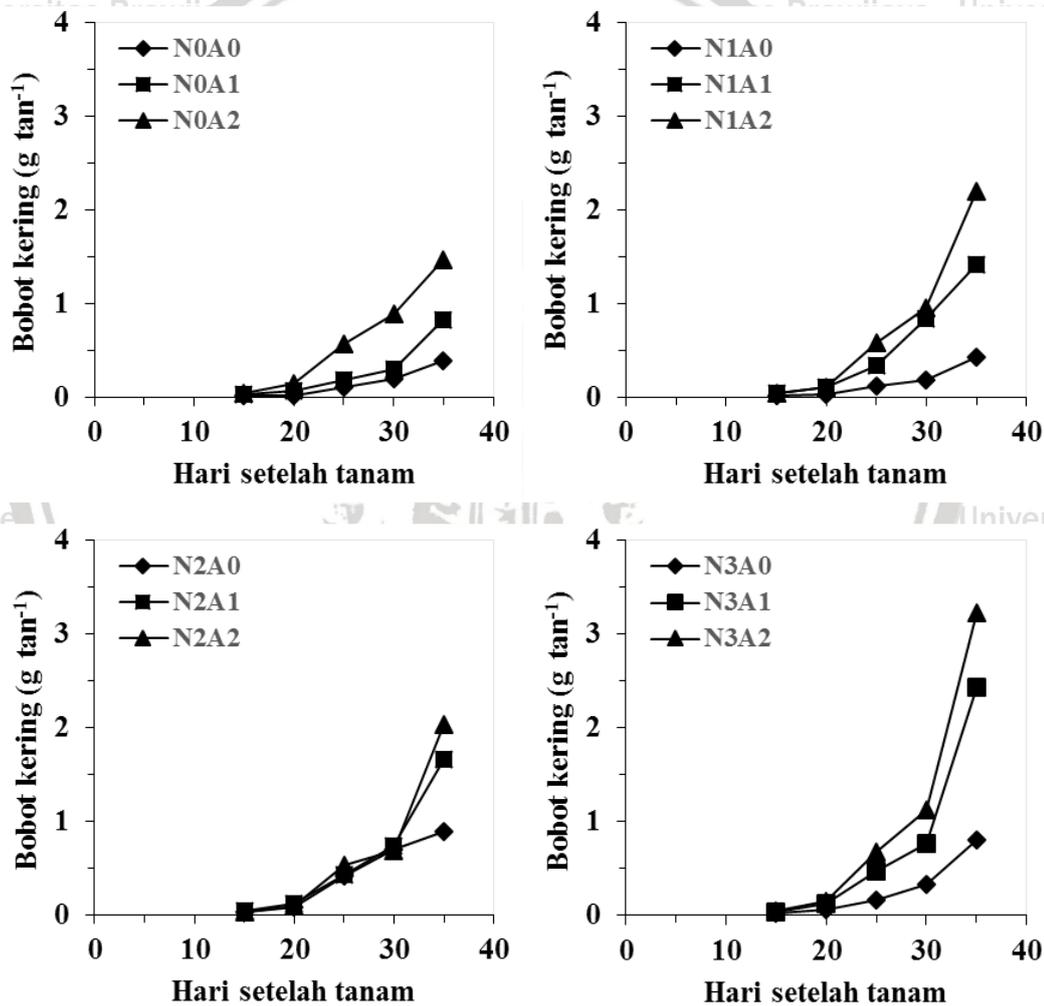


Gambar 11. Perkembangan luas daun tanaman dengan waktu dari tanaman bayam merah dengan pemupukan nitrogen dan pupuk kandang ayam. N0, N1, N2 dan N3 secara berturut-turut adalah 0, 60, 120 dan 180 kg N ha⁻¹. A0, A1 dan A2 secara berturut-turut adalah 0, 5 dan 10 ton ha⁻¹.

Pemberian pupuk nitrogen dan pupuk kandang ayam menunjukkan interaksi terhadap luas daun tanaman pada 30 hst (Lampiran 6). Luas daun tanaman dengan perlakuan tanpa pemberian pupuk kandang ayam dapat meningkat dengan pemberian pupuk nitrogen sebesar 120 kg N ha⁻¹. Sedangkan luas daun tanaman dengan pemberian pupuk kandang ayam sebesar 5 ton ha⁻¹ dapat di tingkatkan dengan pemberian pupuk nitrogen sebesar 120 dan 180 kg N ha⁻¹. Luas daun tanaman dengan pemberian pupuk kandang sebesar 10 ton ha⁻¹ dan pupuk nitrogen sebesar 180 kg N ha⁻¹ menghasilkan luas daun tanaman lebih luas dibandingkan perlakuan lainnya (Lampiran 7).

1.5 Bobot kering tanaman

Pemupukan nitrogen tidak berpengaruh nyata pada bobot kering tanaman selama pertumbuhan tanaman kecuali umur 30 dan 35 hst. Pemupukan dengan pupuk kandang ayam berpengaruh nyata ($p < 0.05$) terhadap bobot kering tanaman selama pertumbuhan tanaman (Gambar 12). Bobot kering tanaman dapat meningkat dengan pemberian pupuk nitrogen sebesar 180 kg N dibandingkan dengan dosis pupuk nitrogen lainnya. Pemberian pupuk kandang ayam sebesar 10 ton ha⁻¹ dapat meningkatkan bobot kering tanaman dibandingkan dengan pemberian pupuk kandang ayam sebesar 5 ton ha⁻¹ maupun tanpa pemberian pupuk kandang ayam.



Gambar 12. Perkembangan bobot kering tanaman dengan waktu dari tanaman bayam merah dengan pemupukan nitrogen dan pupuk kandang ayam. N0, N1, N2 dan N3 secara berturut-turut adalah 0, 60, 120 dan 180 kg N ha⁻¹. A0, A1 dan A2 secara berturut-turut adalah 0, 5 dan 10 ton ha⁻¹.

Tabel 5. Nilai kuadrat tengah pada karakter bobot kering tanaman bayam merah untuk pemberian pupuk nitrogen (N), pupuk kandang ayam (A) dan interaksinya (N × A).

Karakter	Umur Pengamatan (hst)	KT		
		N	A	N × A
Bobot kering tanaman	15	0.00008	0.00200*	0.00007
	20	0.002	0.020*	0.002
	25	0.06	0.47*	0.03
	30	0.13883*	0.93829*	0.15456*
	35	2.45*	7.83*	0.35

Keterangan : KT = Kuadrat Tengah ; tn = tidak nyata ; * = beda nyata.

Pemberian pupuk nitrogen dan pupuk kandang ayam berpengaruh nyata dan kedua faktor menunjukkan interaksi terhadap bobot kering tanaman pada 30 hst (Lampiran 6). Rekapitulasi disajikan pada Tabel 5. Bobot kering tanaman dengan perlakuan tanpa pemberian pupuk kandang ayam dapat meningkat dengan pemberian pupuk nitrogen 120 kg N ha⁻¹. Sedangkan bobot kering tanaman dengan pemberian pupuk kandang ayam sebesar 5 ton ha⁻¹ dapat di tingkatkan dengan pemberian pupuk nitrogen sebesar 60, 120 dan 180 kg N ha⁻¹. Bobot kering tanaman dengan pemberian pupuk kandang sebesar 10 ton ha⁻¹ dan pupuk nitrogen sebesar 180 kg N ha⁻¹ menghasilkan bobot kering tanaman lebih berat dibandingkan perlakuan 120 kg N ha⁻¹ maupun tanpa pemupukan nitrogen (Lampiran 7).

1.6 Bobot segar total tanaman

Pemberian pupuk nitrogen dan pupuk kandang ayam berpengaruh nyata ($p < 0.05$) terhadap bobot segar total tanaman bayam merah. Kedua faktor tersebut tidak menunjukkan interaksi (Lampiran 6). Rekapitulasi disajikan pada Tabel 6. Rata-rata bobot segar total tanaman disajikan pada Tabel 7.



Tabel 6. Nilai kuadrat tengah pada karakter bobot segar total tanaman, bobot konsumsi dan bobot akar tanaman bayam merah untuk pemberian pupuk nitrogen (N), pupuk kandang ayam (A) dan interaksinya (N × A).

Karakter	KT		
	N	A	N × A
Bobot segar total tanaman	26.74*	172.61*	10.24
Bobot konsumsi	23.84*	114.45*	13.84
Bobot akar tanaman	1.45	6.31*	0.71

Keterangan : KT = Kuadrat Tengah ; tn = tidak nyata ; * = beda nyata.

Tabel 7. Rata-rata bobot segar total tanaman bayam merah dengan pemberian pupuk nitrogen dan pupuk kandang ayam.

Perlakuan	Bobot Segar Total Tanaman (ton ha ⁻¹)
Nitrogen :	
0 kg N ha ⁻¹	8.11 a
60 kg N ha ⁻¹	8.28 a
120 kg N ha ⁻¹	9.17 b
180 kg N ha ⁻¹	11.84 c
BNT 5%	0.66
Pupuk Kandang:	
0 ton ha ⁻¹	5.18 a
5 ton ha ⁻¹	10.27 b
10 ton ha ⁻¹	12.60 c
BNT 5%	0.49
KK	21.64 %

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada perlakuan yang sama tidak berbeda nyata ($p \geq 0,05$) dengan uji BNT (5%) ; (tn) = tidak nyata, BNT = Beda Nyata Terkecil ; KK = Koefisien Keragaman.

Rata-rata bobot segar total tanaman (Tabel 7) menunjukkan bahwa tanaman dengan pemberian pupuk nitrogen sebesar 180 kg N ha⁻¹ memiliki bobot segar total lebih berat dibandingkan dengan perlakuan pemberian pupuk nitrogen lainnya.

Pemberian pupuk kandang ayam sebesar 10 ton ha⁻¹ memberikan hasil rata-rata bobot segar tanaman lebih berat dibandingkan dengan perlakuan pemberian pupuk kandang ayam sebesar 5 ton ha⁻¹ maupun tanpa pemberian pupuk kandang ayam (Lampiran 7).

1.7 Bobot akar tanaman

Pemberian pupuk nitrogen tidak berpengaruh nyata terhadap bobot akar tanaman bayam merah, sedangkan pemberian pupuk kandang ayam berpengaruh nyata ($p < 0.05$). Kedua faktor tersebut tidak menunjukkan interaksi terhadap bobot akar tanaman bayam merah (Lampiran 6). Rekapitulasi disajikan pada Tabel 6.

Rata-rata bobot akar tanaman bayam merah disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Rata-rata bobot konsumsi dan bobot akar tanaman bayam merah dengan pemberian pupuk nitrogen dan pupuk kandang ayam.

Perlakuan	Bobot Konsumsi (ton ha ⁻¹)	Bobot Akar Tanaman (kg/m ²)
Nitrogen :		
0 kg N ha ⁻¹	6.42 a	0.22
60 kg N ha ⁻¹	6.54 a	0.23
120 kg N ha ⁻¹	6.60 a	0.33
180 kg N ha ⁻¹	9.77 b	0.27
BNT 5%	0.73	tn
Pupuk Kandang:		
0 ton ha ⁻¹	3.89 a	0.17 a
5 ton ha ⁻¹	8.25 b	0.26 b
10 ton ha ⁻¹	9.86 c	0.36 c
BNT 5%	0.55	0.04
KK	30.48 %	56.03 %

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom dan perlakuan yang sama tidak berbeda nyata ($p \geq 0,05$), dengan uji BNT (5%) ; (tn) = tidak nyata, BNT = Beda Nyata Terkecil ; KK = Koefisien Keragaman.

Rata-rata bobot akar tanaman (Tabel 8) menunjukkan bahwa dengan pemberian pupuk kandang ayam sebesar 10 ton ha⁻¹ dapat meningkatkan bobot akar dibandingkan dengan perlakuan pemberian pupuk kandang sebesar 5 ton ha⁻¹ maupun tanpa pemberian pupuk kandang ayam (Lampiran 7).

1.8 Bobot konsumsi

Pemberian pupuk nitrogen dan pupuk kandang ayam berpengaruh nyata terhadap bobot konsumsi bayam merah. Namun faktor tersebut tidak menunjukkan

interaksi pada bobot konsumsi bayam merah (Lampiran 6). Rata-rata bobot konsumsi tanaman bayam merah disajikan pada Tabel 8.

Rata-rata bobot konsumsi (Tabel 8) menunjukkan bahwa tanaman dengan pemberian pupuk nitrogen sebesar 180 kg N ha⁻¹ memiliki bobot konsumsi lebih berat dibandingkan dengan perlakuan pemberian pupuk nitrogen lainnya. Pemberian pupuk kandang ayam sebesar 10 ton ha⁻¹ memberikan hasil rata-rata bobot konsumsi lebih berat dibandingkan dengan perlakuan pemberian pupuk kandang ayam sebesar 5 ton ha⁻¹ maupun tanpa pemberian pupuk kandang ayam.

1.9 Kandungan Klorofil

Pemberian pupuk nitrogen dan pupuk kandang ayam tidak berpengaruh nyata terhadap klorofil bayam merah dan kedua faktor tersebut tidak menunjukkan interaksi (Lampiran 6). Rekapitulasi disajikan pada Tabel 9. Rata-rata kandungan klorofil bayam merah disajikan pada Tabel 10.

Tabel 9. Nilai kuadrat tengah pada karakter beberapa pigmen tanaman bayam merah untuk pemberian pupuk nitrogen (N), pupuk kandang ayam (A) dan interaksinya (N × A).

Karakter	KT		
	N	A	N × A
Klorofil <i>a</i>	20.93	5.9	6.19
Klorofil <i>b</i>	1.18	0.40	0.46
Klorofil total	27.92	8.23	9.40
Karotenoid	0.94	0.35	0.85
Antosianin	16543.74	14112.85	9283.16

Keterangan : KT = Kuadrat Tengah ; tn = tidak nyata ; * = beda nyata.

Tabel 10. Rata-rata kandungan klorofil bayam merah dengan pemberian pupuk nitrogen dan pupuk kandang ayam.

Perlakuan	Klorofil <i>a</i> ($\mu\text{g ml}^{-1}$)	Klorofil <i>b</i> ($\mu\text{g ml}^{-1}$)	Klorofil Total ($\mu\text{g ml}^{-1}$)
Nitrogen :			
0 kg N ha ⁻¹	15.27	2.54	17.81
60 kg N ha ⁻¹	14.24	2.39	16.63
120 kg N ha ⁻¹	11.88	1.83	13.71
180 kg N ha ⁻¹	14.91	1.86	16.77
BNT 5%	tn	tn	tn
Pupuk Kandang:			
0 ton ha ⁻¹	14.79	2.35	17.14
5 ton ha ⁻¹	14.04	1.99	16.03
10 ton ha ⁻¹	13.39	2.13	15.52
BNT 5%	tn	tn	tn
KK	28.31 %	43.81 %	28.69 %

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom dan perlakuan yang sama tidak berbeda nyata ($p \geq 0,05$) dengan uji BNT (5%) ; (tn) = tidak nyata, BNT = Beda Nyata Terkecil ; KK = Koefisien Keragaman.

Rata-rata kandungan klorofil bayam merah (Tabel 10) menunjukkan bahwa kadar klorofil *a*, klorofil *b*, dan klorofil total bayam merah tidak dipengaruhi pemberian pupuk nitrogen dan pemupukan pupuk kandang ayam dengan dosis yang diberikan.

1.10 Kandungan Karotenoid

Pemberian pupuk nitrogen dan pupuk kandang ayam tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan karotenoid bayam merah dan kedua faktor tersebut tidak menunjukkan interaksi (Lampiran 6). Rekapitulasi disajikan pada Tabel 9. Rata-rata kandungan karotenoid bayam merah disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Rata-rata kandungan karotenoid bayam merah dengan pemberian pupuk nitrogen dan pupuk kandang ayam.

Perlakuan	Kandungan Karotenoid ($\mu\text{g ml}^{-1}$)
Nitrogen :	
0 kg N ha ⁻¹	3.25
60 kg N ha ⁻¹	2.93
120 kg N ha ⁻¹	2.84
180 kg N ha ⁻¹	3.55
BNT 5%	
Pupuk Kandang:	
0 ton ha ⁻¹	3.08
5 ton ha ⁻¹	3.34
10 ton ha ⁻¹	3.01
BNT 5%	
	tn
KK	28.46 %

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada perlakuan yang sama tidak berbeda nyata ($p \geq 0,05$) dengan uji BNT (5%) ; (tn) = tidak nyata, BNT = Beda Nyata Terkecil ; KK = Koefisien Keragaman.

Rata-rata kandungan karotenoid bayam merah (Tabel 11) menunjukkan bahwa kandungan karotenoid bayam merah tidak dipengaruhi pemberian pupuk nitrogen dan pemupukan pupuk kandang ayam dengan dosis yang diberikan.

1.11 Kandungan Antosianin

Pemberian pupuk nitrogen dan pupuk kandang ayam tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan antosianin bayam merah dan kedua faktor tersebut tidak menunjukkan interaksi (Lampiran 6). Rekapitulasi disajikan pada Tabel 9. Rata-rata kandungan antosianin bayam merah disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Rata-rata kandungan antosianin bayam merah dengan pemberian pupuk nitrogen dan pupuk kandang ayam.

Perlakuan	Kandungan Antosianin (mg/L)
Nitrogen :	
0 kg N ha ⁻¹	445.66
60 kg N ha ⁻¹	439.58
120 kg N ha ⁻¹	387.19
180 kg N ha ⁻¹	356.34
BNT 5%	
Pupuk Kandang:	
0 ton ha ⁻¹	439.05
5 ton ha ⁻¹	411.63
10 ton ha ⁻¹	370.90
BNT 5%	
	tn
KK	30.45 %

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada perlakuan yang sama tidak berbeda nyata ($p \geq 0,05$) dengan uji BNT (5%) ; (tn) = tidak nyata, BNT = Beda Nyata Terkecil ; KK = Koefisien Keragaman.

Rata-rata kandungan antosianin bayam merah (Tabel 12) menunjukkan bahwa kandungan antosianin bayam merah tidak dipengaruhi oleh pemberian pupuk nitrogen dan pemupukan pupuk kandang ayam dengan dosis yang diberikan.

1.12 Kandungan Nitrogen Daun

Pemberian pupuk nitrogen tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan nitrogen bayam merah, sedangkan pemberian pupuk kandang ayam berpengaruh nyata. Kedua faktor tersebut tidak menunjukkan interaksi terhadap kandungan nitrogen daun bayam merah (Lampiran 6). Rekapitulasi disajikan pada Tabel 13.

Rata-rata kandungan nitrogen daun bayam merah disajikan pada Tabel 14.

Tabel 13. Nilai kuadrat tengah pada karakter kandungan nitrogen daun bayam merah untuk pemberian pupuk nitrogen (N), pupuk kandang ayam (A) dan interaksinya (N × A).

Karakter	KT		
	N	A	N × A
Nitrogen daun	0.15	1.56	0.34

Keterangan : KT = Kuadrat Tengah ; tn = tidak nyata ; * = beda nyata.

Tabel 14. Rata-rata kandungan nitrogen daun bayam merah dengan pemberian pupuk nitrogen dan pupuk kandang ayam.

Perlakuan	Kandungan Nitrogen (%)
Nitrogen :	
0 kg N ha ⁻¹	1.12
60 kg N ha ⁻¹	1.27
120 kg N ha ⁻¹	1.22
180 kg N ha ⁻¹	1.43
BNT 5%	tn
Pupuk Kandang:	
0 ton ha ⁻¹	0.97 a
5 ton ha ⁻¹	1.15 b
10 ton ha ⁻¹	1.66 c
BNT 5%	0.12
KK	39.13 %

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada perlakuan yang sama tidak berbeda nyata ($p \geq 0,05$) dengan uji BNT (5%) ; (tn) = tidak nyata, BNT = Beda Nyata Terkecil ; KK = Koefisien Keragaman.

Rata-rata kandungan nitrogen daun bayam merah (Tabel 14) menunjukkan bahwa tanaman dengan pemberian pupuk kandang ayam sebesar 10 ton ha⁻¹ menunjukkan hasil lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa pemberian pupuk kandang ayam dan pemberian pupuk kandang ayam sebesar 5 ton ha⁻¹.

2. Pembahasan

Unsur hara nitrogen merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan, hasil dan kualitas tanaman bayam merah. Kesuburan tanah yang rendah menyebabkan ketersediaan nitrogen dalam tanah menjadi terbatas. Hasil analisis tanah awal menunjukkan bahwa C-organik pada tanah yang digunakan

dalam penelitian ini adalah sebesar 1,54% (Lampiran 4). Angka tersebut masih rendah (C-organik 1-2%) menurut Balai Penelitian Tanah (2009) sehingga dibutuhkan pemberian pupuk organik. Hasil analisis pupuk kandang ayam yang digunakan dalam penelitian ini yaitu C-organik sebesar 17,16% (Lampiran 5) yang mana syarat pupuk organik sebagai pembenah tanah adalah mengandung C-organik lebih besar dari 12% (Balai Penelitian Tanah, 2009). Kandungan N total pupuk kandang ayam sebesar 4,82% sehingga dapat menambah ketersediaan unsur nitrogen dalam tanah. Nilai N total pupuk kandang ayam yang digunakan lebih besar dibandingkan dengan nilai N total pupuk kandang ayam dalam penelitian Khalil (2005) yang hanya 2,16%.

Pupuk organik seperti pupuk kandang ayam menyediakan unsur hara dan bahan organik yang bermanfaat untuk memperbaiki sifat kimia, fisik dan biologis tanah yang terdegradasi. Pengurangan kepadatan tanah, memperbaiki kondisi agregat tanah, peningkatan pori tanah, konduktivitas air dan aktivitas mikroorganisme dalam tanah. Kandungan unsur hara dalam pupuk kandang ayam juga dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan unsur hara tanaman (Ondo and Eba, 2017). Nitrogen merupakan unsur hara esensial tanaman. Nitrogen berperan penting dalam berbagai proses fisiologis. Pemberian pupuk kandang dan nitrogen dalam budidaya tanaman tentunya memberikan hasil yang berbeda (Leghari *et al.*, 2016).

Hasil analisis ragam menunjukkan terdapat interaksi antara pemberian pupuk nitrogen dan pupuk kandang ayam terhadap beberapa karakter seperti tinggi, bobot segar, luas daun dan bobot kering tanaman. Pemberian pupuk nitrogen sebesar 180 kg N ha⁻¹ dengan pupuk kandang ayam sebesar 10 ton ha⁻¹ memberikan hasil paling tinggi pada tinggi tanaman umur 35 hst. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nitrogen merupakan unsur hara yang dibutuhkan dalam jumlah besar pada fase vegetatif tanaman bayam merah. Sen *et al.* (2016) menjelaskan bahwa peningkatan dosis pupuk nitrogen dapat memacu pertumbuhan tunas tanaman. Pemberian pupuk kandang ayam juga dapat memenuhi kebutuhan unsur hara N pada tanaman.

Perlakuan pemberian nitrogen dan pupuk kandang ayam tidak menunjukkan adanya interaksi pada karakter jumlah daun. Namun hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian pupuk nitrogen sebesar 120 dan 180 kg N ha⁻¹

meningkatkan jumlah daun pada umur 30 hst. Dehariya *et al.* (2019) menyatakan bahwa nitrogen dapat meningkatkan jumlah daun tanaman *A. tricolor* L. dan dibutuhkan dalam jumlah yang cukup untuk pertumbuhan dan perkembangan.

Jumlah daun juga dipengaruhi secara nyata dengan pemberian pupuk kandang ayam sebesar 10 ton ha⁻¹. Pupuk kandang juga diketahui meningkatkan jumlah daun tanaman *A. caudatus* L. pada penelitian Mshelia dan Degri (2014). Pupuk kandang ayam dapat melepaskan unsur hara yang terkandung dalam bahan organik secara seimbang.

Pemupukan nitrogen memberikan pengaruh nyata terhadap bobot segar, bobot kering dan bobot segar total tanaman pada akhir masa vegetatif. Pemupukan nitrogen sebesar 180 kg N ha⁻¹ memberikan bobot segar, bobot kering dan bobot segar total tanaman lebih tinggi dibandingkan perlakuan dosis pupuk nitrogen yang lain. Nitrogen sebagai unsur hara makro esensial dibutuhkan dalam jumlah besar pada masa vegetatif. Semakin meningkatnya unsur hara nitrogen yang diberikan dalam proses budidaya tanaman bayam maka diikuti pula dengan peningkatan pertumbuhan dan hasil tanaman. Peningkatan dosis pupuk nitrogen dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman *A. tricolor* L. juga ditemukan dalam penelitian Oshiro *et al.* (2016).

Pemberian dosis pupuk kandang yang berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap bobot segar, bobot kering, luas daun, bobot segar total, bobot akar dan bobot konsumsi tanaman. Pemberian pupuk kandang sebesar 10 ton ha⁻¹ memberikan hasil lebih tinggi dibandingkan perlakuan dosis pupuk kandang ayam yang lain terhadap bobot segar, bobot kering, luas daun, bobot segar total, bobot akar dan bobot konsumsi tanaman bayam merah. Hasil ini menunjukkan bahwa pertumbuhan dan hasil bayam meningkat sebagai respon terhadap pemberian pupuk kandang ayam. Pupuk kandang ayam berguna untuk meningkatkan kesuburan dan memperbaiki struktur tanah (Barau *et al.*, 2018). Struktur tanah yang lebih baik membuat tanah lebih gembur dan memudahkan akar untuk tumbuh dan mendapatkan air serta unsur hara di dalam tanah. Pupuk kandang juga dapat meningkatkan kapasitas menahan air tanah. Kapasitas menahan air tanah yang lebih baik dapat meningkatkan penyerapan unsur hara di dalam tanah oleh tanaman (Abbas *et al.*, 2011).

Pemberian pupuk nitrogen dan pupuk kandang ayam tidak menunjukkan adanya interaksi terhadap kandungan nitrogen tanaman. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang ayam sebesar 10 ton ha⁻¹ dapat meningkatkan kandungan nitrogen tanaman bayam merah. Kandungan nitrogen dalam pupuk kandang ayam dilepaskan selama penguraian dengan tingkat mineralisasi yang lambat, namun hal ini juga menyebabkan kehilangan nitrogen di tanah menjadi lebih rendah, sehingga kebutuhan unsur hara nitrogen dapat terpenuhi selama proses pertumbuhan tanaman. Penelitian oleh Oluwa dan Akinyemi (2014) juga menunjukkan bahwa dengan penambahan pupuk kandang ayam dalam budidaya *A. viridis* dapat meningkatkan bobot kering tanaman bayam.

Pemberian pupuk kandang ayam tidak meningkatkan penyerapan nitrogen dari pupuk nitrogen yang diberikan. Pupuk kandang ayam yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kandungan unsur nitrogen yang tinggi sehingga penambahan unsur nitrogen dari pupuk nitrogen tidak lebih berperan dalam pertumbuhan tanaman dibandingkan pupuk kandang ayam. Okokoh dan Bisong (2011) juga tidak menemukan pengaruh pemberian pupuk kandang ayam terhadap efektifitas penyerapan nitrogen dari pupuk nitrogen anorganik pada pertumbuhan tanaman.

Perlakuan pemberian pupuk nitrogen dan pupuk kandang ayam pada penelitian ini tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan pigmen klorofil (klorofil *a*, klorofil *b* dan klorofil total), karotenoid dan antosianin tanaman bayam merah. Kandungan klorofil, karotenoid dan antosianin yang tidak dipengaruhi oleh peningkatan pemberian nitrogen menunjukkan bahwa kandungan ketiga pigmen tersebut pada tanaman bayam merah tidak dipengaruhi oleh ketersediaan nitrogen. Hal ini terjadi karena kandungan ketiga pigmen tersebut selain dipengaruhi lingkungan tumbuh juga dipengaruhi oleh faktor genetik tanaman. Kopsell *et al.* (2007) tidak menemukan pengaruh peningkatan pemberian pupuk nitrogen terhadap kandungan klorofil dan karotenoid pada salah satu varietas tanaman kale yang diteliti, sedangkan dua varietas lain menunjukkan perbedaan kandungan klorofil dan karotenoid yang nyata. Pemberian dosis pupuk nitrogen juga tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan antosianin pada salah satu varietas tanaman selasih dalam penelitian yang dilakukan oleh Politycka dan Golcz (2004).

Pemberian pupuk nitrogen sebesar 180 kg N ha^{-1} atau pupuk kandang ayam sebesar 10 ton ha^{-1} sudah dapat mencukupi kebutuhan nitrogen dan meningkatkan hasil tanaman bayam merah. Pemupukan nitrogen sebesar 180 kg ha^{-1} dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman bayam pada bobot segar, bobot kering, bobot segar total dan bobot konsumsi tanaman. Pemberian pupuk kandang ayam sebesar 10 ton ha^{-1} dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman bayam pada bobot segar, luas daun, bobot kering, bobot segar total, bobot akar, bobot konsumsi tanaman dan kandungan nitrogen. Pemupukan nitrogen sebesar 180 kg N ha^{-1} dengan pupuk kandang ayam sebesar 10 ton ha^{-1} meningkatkan pertumbuhan pada tinggi tanaman. Pupuk nitrogen yang digunakan dalam budidaya memiliki sifat cepat tersedia untuk tanaman namun juga memiliki kekurangan yaitu mudah mengalami pencucian dan penguapan. Sedangkan kandungan bahan organik pupuk kandang ayam dapat memenuhi kebutuhan unsur hara tanaman dan memberikan lingkungan tumbuh yang optimal.



5. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Pertumbuhan tinggi tanaman meningkat dengan pemberian pupuk nitrogen dan pupuk kandang ayam. Tinggi tanaman sudah dapat meningkat dengan pemberian pupuk nitrogen sebesar 120 kg N ha^{-1} tanpa pemberian pupuk kandang ayam atau dengan pemberian pupuk kandang ayam sebesar 5 ton ha^{-1} dengan pupuk nitrogen sebesar 60 N ha^{-1} . Tinggi tanaman paling tinggi dihasilkan dengan pemberian pupuk kandang ayam sebesar 10 ton ha^{-1} dan pupuk nitrogen sebesar 180 kg N ha^{-1} .
2. Pertumbuhan dan hasil yaitu bobot segar, bobot kering, bobot segar total dan bobot konsumsi tanaman dapat meningkat dengan pemberian pupuk nitrogen. Bobot segar total dan bobot konsumsi tanaman meningkat dengan pemupukan nitrogen sebesar 180 kg N ha^{-1} .
3. Pertumbuhan dan hasil yaitu bobot segar, luas daun, bobot kering, bobot segar total, bobot akar, bobot konsumsi tanaman dan kandungan nitrogen dapat meningkat dengan pemberian pupuk kandang ayam. Bobot segar total tanaman, bobot konsumsi dan kandungan nitrogen daun meningkat dengan pemberian pupuk kandang ayam sebesar 10 ton ha^{-1} .
4. Pigmen tanaman (klorofil *a* dan *b*, karotenoid dan antosianin) tidak meningkat dengan pemberian pupuk nitrogen dan pupuk kandang ayam.

2. Saran

Budidaya tanaman bayam merah membutuhkan ketersediaan unsur nitrogen yang optimal. Varietas unggul dapat digunakan untuk mempertahankan kualitas hasil tanaman pada kondisi kekurangan maupun kelebihan unsur hara nitrogen.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, M.A., S.D.M. Elamin and E.A.M. Elamin. 2011. Contribution of chicken manure on soil chemical and physical properties compared with urea + superphosphate fertilizers. *J. Sci. and Tech.* 12(4): 10-16.
- Badan Pusat Statistik. 2018. Statistik Pertanian. Kementrian Pertanian Republik Indonesia. Jakarta.
- Balai Penelitian Tanah. 2009. Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk. Balai Penelitian Tanah Bogor.
- Barau, B., O.O. Olufajo, F.G. Umar, A.A. Ibrahim, S.S. Jibia, D. James, U. Yusuf, A.A. Maiwada and A. Wakili. 2018. Growth and Yield of Vegetable Amaranth as Affected by Poultry Manure and Seedling Age at Transplanting. *J. Agric. Res.* 6(4): 127-132.
- Bednarz, B.S. and A. Krzepilko. 2009. Effect of Various Doses of NPK Fertilizers on Chlorophyll Content in The Leaves of Two Varieties of Amaranth (*Amaranthus cruentus* L.). *J. Eco. Chem. and Engin.* 16(10): 1373-1378.
- Blackmer, T.M. and J.S. Schepers. 1995. Use of a chlorophyll meter to monitor N status and schedule fertigation of corn. *J. Prod.Agric.* 8: 56-60.
- Bojović and Stojanović. 2005. Chlorophyll and Carotenoid Content in Wheat Cultivar as a Function of Mineral Nutrition. *Arch. Biol. Sci. Belgrade.* 57 (4): 283-290.
- Bollivar, D.W. 2006. Recent Advances in Chlorophyll Biosynthesis. *J Photos. Res.* 90: 173-194.
- Chand, S., M. Anwar and D.D. Patra. 2006. Influence of Long-term Application of Organic and Inorganic Fertilizer to Build Up Soil Fertility and Nutrient Uptake in Mint-mustard Cropping Sequence. *Commun Soil. Sci. Plant Anal.* 37(1-2): 63-76.
- Dehariya, P., D.K. Mishra, R. Dhakad and A. Kumar. 2019. Studies on Different Levels of Nitrogen Application on Growth and Yield of Amaranthus (*Amaranthus tricolor* L.). *J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 8(4): 1423-1427.
- Edi, S. dan J. Bobihoe. 2010. Budidaya Tanaman Sayuran. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Jambi. 54 hal.
- Eldahshan, O.A. and A.N.B. Singab. 2013. Carotenoids. *J. Pharmacognosy and Phytochemistry.* 2(1): 225-234.
- Giusti, M.M., and R.E. Wrolstad. 2001. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-Visible spectroscopy. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry.* John Wiley and Sons. New York.
- Grubben, G.J.H. 2004. Plant Resources of Tropical Africa 2 Vegetables. PROTA Foundation. Belanda.
- Hanafiah, K. A. 2008. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Raja Grafindo Persada. Jakarta. 360 hal.

- Hirschberg, J., M. Cohen, M. Harker, T. Latan, V. Mann and I. Pecker. 1997. Molecular Genetic of the Carotenoid Biosynthesis Pathway in Plants and Algae. *J. Pure and Applied Chemistry*. 69(10): 2151-2158.
- Johnson, E.J. 2002. The Role of Carotenoids in Human Health. *J. Nutr Clin Care*. 5(2): 56-65.
- Khalil, M.I., U. Schmidhalter and R. Gutser. 2005. Turnover of Chicken Manure in Some Upland Soils of Asia: Agricultural and Environmental Perspective. *Proc. Chimatra Workshop*.
- Khandaker, L., Md.B. Ali. and S. Oba. 2008. Total polyphenol and antioxidant activity of red *Amaranth* (*Amaranthus tricolor* L.) as affected by different sunlight level. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 77 (40): 395-401.
- Khandaker, L., A.S.M.G.M. Akond, and S. Oba. 2011. Foliar Application of Salicylic Acid Improved The Growth, Yield, and Leaf's Bioactive Compounds in Red *Amaranth* (*Amaranthus tricolor* L.). *Vegetable Crops Research Bulletin*, 74: 77-86.
- Kjeldahl, J. 1883. Kjeldahl Method for Determining Nitrogen. <http://www.coleparmer.com/techinfo/techinfo.asp?htmlfile=KjeldahlBasic.s.htm&ID=384>. Diakses pada 29 Juli 2019.
- Kopsell, D.A., D.E. Kopsell and J.C. Celentano. 2007. Carotenoid pigments in kale are influenced by nitrogen concentration and form. *J. The Science of Food and Agriculture*. 87(5): 900-907.
- Laghari, S.J., N.A. Wahocho, G.M. Laghari, A.H. Laghari, G.M. Bhabhan, K.H. Taipur, T.A. Bhutto, S.A. Wahocho dan A.A. Lashari. 2016. Role of Nitrogen for Plant Growth and Development: A Review. *J. Adv. Environmental Biology*. 10(9): 209-218.
- Lichtenthaler, H.K., and A.R. Wellburn. 1983. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b leaf extracts in different solvents. *Biochem. Soc. Trans.* 11(5): 591-592.
- Mshelia, J.S. and M.M. Degri. 2014. Effect of Different Levels of Poultry Manure on The Performance of *Amaranthus* (*Amaranthus caudatus* L.). *J. Sci. and Nature*. 5(1): 11-125.
- Muhamed S.B., R.M.A. Nassar and F.A. Ahmed. 2012. Response of Sesame plant (*Sesamum orientale* L.) to Treatments with Mineral and Bio-fertilizers. *J. Agr. Biol. Sci.* 8(2): 127 - 137.
- Nambiar, V. and M. Sharma. 2014. Carotene content of coriander leaves (*Coriandrum sativum*), Amaranth, Red (*Amaranthus sp.*), Green garlic (*Allium sativum*) and Mogri (*Raphanus caudatus*) and its products. *J. Appl. Pharmaceutical Sci.* 4(8): 069-074.
- Nariratih, I., MMB. Damanik dan G. Sitanggang. 2013. Ketersediaan Nitrogen pada Tiga Jenis Tanah akibat Pemberian Bahan Organik dan Serapannya pada Tanaman Jagung. *J. Online Agroekoteknologi*. 1(3): 479-488.

- Okokoh, S.J. and B.W. Bisong. 2011. Effect of Poultry manure and urea-n on flowering occurrence and leaf Productivity of *Amaranthus cruentus*. J. Appl. Sci. Environ. 15(1): 13-15.
- Okoli, P.S.O and I.A. Nweke. 2015. Effect of Different Rates of Poultry Manure On Growth and Yield of Amaranthus (*Amaranthus Cruentus*). J. Agri and Veterinary Sci. 8(2): 73-76.
- Oluwa, O.O.A. and O. Akinyemi. 2014. Amaranths (*Amaranthus viridis*) dry matter and soil Qualities: Organic vs Inorganic Fertilizers. The 4th ISOFAR Scientific Conferences on Building Organic Bridges Proceedings. October 13-15. The Organic World Congress: 879-881.
- Ondo, J.A. and F. Eba. 2017. Effect of Chicken Manure Compost and Okume Wood Biochar on Acid Soil and *Amaranthus cruentus*. J Appl. Sci. 9(6): 279-286.
- Oshiro, M., Md.A. Hossain, I. Nakamura, H. Akamine, M. Tamaki, P.C. Bhowmik and A. Nose. 2017. Effect of Soil Types and Fertilizers on Growth, Yield, and Quality of Edible *Amaranthus tricolor* lines in Okinawa, Japan. J. Plant Production Sci. 19(1): 67-72.
- Panah Merah. 2013. Mira. <http://www.panahmerah.id/product/mira>. Diakses pada 7 Juli 2019.
- Pareek S., N. A. Sagar, S. Sharma, V. Kumar, T. Agarwal, G. A. Gonzalez and E. M. Yahia. 2017. Chlorophylls: Chemistry and Biological Functions. Fruit and Vegetable Phytochemicals: Chemistry and Human Health, Second Edition. John Wiley & Sons Ltd.
- Politycka, B. and A. Golcz. 2004. Content of Chloroplast pigments and anthocyanins in the leaves of *Ocimum basilicum* L. depending on nitrogen doses. J. Folia Horticulturae. 16(1): 23-29.
- Prastya, D., I. Wahyudi dan Baharudin. 2016. Pengaruh Jenis dan Komposisi Pupuk Kandang Ayam dan Pupuk NPK terhadap Serapan Nitrogen dan Hasil Bawang Merah (*Allium ascanolicum* L.) Varietas Lembah Palu di Entisol Sidera. J Agro 4(4): 384-393.
- Pratiwi, A. 2017. Peningkatan Pertumbuhan dan Kadar Flavonoid Total Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus gangeticus* L.) dengan Pemberian Pupuk Nitrogen. J. Pharmacia. 7(2): 87-94.
- Priska, M., N. Peni, L. Carvallo, dan Y.D. Ngapa. 2018. Antosianin dan Pemanfaatannya. J. Appl Chem. 6(2) : 79-97.
- Qazi G., S. Ara, and H. Qazi. 2018. Influence of Storage Conditions On Anthocyanins, Carotenoids and Color Quality of Red Amaranth (*Amaranthus hybridus* L.) of Kashmir Valley. J. Adv. Res. In Sci. and Engin. 7(4): 2097-2105.
- Ren, J., Z. Liu, W. Chen, H. Xu and H. Feng. 2019. Anthocyanin Degrading and Chlorophyll Accumulation Lead to The Formation of Bicolor in Ornamental Kale. J. Mol. Sci. 20(603): 1-27.

- Sen, S., M.E. Smith and T. Setter. 2016. Effects of Low Nitrogen on Chlorophyll Content and dry matter accumulation in maize. *J. Agric. Res.* 11(12): 1001-1007.
- Setyorini, S.D. dan E. Yusnawan. 2016. Peningkatan Kandungan Metabolit Sekunder Tanaman Aneka Kacang sebagai Respon Cekaman Biotik. *Iptek Tanaman Pangan* 11(2): 167-174.
- Shukla, S., A. Bhargava, A. Chatterjee, J. Srivastava, N. Singh and S.P. Singh. 2006. Mineral Pro Wle and Variability in Vegetable Amaranth (*Amaranthus tricolor*). *Plant Food. Hum. Nutr.*, 61: 23-28.
- Strissel, T., H. Halbwirth, U. Hoyer, C. Zistler, K. Stich, and D. Treutter. 2005. Growth Promoting Nitrogen Nutrition Affects Flavonoid Biosynthesis in Young Apple (*Malus domestica* Borkh.) Leaves. *Plant Bio.* 7(6): 677-685.
- Toungos, M.D., M. Babayola, H.E. Shehu, Y.M. Kwaga and N. Bamal. 2018. Effects of Nitrogen Fertilizer on the Growth of Vegetable *Amaranth* (*Amaranthus cruensis* L.) in Mubi, Adamawa State Nigeria. *J. Adv. in Agr. Res.* 6(2): 1-12.
- Wahyuni, T.S., M. Jusuf dan S.A. Rahayuningsih. 2007. Akses Plasma Nutfah Ubi Jalar Berkandungan Beta Karoten Tinggi. *Prosiding Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian.*

