

PENGEMBANGAN ALAT PERAGA SISTEM PEMILAH BIJI KOPI BERBASIS ARDUINO NANO UNTUK PEMBELAJARAN FISIKA AGRARIS

Ageng Sinta Pratiwi¹, M. Barkah Salim, M.Pd. Si², Eko Prihandono, M.Pd³

¹Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Muhammadiyah Metro, Metro, Indonesia

²Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Muhammadiyah Metro, Metro, Indonesia

³Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Muhammadiyah Metro, Metro, Indonesia

e-mail : agengsintapратиwi@gmail.com¹⁾

barkah_um@yahoo.co.id²⁾

eko.lampungkw@gmail.com³⁾

Abstrack: Coffee is one of Indonesia's export commodities which has an important role in economic growth in Indonesia. Coffee production from 2020 to 2022 will experience fluctuations. As for the causes of errors in post-harvest that are not appropriate to obtain good quality coffee beans, post-harvest handling is needed by carrying out the sorting process, washing process, drying process and roasting process. The ADDIE method is used in developing this tool, including: Analysis stage, analyzing the need to develop a product and analyzing the feasibility and requirements for product development, Design stage, designing and designing a product. Development stage, development of product design. Implementation stage, realizing the design of a development product, testing the product developed in learning. Evaluation stage, evaluating the results of the product developed and its application in the classroom. Validation data from three media experts on the props developed obtained an average percentage of 91.8%, meaning that they are very suitable for use as props. And the validation results from three material experts on the tools and practice manual obtained an average percentage of 85.92%, which means it is very suitable for use as a practice guide for teaching aids. Based on the average value from the validation of media experts and material experts, the coffee bean sorting teaching aid shows that the criteria obtained are very feasible and the results of student responses get a value with very practical criteria for use as a learning medium. The choice of materials and design in making practical equipment has been taken into account, apart from using materials that are not easily damaged, the shape is also made simple.

Keywords: Coffee, Sorting; Teaching Aids; Learning Media.

PENDAHULUAN

Kebutuhan manusia semakin lama semakin meningkat. Untuk memenuhi kebutuhan konsumen dengan secangkir kopi yang biasa dinikmati dihasilkan melalui proses yang sangat panjang, mulai dari budidaya, pengolahan pasca panen, hingga ke penikmat kopi. Badan Pusat Statistik 2022 (BPS, 2022) menyatakan bahwa "Kopi merupakan salah satu komoditi ekspor Indonesia yang memiliki peranan penting bagi pertumbuhan ekonomi di Indonesia. Produksi kopi dari tahun 2020 sampai dengan 2022 mengalami fluktuasi. Pada tahun 2020 produksi kopi sebesar 762,38 ribu ton naik menjadi 786,19 ribu ton pada tahun 2021 meningkat sebesar 3,12 persen. Tahun 2022 produksi kopi turun menjadi 774,96 ribu ton atau turun sebesar 1,43 persen". Hal ini di sebabkan karena proses pasca panen kopi khususnya dalam kegiatan sortasi belum diikuti dengan pengembangan teknologi. Adapun penyebab dari kesalahan dalam pasca panen yang kurang tepat untuk mendapatkan biji kopi yang berkualitas baik maka diperlukannya penanganan pasca panen dengan melakukan proses sortasi, proses pencucian, proses pengeringan, dan proses penyangraian. Proses sortasi

merupakan proses pertama saat panen kopi. Pada saat ini para petani kopi masih banyak menggunakan proses pemisahan buah kopi secara manual yakni dengan cara pemisahan biji kopi satu per satu antara biji kopi yang masih mentah (hijau) dan biji kopi yang sudah masak berwarna merah, sehingga membutuhkan waktu yang lama dan tidak efisien dalam proses memisahkan buah kopi. Sehingga produksi kopi saat ini masih terhambat oleh kualitas kopi yang rendah sehingga mempengaruhi perkembangan produksi kopi.

Untuk menanggulangi masalah tersebut perlu adanya mesin pemutuan biji kopi dengan sistem otomatisasi berdasarkan parameter warna sebagai tingkat kematangan biji kopi. Sistem ini dirancang agar dapat berupaya menambah nilai mutu kopi dengan dibuat sebuah alat peraga pemilah biji kopi dengan menggunakan sensor warna. Sensor warna TCS230 bekerja dengan cara membaca nilai intensitas cahaya yang dipancarkan oleh led super bright terhadap objek, pantulan sinar tersebut memiliki panjang gelombang yang berbeda-beda tergantung pada warna objek yang terdeteksi (Nyayu, dkk. 2019). Hal ini yang dapat membuat sensor warna TCS230 dapat membaca beberapa macam warna sehingga alat otomatisasi yang dibuat tersebut akan memilah biji sesuai dengan warnanya. Dengan adanya prototipe pemilah mempunyai dampak positif secara praktik dapat menambah wawasan pada siswa dalam proses pembelajaran di sekolah.

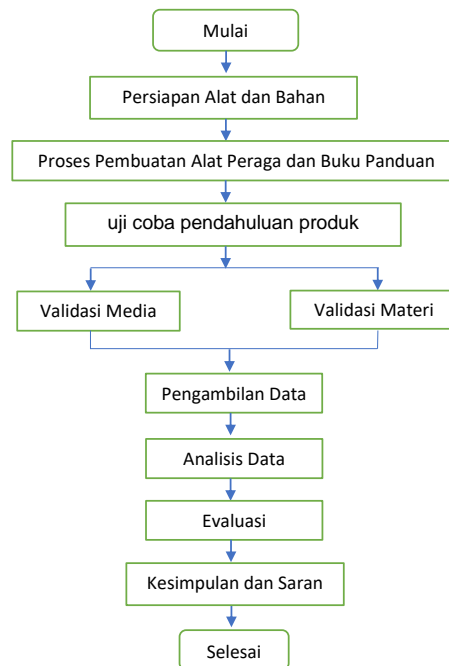
Berdasarkan hasil observasi dan wawancara kepada guru dan siswa yang telah dilakukan oleh peneliti, dapat diketahui bahwa peneliti menemukan kendala yang berada di Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 2 Metro tersebut guru menyatakan bahwa dalam materi pokok panen dan pasca panen di kelas 11 secara penerapannya untuk alat pemilah biji kopi setelah pasca panen (kopi ceri) tidak ada sehingga perlu dikembangkan sebuah alat peraga pemilah biji kopi yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran siswa dan dapat menambah relasi terkait dengan teknologi pemilahan biji kopi secara otomatis. Berdasarkan uraian permasalahan yang telah ditemukan, diperlukan media pembelajaran seperti alat peraga yang dapat mendukung proses belajar siswa di laboratorium. Pengembangannya disesuaikan dengan perkembangan teknologi saat ini dengan menggunakan sensor TCS230. Hasil kajian kurikulum Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 2 Metro, pada KD 3.1 Siswa dapat menjelaskan tahapan-tahapan pasca panen kopi dan pada KD 4.1 Siswa mampu melakukan proses pemetikan, penyortiran, pengupasan, fermentasi, pengeringan, dan penyimpanan biji kopi dengan benar.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) yang memiliki tujuan untuk memperoleh hasil temuan yang baru. Menurut sugiyono (2013:297) "metode penelitian dan pengembangan atau dalam bahasa Inggrisnya *Research and Development* adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut". Metode yang digunakan dalam proses penelitian ini yakni menggunakan metode ADDIE yang memiliki tahapan dari awal hingga akhir. Peneliti menggunakan metode ADDIE karena memiliki tahapan dalam pengembangan alat tersebut, diantaranya:

1. Tahap *analysis*
Tahap analisis, peneliti mencari berbagai informasi mengenai permasalahan yang ada di lingkungan sekolah menengah kejuruan pada proses pembelajaran di bidang agraria. Melalui proses observasi dan wawancara secara langsung, ditemukan suatu masalah yang dapat diselesaikan peneliti melalui penelitian dan pengembangan sehingga perlu dikembangkannya sebuah alat pemilah biji kopi.
2. Tahap *design*

Tahap desain merupakan tahap membuat rancangan pengembangan atas produk yang dikembangkan oleh peneliti. Desain alat menjadi sebuah titik acuan untuk mendapatkan gambaran kerangka alat yang akan dikembangkan oleh peneliti. Berikut merupakan gambaran dari proses pengembangan alat peraga pemilah biji kopi:



Gambar 1. Diagram Alur Desain Pengembangan

3. Tahap *development*

Tahap ini peneliti memulai merealisasikan rancangan yang akan dikembangkan. Adapun tahapan pada proses pengembangan produk yakni:

- a) Tahap pembuatan
- b) Tahapan Pembuatan Buku Panduan Dan Instrumen Penelitian
- c) Melakukan Uji Coba Pendahuluan Produk
- d) Melakukan Validasi

4. Tahap *implementation*

Tahapan ini, peneliti akan mengimplikasikan alat peraga pemilah biji kopi kepada guru bidang keahlian Agribisnis Tanaman Pangan dan Hortikultura (ATPH) dan siswa kelas 11 di SMK Negeri 2 Metro pada jurusan (ATPH) dengan melakukan praktik uji alat pemilah biji kopi. Parameter yang dilihat oleh peneliti yaitu alat dapat bekerja sesuai dengan konsep yang telah dibuat dan alat dapat memilah biji sesuai dengan parameter warna yang ditentukan sehingga alat tersebut dapat memilah dengan baik.

5. Tahap *evaluation*

Tahap evaluasi dilakukan setelah dilaksanakannya tahap implementasi, pada tahap ini peneliti melakukan evaluasi terhadap alat yang telah dikembangkan. Dalam tahapan ini, produk yang telah di uji coba dengan dosen pembimbing, di validasi oleh pakar ahli media dan materi, serta hasil dari implementasi di sekolah akan dievaluasi melalui proses yang dilakukan dengan cara melihat kritik dan saran yang diperoleh.

Instrumen pengumpulan data berupa lembar validasi produk dan lembar angket respon. Pada tahapan ini penulis menuliskan berupa pernyataan yang

diberikan oleh validator dan responden. Dan untuk mengetahui hasil persentase tingkat keberhasilan dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentase pengujian (\%)} = \frac{\text{Jumlah Tingkat Keberhasilan}}{\text{Jumlah Keseluruhan}} \times 100\%$$

Nilai persentase pengujian dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Interval Penilaian Hasil Persentase Uji Coba

Interval Rata-Rata penilaian (%)	Kriteria Kelayakan Ahli
80,01-100,00	Sangat Layak
60,01-80,00	Layak
40,01-60,00	Cukup Layak
20,01-40,00	Kurang Layak
0-20,00	Sangat Kurang Layak

Hasil uji coba pada alat peraga yang dikembangkan dapat dikatakan layak apabila mendapatkan rentang nilai 60,01 %. Lembar validasi produk pada bagian ini merupakan sistem lembar pengumpulan data, yang mana data hasil diolah dan disimpulkan melalui lembar validasi ini. Dalam hal ini terdapat beberapa lembar validasi produk yakni, lembar validasi kelayakan produk alat peraga pemilah biji kopi dan lembar uji coba produk alat peraga pemilah biji kopi. Setelah data diperoleh selanjutnya adalah menganalisis data. Penelitian ini memfokuskan pada bagian hasil uji coba pendahuluan produk, kelayakan, dan respon pengguna terhadap alat peraga yang dikembangkan sehingga dapat diketahui hasil pengembangannya. Analisis dalam penelitian ini dengan mengelompokkan data yang diperoleh sehingga peneliti mudah memahami dan menarik kesimpulan. Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian pengembangan alat peraga pemilah biji kopi ini merupakan analisis data kuantitatif dan kualitatif. Analisis data kuantitatif menganalisis data yang sudah terkumpul dari lembar validasi kelayakan produk dan angket respon pengguna dan analisis data kualitatif menganalisis data berupa kritik dan saran dari hasil validasi kelayakan produk dan respon pengguna.

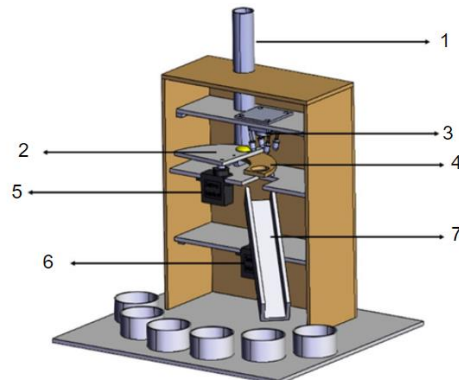
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Penelitian tentang pengembangan alat peraga sistem pemilah biji kopi berbasis Arduino Nano untuk pembelajaran fisika agraris telah dilakukan. Hasil dari penelitian ini berupa alat peraga pemilah biji kopi yang dilengkapi dengan buku panduan alat peraga. Adapun hasil pengembangan disajikan sebagai berikut:

Analisis kebutuhan diperoleh dari hasil observasi dan wawancara dengan guru dan siswa kelas XI di SMK Negeri 2 Metro. Hasil observasi dan wawancara mengungkapkan bahwa kendala yang berada di Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 2 Metro tersebut dalam materi pokok panen dan pasca panen di kelas 11 secara penerapannya untuk alat pemilah biji kopi setelah pasca panen (kopi ceri) tidak ada, secara umum dalam praktiknya sekolah tersebut melakukan proses langsung pada kopi yang sudah menjadi *greenbean*, dikarenakan jika proses pembuatan kopi siap seduh dilakukan melalui tahapan awal membutuhkan waktu yang sangat panjang dan lama serta biji (kopi ceri) yang susah untuk dicari.

Setelah melewati tahap analisis kebutuhan, maka tahap selanjutnya adalah mendesain alat peraga tersebut. Desain atau perancangan berguna untuk mendapatkan gambaran secara menyeluruh mengenai pembuatan alat peraga pemilah biji kopi. Alat peraga yang dikembangkan yaitu menggunakan *fiberglass* yang menjadi kerangka badan alat peraga. Alat peraga dilengkapi dengan arduino nano sebagai mikrokontroler dan beberapa sensor seperti sensor warna untuk mendeteksi warna biji yang akan di sortir. Desain alat yang akan dikembangkan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain Alat Peraga Pemilah Biji Kopi

Setelah desain alat peraga tersebut jadi, peneliti melanjutkan tahapan selanjutnya yaitu membuat panduan penggunaan alat dan praktik berisi tentang spesifikasi dan cara penggunaan alat. Tujuan dari panduan penggunaan alat dan praktik yaitu memudahkan pengguna dalam mengoperasikan alat yang telah dikembangkan serta hal-hal apa saja yang harus di amati pada saat melakukan praktik. Berikut merupakan desain buku panduan yang telah dibuat oleh peneliti.



Gambar 3. Cover Buku Panduan Penggunaan Alat dan Panduan Praktik

Setelah selesai pembuatan alat peraga dan buku panduan, selanjutnya melakukan uji coba terhadap alat peraga yang dikembangkan kemudian diukur dan dianalisis untuk mengetahui hasil proses dalam pemilahan biji kopi dan juga kesalahan yang relatif pada alat tersebut, kesesuaian alat yang telah dikembangkan dilihat dari segi keakurasian data sortir warna yang diperoleh.

Tabel 2. Data Hasil Uji Coba Pendahuluan Produk Alat Peraga Pemilah Biji Kopi

PERCOBAAN	TINGKAT KEBERHASILAN		
	HIJAU	MERAH	MERAH dan HIJAU
1	✓	✓	✓ (merah)
2	✓	✓	✓ (hijau)
3	✓	✓	✓ (merah)
4	✓	✓	x (hijau)
5	✓	✓	✓ (hijau)
6	✓	✓	✓ (merah)

PERCOBAAN	TINGKAT KEBERHASILAN		
	HIJAU	MERAH	MERAH dan HIJAU
7	✓	✓	✓ (hijau)
8	✓	✓	x (merah)
9	✓	X	✓ (hijau)
10	✓	✓	✓ (merah)

Berdasarkan tabel 2, ditunjukkan oleh alat peraga pemilah biji kopi dengan menggunakan parameter warna biji merah dan hijau, alat dapat memilah biji dengan baik dan mendapat kriteria sangat layak, sehingga nilai eror dari proses pemilahan alat peraga ini relatif kecil. Setelah peneliti melakukan uji coba, tahapan selanjutnya yakni divalidasi oleh para ahli.

Validasi alat peraga pemilah biji kopi dan validasi buku panduan alat peraga dihadirkan oleh 3 ahli media yang terdiri dari 3 dosen diantaranya 1 dosen pendidikan fisika dan 2 dosen dari fakultas teknik Universitas Muhammadiyah Metro.

Tabel 3. Tabulasi Data Validasi Ahli Media

Aspek Penilaian	Indikator	Validator			Persentase/ Indikator (%)	Persentase/ Aspek (%)
		1	2	3		
Teknis Alat Peraga	Desain	4	4	5	90	91,33
		4	5	5		
	Kualitas	5	5	5	91,7	
		5	5	5		
		5	3	4		
		4	5	4		
Kinerja	4	5	5	90		
	4	4	5			
	Efektif dan Efisien	5	5		5	93,33
4	4	5				
Kebermanfaat-an Peraga	Alat Kegunaan	5	5	5	100	93,33
		4	4	5		
	Minat dan perhatian	4	4	5	90	
4	5	5				
Jumlah		179			555,03	184,66
Presentase Rata-rata (%)		91,8			92,50	92,33
Kriteria		SANGAT LAYAK				

Berdasarkan tabel 3, hasil menunjukkan bahwa aspek penilaian ahli media terhadap teknis alat peraga terbagi menjadi 4 indikator. Penilaian terhadap indikator desain alat peraga mendapatkan nilai 90% yang artinya desain dari alat peraga mendapatkan kriteria sangat layak. Penilaian terhadap indikator kualitas alat peraga mendapatkan nilai 91,7% yang artinya kualitas dari alat peraga mendapatkan kriteria sangat layak. Penilaian terhadap indikator kinerja alat peraga mendapatkan nilai 90% yang artinya kinerja dari alat peraga mendapatkan kriteria

sangat layak. Penilaian terhadap indikator efektif dan efisien alat peraga mendapatkan nilai 93,33% yang artinya efektif dan efisien dari alat peraga mendapatkan kriteria sangat layak.

Tabel 4. Tabulasi Data Validasi Ahli Materi

Aspek Penilaian	Indikator	Validator			Persentase/ Indikator (%)	Persentase / Aspek (%)
		1	2	3		
Isi dan Tujuan Alat Peraga	Kesesuaian	4	4	5	80	85,92
	Konsep	2	4	5		
	Kemudahan Pemahaman	3	4	5	80	
	Kelengkapan	4	5	5	88,9	
		3	5	5		
	Tujuan	4	4	5	86,7	
	Ketepatan	4	5	4	90	
	4	5	5			
Jumlah		116			425,6	85,92
Presentase Rata-rata (%)		85,92			85,12	85,92
Kriteria		SANGAT LAYAK				

Berdasarkan tabel 4, hasil menunjukkan bahwa aspek penilaian ahli materi terhadap isi dan tujuan alat peraga terbagi menjadi 5 indikator. Penilaian terhadap kesesuaian konsep alat peraga, kemudahan pemahaman, kelengkapan, tujuan, dan ketepatan buku panduan masing-masing mendapatkan nilai 80%, 80%, 88,9%, 86,7%, dan 90%, yang semuanya masuk dalam kriteria sangat layak. Rata-rata nilai seluruh indikator adalah 85,12% dan rata-rata untuk seluruh aspek adalah 85,92%, dengan kriteria sangat layak.

Tahap implementasi dilakukan setelah alat peraga pemilah biji kopi dan buku panduan penggunaan alat telah selesai divalidasi oleh ahli dan dapat dikatakan bahwa alat dan buku panduan tersebut layak. Tahap implementasi merupakan sebuah tahapan untuk menerapkan media alat peraga pemilah biji kopi di SMK Negeri 2 Metro guna melihat respon siswa dan guru terhadap alat peraga pemilah biji kopi yang telah dikembangkan. Adapun hasil rekapitulasi respon mahasiswa ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 5. Tabulasi Data Respon Siswa

Indikator	Skala Penilaian																				Persentase/ Indikator (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Kelengkapan	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	4	5	4	5	93
Tujuan	4	5	5	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	5	5	5	5	88
Minat dan Perhatian	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	5	3	5	5	4	4	3	4	84
Kemudahan	4	4	5	4	5	4	5	5	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	89,7
	4	4	5	4	5	4	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	5	5	5	5	
Kualitas	4	4	5	4	5	4	5	5	4	4	4	5	4	4	5	5	4	5	3	5	83
	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	5	5	3	4	5	4	4	4	5	
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	3	5	3	3	4	4	5	4	3	4	
Jumlah												783									437,7
Presentase Rata-rata (%)												87									87,54
Kriteria	SANGAT PRAKTIS																				

Berdasarkan Tabel 5 dapat dijelaskan bahwa seluruh aspek penilaian respon siswa terhadap alat peraga pemilah biji kopi pada aspek isi dan tujuan mendapatkan nilai sebesar 90,5%. Aspek kebermanfaatan mendapatkan nilai

86,85%, sedangkan pada aspek desain mendapatkan nilai 83%. Nilai rata-rata dari 3 aspek mendapatkan nilai 86,78% dengan kriteria sangat baik. Tahapan evaluasi dilakukan untuk Analisis data dilakukan untuk menganalisis data hasil dari produk yang telah dikembangkan, yaitu berupa angket yang telah di beri penilaian oleh ahli media, ahli materi dan angket respon pengguna yang ditujukan pada siswa dan guru. Tingkat kelayakan alat peraga pemilah biji kopi yang telah dikembangkan disajikan pada tabel.

Tahapan evaluasi dilakukan untuk Analisis data dilakukan untuk menganalisis data hasil dari produk yang telah dikembangkan, yaitu berupa angket yang telah di beri penilaian oleh ahli media, ahli materi dan angket respon pengguna yang ditujukan pada siswa dan guru. Tingkat kelayakan alat peraga pemilah biji kopi yang telah dikembangkan disajikan pada tabel 6.

Tabel 6. Data Analisis

Validasi Data	Validasi Ahli		Rata-Rata Penilaian Ahli	Respon Siswa	Kesimpulan
	Media	Materi			
Data Hasil	91,8%	85,92%	88,86%	87%	Berdasarkan nilai rata-rata dari validasi ahli media dan ahli materi Pada alat peraga pemilah biji kopi menunjukkan bahwa kriteria yang di dapatkan sangat layak dan hasil respon siswa memperoleh nilai dengan kriteria sangat praktis untuk digunakan sebagai media pembelajaran.
Kriteria	Sangat Layak	Sangat Layak	Sangat Layak	Sangat Praktis	

B. Pembahasan

Alat peraga pemilah biji kopi dibuat sebagai media pembelajaran untuk mempermudah siswa dalam proses praktik memilah biji kopi secara otomatis pada materi panen dan pasca panen. Alat peraga pemilah biji kopi dilengkapi dengan buku panduan alat dan praktik. Adanya alat peraga pemilah biji kopi siswa dapat menambah wawasan terkait dengan perkembangan teknologi era saat ini. Alat ini berfungsi untuk memilah biji dalam parameter warna yang berbeda. Sistem alat peraga dilengkapi dengan Arduino Nano sebagai Mikrokontroler, Sensor TCS2300 sebagai sensor pendeteksi warna biji yang akan dipilah, dan 2 buah servo yang mampu menggerakkan picker (wadah untuk proses sortir biji). Alat peraga dikembangkan sesuai dengan kebutuhan dan alat ini mampu bekerja dengan baik dan cepat dalam memilah biji sehingga nilai error pada alat ini relatif kecil.

Alat peraga pemilah biji kopi mendapatkan nilai persentase rata-rata dari ke 3 ahli media yakni sebesar 91,8% dan untuk nilai persentase rata-rata dari ke 3 ahli materi yakni sebesar 85,92% dengan kriteria yang di dapatkan sangat layak serta hasil respon siswa dan guru memperoleh nilai persentase 87% dengan kriteria sangat praktis. Adapun kelebihan dan kekurangan dari alat peraga pemilah biji kopi adalah:

a) Kelebihan Alat

- 1) Alat peraga dapat mendeteksi dan memilah biji dengan baik dan mendapat nilai hasil uji coba produk sebesar 90%, sehingga dapat dikatakan bahwa nilai eror dari alat peraga tersebut relatif kecil.
- 2) Alat peraga dilengkapi dengan buku panduan alat dan praktik.

- 3) Alat peraga yang dikembangkan dapat memberikan dampak baik pada sekolah sebagai media pembelajaran.
 - 4) Alat peraga mudah untuk di operasikan.
 - 5) Alat peraga mudah untuk disimpan dan terbuat dari bahan yang tidak mudah rusak serta tahan lama.
- b) Kekurangan Alat
- 1) Biaya pembuatan alat yang relatif mahal.
 - 2) Alat sedikit rumit untuk dibuat karena menggunakan coding/sistem pemrograman.
 - 3) Alat peraga hanya dapat digunakan ketika musim kopi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian pengembangan alat peraga pemilah biji kopi dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Produk yang dihasilkan berupa alat peraga pemilah biji kopi yang dilengkapi dengan buku panduan penggunaan alat dan praktik. Desain alat praktikum yang dikembangkan yaitu menggunakan bahan yang terbuat dari *fiberglass*. Pada bagian atas terdapat pipa sebagai media untuk masuknya biji yang akan disortir. Data validasi dari tiga ahli media terhadap alat peraga yang dikembangkan mendapatkan persentase rata-rata sebesar 91,8% artinya sangat layak digunakan sebagai alat peraga. Dan hasil validasi dari tiga ahli materi terhadap buku panduan alat dan praktik mendapatkan persentase rata-rata sebesar 85,92% yang artinya sangat layak digunakan sebagai panduan praktik alat peraga.
- 2) Pemilihan bahan dan desain dalam pembuatan alat praktikum telah diperhatikan, selain menggunakan bahan-bahan yang tidak mudah rusak, bentuknya juga dibuat sederhana. Sehingga alat peraga ini dapat dilihat dari segi kemudahan dan ketertarikan pengguna memperoleh respon sebesar 87% artinya alat peraga sangat praktis digunakan oleh pengguna.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian terhadap pengembangan alat peraga yang telah dilakukan maka terdapat saran untuk peneliti selanjutnya yaitu:

- 1) Dapat dikembangkan lebih luas lagi supaya media pembelajaran dapat digunakan lebih optimal.
- 2) Pada alat sebaiknya dikembangkan kembali dan dibuat menggunakan timer serta diberi wadah membentuk corong pada bagian tube (jalan masuknya biji) supaya tidak 1 per 1 biji lagi yang dimasukkan.
- 3) Agar lebih *safty* alat sebaiknya menggunakan akrilik ukuran minimal 5 ML, agar lebih kuat lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, M. (2018). *Menjadi Guru Profesional*. Prenada Media.
- Ardinata, B. (2020). Implementasi Algoritma Fuzzy Pada Alat Sortir Kematangan Buah Kopi Berdasarkan Warna Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Elektronika Dan Otomasi Industri*, 7(2), 79-84.
- Arsyad, A. (2014). *Media Pengajaran*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Badan Pusat Statistik. (2022). *Statistik Kopi Indonesia 2021*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Damayanti, E., & Sepdiansa, N. (2022). Rancang Bangun Pengembangan Mesin Pemilah Buah Kopi Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal Tedc*, 16(1), 8-11.

- Kementerian Pertanian. (2012). Pedoman Penanganan Pascapanen Kopi. Jakarta: Direktorat Jenderal Tanaman Perkebunan Kementerian Pertanian.
- Nyayu, L. H., Dkk, (2019). Pengaplikasian Sensor Warna Pada Navigasi Line Tracking Robot Sampah Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Ampere*, 4(2), 297-306.
- Riduwan dan Adkon. (2013). Rumus dan Data Dalam Analisis Statistika. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2013). Metode Penelitian Kuantitatif, dan R&D. Bandung: Alfabeta.
- Sulistyaningtyas, A. R. (2017, October). Pentingnya Pengolahan Basah (Wet Processing) Buah Kopi Robusta (*Coffea Robusta* Lindl. Ex. De. Will) Untuk Menurunkan Resiko Kecacatan Biji Hijau Saat Coffee Grading. In *Prosiding Seminar Nasional & Internasional*, 1(1).
- Yulian, N. F., Kusardhani, N., & Amilia, W. (2019). Identifikasi dan analisis struktur rantai pasok kopi rakyat robusta Kecamatan Bangsalsari, Jember. *Jurnal Agroteknologi*, 13(1), 10-15