

## KOMBINASI PUPUK ORGANIK CAIR LIMBAH KULIT SINGKONG DAN KULIT BAWANG SEBAGAI SUPLEMEN MATERI PENGOLAHAN LIMBAH ORGANIK BERBASIS VIDEO ANIMASI

Nadila Ariani Syaumi<sup>1</sup>, Waris<sup>2</sup>, Ismul Mauludin Al Habib<sup>3</sup>  
Universitas PGRI Argopuro<sup>1,2,3</sup>  
nadilasya11@gmail.com

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan unsur hara pupuk organik cair (POC) dari kombinasi limbah kulit singkong dan kulit bawang, serta mengembangkan media video animasi sebagai suplemen materi pembelajaran pengolahan limbah organik. Metode yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif, yang mencakup proses fermentasi bahan organik, uji laboratorium kandungan hara, serta validasi media oleh ahli materi, media, dan bahasa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan unsur hara seperti C-organik (1,67%), N-total (0,08%), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0,0025%), dan K<sub>2</sub>O (0,0048%) masih berada di bawah standar kualitas POC, dengan pH sebesar 3,31. Meskipun demikian, media video animasi yang dikembangkan memperoleh nilai rata-rata validasi sebesar 94% dan dinilai sangat layak digunakan sebagai media pembelajaran. Simpulan, video animasi berbasis hasil penelitian ini dapat menjadi alternatif edukatif yang menarik dalam pembelajaran pengolahan limbah organik di jenjang SMA.

**Kata Kunci:** Kulit Bawang, Kulit Singkong, Pupuk Organik Cair, Unsur Hara, Video Animasi

### ABSTRACT

*This study aims to determine the nutrient content of liquid organic fertilizer (LOF) derived from a combination of cassava peel and onion peel waste, and to develop an animated video as supplementary material for learning organic waste processing. The method used was quantitative descriptive, involving the fermentation of organic materials, nutrient content laboratory testing, and media validation by experts in content, media, and language. The analysis results showed that nutrient contents such as organic-C (1.67%), total-N (0.08%), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0.0025%), and K<sub>2</sub>O (0.0048%) were still below the quality standards for LOF, with a pH of 3.31. Nevertheless, the developed animated video media received an average validation score of 94% and was rated as highly feasible for educational use. In conclusion, the animation-based video developed in this study can serve as an engaging educational alternative for teaching organic waste processing in high school.*

**Keywords:** *Animated Video, Cassava Peel, Liquid Organic Fertilizer, Nutrients, Onion Peel*

## **PENDAHULUAN**

Pupuk merupakan salah satu material penyedia unsur hara yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Fungsinya adalah mengubah sifat fisik, kimia, dan biologi tanah untuk memenuhi kebutuhan unsur hara, sehingga pertumbuhan tanaman dapat berlangsung secara optimal. Namun, ketersediaan pupuk tidak selalu sesuai dengan kebutuhan tanaman pada waktu tertentu. Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan biosfer yang tepat oleh manusia untuk mengoptimalkan produksi tanaman. Salah satu langkah awal dalam pemenuhan unsur hara adalah pemberian pupuk. Secara umum, pupuk dibedakan menjadi dua jenis, yaitu pupuk anorganik dan pupuk organik.

Pupuk anorganik atau pupuk sintetis adalah pupuk yang dibuat melalui proses kimia atau menggunakan bahan-bahan kimia. Salah satu jenis pupuk anorganik yang umum digunakan adalah pupuk NPK. Penggunaan pupuk NPK dapat mengoptimalkan pertumbuhan tanaman sayuran dibandingkan dengan tanaman yang tidak diberi pupuk (Haryadi et al., 2014). Meskipun efektif, pupuk anorganik memiliki sejumlah kelemahan, antara lain kandungan unsur hara yang terbatas, harga relatif tinggi, serta potensi dampak negatif terhadap lingkungan. Untuk mengurangi dampak negatif tersebut, penggunaan pupuk organik menjadi salah satu solusi alternatif.

Pupuk organik adalah bahan yang berasal dari sisa tanaman, hewan, atau manusia yang mengandung unsur hara dan bermanfaat bagi tanaman. Salah satu jenis pupuk organik yang dapat digunakan adalah pupuk organik cair (POC). POC dihasilkan dari fermentasi bahan-bahan organik, seperti sisa tanaman, kotoran hewan, dan sampah organik (Asmawanti et al., 2022). POC mengandung unsur hara makro dan mikro yang penting untuk mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal. Dibandingkan pupuk organik padat, POC lebih efektif karena kandungan hara di dalamnya telah terurai dan siap diserap oleh tanaman. POC diketahui berpengaruh terhadap tinggi batang, berat basah, dan berat kering tanaman, meskipun tidak secara signifikan memengaruhi panjang dan lebar daun bayam hijau (Lessy & Pratiwi, 2020).

Salah satu bahan yang berpotensi dijadikan POC adalah limbah kulit singkong dan kulit bawang. Singkong merupakan sumber karbohidrat utama pengganti nasi dan banyak diolah menjadi berbagai jenis makanan. Namun, pengolahannya menghasilkan limbah berupa kulit yang umumnya tidak dimanfaatkan. Kulit singkong mengandung nutrisi yang cukup lengkap, sehingga berpotensi menghasilkan pupuk dengan kandungan nutrisi tinggi jika difermentasi menjadi POC. Kulit singkong diketahui mengandung senyawa karbon (59,31%), hidrogen (9,78%), oksigen (28,74%), nitrogen (2,06%), sulfur (0,11%), dan air (11,4%) (Anggraeni et al., 2022). Fitriani (2017) juga menyebutkan bahwa dalam

100 gram kulit singkong terkandung protein sebesar 8,11 gram, serat kasar 15,20 gram, pektin 0,22 gram, lemak 1,29 gram, serta kalsium 0,63 gram.

Kulit bawang sering dianggap limbah yang tidak berguna, padahal memiliki banyak manfaat. Salah satunya adalah sebagai penyubur tanaman, di mana kulit bawang merah dapat diolah menjadi POC dan disiramkan ke tanaman. Kulit bawang merah mengandung senyawa kimia seperti flavonoid, saponin, tanin, glikosida, serta steroid atau triterpenoid yang bermanfaat bagi tanaman (Sari et al., 2022). Adam et al. (2019) menyatakan bahwa POC dari kulit bawang baik untuk tanaman sayuran seperti cabai. Bawang putih juga mengandung zat aktif seperti enzim amilase, selenium, scordinin, dan asam nikotinat (Londhe et al., 2011). Kulitnya mengandung flavonoid dan acetogenin yang berperan sebagai pengusir hama. Kompos dari kulit bawang merah dan putih yang kaya acetogenin dapat mendorong perkembangan akar tanaman dan menjadikan tanaman lebih subur (Kurnia et al., 2022). Selain itu, kulit bawang juga mengandung mineral seperti kalsium, kalium, magnesium, fosfor, seng, dan besi, serta hormon pertumbuhan seperti auksin dan giberelin yang dapat mempercepat pertumbuhan tanaman.

Sebelum berkembangnya teknologi informasi, proses pembelajaran masih bergantung pada metode konvensional yang hanya dapat dilakukan pada waktu dan tempat tertentu. Metode pembelajaran tersebut sering membuat siswa merasa bosan, sehingga menurunkan semangat belajar. Untuk menjaga minat belajar siswa, diperlukan penggunaan media pembelajaran yang menarik, seperti model dan metode berbasis teknologi.

Salah satu media yang efektif digunakan dalam proses pembelajaran adalah video animasi. Media ini memudahkan siswa dalam memahami materi. Dalam pembelajaran biologi, terdapat banyak konsep penting yang perlu dipahami siswa. Agar penyampaian materi lebih mudah diterima, guru perlu melakukan perencanaan pembelajaran yang matang (Noviyanto et al., 2015).

Saat ini, kajian pembelajaran pengolahan limbah di SMA belum banyak membahas tentang pengolahan limbah menjadi POC. Oleh karena itu, diperlukan penerapan pembelajaran dengan memanfaatkan video animasi sebagai suplemen materi. Penggunaan video animasi memberikan pengalaman belajar tidak langsung bagi siswa karena melibatkan stimulasi visual dan audio, yang dapat meningkatkan hasil belajar (Ermilinda, 2020).

Berdasarkan latar belakang penelitian, fokus masalah yang dikaji meliputi dua hal, yaitu pertama, analisis kandungan unsur hara pada POC yang dihasilkan dari kombinasi limbah kulit singkong dan kulit bawang, dan kedua, pemanfaatan hasil penelitian sebagai suplemen materi pengolahan limbah organik dalam bentuk media pembelajaran berbasis video animasi.

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan unsur hara pada POC berbahan limbah kulit singkong dan kulit bawang, serta untuk mengevaluasi potensi hasil penelitian sebagai media pembelajaran berbasis video

animasi yang dapat mendukung pemahaman materi pengolahan limbah organik secara efektif.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode deskriptif kuantitatif. Penelitian dilaksanakan di Kelurahan Kaliwates, Kecamatan Kaliwates, serta di dua laboratorium, yaitu Laboratorium Universitas PGRI Argopuro Jember dan Laboratorium Universitas Jember.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi ember, saringan, botol, karet, plastik, pisau, gelas ukur, timbangan digital, pengaduk, spidol permanen, alat tulis, dan perangkat dokumentasi. Bahan yang digunakan adalah kulit singkong, kulit bawang merah, kulit bawang putih, gula pasir, air, dan larutan EM4.

Proses pembuatan pupuk organik cair (POC) dilakukan melalui fermentasi bahan organik yang telah disesuaikan komposisinya. Pada tahap pembuatan POC kulit singkong, sebanyak 500 gram kulit singkong dicuci bersih dari kotoran dan kulit ari, kemudian dipotong kecil-kecil dengan ukuran sekitar 1–2 cm. Selanjutnya, larutan fermentasi disiapkan dengan mencampurkan 1 liter air, 50 mL larutan EM4, dan 50 mL molase atau larutan gula. Semua bahan dimasukkan ke dalam toples atau botol, diaduk hingga merata, dan didiamkan selama sembilan hari.

POC dari kulit bawang dibuat dengan menimbang masing-masing 200 gram kulit bawang merah dan kulit bawang putih yang telah dibersihkan dari kotoran, kemudian dicampur dengan larutan fermentasi serupa, dimasukkan ke dalam wadah, dan difermentasi selama sembilan hari. Setelah kedua larutan POC selesai difermentasi, hasilnya digabungkan menggunakan gelas ukur dan botol untuk dilakukan uji laboratorium terhadap kandungan unsur haranya.

Setelah proses uji laboratorium selesai, peneliti melanjutkan ke tahap pengembangan media pembelajaran berupa video animasi. Proses pengembangan ini diawali dengan pembuatan naskah atau skrip yang disusun berdasarkan hasil penelitian. Kemudian dibuat sketsa atau ilustrasi sederhana dari tiap adegan yang akan divisualisasikan. Produksi dilakukan menggunakan aplikasi Canva, dengan memilih ukuran video yang sesuai, lalu dibuat video untuk setiap adegan menggunakan elemen-elemen visual yang disesuaikan dengan naskah. Narasi direkam berdasarkan teks yang telah disiapkan, disertai penambahan musik latar untuk mendukung suasana pembelajaran. Setelah ditinjau ulang dan dipastikan sesuai dengan tujuan pembelajaran, video dinyatakan siap digunakan.

Data penelitian dikumpulkan melalui beberapa tahap, yaitu hasil uji laboratorium terhadap kandungan unsur hara dalam POC kombinasi kulit singkong dan kulit bawang, observasi selama proses pembuatan POC, serta validasi media video animasi oleh para ahli. Validasi media dilakukan dengan memberikan instrumen berupa lembar validasi dan media video animasi kepada tim validator yang terdiri atas ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa. Umpan balik berupa kritik dan saran dari para validator digunakan sebagai dasar revisi terhadap media yang

dikembangkan. Instrumen penelitian yang digunakan meliputi hasil observasi selama proses pembuatan POC dan lembar validasi yang menilai aspek bahasa, materi, dan media.

Penilaian terhadap lembar validasi dilakukan dengan menggunakan skala Likert lima poin. Setiap indikator yang diukur diberi skor mulai dari 1 hingga 5, yang dikategorikan ke dalam lima tingkat, yaitu sangat baik, baik, cukup, kurang, dan sangat kurang (Salmiati, 2023).

**Table 1. Skala Likert**

Kriteria	skor
Sangat tidak baik	1
Tidak baik	2
Kurang baik	3
baik	4
Sangat baik	5

Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini yaitu analisis data kualitatif deskriptif. Data yang diperoleh dari uji kandungan unsur hara pupuk organik cair kulit singkong dan kulit bawang yang didapat dari proses pengujian di laboratorium dalam bentuk tabel. Data yang diperoleh dari validator dianalisis secara deskriptif kuantitatif, dihitung dengan presentase skor menggunakan rumus pada persamaan (1) sebagai berikut:

$$P : \frac{\sum x}{\sum xi} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

P = Presentase skor

$\sum x$  = Jumlah skor yang diperoleh dari validator

$\sum xi$  = Jumlah skor maksimum

100 = bilangan tetap (konstan)

Data yang diperoleh dari validator selanjutnya dihitung dengan menggunakan rumus pada persamaan (2) sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum P}{n} \quad (2)$$

Keterangan :

$\bar{x}$  = Rata-rata presentase skor

$n$  = Jumlah validator

$\sum P$  = Jumlah presentase masing-masing validator

Setelah diperoleh rata-rata persentase skor dari para validator, langkah selanjutnya adalah menentukan tingkat kevalidan media video animasi sebagai petunjuk praktikum. Penilaian kevalidan didasarkan pada kriteria interpretasi persentase yang telah ditetapkan, guna mengetahui sejauh mana media tersebut layak digunakan dalam proses pembelajaran. Kategori kevalidan ini mencakup

rentang persentase tertentu yang diklasifikasikan menjadi sangat valid, valid, cukup valid, kurang valid, dan tidak valid. Dengan demikian, hasil analisis ini memberikan gambaran objektif terhadap kualitas media yang dikembangkan sebelum diimplementasikan dalam pembelajaran.

**Tabel 2. Kriteria Kelayakan**

Interval presentase	Tingkat eligibility
$80\% < NP \leq 100\%$	Sangat layak
$60\% < NP \leq 80\%$	Layak
$40\% < NP \leq 60\%$	Cukup layak
$20\% < NP \leq 40\%$	Kurang layak
$NP \leq 20\%$	Tidak layak

## HASIL PENELITIAN

### Hasil Uji Laboratorium Unsur Hara POC Kulit Singkong dan Kulit Bawang

Tabel 3 menyajikan hasil uji laboratorium unsur hara POC dari kulit singkong dan kulit bawang, termasuk kandungan C-organik, N,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ , Fe, dan pH.

**Table 3. Hasil Uji Unsur Hara**

Unsur	Hasil Analisa
C org	1,67 %
N tot	0,08 %
$P_2O_5$	0,0025 %
$K_2O$	0,0048 %
Fe	0,00044 %
pH	3,31

### Hasil Validasi Media oleh Ahli Media

Tabel 4 menampilkan hasil validasi media pembelajaran berupa video POC yang dinilai oleh ahli media dan ahli materi berdasarkan beberapa kriteria penilaian.

**Table 4. Hasil Validasi Media**

Aspek yang Dinilai	Indikator	Skor				
		1	2	3	4	5
<b>Kesesuaian Konten dengan Tujuan</b>	- Informasi relevan dengan tema pengolahan limbah.					✓
	- Video mendukung pembelajaran tentang POC.					✓
<b>Kejelasan Informasi</b>	- Proses pembuatan POC dijelaskan dengan runtut.				✓	
	- Bahasa yang digunakan sederhana dan mudah dipahami.					✓
<b>Visual dan Desain Media</b>	- Desain menarik, menggunakan elemen visual yang relevan.					✓
	- Warna, ilustrasi, dan animasi sesuai dengan tema edukasi.					✓
<b>Kreativitas dan Daya Tarik</b>	- Video menarik perhatian audiens dan tidak membosankan.					✓

	- Efek animasi mendukung penyampaian informasi tanpa berlebihan.	✓
<b>Kesesuaian Durasi</b>	- Durasi video tidak terlalu panjang atau terlalu singkat.	✓
<b>Musik dan Narasi</b>	- Musik latar mendukung suasana video.	✓
	- Narasi jelas, dengan intonasi dan pelafalan yang baik.	✓
<b>Kesesuaian Media dengan Audiens Target</b>	- Media sesuai untuk audiens target (misalnya, pelajar atau masyarakat umum).	✓
<b>Score Total</b>		<b>54</b>

Persentase kelayakan media (P) dihitung menggunakan Persamaan (1), yaitu dengan membandingkan jumlah skor yang diperoleh terhadap jumlah skor maksimal, kemudian dikonversi ke dalam bentuk persentase. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, media memperoleh nilai kelayakan sebesar 90%, yang termasuk dalam kategori sangat baik.

Tabel 5 menyajikan hasil validasi materi oleh ahli, yang mencakup lima aspek penilaian utama, yaitu kesesuaian materi dengan tujuan, kelengkapan materi, kejelasan penyajian, ketepatan ilmu pengetahuan, dan kesesuaian materi dengan audiens target.

**Tabel 5. Hasil Validasi Materi**

Aspek yang Dinilai	Indikator	Skor				
		1	2	3	4	5
<b>Kesesuaian Materi dengan Tujuan</b>	- Materi sesuai dengan tujuan pembelajaran					✓
	- Informasi mendukung edukasi tentang materi pengolahan limbah					✓
<b>Kelengkapan Materi</b>	- Materi mencakup semua tahap pembuatan POC secara runtut.					✓
	- Termasuk rasio bahan, proses fermentasi, dan hasil akhir.					✓
<b>Kejelasan Penyajian Materi</b>	- Penjelasan sederhana dan mudah dipahami.					✓
	- Bahasa yang digunakan sesuai dengan audiens target.					✓
<b>Ketepatan Ilmu Pengetahuan</b>	- Informasi materi didukung oleh hasil penelitian dan sumber yang valid.					✓
	- Tidak ada kesalahan konsep dalam materi yang disampaikan.					✓
<b>Kesesuaian Materi dengan Audiens Target</b>	- Materi relevan dan sesuai dengan tingkat pemahaman audiens pelajar SMA					✓
<b>Score Total</b>		<b>44</b>				

Persentase kelayakan media (P) dihitung menggunakan Persamaan (1), yaitu dengan membandingkan skor yang diperoleh dengan skor maksimal dan

dikonversi ke dalam bentuk persentase. Berdasarkan hasil perhitungan, media memperoleh nilai kelayakan sebesar 98%, yang termasuk dalam kategori sangat baik.

Tabel 6 menyajikan hasil validasi aspek kebahasaan dalam video pembelajaran, yang mencakup lima aspek penilaian utama: kesesuaian bahasa dengan audiens target, kejelasan dan kesederhanaan, ketepatan struktur dan tata bahasa, kesinambungan dan alur bahasa, serta daya tarik bahasa.

**Table 6. Hasil Validasi Bahasa**

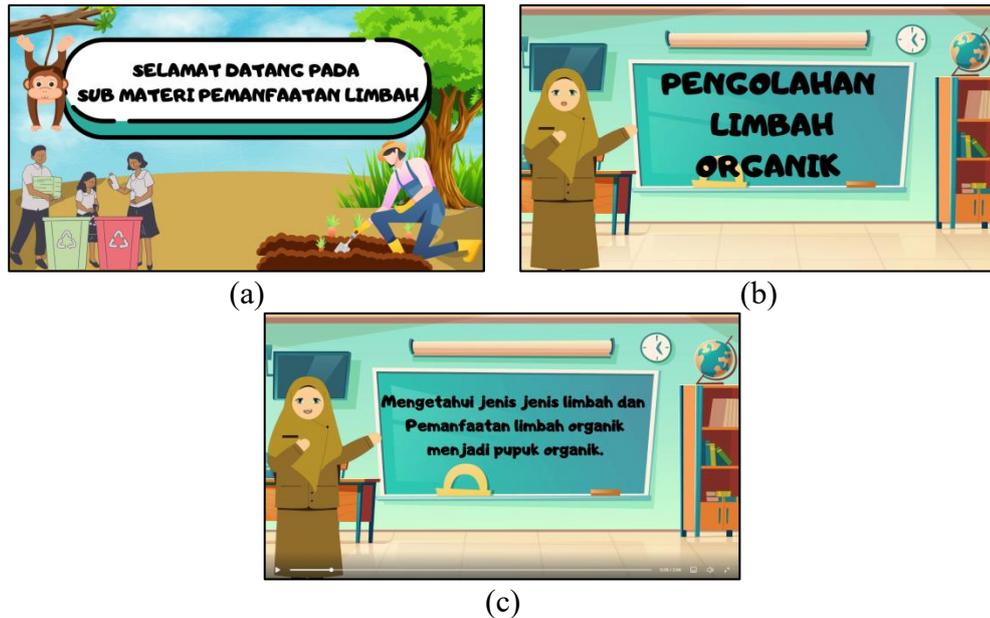
Aspek yang Dinilai	Indikator	Skor				
		1	2	3	4	5
<b>Kesesuaian Bahasa dengan Audiens Target</b>	- Bahasa mudah dipahami oleh audiens					✓
	- Tidak menggunakan istilah yang terlalu teknis tanpa penjelasan.				✓	
<b>Kejelasan dan Kesederhanaan</b>	- Kalimat yang digunakan singkat, padat, dan jelas.					✓
	- Tidak ada kalimat yang ambigu atau sulit dipahami.					✓
<b>Ketepatan Struktur dan Tata Bahasa</b>	- Menggunakan tata bahasa yang benar sesuai kaidah Bahasa Indonesia.				✓	
	- Tanda baca, ejaan, dan penulisan sesuai dengan PUEBI.				✓	
<b>Kesinambungan dan Alur Bahasa</b>	- Bahasa yang digunakan memiliki alur logis dan terstruktur.					✓
	- Narasi atau teks mendukung alur visual video.					✓
<b>Daya Tarik Bahasa</b>	- Pemilihan kata-kata menarik, tidak monoton, dan sesuai untuk audiens.					✓
<b>Score Total</b>						<b>42</b>

Persentase kelayakan media (P) dihitung menggunakan Persamaan (1), yaitu dengan membandingkan skor yang diperoleh dengan skor maksimal dan mengonversinya ke dalam bentuk persentase. Hasil penilaian menunjukkan persentase kelayakan sebesar 93%.

Selanjutnya, untuk memperoleh rata-rata kelayakan dari seluruh validator, digunakan Persamaan (2), yaitu dengan menjumlahkan seluruh persentase kelayakan dan membaginya dengan jumlah validator. Berdasarkan hasil tersebut, diperoleh rata-rata kelayakan sebesar 94%, yang termasuk dalam kategori “sangat baik”.

Berikut merupakan hasil dari Suplemen Materi Pengolahan Limbah Organik Berbasis Video Animasi yang diunggah dan dapat diakses melalui platform YouTube pada tautan berikut: <https://youtu.be/xW5XnS9rRyQ>.

Gambar 1 berikut memperlihatkan tampilan bagian pembuka dari media video animasi yang dikembangkan menggunakan Canva.



Gambar 1. Tampilan Bagian Pembuka Pada Media Video Animasi Canva Yang Meliputi (a) Cover Atau Judul Media, (b) Submateri Yang Dibahas, Dan (c) Tujuan Video.

Gambar 2 menunjukkan tampilan bagian isi dari video animasi yang berfokus pada penyampaian materi.



Gambar 2. Tampilan Bagian Isi Video Animasi Yang Meliputi (a) Pengertian Limbah Dan (b) Jenis-Jenis Limbah

Gambar 3 menampilkan bagian proses pembuatan pupuk organik cair (POC) dalam video animasi.



Gambar 3. Tampilan Bagian Proses Pembuatan POC (a) Bahan-Bahan dan (b) Proses Pengolahan

## PEMBAHASAN

Hasil uji laboratorium terhadap unsur hara pupuk organik cair (POC) dari kulit singkong dan kulit bawang menunjukkan bahwa nilai C-organik tertinggi adalah sebesar 1,67%. Namun, nilai ini masih jauh di bawah standar kelayakan POC, yaitu minimal 6%. Karbon organik merupakan sumber energi utama bagi mikroorganisme tanah serta berperan dalam pembentukan agregat tanah dan ketersediaan unsur hara. Kadar C yang rendah dapat disebabkan oleh bahan baku yang memiliki kandungan karbon rendah atau proses fermentasi yang belum optimal. Menurut Hartatik et al. (2015), kadar C-organik dalam POC sangat dipengaruhi oleh rasio C/N bahan baku awal serta durasi fermentasi. Penambahan bahan seperti molase atau serbuk daun kering dapat meningkatkan kandungan karbon.

Penelitian oleh Nur et al. (2018) menyebutkan bahwa lama waktu fermentasi serta variasi penggunaan *effective microorganisms* (EM) dapat meningkatkan kandungan unsur hara dalam POC. Hasil analisis unsur nitrogen (N) menunjukkan kadar sebesar 0,08%, yang berarti masih belum mencapai standar minimal kelayakan POC, yaitu 3–6%. Nitrogen merupakan unsur hara makro utama yang sangat dibutuhkan tanaman dalam jumlah besar, khususnya untuk mendukung pertumbuhan daun dan batang. Rendahnya kadar nitrogen kemungkinan disebabkan oleh bahan baku yang miskin nitrogen atau hilangnya senyawa amonia selama fermentasi akibat aerasi berlebihan atau waktu penyimpanan yang terlalu lama.

Kandungan fosfor ( $P_2O_5$ ) hanya sebesar 0,0025%, jauh di bawah syarat minimal 3–6%. Fosfor dibutuhkan untuk pembentukan akar, proses pembelahan sel, serta pembentukan bunga dan buah. Rendahnya kandungan fosfor dapat disebabkan oleh penggunaan bahan organik yang tidak mengandung cukup fosfat atau proses dekomposisi yang tidak sempurna. Penelitian oleh Prasetio dan Widyastuti (2020) menunjukkan bahwa POC dari limbah industri tempe dengan penambahan EM4 menghasilkan kadar fosfor antara 3,38% hingga 3,66%, yang telah memenuhi standar kelayakan.

Kandungan kalium ( $K_2O$ ) sebesar 0,0048% juga tergolong sangat rendah. Kalium penting dalam proses fotosintesis, pembukaan stomata, dan ketahanan tanaman terhadap kekeringan serta penyakit. Rendahnya kadar kalium dapat disebabkan oleh bahan baku yang miskin unsur kalium atau proses fermentasi yang kurang optimal. Sejalan dengan penelitian Supriyanti (2017), kalium berperan sebagai katalis aktivitas mikroorganisme dalam mempercepat proses fermentasi. Semakin cepat fermentasi berlangsung, semakin banyak bahan yang terurai, sehingga kandungan kalium dalam POC pun meningkat.

Kandungan besi (Fe) dalam POC sebesar 0,00044% atau 4,4 ppm tergolong sangat kecil, namun tetap bermanfaat. Besi berperan penting dalam sintesis klorofil dan proses respirasi tanaman. Meskipun tidak terdapat standar khusus mengenai kadar Fe dalam POC, keberadaan unsur mikro ini tetap penting untuk pertumbuhan tanaman.

Nilai pH POC sebesar 3,31 menunjukkan sifat asam. Menurut standar Peraturan Menteri Pertanian (Permentan), pH POC yang ideal berada dalam kisaran 4–9. pH yang terlalu rendah dapat mengganggu kenyamanan mikroorganisme tanah dan menghambat penyerapan unsur hara oleh tanaman.

Nurmas et al. (2023) menyatakan bahwa aplikasi POC dari kulit bawang merah memberikan pengaruh signifikan terhadap berbagai aspek pertumbuhan tanaman cabai besar, termasuk tinggi tanaman, jumlah dan luas daun, jumlah cabang, diameter batang, berat kering tanaman, serta laju pertumbuhan relatif. POC juga dapat memperbaiki struktur tanah, meningkatkan porositas, serta menurunkan kerapatan tanah, sehingga mendukung pertumbuhan akar secara optimal.

Hasil nilai rata-rata persentase kelayakan video pembelajaran adalah 94%. Berdasarkan kriteria yang digunakan, nilai tersebut termasuk dalam kategori “Sangat Layak” ( $80\% < NP \leq 100\%$ ). Media video pembelajaran tentang pengolahan limbah menjadi POC dinilai sangat layak digunakan dalam proses pembelajaran. Penilaian ini mencerminkan bahwa materi, penyajian, dan bahasa dalam video telah memenuhi standar kualitas untuk mendukung kegiatan belajar, khususnya bagi peserta didik jenjang SMA. Menurut Noviyanto et al. (2015), animasi video mampu meningkatkan ketertarikan dan fokus siswa selama proses pembelajaran, sehingga membantu mereka lebih mudah memahami konsep yang disampaikan.

Hasil validasi oleh ahli media menunjukkan bahwa video pembelajaran tentang POC memperoleh skor 54 dari maksimal 60 atau setara dengan 90%, yang termasuk dalam kategori “Sangat Baik”. Penilaian dilakukan berdasarkan lima aspek utama, yaitu kesesuaian konten dengan tujuan, kelengkapan materi, kejelasan penyajian, ketepatan ilmu pengetahuan, dan kesesuaian dengan audiens target, dengan masing-masing aspek terdiri dari dua indikator.

Video dinilai sangat relevan dengan tema pengolahan limbah organik dan mendukung pencapaian tujuan pembelajaran. Hal ini diperkuat oleh penelitian Wiranata (2022), yang menyatakan bahwa media pembelajaran yang relevan secara tematik dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran. Isi materi disajikan lengkap dan sistematis, mulai dari rasio bahan, proses fermentasi, hingga hasil akhir, sebagaimana disarankan oleh Ramadhani et al. (2022). Penyampaian yang sederhana serta penggunaan bahasa yang sesuai dengan tingkat pemahaman pelajar SMA menjadikan video ini mudah dipahami, sejalan dengan temuan Arianti et al. (2020) mengenai pentingnya kejelasan dalam media animasi.

Ketepatan konten telah divalidasi dari sumber-sumber terpercaya dan bebas dari kesalahan konseptual. Validitas konten sangat penting untuk meningkatkan literasi ilmiah peserta didik (Siagian et al., 2024). Meskipun terdapat satu indikator dalam aspek kesesuaian materi dengan audiens yang memperoleh skor 4, secara keseluruhan video menunjukkan efektivitas tinggi dalam menyampaikan materi kepada target audiens.

Validasi oleh ahli materi memberikan skor 44 dari 45 atau setara dengan 97,7%, yang termasuk dalam kategori “Sangat Baik”. Penilaian menggunakan instrumen yang sama, dengan lima aspek dan dua indikator per aspek. Video dinilai sangat relevan dengan tujuan edukatif, yakni memperkenalkan proses pengolahan limbah menjadi POC kepada pelajar. Relevansi ini mendukung temuan Rangkuti et al. (2022) mengenai pentingnya keterkaitan materi dengan tujuan pembelajaran.

Kelengkapan materi juga dinilai memadai karena mencakup seluruh tahapan pembuatan POC secara runtut. Pamungkas dan Koeswanti (2022) menegaskan bahwa kelengkapan informasi dalam media sangat berperan dalam pencapaian kompetensi siswa. Penjelasan yang sederhana dan terstruktur mendukung keterpahaman, meskipun ahli materi menyarankan adanya penyempurnaan pada bagian tertentu agar lebih tepat sasaran terhadap karakteristik pelajar SMA.

Konten ilmiah yang ditampilkan telah sesuai dengan kaidah dan data ilmiah terkini. Halmuniati et al. (2022) menyatakan bahwa validitas konten sangat berkorelasi dengan peningkatan hasil belajar. Namun demikian, skor yang belum sempurna menunjukkan bahwa meskipun substansi video cukup kuat, tetap diperlukan penyempurnaan kecil untuk mencapai optimalisasi pembelajaran.

Aspek kebahasaan memperoleh skor 42 dari 45 atau setara dengan 93,3%, yang juga termasuk kategori “Sangat Baik”. Bahasa yang digunakan telah disesuaikan dengan karakteristik pelajar SMA, dengan menghindari istilah teknis yang tidak dijelaskan. Hal ini sejalan dengan temuan Pratiwi dan Puspito Hapsari (2020) yang menyatakan bahwa penggunaan bahasa yang sesuai dengan tingkat pemahaman siswa dapat meningkatkan efektivitas belajar.

Struktur kalimat dalam video disusun secara singkat, padat, dan jelas. Hal ini penting untuk menghindari kebingungan dan memastikan setiap konsep disampaikan secara efektif. Selain itu, penggunaan tata bahasa yang sesuai dengan *Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia* (PUEBI) meningkatkan kredibilitas materi serta mendukung pemahaman siswa. Struktur narasi yang logis dan sinkron dengan visual juga membantu pelajar mengikuti alur materi dengan baik. Pemilihan kata yang menarik dan tidak monoton turut berperan dalam meningkatkan minat belajar siswa. Kejelasan, struktur, dan daya tarik bahasa dalam media video terbukti mendukung peningkatan motivasi dan hasil belajar siswa.

## **SIMPULAN**

Berdasarkan hasil analisis, pupuk organik cair (POC) yang dihasilkan belum memenuhi standar kualitas, terutama pada kandungan unsur hara dan tingkat keasaman (pH) yang masih rendah. Oleh karena itu, diperlukan perbaikan pada komposisi bahan baku dan optimalisasi proses fermentasi. Sementara itu, hasil validasi video pembelajaran tentang POC menunjukkan skor tinggi pada aspek konten dan kebahasaan, yang mengindikasikan bahwa video tersebut layak digunakan sebagai media edukatif yang efektif bagi pelajar SMA.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adam, S. Y. Y., Nurjasmu, R., & Banu, L. S. (2019). Pengaruh kompos kulit bawang merah dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan tanaman cabe rawit (*Capsicum frutescens* L.). *Jurnal Ilmiah Respati*, 10(2), 146–155.
- Anggraeni, et al. (2022). Pemanfaatan limbah kulit singkong menjadi pupuk organik untuk mewujudkan zero waste di IRT Singkong Keju Balearjosari Malang. *Ciastech*, 945–950.
- Arianti, R., Indrawati, I., & Wicaksono, I. (2020). Efektivitas media video animasi untuk pembelajaran pemanasan global pada siswa SMP. *EduFisika*, 5(2), 92–103.
- Asmawanti, S. D., Riski, M. H., Cibro, R. J., & Ilahi, F. R. (2022). Pemanfaatan limbah dapur sebagai pupuk organik cair (POC) untuk budidaya tanaman di lingkungan perkarangan masyarakat Kelurahan Surabaya Kecamatan Sungai Serut. *Tribute: Journal of Community Services*, 3(2), 101–107.
- Dede Haryadi, D. (2014). Pengaruh pemberian beberapa jenis pupuk terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kailan (*Brassica alboglabra* L.). *EFFECT*, 3(3), 63–77.
- Ermilinda. (2020). Pengaruh penggunaan media animasi dan video terhadap retensi memori biologi siswa kelas IX MTs N 4 Agam. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 4(3), 3281–3288.
- Fitriani, H. (2017). Pengolahan kulit umbi singkong (*Manihot utilissima*) di kawasan Kampung Adat Cireunde sebagai bahan baku alternatif perintang warna pada kain. *E-Proceeding of Art & Design*, 4(3), 1109.
- Halmuniati, H., Riswandi, D., Zainuddin, Z., Asmin, L. O., & Isa, L. (2022). Efektivitas media pembelajaran berbasis video animasi terhadap hasil belajar fisika. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, 6(4), 332–340.
- Hartatik, W., Husnain, H., & Widowati, L. R. (2015). Peranan pupuk organik dalam peningkatan produktivitas tanah dan tanaman. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 107–120.
- Kurnia, I., Gultom, E. B., Afriyunita, D., Sakinah, S., Herninda, F., & Arnida, R. (2022). Pemanfaatan limbah kulit bawang sebagai pestisida dan pupuk organik. *Maspul Journal of Community Empowerment*, 4(2), 150–156.
- Lessy, N. S., & Pratiwi, A. (2020). Pengaruh pupuk organik cair limbah bakpia dan tahu terhadap pertumbuhan bayam hijau (*Amaranthus viridis* L.). *Bioma: Jurnal Ilmiah Biologi*, 9(1), 117–128.
- Londhe, V. P., Gavasane, A. T., Nipate, S. S., Bandawane, D. D., & Chaudhari, P. D. (2011). Role of garlic (*Allium sativum*) in various diseases: An overview. *Journal of Pharmaceutical Research and Opinion*, 1(January 2011), 129–134.
- Noviyanto, T. S. H., Juanengsih, N., & Rosyidatun, E. S. (2015). Penggunaan media video animasi sistem pernapasan manusia untuk meningkatkan hasil belajar biologi. *Edusains*, 7(1).

- Nur, T., Noor, A. R., & Elma, M. (2018). Pembuatan pupuk organik cair dari sampah organik rumah tangga dengan bioaktivator EM4 (effective microorganisms). *Konversi*, 5(2), 5. <https://doi.org/10.20527/k.v5i2.4766>
- Nurmas, A., Ansi, A., Arsiaty Arsyad, M., & Gusti Ayu Kade Sutariati. (2023). Pengaruh pupuk organik cair (POC) kulit bawang merah terhadap pertumbuhan tanaman cabai besar (*Capsicum annuum* L.). *Berkala Ilmu-Ilmu Pertanian - Journal of Agricultural Sciences*, 3(2), 88–93.
- Pamungkas, W. A. D., & Koeswanti, H. D. (2022). Penggunaan media pembelajaran video terhadap hasil belajar siswa sekolah dasar. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Profesi Guru*, 4(3), 346–354.
- Prasetio, J., & Widyastuti, S. (2020). Pupuk organik cair dari limbah industri tempe. *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 18(2), 22–32.
- Pratiwi, B., & Puspito Hapsari, K. (2020). Analisis kemampuan berpikir tingkat tinggi melalui pemanfaatan YouTube sebagai media pembelajaran bahasa Indonesia. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 4(2), 282.
- Ramadhani, M. A., Adlim, A., & Hanum, L. (2022). Development of tutorial video for palm oil waste treatment in the subject of workshop and entrepreneurship. *Chimica Didactica Acta*, 8(1), 1–6.
- Rangkuti, Y. M., Landong, A., Mayasari, F., & Sagala, A. F. H. (2022). Pengembangan media video pembelajaran berbasis PowToon pada materi fungsi komposisi. *Paradikma Jurnal Pendidikan Matematika*, 15(1), 53–60.
- Salmiati, A. (2023). Pengembangan penuntun praktikum pembuatan pupuk organik cair pada materi kimia unsur di SMA Negeri 1 Beutong.
- Sari, N., Defiani, M. R., & Suriani, N. L. (2022). Pemanfaatan limbah kulit bawang merah (*Allium cepa* L.) dan cangkang telur ayam untuk meningkatkan produksi tanaman sawi (*Brassica rapa* var. *parachinensis* L.). *Simbiosis*, 10(1), 52.
- Siagian, N. L., Yusbarina, Utami, L., & Fatisa, Y. (2024). Pengembangan e-modul pengolahan limbah organik secara eco-enzyme pada materi green chemistry untuk siswa SMA kelas X. *Jurnal XYZ*, 3(2), 1–7.
- Supriyanti, A. (2017). Kandungan nitrogen dan kalium pupuk organik cair kombinasi kulit nanas dan daun lamtoro dengan variasi penambahan jerami padi. *Jurnal XYZ*, 11(1), 92–105.
- Wiranata, A. A. (2022). Evaluasi media video pembelajaran untuk sekolah dasar pokok bahasan pengurangan dan penjumlahan. *Educate: Jurnal Teknologi Pendidikan*, 7(1), 83.