

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang menguji larutan asap cair tempurung kelapa sebagai pengawet alami untuk mencegah pembusukan pada cabai merah selama masa penyimpanan dan menghambat pertumbuhan cendawan pada cabai merah.

1. Pengaruh penggunaan asap cair tempurung kelapa terhadap pertumbuhan cendawan pada cabai merah (*Capsicum annuum L.*)

Untuk melihat pengaruh penggunaan asap cair tempurung kelapa terhadap pertumbuhan cendawan pada cabai merah (*Capsicum annuum L.*) dilakukan beberapa pengamatan yaitu sebagai berikut:

a. Masa simpan cabai merah

Pengamatan terhadap masa simpan cabai merah dilakukan selama sembilan hari. Pengamatan dilakukan dengan melihat jumlah cabai yang busuk pada setiap perlakuan (Tabel 5).

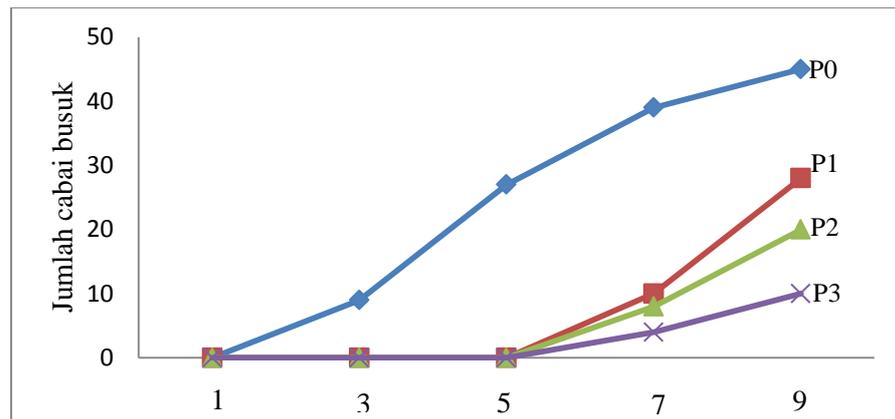
Tabel 5. Persentase cabai busuk (%) selama sembilan hari

No	Perlakuan	Lama penyimpanan cabai merah (hari)				
		1	3	5	7	9
1.	P0 (kontrol)	-	18,75%	56,25%	81,25%	93,75%
2.	P1 (konsentrasi 1%)	-	-	-	20,83%	58,33%
3.	P2 (konsentrasi 3%)	-	-	-	16,67%	41,67%
4.	P3 (konsentrasi 5%)	-	-	-	8,33%	20,83%

Berdasarkan hasil pengamatan pada perlakuan kontrol cabai mulai membusuk pada hari ketiga dengan persentase jumlah cabai yang busuk mencapai 18,75%, terus mengalami peningkatan mencapai 93,75% pada hari kesembilan. Sedangkan pada perlakuan konsentrasi

asap cair kebusukan cabai dimulai pada hari ketujuh. Dari masing-masing perlakuan, konsentrasi 5% (P3) mengalami kebusukan yang paling rendah dengan persentase 20,83% pada hari kesembilan.

Adapun grafik rata-rata jumlah cabai merah busuk selama penyimpanan disajikan pada gambar 6.



Gambar 6. Grafik jumlah cabai yang busuk selama penyimpanan

Keterangan : P0 : Kontrol
 P1 : Konsentrasi asap cair 1%
 P2 : Konsentrasi asap cair 3%
 P3 : Konsentrasi asap cair 5%

Berdasarkan gambar 6 di atas bahwa pada perlakuan kontrol (P0) jumlah cabai merah busuk dari hari ketiga terus meningkat sampai hari kesembilan dibandingkan dengan perlakuan lainnya terlihat pada grafik di atas (P0). Sedangkan jumlah cabai merah yang busuk paling sedikit yaitu pada perlakuan konsentrasi asap cair 5% (P3). Pada perlakuan ini cabai mulai membusuk pada hari ketujuh dan meningkat pada hari kesembilan namun jumlah cabai yang busuk lebih sedikit dibandingkan perlakuan lainnya

b. Perhitungan koloni cendawan dan pengamatan morfologi cendawan

1) Perhitungan koloni cendawan

Perhitungan koloni cendawan dilakukan dengan menghitung jumlah cendawan yang tumbuh pada setiap perlakuan. Hasil perhitungan ini dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 6. Perhitungan koloni cendawan

Perlakuan	Total perhitungan koloni cendawan
Kontrol (P0)	$10,14 \times 10^{-3}$ CFU/g
Konsentrasi 1% (P1)	$5,57 \times 10^{-3}$ CFU/g
Konsentrasi 3% (P2)	$3,6 \times 10^{-3}$ CFU/g
Konsentrasi 5% (P3)	$3,1 \times 10^{-3}$ CFU/g

Dari Tabel 6 di atas dapat dilihat bahwa pertumbuhan koloni cendawan yang paling banyak tumbuh yaitu pada perlakuan kontrol dengan jumlah total koloni sebanyak $10,14 \times 10^{-3}$ CFU/g. Sedangkan pada perlakuan asap cair (konsentrasi 1%, 3% dan 5%) jumlah cendawan yang tumbuh lebih sedikit. Dari masing-masing perlakuan jumlah total koloni cendawan yang tumbuh paling sedikit yaitu pada konsentrasi 5% dengan jumlah sebanyak $3,1 \times 10^{-3}$ CFU/g.

Selanjutnya data hasil perhitungan total cendawan pada tabel 6 akan dianalisis dengan uji *anova one factor design*. Uji ini dilakukan untuk melihat pengaruh dari masing-masing perlakuan dalam menghambat pertumbuhan cendawan pada cabai merah (Tabel 7).

Tabel 7. Perhitungan anova

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel	
					1%	5%
Perlakuan	$V_1 = 3$	5,64	KTP = 1,88	KTP/KTG = 50,81	4,94	3,10
Galat	$V_2 = 20$	0,74	KTG = 0,037			
Total	$r(6)-1 = 5$	6,38				

Berdasarkan pengujian statistik menggunakan uji *anova satu faktor* diperoleh hasil $F_{hitung} (50,81) > F_{tabel}$ pada taraf 5% (3,10) maupun pada taraf 1% (4,94). Dengan demikian maka H_a diterima dan H_o ditolak sehingga dikatakan signifikan. Maka hipotesis penelitian yang berbunyi “pengaruh penggunaan asap cair tempurung kelapa terhadap pertumbuhan cendawan pada cabai merah” diterima.

Selanjutnya Uji Beda Jarak Nyata Duncan (BJND) tujuannya untuk mengetahui perlakuan mana yang mempunyai rata-rata yang berbeda secara signifikan (Tabel 8).

Tabel 8. Uji Beda Jarak Nyata Duncan (BJND)

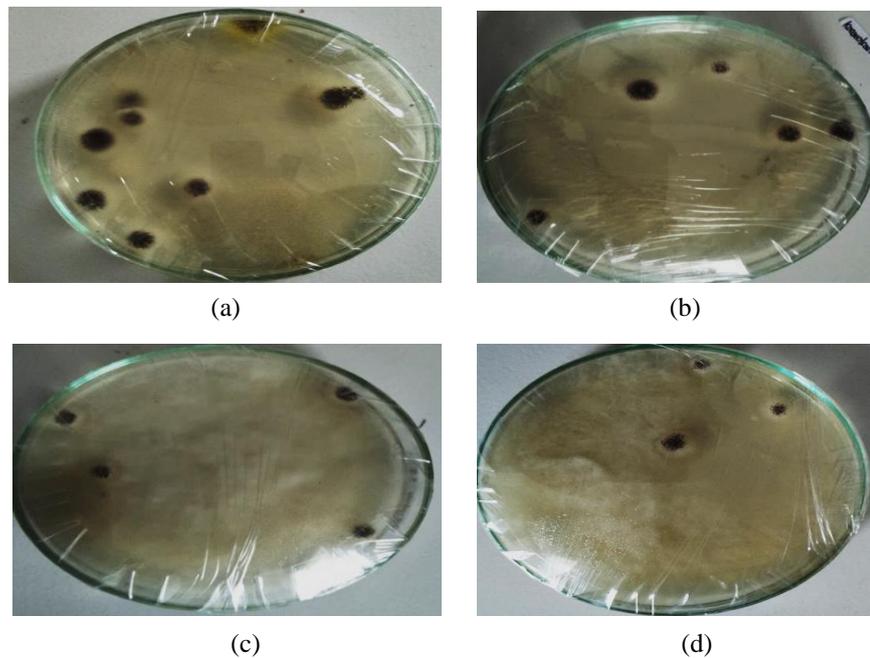
Perlakuan	N	Beda rata-rata		Notasi	
Konsentrasi 5% (P3)	4	-		A	
Konsentrasi 3% (P2)	4	0,5		B	
Konsentrasi 1% (P1)	4	2,2	2,7	C	
Kontrol (P0)	4	5	7,2	9,9	D
Nilai jarak					
$R_{(p,v \hat{c})}$	2	3	4		
	2,950	3,097	3,190		
DMRT 5%	0,094	0,099	0,102		

Uji Beda Jarak Nyata Duncan (BJND) menunjukkan bahwa perlakuan kontrol berbeda signifikan dengan konsentrasi asap cair

1%, 3%, dan 5%. Pada konsentrasi asap cair 1% ditemukan pengaruh berbeda signifikan dengan kontrol dan konsentrasi asap cair 3%. Pada konsentrasi asap cair 5% berbeda signifikan dengan perlakuan kontrol dan konsentrasi asap cair 1%, maupun 3%.

2) Pengamatan morfologi cendawan

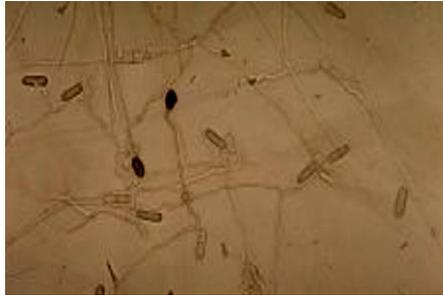
Pengamatan morfologi cendawan dilakukan dengan dua cara yaitu secara makroskopis dan mikroskopis. Secara makroskopis hampir semua cendawan yang tumbuh memiliki ciri-ciri yang terlihat sama.



Gambar 7. Pengamatan makroskopis cendawan (a) kontrol (b) konsentrasi 1% (c) konsentrasi 3% (d) konsentrasi 5%

Berdasarkan hasil Pengamatan makroskopis dari masing-masing perlakuan, bahwa cendawan yang tumbuh memiliki ciri-ciri yang hampir sama yaitu bentuk koloni bulat, tepian koloni utuh, bertekstur halus, warna permukaan atas hitam dengan pinggiran

berwarna putih dan warna permukaan bawahnya putih susu. Pada awal pertumbuhan di media PDA koloni berwarna hitam.



Gambar 8. Pengamatan mikroskopis cendawan

Berdasarkan hasil Pengamatan mikroskopis dari masing-masing perlakuan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa cendawan penyebab cabai menjadi busuk memiliki ciri-ciri miselium berwarna hialin, bercabang dan berseptata. Konidia tumbuh dibawah setae dan berbentuk bulat dan tidak bersekat. Seta menyebar, berwarna coklat gelap sampai coklat muda. Dari hasil pengamatan makroskopis dan mikroskopis pada masing-masing perlakuan, cendawan penyebab cabai menjadi busuk sesuai dengan ciri-ciri yang dimiliki oleh cendawan *Colletotrichum* sp.

2. Sumbangsih pada materi zat aditif dan zat adiktif

Hasil penelitian mengenai “pengaruh penggunaan asap cair tempurung kelapa terhadap pertumbuhan cendawan pada cabai merah (*Capsicum annum* L.) dan sumbangsihnya pada materi zat aditif dan zat adiktif” memiliki implikasi dalam lingkup yang luas seperti pada sekolah, perguruan tinggi dan masyarakat. Kegiatan penelitian ini terlaksana melalui kegiatan praktikum eksperimental. Pada tingkat SMP dapat digunakan sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran IPA materi zat

aditif dan zat adiktif berupa Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD).

B. Pembahasan

1. Pengaruh penggunaan asap cair tempurung kelapa terhadap pertumbuhan cendawan pada cabai merah (*Capsicum annuum* L.)

a. Masa simpan cabai merah

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan yang paling cepat mengalami pembusukkan pada hari ketiga adalah perlakuan kontrol dengan persentase 18,75% dan terus mengalami peningkatan hingga mencapai 93,75% pada hari kesembilan. Perlakuan kontrol lebih cepat mengalami pembusukkan dibandingkan dengan perlakuan lain. Karena perlakuan ini hanya menggunakan aquades, tanpa campuran asap cair.

Perlakuan yang menggunakan berbagai konsentrasi asap cair (1%, 3% dan 5%), mulai mengalami kebusukkan pada hari ketujuh. Daya simpan cabai merah menggunakan perlakuan asap cair bertahan lebih lama berkisar ± 4 hari dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Jumlah cabai yang busuk pada hari ketujuh setiap perlakuan berbeda, semakin tinggi konsentrasi, maka jumlah cabai yang busuk semakin berkurang. Perlakuan P3 dengan konsentrasi 5% menunjukkan tingkat kebusukkan cabai lebih rendah dibandingkan dengan persentase 8,33% pada hari ketujuh. Pada hari kesembilan perlakuan P3 (konsentrasi 5%), kebusukkan cabai baru mencapai 20,83%.

Pada perlakuan konsentrasi asap cair, cabai yang busuk lebih rendah dibandingkan perlakuan kontrol sampai hari kesembilan. Karena di dalam asap cair mengandung senyawa yang berperan sebagai pengawet pada bahan pangan antara lain senyawa fenol, karbonil dan asam, ketiga senyawa tersebut dapat berperan sebagai antioksidan dan antimikroba (Girard, 1992). Menurut Maga (1987), asap cair memiliki sifat antioksidan dan dapat digolongkan kedalam antioksidan alami. Sifat antioksidan tersebut disebabkan karena adanya senyawa-senyawa fenol yang merupakan salah satu komponen aktif yang terkandung di dalam asap cair sehingga dapat berperan dalam pembentukan aroma, sebagai bahan pengawet dan antioksidan. Fenol juga memberikan cita rasa dan warna yang khas pada produk olahan pangan (Pszczola, 1995).

Kanoni (1991) mengemukakan bahwa semakin tinggi kadar fenol maka akan semakin berpengaruh terhadap daya awet, dan kenampakan yang mengkilat. Sedangkan Hamm (1977) menyatakan bahwa semakin tinggi kadar fenol suatu bahan maka semakin tinggi pula PAHnya yang bersifat karsinogenik. Sehingga jika kadar fenol tinggi/terlalu tinggi maka akan berbahaya bagi kesehatan. Kadar fenol dikatakan tinggi dan berbahaya jika mencapai 317 mg/kg (*Occupational Safety and Health Administration U.S. Department of Labor*, 2005). Namun jumlah fenol didalam asap cair hanya berkisar 5,13%, sehingga masih aman untuk digunakan pada bahan pangan.

Senyawa karbonil dalam asap cair memiliki peranan pada pewarnaan dan citarasa. Golongan senyawa ini mempunyai aroma seperti aroma karamel yang unik, karena memiliki pengaruh utama dalam mempertahankan warna bahan yang akan diawetkan (Girard, 1992). Menurut Atmaja (2009), bahwa komponen dari karbonil yang dapat meningkatkan terjadinya pencoklatan adalah glikoaldehid dan metilglioksal yang merupakan bahan pencoklat yang aktif.

Senyawa asam mempunyai peranan sebagai antijamur dan membentuk citarasa produk asapan. Kandungan asam pada asap cair juga sangat efektif dalam mematikan dan menghambat pertumbuhan cendawan pada produk makanan yaitu dengan cara senyawa asam ini menembus dinding sel mikroorganisme yang menyebabkan sel mikroorganisme menjadi lisis kemudian mati, dengan menurunnya jumlah cendawan dalam produk makanan maka kerusakan pangan oleh mikroorganisme dapat dihambat sehingga meningkatkan umur simpan produk pangan.

b. Perhitungan koloni cendawan dan pengamatan morfologi cendawan

1) Perhitungan koloni cendawan

Perlakuan kontrol mulai busuk pada hari ketiga dan terus meningkat sampai hari kesembilan sebanyak 93,75%. Cabai pada perlakuan ini paling cepat mengalami kebusukkan dan saat dilakukan perhitungan jumlah koloni cendawan maka jumlah

cendawan yang dapat tumbuh paling banyak yaitu sebanyak $10,14 \times 10^{-3}$ CFU/g.

Sedangkan pada perlakuan asap cair (konsentrasi 1%, 3% dan 5%), cabai mulai busuk pada hari ketiga dan pada hari kesembilan jumlah cabai yang busuk terus meningkat namun jumlahnya lebih sedikit dibandingkan perlakuan kontrol. Dari masing-masing perlakuan jumlah total koloni cendawan yang tumbuh paling sedikit pada konsentrasi asap cair yaitu pada konsentrasi 5% dengan jumlah sebanyak $3,1 \times 10^{-3}$ CFU/g.

Hasil dari pengujian statistik menggunakan uji *anova satu faktor* terhadap pengaruh penggunaan asap cair tempurung kelapa terhadap pertumbuhan cendawan pada cabai merah diperoleh hasil yang signifikan yaitu ada pengaruh penggunaan asap cair tempurung kelapa terhadap pertumbuhan cendawan pada cabai merah (*Capsicum annuum* L.)

Selanjutnya uji lanjut yang digunakan adalah uji BJND (Beda Jarak Duncan), hasil uji BJND pada tabel 9, diperoleh hasil bahwa semua perlakuan memperlihatkan perbedaan yang signifikan antara pengaruh asap cair dengan cabai merah dan tanpa asap cair pada suhu ruang. Perlakuan optimal dari perbandingan variasi konsentrasi asap cair terhadap pertumbuhan cendawan pada cabai merah terdapat pada konsentrasi 5% (P3).

Hal tersebut dikarenakan pada konsentrasi tertinggi yaitu 5% memiliki daya hambat antifungi lebih besar. Dimana semakin

tinggi konsentrasi asap cair tempurung kelapa yang digunakan, maka semakin efektif pula dalam menghambat pertumbuhan cendawan (Girard, 1992). Menurut Tranggono, dkk, (1996) bahwa senyawa asam terutama asam asetat mempunyai aktivitas antimikrobia dan pada konsentrasi 5% mempunyai efek bakterisidal. Senyawa asam bersama-sama senyawa fenol dan karbonil secara bersamaan berfungsi sebagai antimikroba sehingga dapat menghambat peruraian dan pembusukan produk

Hal ini sesuai menurut Saha, dkk. (2008), bahwa pertumbuhan cendawan semakin terhambat dengan semakin tingginya konsentrasi asap cair tempurung kelapa yang ditambahkan. Menurut Suwarso (2002), hal ini terjadi karena asap cair tempurung kelapa ini mengandung senyawa fenol 5,13%; karbonil 13,28%; dan asam 11,39%, yang berperan untuk menonaktifkan cendawan karena memiliki sifat *fungisidal*, *fungistatik* dan *germisidal* yang akan memberikan efek preservatif, sehingga dapat menghambat pertumbuhan cendawan dan dapat memperpanjang masa penyimpanan bahan pangan (Arizona, 2011).

Menurut Waluyo (2004), pada konsentrasi tinggi senyawa di dalam asap cair yaitu fenol, dapat berfungsi merusak membran sel secara total dan mengkoagulasi protein bila diberikan pada dosis yang tinggi. Sedangkan pada konsentrasi yang rendah interaksi fenol dengan membran sel dapat menambah permeabilitas dari membran sel tersebut. Membran sel yang permeabel dapat

menyebabkan komponen intraseluler keluar atau senyawa-senyawa dari luar dapat masuk kedalam sel, sehingga mengakibatkan terganggunya metabolisme sel untuk pertumbuhan cendawan.

Tranggono (1996), menambahkan bahwa tidak hanya fenol ada juga *asam (asam asetat)* dari asap cair mengandung bahan aktif yang mampu menghambat pertumbuhan cendawan diakibatkan oleh molekul yang tidak terdisosiasi secara langsung dapat mengasamkan sitoplasma, merusak tegangan permukaan membran dan hilangnya transport aktif makanan melalui membran sehingga menyebabkan destabilisasi bermacam-macam fungsi dan struktur komponen sel.

2) Pengamatan morfologi cendawan

Identifikasi cendawan menggunakan teknik identifikasi secara konvensional yang meliputi dua tahap yaitu pengamatan secara makroskopis meliputi bentuk koloni dan warna koloni sedangkan pengamatan secara mikroskopis meliputi bentuk hifa, bentuk spora, dan identifikasi dilakukan menurut prosedur identifikasi Post (1987) dan Murray et al. (2007).

Hasil pengamatan makroskopis dari masing-masing perlakuan, bahwa cendawan yang tumbuh memiliki ciri-ciri yang hampir sama yaitu bentuk koloni bulat, tepian koloni utuh, bertekstur halus, warna permukaan atas hitam dengan pinggiran berwarna putih dan warna permukaan bawahnya putih susu. Pada awal pertumbuhan di media PDA koloni berwarna hitam.

Pengamatan mikroskopis dari masing-masing perlakuan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa cendawan penyebab cabai menjadi busuk memiliki ciri-ciri miselium berwarna hialin, bercabang dan berseptata. Konidia tumbuh dibawah setae dan berbentuk bulat dan tidak bersekat. Seta menyebar, berwarna coklat gelap sampai coklat muda. Dari hasil pengamatan makroskopis dan mikroskopis pada masing-masing perlakuan, cendawan penyebab cabai menjadi busuk sesuai dengan ciri-ciri yang dimiliki oleh cendawan *Colletotrichum* sp. Hal ini sesuai dengan pendapat Agrios (2005), menyatakan bahwa *Colletotrichum* sp menghasilkan spora berupa konidia yang berbentuk bulat, hialin dengan ujung-ujungnya yang tumpul dan bengkok seperti bulan sabit.

Menurut Semangun (2007), cendawan *Colletotrichum* sp dapat menyebabkan penyakit antraknosa pada cabai merah. Serangan cendawan *Colletotrichum* sp mula-mula membentuk bercak coklat kehitaman, lalu meluas menjadi busuk lunak. Pada bagian tengah bercak terdapat kumpulan titik-titik hitam yang terdiri atas kelompok seta dan konidium jamur. Serangan yang berat dapat menyebabkan seluruh buah mengering dan mengerut. Cendawan tersebut bereproduksi dengan membentuk massa dalam aservulus. Bila menyerang bagian tanaman yang lain gejala-gejalanya akan tampak mulai dari bagian ujung atau pucuk tanaman.

2. Sumbangsih pada materi zat aditif dan zat adiktif

Tujuan pembelajaran Biologi antara lain untuk mengembangkan pengetahuan praktik dari metode Biologi guna memecahkan masalah kehidupan. Pemecahan masalah ini selain untuk kehidupan individu juga sosial serta mengembangkan cara berpikir ilmiah melalui berbagai jenis penelitian dan percobaan. Materi pembelajaran IPA SMP tentang Zat Aditif dan Zat Adiktif pada peserta didik kelas 8 semester ganjil.

Praktikum yang dilakukan peserta didik berguna untuk melatih peserta didik menggunakan metode ilmiah dalam menghadapi berbagai masalah. Kegiatan praktikum sangat berguna untuk mendukung kegiatan belajar mengajar, karena dengan adanya metode ini peserta didik jadi bisa lebih menguasai materi ketimbang hanya membaca materi dibuku. Penelitian mengenai materi ini dapat digunakan sebagai bahan pengembangan petunjuk praktikum pada konsep tersebut yaitu berupa Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) (di lampiran). RPP dan LKPD divalidasi terlebih dahulu oleh 2 validator yang merupakan Dosen Pendidikan Biologi Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Fatah Palembang.

Validasi dilakukan untuk mengetahui valid atau tidaknya RPP dan LKS yang telah dibuat oleh penulis dengan kurikulum, materi, kelayakan sebagai kelengkapan belajar, serta kesesuaian antara pokok bahasan kegiatan. Hasil Validasi RPP dan LKPD dengan Indikator yang mencakup aspek isi (*content*), struktur dan navigasi (*construct*), dan bahasa dari 2 validator yang dinyatakan valid, karena skor yang dihasilkan >3.