

EKSPERIMEN TANAMAN BAYAM MERAH (AMARANTHUS TRICOLOR L.) DI LAHAN GAMBUT SEBAGAI RANCANGAN LKPD BERBASIS STEM MATERI PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN

Kaila Budiya¹, Suwondo², Imam Mahadi³

¹Pendidikan Biologi FKIP, Universitas Riau

²Pendidikan Biologi FKIP, Universitas Riau

³Pendidikan Biologi FKIP, Universitas Riau

¹ kaila.budiya3450@student.unri.ac.id

ABSTRACT

*The availability of STEM-based Student Worksheets (LKPD) that present real experimental data for quantitative analysis remains limited in senior high school biology learning, particularly for the topic of Plant Growth and Development. This study aimed to: (1) analyze the effect of dolomite and poultry manure application on the growth of red spinach (*Amaranthus tricolor* L.) in peatland; and (2) analyze the validity of a STEM-based LKPD on Plant Growth and Development for Grade XII senior high school students developed based on experimental data. The experiment used a Factorial Completely Randomized Design (CRD) consisting of four dolomite doses (0, 24, 36, 48 g/polybag) and four poultry manure doses (0, 180, 270, 360 g/polybag), forming 16 treatment combinations with three replications. Growth parameters measured included plant height, leaf number, root length, fresh weight, and dry weight. Data were analyzed using Analysis of Variance (ANOVA) and Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at 5% significance level. The LKPD was developed using the ADDIE model with a STEM approach integrated into Discovery Learning, and validated using a Likert scale (1–4) by two expert lecturers and one biology teacher. Results showed that the combination of dolomite and poultry manure significantly affected all growth parameters. The best treatment, D3P3 (48 g dolomite + 360 g poultry manure per polybag), produced the highest plant height of 24.00 cm, an increase of 674.19% compared to the control (3.10 cm), with leaf number 7.67, root length 6.57 cm, fresh weight 7.80 g, dry weight 2.22 g, and soil pH 6.07. The STEM-based LKPD obtained an overall validation score of 3.63 (Very Valid) and is suitable for use as a contextual learning material in Grade XII senior high school biology.*

Keywords: *Red spinach (*Amaranthus tricolor* L.), Peatland, Amelioration, Growth and Development, STEM-based Student Worksheet (LKPD)*

ABSTRAK

Ketersediaan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis STEM yang menyajikan data eksperimen nyata untuk dianalisis secara kuantitatif masih terbatas dalam pembelajaran biologi SMA, khususnya pada materi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan. Penelitian ini bertujuan: (1) menganalisis pengaruh pemberian dolomit dan pupuk kandang ayam terhadap pertumbuhan tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) di lahan gambut; dan (2) menganalisis validitas LKPD berbasis STEM materi Pertumbuhan dan Perkembangan yang dikembangkan berdasarkan data hasil eksperimen sebagai bahan ajar kelas XII

SMA. Penelitian eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial dengan empat taraf dolomit (0, 24, 36, 48 g/polybag) dan empat taraf pupuk kandang ayam (0, 180, 270, 360 g/polybag), membentuk 16 kombinasi perlakuan dengan tiga ulangan. Parameter pertumbuhan yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, berat basah, dan berat kering. Data dianalisis menggunakan Analisis Varian (ANOVA) dan uji lanjut DMRT taraf 5%. LKPD dikembangkan menggunakan model ADDIE dengan pendekatan STEM terintegrasi *Discovery Learning*, dan divalidasi menggunakan skala Likert (1–4) oleh dua dosen ahli dan satu guru biologi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi dolomit dan pupuk kandang ayam berpengaruh sangat nyata terhadap seluruh parameter pertumbuhan. Perlakuan terbaik D3P3 (dolomit 48 g + pupuk kandang ayam 360 g/polybag) menghasilkan tinggi tanaman tertinggi 24,00 cm, meningkat 674,19% dibandingkan kontrol (3,10 cm), dengan jumlah daun 7,67 helai, panjang akar 6,57 cm, berat basah 7,80 g, berat kering 2,22 g, dan pH tanah 6,07. LKPD berbasis STEM memperoleh skor validasi keseluruhan 3,63 (Sangat Valid) dan layak digunakan sebagai bahan ajar kontekstual pada pembelajaran biologi kelas XII SMA.

Kata Kunci: Bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.), Lahan gambut, Ameliorasi Pertumbuhan dan Perkembangan, LKPD berbasis STEM

A. Pendahuluan

Pembelajaran Biologi di SMA yang bermakna memerlukan bahan ajar yang mampu menghubungkan konsep ilmiah dengan fenomena nyata di lingkungan peserta didik (Mulyasa, 2023). Kurikulum Merdeka menekankan pembelajaran kontekstual berbasis lingkungan sekitar, namun berdasarkan hasil wawancara dengan guru Biologi SMAN 2 Pekanbaru, perangkat ajar yang digunakan masih terbatas pada buku teks dan LKPD MGMP yang bersifat eksperimen prosedural. LKPD tersebut belum menyajikan data penelitian nyata yang dapat dianalisis peserta didik secara kuantitatif, serta belum mendorong kemampuan interpretasi data dan penarikan kesimpulan ilmiah berbasis bukti. Kondisi ini menyebabkan peserta didik kurang terlatih dalam berpikir kritis dan menganalisis data, padahal penguatan literasi IPTEK merupakan tuntutan utama Kurikulum Merdeka (Kemendikbudristek, 2022).

Kesenjangan tersebut mendorong pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis STEM sebagai solusi inovatif. Pendekatan STEM melatih peserta didik mengkaji faktor eksternal pertumbuhan tumbuhan (*Science*), mengolah data kuantitatif eksperimen (*Technology*), merancang rekomendasi solusi ameliorasi lahan (*Engineering*), serta menganalisis data secara matematis (*Mathematics*) (Fathoni et al., 2020). Pendekatan ini terbukti efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik dalam pembelajaran sains (Milala et al., 2024).

Sebagai konteks autentik pembelajaran, digunakan data eksperimen pertumbuhan bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) di lahan gambut Provinsi Riau dengan perlakuan ameliorasi dolomit dan pupuk kandang ayam. Bayam merah dipilih karena siklus hidupnya singkat (25-30 HST), parameter pertumbuhannya mudah diamati

secara kuantitatif, dan relevan dengan kehidupan sehari-hari peserta didik (Putra & Sari, 2024). Kondisi lahan gambut yang sangat masam (pH 3,5-5,0) dan miskin unsur hara (Agus, 2016) menjadi masalah autentik yang mendorong peserta didik menganalisis data layaknya agronomis muda. LKPD dikembangkan menggunakan model ADDIE dengan sintaks *Discovery Learning*, memuat data hasil eksperimen nyata, sehingga menghadirkan pengalaman belajar yang tidak tersedia pada LKPD konvensional (Capraro & Slough, 2013). Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh ameliorasi dolomit dan pupuk kandang ayam terhadap pertumbuhan bayam merah di lahan gambut, serta menganalisis validitas LKPD berbasis STEM materi Pertumbuhan dan Perkembangan sebagai bahan ajar kontekstual kelas XII SMA.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan dua metode yang terintegrasi. Pertama, metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial yang terdiri dari 4 taraf dolomit (0, 24, 36, 48 g/polybag) dan 4 taraf pupuk kandang ayam (0, 180, 270, 360 g/polybag), sehingga terbentuk 16 kombinasi perlakuan dengan 3 ulangan (48 unit percobaan). Kedua, pengembangan LKPD menggunakan model ADDIE yang dibatasi pada tiga tahap: analisis, desain, dan pengembangan. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium PMIPA FKIP Universitas Riau, pada Desember 2025-Juni 2026.

Alat yang digunakan meliputi cangkul, neraca analitik, timbangan digital, timbangan dapur, oven, soil tester, polybag ukuran 25×30 cm,

penggaris, kertas label, dan alat tulis. Bahan yang digunakan terdiri atas tanah gambut hemik dari Kebun Percobaan Lahan Gambut Fakultas Pertanian Universitas Riau di Kecamatan Rimbo Panjang, Kabupaten Kampar, dolomit (Dolo Gresik), pupuk kandang ayam yang telah difermentasi, benih bayam merah varietas MIRA, dan air.

Tanah gambut hemik diambil dari kedalaman 20-50 cm, dikeringanginkan, lalu dimasukkan ke polybag 25×30 cm (3 kg/polybag). Dolomit dan pupuk kandang ayam dicampur homogen ke dalam media tanam sesuai dosis perlakuan tujuh hari sebelum tanam. Benih bayam merah varietas MIRA ditanam langsung dan dipelihara hingga panen pada 25-30 HST. Pengembangan LKPD mencakup tiga tahap: (1) analisis kurikulum, analisis kebutuhan peserta didik, dan analisis materi; (2) perancangan format LKPD berbasis STEM menggunakan format Dikdasmen (2022) yang dimodifikasi sesuai sintaks *Discovery Learning*; serta (3) validasi oleh dua dosen ahli dan satu guru Biologi SMA.

Pengumpulan data dilakukan melalui dua jalur. Pertama, pengukuran parameter pertumbuhan tanaman meliputi tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), panjang akar (cm), berat basah (g), dan berat kering (g) yang diukur saat panen pada umur 25-30 HST; serta parameter kimia fisika tanah meliputi pH, kelembapan, C-organik, N, P, K, dan KTK. Kedua, penilaian validitas LKPD berbasis STEM menggunakan lembar validasi berskala Likert 1-4 oleh tiga validator, mencakup aspek kegrafikan, penyajian, kebahasaan, kelayakan isi, keefektifan pembelajaran, dan integrasi STEM.

Data pertumbuhan dianalisis menggunakan uji Analysis of Variance

(ANOVA) taraf 5%, dilanjutkan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) 5% menggunakan IBM SPSS Statistics 27. Data validasi LKPD dianalisis secara deskriptif berdasarkan kategori: 3,26-4,00 = Sangat Valid; 2,51-3,25 = Valid; 1,76-2,50 = Cukup Valid; 1,00-1,75 = Tidak Valid (Milala et al., 2024).

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan Tinggi Tanaman

Pengaruh pemberian dolomit dan pupuk kandang ayam terhadap tinggi tanaman bayam merah disajikan pada Tabel 1,

Tabel 1. Tinggi Tanaman Rata-Rata Tinggi Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.) dari berbagai Kombinasi Perlakuan Pemberian Dolomit dan Pupuk Kandang Ayam

Perlakuan (Dolomit g/polybag+Pupuk Kandang Ayam g/polybag)	Parameter Tinggi Tanaman (cm)
D0P0 (Kontrol)	3.10a
D0P1 (0+180)	4.67a
D0P2 (0+270)	6.00ab
D0P3 (0+360)	6.17ab
D1P0 (24+0)	8.60bc
D1P1 (24+180)	8.83bc
D1P2 (24+270)	9.17bc
D1P3 (24+360)	11.33cd
D2P0 (36+0)	11.67cd
D2P1 (36+180)	11.67cd
D2P2 (36+270)	14.50de
D2P3 (36+360)	15.33e
D3P0 (48+0)	16.67e
D3P1 (48+180)	21.00f
D3P2 (48+270)	23.33f
D3P3 (48+360)	24.00f

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%

Perlakuan D3P3 (dolomit 48 g + pupuk kandang ayam 360 g/polybag) menghasilkan tinggi tanaman tertinggi yaitu 24,00 cm, diikuti D3P2 (23,33 cm) dan D3P1 (21,00 cm). Berdasarkan uji DMRT taraf 5%,

D3P3 tidak berbeda nyata dengan D3P2 dan D3P1 karena ketiganya berbagi notasi f, namun berbeda nyata dengan seluruh perlakuan berdosisi lebih rendah.



(a) 25.00 cm (Perlakuan D3P3, Ulangan II)



(b) 12,00 cm (Perlakuan D1P1, Ulangan II)



(c) 2,80 cm (Perlakuan D0P0, Ulangan III)
Gambar 1. Tinggi Tanaman Bayam Merah dari berbagai Kombinasi Perlakuan

Rendahnya tinggi tanaman pada D0P0 disebabkan oleh pH gambut yang sangat masam (4,02), rendahnya unsur hara makro, dan tingginya asam organik toksik, sehingga N, P, K, Ca, dan Mg tidak tersedia cukup bagi tanaman (Ratmini, 2012). Pemberian dolomit

menetralkan pH melalui kandungan Ca dan Mg, meningkatkan ketersediaan hara, memperbaiki aktivitas mikroorganisme, dan mengoptimalkan mineralisasi (Gunawan *et al.*, 2023). Pupuk kandang ayam menyuplai N, P, dan K untuk pertumbuhan vegetatif; nitrogen khususnya mendukung pembelahan dan pemanjangan sel meristem apikal (Taiz & Zeiger, 2015). Pada kombinasi D3P3, peningkatan pH mengaktifkan nitrifikasi sehingga N tersedia sebagai NO_3^- , sekaligus melepaskan P dari ikatan Al^{3+} dan Fe^{3+} dalam bentuk H_2PO_4^- yang mudah diserap akar (Hopit & Susana, 2021).

Jumlah Daun

Pengaruh pemberian dolomit dan pupuk kandang ayam terhadap jumlah daun disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-Rata Jumlah Daun Tanaman Bayam Merah dari berbagai Kombinasi Perlakuan

Perlakuan (Dolomit g/polybag+Pupuk Kandang Ayam g/polybag)	Parameter Jumlah Daun (helai)
D0P0 (Kontrol)	3,00a
D0P1 (0+180)	3,33a
D0P2 (0+270)	5,00b
D0P3 (0+360)	5,00b
D1P0 (24+0)	5,33bc
D1P1 (24+180)	5,33bc
D1P2 (24+270)	5,33bc
D1P3 (24+360)	6,00bcd
D2P0 (36+0)	6,33bcde
D2P1 (36+180)	6,67cde
D2P2 (36+270)	6,67cde
D2P3 (36+360)	6,67cde
D3P0 (48+0)	6,67cde
D3P1 (48+180)	7,33de
D3P2 (48+270)	7,67e
D3P3 (48+360)	7,67e

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%

Perlakuan kontrol D0P0 menghasilkan jumlah daun paling sedikit yaitu 3,00

helai dan tidak berbeda nyata dengan D0P1 (3,33 helai). Perlakuan D3P3 dan D3P2 menghasilkan jumlah daun tertinggi yaitu masing-masing 7,67 helai (notasi e), diikuti D3P1 (7,33 helai).



(a) 8 helai (Perlakuan D3P3, Ulangan III)



(b) 6 helai (Perlakuan D2P3, Ulangan II)



(c) 2 helai (Perlakuan D0P1, Ulangan II)

Gambar 2. Foto perhitungan jumlah daun tanaman bayam merah terbanyak, sedang, dan paling sedikit

Rendahnya jumlah daun pada D0P0 disebabkan oleh defisiensi nitrogen yang menghambat pembentukan protein, enzim, klorofil, dan asam nukleat untuk pertumbuhan vegetatif

(Ratmini, 2012). Jumlah daun berkaitan langsung dengan tinggi tanaman, karena daun tumbuh dari nodus batang sehingga semakin panjang batang semakin banyak nodus yang terbentuk. Pemberian dolomit meningkatkan pH sehingga mineralisasi bahan organik lebih optimal dan ketersediaan nitrogen meningkat (Gunawan *et al.*, 2023); nitrogen yang terserap selanjutnya menjadi bahan baku sitokinin yang memacu pembelahan sel dan inisiasi daun baru di meristem apikal dan aksiler (Taiz & Zeiger, 2015). Pada bayam merah, kebutuhan nitrogen lebih tinggi karena juga digunakan untuk biosintesis pigmen antosianin yang memberi warna merah khas pada daun (Raja *et al.*, 2021).

Panjang Akar

Pengaruh pemberian dolomit dan pupuk kandang ayam terhadap panjang akar disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-Rata Panjang Akar Tanaman Bayam Merah dari berbagai Kombinasi Perlakuan

Perlakuan (Dolomit g/polybag+Pupuk Kandang Ayam g/polybag)	Parameter Panjang Akar (cm)
D0P0 (Kontrol)	1,10a
D0P1 (0+180)	1,57ab
D0P2 (0+270)	1,77abc
D0P3 (0+360)	2,47bcd
D1P0 (24+0)	2,60bcde
D1P1 (24+180)	2,77cde
D1P2 (24+270)	3,07def
D1P3 (24+360)	3,50efg
D2P0 (36+0)	3,60fg
D2P1 (36+180)	3,80gh
D2P2 (36+270)	4,47hi
D2P3 (36+360)	4,83ij
D3P0 (48+0)	5,00j
D3P1 (48+180)	5,83k
D3P2 (48+270)	6,33kl
D3P3 (48+360)	6,57l

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%

Pola data menunjukkan bahwa peningkatan dosis dolomit dari 36 g ke 48 g per polybag memberikan lonjakan panjang akar yang lebih besar dibanding peningkatan dosis pupuk kandang ayam pada dosis dolomit yang sama.



(a) 7,00 cm (Perlakuan D3P3, Ulangan I)



(b) 3,50 cm (Perlakuan D2P1, Ulangan III)



(c) 1,00 cm (Perlakuan D0P0, Ulangan II)

Gambar 3. Foto pengukuran panjang akar tanaman bayam merah tertinggi, sedang, dan terendah

Rendahnya panjang akar pada kontrol disebabkan oleh ketersediaan fosfor yang sangat terbatas akibat pH

gambut masam, di mana P banyak terikat oleh ion Al^{3+} dan Fe^{3+} sehingga tidak tersedia bagi tanaman (Ratmini, 2012). Fosfor berperan dominan dalam pembentukan akar karena pembelahan sel di meristem apikal akar membutuhkan ATP yang penyediaannya bergantung pada fosfor (Marschner, 2011). Pemberian dolomit menaikkan pH sehingga Al^{3+} dan Fe^{3+} mengendap sebagai hidroksida, melepaskan $H_2PO_4^-$ kembali ke larutan tanah. Pupuk kandang ayam memperbaiki sifat fisik tanah menjadi lebih gembur dan porous sehingga penetrasi akar lebih mudah, sekaligus menyediakan fosfor organik yang terdekomposisi menjadi $H_2PO_4^-$ yang langsung dapat diserap meristem akar (Hopit *et al.*, 2021).

Berat Basah Tanaman

Pengaruh pemberian dolomit dan pupuk kandang ayam terhadap berat basah tanaman disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-Rata Berat Basah Tanaman Bayam Merah dari berbagai Kombinasi Perlakuan

Perlakuan (Dolomit g/polybag+Pupuk Kandang Ayam g/polybag)	Parameter Berat Basah (gram)
D0P0 (Kontrol)	0,19a
D0P1 (0+180)	0,38ab
D0P2 (0+270)	0,44ab
D0P3 (0+360)	0,46ab
D1P0 (24+0)	1,73abc
D1P1 (24+180)	1,86abcd
D1P2 (24+270)	1,91abcd
D1P3 (24+360)	2,28abcd
D2P0 (36+0)	2,90bcd
D2P1 (36+180)	3,05cd
D2P2 (36+270)	3,19cd
D2P3 (36+360)	3,88cd
D3P0 (48+0)	4,47de
D3P1 (48+180)	6,40ef
D3P2 (48+270)	6,81ef
D3P3 (48+360)	7,80f

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%

Berat basah ditentukan oleh kandungan air jaringan dan akumulasi biomassa fotosintesis. Nitrogen berperan dominan karena menyusun klorofil sebagai pigmen utama fotosintesis (Lingga, 2013). Perlakuan D0P3 yang tetap tidak berbeda nyata dengan kontrol mengindikasikan bahwa tanpa perbaikan pH, pupuk kandang ayam saja tidak cukup meningkatkan biomassa secara signifikan. Dolomit melepaskan Mg^{2+} sebagai atom pusat klorofil secara sinergis bersama nitrogen dari pupuk kandang ayam (Syahputra *et al.*, 2024), sementara K^+ meningkatkan tekanan turgor sel melalui osmosis sehingga kandungan air jaringan dan berat basah meningkat (Sugiarto, 2018).

Berat Kering Tanaman

Pengaruh pemberian dolomit dan pupuk kandang ayam terhadap berat kering tanaman disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rata-Rata Berat Kering Tanaman Bayam Merah dari berbagai Kombinasi Perlakuan

Perlakuan (Dolomit g/polybag+Pupuk Kandang Ayam g/polybag)	Parameter Berat Kering (gram)
D0P0 (Kontrol)	0.11o
D0P1 (0+180)	0.40
D0P2 (0+270)	0.57m
D0P3 (0+360)	0.68k
D1P0 (24+0)	0.60l
D1P1 (24+180)	0.72j
D1P2 (24+270)	1.08h
D1P3 (24+360)	1.24f
D2P0 (36+0)	0.83i
D2P1 (36+180)	1.22g
D2P2 (36+270)	1.43e
D2P3 (36+360)	1.65c
D3P0 (48+0)	1.08h
D3P1 (48+180)	1.48d

D3P2 (48+270)	1.83b
D3P3 (48+360)	2.22a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%

Analisis ragam menunjukkan pemberian dolomit dan pupuk kandang ayam berpengaruh sangat nyata terhadap berat kering, dengan rata-rata berkisar 0,11-2,22 gram. Berat kering terendah pada D0P0 (0,11 g), sedangkan D3P3 menghasilkan berat kering tertinggi (2,22 g), meningkat 1.918% dibanding kontrol dan berbeda nyata dengan seluruh perlakuan lainnya (DMRT 5%).

Berat kering mencerminkan akumulasi senyawa organik hasil fotosintesis dikurangi respirasi, sehingga menjadi indikator efisiensi metabolisme tanaman (Afida, 2019). Nitrogen berperan dominan karena menyusun klorofil dan enzim RuBisCO yang mengkatalis fiksasi CO₂ (Taiz & Zeiger, 2015). Pada gambut masam, nitrogen tersedia terbatas karena proses mineralisasi dan nitrifikasi terhambat. Pemberian dolomit menaikkan pH sehingga aktivitas bakteri *Nitrosomonas* dan *Nitrobacter* meningkat, mempercepat konversi NH₄⁺ menjadi NO₃⁻. Pada D3P3, konsentrasi NO₃⁻ yang optimal mendorong sintesis klorofil dan RuBisCO maksimal sehingga akumulasi biomassa kering tertinggi (Ilham *et al.*, 2019).

Parameter Fisika dan Kimia Tanah Gambut

Derajat Keasaman (pH) dan Kelembapan Tanah

Hasil pengukuran pH dan kelembapan tanah gambut pada awal dan akhir masa tanam disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengukuran Derajat Keasaman (pH) Tanah

Perlakuan (Dolomit g/polybag+Pupuk Kandang Ayam g/polybag)	Rata-rata	
	Awal	Akhir
D0P0 (Kontrol)	4,02	3,97
D0P1 (0+180)	4,02	4,17
D0P2 (0+270)	4,02	4,10
D0P3 (0+360)	4,02	4,20
D1P0 (24+0)	4,02	4,43
D1P1 (24+180)	4,02	4,67
D1P2 (24+270)	4,02	4,87
D1P3 (24+360)	4,02	4,77
D2P0 (36+0)	4,02	5,10
D2P1 (36+180)	4,02	5,67
D2P2 (36+270)	4,02	5,77
D2P3 (36+360)	4,02	5,40
D3P0 (48+0)	4,02	5,30
D3P1 (48+180)	4,02	5,83
D3P2 (48+270)	4,02	5,40
D3P3 (48+360)	4,02	6,07

pH awal seluruh perlakuan adalah 4,02 (sangat masam). Setelah 25-30 hari, pH berkisar 3,97-6,07; kontrol D0P0 bahkan turun menjadi 3,97 akibat dekomposisi bahan organik yang terus berlangsung tanpa amelioran. Perlakuan D3P3 mencapai pH tertinggi 6,07, mendekati kisaran optimum bayam merah (6,0-7,0). Dolomit menetralkan kemasaman melalui reaksi pengapuran, di mana Ca²⁺ dan Mg²⁺ menggantikan H⁺ dan Al³⁺ pada kompleks pertukaran kation (Kasno, 2019), sementara pupuk kandang ayam berkontribusi melalui kandungan basa-basa tertukar (Nengsih *et al.*, 2024).

Kelembapan awal seluruh perlakuan adalah 70%, kemudian menurun menjadi 48,00-63,00% di akhir masa tanam. Kelembapan tertinggi pada D0P3 (63,00%) dan terendah pada D3P0 (48,00%), menunjukkan bahwa dosis pupuk kandang ayam yang lebih tinggi cenderung meningkatkan

kemampuan tanah gambut menahan air.

Kadar C-Organik, N, P, K, dan KTK Tanah Gambut

Hasil analisis kimia tanah gambut yang digunakan disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Kadar C-organik, Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K), dan Nilai Tukar Kation (KTK) Tanah Gambut

	C- organik	N	P	K	KTK
Kode Sampel	(%)	(%)	ppm	mg/ 100g	mg/ 100g
Tanah Gambut	45,80	1,38	7,92	16,05	121,11

Tanah gambut yang digunakan tergolong hemik dengan C-organik 45,80%, N total 1,38%, P tersedia 7,92 ppm, K 16,05 mg/100g, dan KTK 121,11 mg/100g. C-organik yang tinggi mencerminkan akumulasi bahan organik yang belum terdekomposisi sempurna, khas lahan gambut Riau (Agus & Subiksa, 2008). Meskipun N total tergolong tinggi, sebagian besar berada dalam bentuk organik sehingga harus melalui mineralisasi sebelum tersedia bagi tanaman (Mikola *et al.*, 2024), menjadikan pupuk kandang ayam yang cepat terurai sangat penting. Rendahnya P tersedia berkaitan dengan pH masam yang memicu pengikatan fosfor oleh aluminium. KTK yang sangat tinggi disertai kejenuhan basa rendah menyebabkan situs pertukaran kation didominasi ion tidak menguntungkan, sehingga ameliorasi dolomit diperlukan untuk memperbaiki kondisi kimia tanah (Mikola *et al.*, 2024).

Analisis Potensi dan Rancangan LKPD Berbasis STEM

Berdasarkan hasil penelitian eksperimen, dikembangkan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis STEM untuk materi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan kelas XII SMA menggunakan model ADDIE yang dibatasi pada tiga tahap: analisis, desain, dan pengembangan.

Tahap Analisis

Tahap analisis mencakup analisis kurikulum, analisis materi, dan analisis kebutuhan peserta didik. Berdasarkan wawancara dengan guru Biologi SMAN 2 Pekanbaru, bahan ajar yang digunakan masih terbatas pada buku teks dan LKPD MGMP yang bersifat eksperimen prosedural. LKPD MGMP tersebut meminta peserta didik merancang percobaan secara mandiri, namun belum menyajikan data hasil penelitian nyata yang dapat dianalisis secara kuantitatif, dan belum mendorong kemampuan interpretasi data serta penarikan kesimpulan ilmiah berbasis bukti. Guru Biologi menyatakan bahwa lembar kerja khusus diperlukan untuk memandu peserta didik dalam melakukan analisis data dengan memanfaatkan teknologi sederhana, sejalan dengan visi sekolah untuk menghasilkan peserta didik yang handal dalam IPTEK.

Analisis kurikulum menunjukkan bahwa Capaian Pembelajaran pada materi Pertumbuhan dan Perkembangan kelas XII semester ganjil menuntut peserta didik untuk menerapkan prinsip pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. Tujuan pembelajaran yang dikembangkan mencakup dua kompetensi: peserta didik dapat menganalisis pengaruh faktor eksternal terhadap pertumbuhan tanaman, dan peserta didik mampu menganalisis hubungan antara kondisi lingkungan lahan gambut dengan respons pertumbuhan

tanaman berdasarkan data hasil pengamatan. Peneliti memilih model Discovery Learning (DL) sebagai landasan pedagogis karena sintak DL selaras dengan proses analisis data ilmiah secara bertahap dan mendukung tujuan pembelajaran berbasis data kuantitatif. Hasil analisis kebutuhan secara lengkap tercantum pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Analisis Kebutuhan yang Dikembangkan dalam LKPD

Capaian Pembelajaran	Tujuan Pembelajaran
Materi Pokok : Pertumbuhan dan Perkembangan	
menerapkan prinsip pertumbuhan dan perkembangan	• Peserta didik dapat menganalisis pengaruh faktor eksternal terhadap pertumbuhan tanaman • Peserta didik mampu menganalisis hubungan antara kondisi lingkungan (lahan gambut) dengan respon pertumbuhan tanaman berdasarkan data hasil pengamatan.

Tahap Desain

LKPD dirancang menggunakan format Dikdasmen (2022) yang dimodifikasi dengan pendekatan STEM terintegrasi model *Discovery Learning*. Komponen LKPD yang dirancang meliputi: (1) cover, memuat logo institusi, judul LKPD, dokumentasi foto penelitian bayam merah di lahan gambut, nama penulis dan pembimbing, serta keterangan kelas XII semester ganjil; (2) identitas LKPD; (3) capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran; (4) wacana berisi informasi kontekstual lahan gambut hemik Provinsi Riau dan data hasil analisis kimia tanah; (5) sumber belajar; (6) petunjuk pengerjaan; (7)

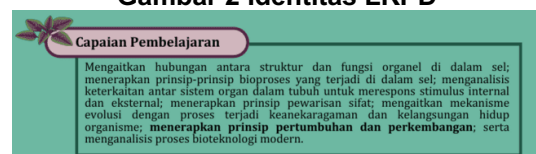
pertanyaan yang mencakup keempat aspek STEM secara terintegrasi; serta (8) kesimpulan.



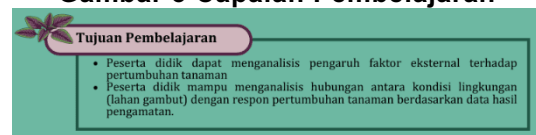
Gambar 1 Cover LKPD



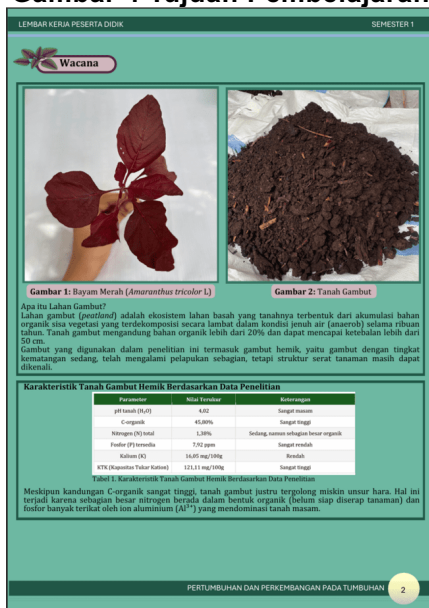
Gambar 2 Identitas LKPD



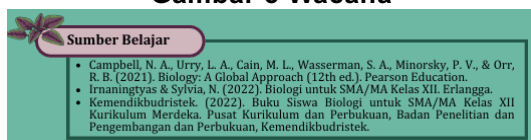
Gambar 3 Capaian Pembelajaran



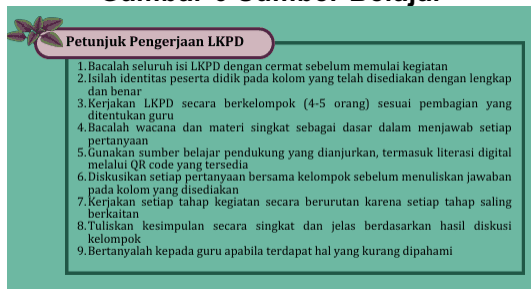
Gambar 4 Tujuan Pembelajaran



Gambar 5 Wacana



Gambar 6 Sumber Belajar



Gambar 7 Petunjuk Pengerjaan LKPD



Gambar 8 Pertanyaan

Pendekatan STEM diintegrasikan melalui empat dimensi, yaitu: *Science* melalui pengkajian konsep faktor eksternal yang memengaruhi pertumbuhan tumbuhan berdasarkan data hasil penelitian; *Technology* melalui pemanfaatan teknologi informasi dalam mengakses dan mengolah data pertumbuhan; *Engineering* melalui kegiatan merancang rekomendasi solusi budidaya bayam merah yang optimal pada lahan gambut; serta *Mathematics* melalui kegiatan membaca, menginterpretasi, dan menganalisis data kuantitatif hasil pengamatan pertumbuhan tanaman secara kritis.

Tahap Pengembangan

LKPD divalidasi oleh tiga validator yang terdiri dari satu dosen ahli materi, satu dosen ahli media, dan satu guru biologi dari SMA Negeri 15 Pekanbaru. Hasil validasi disajikan pada

Tabel 10. Hasil Penilaian Validasi Isi Ahli Materi terhadap LKPD

Aspek	Kriteria	Σ Skor	Skor rata-rata per Aspek	Kriteria
Kelayakan Isi	1	4	3,30	SV
	2	4		
	3	3		
	4	3		
	5	3		
	6	4		
	7	3		
	8	3		
	9	3		
	10	3		
Keefektifan dalam Pembelajaran	11	3	3,00	SV
	12	3		
	13	3		
Integrasi STEM	14	4	3,20	SV
	15	3		
	16	3		
	17	3		
		18	3	
		Jumlah	9,50	SV
		Rata-rata	3,22	SV

Tabel 11 Hasil Penilaian Validasi Ahli Media terhadap LKPD

Aspek	Kriteria	Σ Skor	Skor rata-rata per Aspek	Kriteria
Komponen Kegrafikan	1	4	4,00	SV
	2	4		
	3	4		
	4	4		
	5	4		
	6	4		
	7	4		
	8	4		
	9	4		
	10	4		
Komponen Penyajian	11	4	4,00	SV
	12	4		
	13	4		
	14	4		
	15	4		
	16	4		
Kebahasaan	17	4	3,60	SV
	18	4		
	19	3		
	20	3		
	21	4		
Kepraktisan Penggunaan	22	4	4,00	SV
	23	4		
	24	4		
	25	4		
	26	4		
Jumlah		15,60		SV
Rata-rata		3,90		SV

Tabel 12 Hasil Penilaian Validasi Ahli Guru Biologi terhadap LKPD

Aspek	Kriteria	Σ Skor	Skor Rata-rata per Aspek	Kriteria
Kemudahan Penggunaan	1	4	3,75	SV
	2	4		
	3	4		
	4	3		
Daya Tarik	5	4	3,50	SV
	6	3		
	7	3		
	8	4		
Penyajian	9	4	4,00	SV
	10	4		
	11	4		
Integrasi STEM	12	4	3,75	SV
	13	3		
	14	4		
	15	4		
Jumlah		15,00		SV
Rata-rata		3,75		SV

Mengacu pada Tabel 10, Tabel 11 oleh ahli media dan Tabel 12 dari penilaian guru biologi, hasil penilaian menunjukkan nilai rata-rata seluruh validator mencapai 3,63 yang berarti

Sangat Valid. Validasi ahli media memperoleh skor rata-rata 3,90 dengan kategori Sangat Valid, validasi ahli materi memperoleh skor rata-rata 3,22 dengan kategori Sangat Valid, sedangkan validasi guru biologi memperoleh skor rata-rata 3,75 dengan kategori Sangat Valid. Hasil ini menunjukkan bahwa LKPD layak digunakan dalam pembelajaran biologi di SMA kelas XII.

D. Kesimpulan

Pemberian dolomit dan pupuk kandang ayam berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) di lahan gambut, dengan perlakuan terbaik pada D3P3 (dolomit 48 g + pupuk kandang ayam 360 g/polybag) yang menghasilkan tinggi tanaman 24,00 cm, jumlah daun 7,67 helai, panjang akar 6,57 cm, berat basah 7,80 gram, berat kering 2,22 gram, dan pH tanah 6,07; LKPD Berbasis STEM yang dikembangkan pun memperoleh kategori sangat valid dan layak digunakan pada materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan kelas XII SMA. Untuk itu, peneliti selanjutnya disarankan menambah variasi dosis di atas D3P3, memperluas parameter pengamatan mencakup antosianin dan kadar klorofil daun, serta melanjutkan LKPD ke tahap uji coba lapangan guna mengukur kepraktisan dan keefektifannya secara langsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Afida, Y. N. (2019). *Pertumbuhan, hasil dan pigmen bayam merah (**Amaranthus tricolor* L.) dengan pemberian pupuk nitrogen dan pupuk kandang ayam (Doctoral dissertation). Universitas Brawijaya.
- Agus, F., & Subiksa, I. G. M. (2008). *Lahan gambut: Potensi untuk*

- pertanian dan aspek lingkungan. Balai Penelitian Tanah dan World Agroforestry Centre (ICRAF).
- Agus, F. (Ed.). (2016). *Lahan gambut Indonesia: Pembentukan, karakteristik, dan potensi mendukung ketahanan pangan*. IAARD Press.
- Gunawan, G., Susana, R., & Listiawati, A. (2023). Pengaruh dolomit dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kacang hijau pada lahan gambut. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 12(2), 178–187.
- Hopit, M., & Susana, R. (2021). Pengaruh pemberian dolomit dan berbagai dosis pupuk fosfat terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kacang tanah pada tanah gambut. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 10(4).
- Ilham, F., Prasetyo, T. B., & Prima, S. (2019). Pengaruh pemberian dolomit terhadap beberapa sifat kimia tanah gambut dan pertumbuhan serta hasil tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Solum*, 16(1), 29–39.
- Lingga, P. (2013). *Petunjuk penggunaan pupuk* (Edisi revisi). Penebar Swadaya.
- Marschner, H. (Ed.). (2011). *Marschner's mineral nutrition of higher plants*. Academic Press.
- Mikola, N., Indrawati, U. S. Y. V., & Arief, F. B. (2024). Pengaruh pupuk kandang ayam terhadap ketersediaan hara N, P, K dan hasil tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) pada tanah gambut. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 14(1), 162–173.
- Nengsih, H. S., Hayati, R., & Nuriman, M. (2024). Pengaruh kombinasi kompos jerami padi dan pupuk kandang ayam terhadap ketersediaan hara NPK dan pertumbuhan tanaman jagung manis di tanah gambut. *Jurnal Pertanian Agros*, 26(1), 176–187.
- Putra, A., & Sari, R. N. (2024). Pengaruh waktu pemanenan terhadap kualitas bayam merah. *Jurnal Agronomi dan Hortikultura*, 12(1), 45–50.
- Raja, A., Beja, H. D., & Jeksen, J. (2021). Pengaruh pemberian pupuk kandang ayam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.). *AGROVITAL: Jurnal Ilmu Pertanian*, 6(1), 47–50.
- Ramadhan, G. S., Sulakhudin, S., & Junaidi, J. (2024). Studi ketersediaan unsur hara N, P, K dan pertumbuhan tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) akibat pemberian pupuk kandang kambing dan abu boiler pada tanah gambut. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 13(3), 1031–1042.
- Ratmini, S. (2012). Karakteristik dan pengelolaan lahan gambut untuk pengembangan pertanian. *Jurnal Lahan Suboptimal*, 1(2), 197–206.
- Septirosya, T., Wahyudi, F., Oksana, O., & Hera, N. (2020). Penggunaan dolomit pada bibit jeruk siam asal kuok di tanah gambut Provinsi Riau. *Agrikultura*, 31(2), 102–108.
- Sugiarto, A. (2018). *Pengaruh peningkatan suhu udara terhadap laju transpirasi bibit Lansium domesticum* Corr (Skripsi). Universitas Sriwijaya.
- Syahputra, D., Rohmiyati, S. M., & Syah, R. F. (2024). Pengaruh kombinasi pupuk kandang dan

dolomit terhadap bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) di main nursery pada tanah masam. *AGROFORETECH*, 2(3), 1346–1351.

Taiz, L., & Zeiger, E. (2015). *Plant physiology*. Sinauer Associates.