
**PEMANFAATAN LIMBAH MAHKOTA NENAS (*Ananas Comosus* (L) Merr)
UNTUK MENURUNKAN KADAR FOSFAT DALAM LIMBAH LAUNDRY
SEBAGAI SUMBER BELAJAR KIMIA**

Praslita Dishadewi¹⁾, Pangoloan Soleman Ritonga²⁾

¹⁾Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan,
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
E-mail : litadewi684@gmail.com

²⁾Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan,
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
E-mail : psr@uin-suska.ac.id

Abstract

This research was instigated by the emergence of environmental pollution problems caused by laundry waste. The problem could be solved by processing the waste using the active carbon of pineapple crown, by utilizing adsorption properties found on Colloid material. The research findings would be as the learning resource. This research aimed at producing the valid and practical learning resource. The learning resource product developed was such interactive multimedia using Lectora Inspire software. This research was a Research and Development (R&D) with Define, Design, and Develop steps. This research was administered at State Senior High Schools 1 and 2 Bangkinang Kota. Validity and practicality test questionnaires were the instruments of collecting the data, and the data were analyzed by using descriptive qualitative and quantitative analysis techniques. The research findings stated that the active carbon of pineapple crown contained 5% water content and iodine absorption was 482.334 mg/g. The reduction of Phosphate content of laundry waste after being processed with the active carbon of pineapple crown was 40.7%. The learning resource produced in the form of interactive multimedia contained 93.51% validity (very valid) and 87.57% practicality (very good). Based on the findings, it could be identified that the learning resource tested was proper and practical to be used as the learning resource.

Keywords: *The Active Carbon of Pineapple Crown, Laundry Waste, Learning Resource, Interactive Multimedia of Lectora Inspire, Adsorption*

1. PENDAHULUAN

Lingkungan adalah segala sesuatu yang ada disekitar manusia dan berhubungan timbal balik, kualitas lingkungan sangat berpengaruh terhadap tingkat kesehatan penduduk. Kualitas lingkungan yang baik akan menciptakan kondisi kesehatan penduduk yang baik.

Penurunan kualitas lingkungan disebabkan oleh pencemaran lingkungan yang meliputi pencemaran udara dan pencemaran air. Pencemaran air didefinisikan sebagai perubahan langsung keadaan air yang berbahaya atau berpotensi menimbulkan penyakit atau gangguan bagi kehidupan makhluk hidup. Pencemaran air

disebabkan oleh beberapa bahan pencemar, seperti bahan mikrobiologik, bahan organik seperti pestisida, deterjen serta bahan kimia lainnya yang banyak ditemukan dalam air yang dipergunakan dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu pemicu terjadinya pencemaran air, berawal dari peningkatan jumlah penduduk yang menyebabkan terjadinya peningkatan kebutuhan barang dan jasa. Usaha pencucian pakaian (*laundry*) merupakan salah satu usaha yang bergerak di bidang jasa yang mengalami peningkatan cukup pesat di kota Pekanbaru. Usaha ini membawa banyak manfaat bagi masyarakat, diantaranya mampu meningkatkan perkonomian masyarakat dan mengurangi jumlah pengangguran. Namun disisi lain

meningkatnya jumlah industri *laundry* membawa dampak negatif terhadap lingkungan, hal ini dikarenakan adanya limbah yang dihasilkan dari penggunaan detergen yang digunakan selama proses pencucian berlangsung.

Limbah *laundry* mengandung fosfat yang berasal dari *Sodium Tripolyphosphate* (STPP) yang merupakan bahan dalam detergen [1]. Adanya fosfat dalam limbah *laundry* dapat menyebabkan pertumbuhan lumut dan mikro *algae* yang berlebihan, disebut juga dengan *eutrophication* sehingga air menjadi keruh dan berbau karena pembusukan lumut-lumut yang mati [2]. Hal tersebut tentu akan menurunkan kualitas lingkungan dan dapat mengganggu kenyamanan di lingkungan sekitar. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menanamkan kesadaran warga masyarakat sejak dini akan pengetahuan menjaga dan melestarikan lingkungan adalah melalui pendidikan.

Pengintegrasian isu lingkungan ke dalam mata pelajaran untuk menanamkan kepedulian terhadap lingkungan akan menjadi efektif melalui mata pelajaran atau kegiatan pembelajaran [3]. Berdasarkan landasan filosofis pengembangan kurikulum 2013, konten pendidikan tidak terlepas dari lingkungan sosial, budaya dan alam, atas dasar pemikiran tersebut siswa perlu dibekali kemampuan yang dapat digunakan bagi kehidupan masa depan. Salah satunya dengan kemampuan dalam kepekaannya menyelesaikan permasalahan disekitar lingkungan mereka dengan aplikasi sains yang mereka miliki [4].

Menurut Effendy, kimia mencakup produk, proses, sikap dan aplikasi. Produk kimia adalah fakta, konsep, prinsip, hukum dan teori. Aplikasi kimia adalah penerapan metode ilmiah dan produk kimia dalam kehidupan sehari-hari berdasarkan permasalahan dalam kehidupan nyata [5]. Selama ini penyajian materi pelajaran kimia masih cenderung kurang menarik bagi siswa, hal ini dikarenakan dalam materi kimia banyak konsep-konsep yang bersifat abstrak dan sulit untuk dipahami oleh siswa, diantaranya adalah materi koloid [6]. Materi koloid merupakan materi yang berkarakteristik teori dan banyak hafalan

yang membuat siswa kurang tertarik untuk mempelajarinya. Salah satu upaya agar pembelajaran kimia efektif adalah dengan membuat hubungan interdisipliner melalui pemilihan tema alam yang sesuai dengan materi pelajaran. Pelajaran kimia akan menarik bagi siswa bila konsep-konsep kimia memiliki konteks yang relevan dengan kehidupan nyata [7].

Permasalahan pencemaran lingkungan oleh limbah *laundry* yang telah dipaparkan sebelumnya merupakan permasalahan yang dekat sekali dengan kehidupan nyata, permasalahan ini dapat diatasi dengan mengolahnya menggunakan karbon aktif. Proses pengolahan limbah *laundry* dengan karbon aktif untuk menurunkan kadar fosfat dalam limbah *laundry* ini menggunakan prinsip adsorpsi, dimana prinsip tersebut terdapat dalam sub materi sifat-sifat koloid. Adapun dalam hal ini sebuah solusi yang ditawarkan dalam pengolahan limbah tersebut adalah menggunakan karbon aktif mahkota nenas.

Potensi mahkota nenas untuk dijadikan sebagai karbon aktif dikarenakan komposisi kimia serat nenas terdiri dari selulosa 62,9-65,7%, lignin 4,4-4,7%, serat kasar 22,3-25,4%, abu 3,7-4,1% [8]. Ketersediaan nenas di Riau juga cukup melimpah yaitu mencapai 96.173 ton, jumlah tersebut lebih besar bila dibandingkan dengan beberapa holtikultura lain. Pada penelitian ini kualitas karbon aktif mahkota nenas yang diperoleh akan diuji berdasarkan pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995, yakni meliputi uji kadar air dan daya serap iodin.

Untuk dapat memaksimalkan penyampaian pesan dari hasil penelitian tersebut kepada peserta didik, maka dibutuhkan suatu media pembelajaran. Kemp dan Dayton dalam Nunu Mahnun menjelaskan bahwa dengan media, materi sajian bisa membangkitkan rasa keingintahuan siswa dan merangsang siswa bereaksi baik secara fisik maupun emosional [9]. Adapun multimedia yang digunakan peneliti dalam penelitian ini adalah *software lectora inspire*. *software lectora inspire* merupakan *e-learning authoring tool* atau *e-learning authoring software* yang dapat digunakan untuk mengembangkan konten digital materi ajar dan materi uji berbentuk

multimedia dinamis dan interaktif yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan.

Software lectora inspire dipilih karena merupakan media pembelajaran terbaru yang memiliki banyak kelebihan salah satunya yaitu *flypaper* untuk membuat animasi flash, *snagit* untuk *meng-capture* apa yang ada di desktop, *camtasia* untuk membuat tutorial video, mengedit video, audio dan animasi transisi [10]. Hal tersebut membuat pembelajaran dengan multimedia *lectora inspire* menjadi lebih menarik.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan yang biasa dikenal dengan istilah *Research and Development (R&D)*. Model pengembangan yang direncanakan dalam penelitian ini menggunakan model pengembangan 4-D mengikuti alur dari Sivasailam Thiagarajan, Dorothy S. Semmel, dan Melvyn I. Semmel Model pengembangan 4-D tahap-tahapnya yaitu Pendefinisian (*Define*), Perancangan (*Design*), Pengembangan (*Develop*), dan Penyebaran (*Disseminate*). Pada penelitian ini hanya dilakukan sampai tahap pengembangan.

Pada tahap *design*, multimedia pembelajaran interaktif mulai dirancang menggunakan *software Lectora Inspire*. Media pembelajaran interaktif ini dibuat dengan berbagai menu utama, pengenalan media, identitas penyusun, kompetensi, materi ajar, latihan, dan referensi. Materi pada multimedia pembelajaran interaktif ini terdiri dari sifat-sifat koloid dan penerapan sifat adsorpsi koloid. Penerapan sifat adsorpsi koloid berupa proses pemanfaatan karbon aktif limbah mahkota nenas (*Ananas comosus* (L) Merr) dalam menurunkan kadar fosfat dalam limbah *laundry*.

Subjek dalam penelitian ini adalah pihak yang melakukan validasi dan praktisi terhadap multimedia pembelajaran interaktif yang dihasilkan. Validasi dilakukan oleh 1 ahli media dan 2 ahli materi. Praktisi dilakukan oleh 6 guru kimia di Sekolah Menengah Atas Negeri se-Kecamatan Bangkinang Kota. Sedangkan Objek penelitian ini adalah sumber belajar dalam bentuk multimedia pembelajaran interaktif berdasarkan pemanfaatan karbon aktif limbah mahkota

nenas (*Ananas comosus* (L) Merr) untuk menurunkan kadar fosfat dalam limbah *laundry* pada materi sifat-sifat koloid.

Teknik analisis data yang digunakan adalah teknik analisis deskriptif kualitatif dan teknik analisis deskriptif kuantitatif yang mendeskripsikan hasil uji validitas dan uji praktikalitas. Setelah dilakukan uji validitas dan uji praktikalitas maka akan diperoleh skor validasi yang kemudian dianalisis berdasarkan kriteria kualifikasi penilaian seperti table di bawah ini.

Tabel 1. Analisis Presentase Kevalidan sesuai Kriteria

No.	Interval	Kriteria
1	84% - 100%	Sangat Valid
2	64% - 83%	Valid
3	52% - 67%	Cukup Valid
4	36% - 51%	Kurang Valid
5	20% - 35%	Tidak Valid

Sumber: Andrean Viridhyanto, 2013

Tabel 2. Analisis Presentase Respon Guru dan Peserta Didik sesuai Kriteria

No.	Interval	Kriteria
1	80,1% - 100%	Sangat Baik
2	60,1% - 80%	Baik
3	40,1% - 60%	Sedang
4	20,1% - 40%	Rendah
5	0,0% - 20%	Sangat Rendah

Sumber: Marsiyamsih, dkk., 2015

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Tahap Pendefinisian

Pada tahap ini dilakukan analisis kurikulum, analisis peserta didik, dan analisis konsep

1) Analisis Kurikulum

Berdasarkan wawancara yang telah dilakukan terhadap guru, diketahui bahwa

sumber belajar yang digunakan oleh pihak sekolah selama ini, masih terbatas pada penggunaan sumber belajar seperti buku teks saja. Padahal seiring dengan perkembangan teknologi sumber belajar yang dapat digunakan dalam belajar berbasis aneka sumber diantaranya adalah dapat menggunakan paket multimedia interaktif.

Dengan menggunakan multimedia interaktif berbasis *lectora inspire* peserta didik dapat mempelajari konsep-konsep yang melandasi materi pelajaran kimia menjadi lebih mudah dipahami, karena dalam multimedia pembelajaran interaktif peserta didik dapat menyaksikan video, dan visualisasi animasi yang terkait dengan materi pelajaran menjadi lebih jelas.

Mengacu pada silabus kurikulum 2013 edisi revisi 2016, salah satu kompetensi yang harus dimiliki oleh peserta didik setelah mempelajari ilmu kimia di Sekolah Menengah Atas/ Madrasah Aliyah adalah peserta didik dapat memahami fenomena alam disekitarnya, berdasarkan hasil pembelajaran sains melalui bidang kimia. Hal tersebut menunjukkan bahwa peserta didik diharapkan mampu menerapkan kompetensi sains yang dipelajari di sekolah menjadi perilaku dalam kehidupan masyarakat serta memanfaatkan masyarakat dan lingkungan sebagai sumber belajar.

2) Analisis Peserta Didik

Pada tahap ini individu sudah memikirkan pengalaman di luar pengalaman konkret dan memikirkannya secara lebih abstrak, idealis dan logis. Individu yang berada pada tahap operasi formal dapat menemukan solusi apabila dihadapkan pada suatu masalah, serta dapat merumuskan hipotesis-hipotesis tertentu [11]. Hasil analisis siswa yang mempelajari pokok bahasan koloid yang terdapat pada kelas XI MIA SMA, umumnya peserta didik berkisar pada usia 15 -17 tahun.

3) Analisis Konsep

Analisis konsep yaitu mengidentifikasi konsep pokok yang akan disajikan disesuaikan dengan kompetensi dasar yang terdapat di dalam silabus. Adapun analisis konsep yang akan diinput ke dalam multimedia pembelajaran interaktif ini meliputi sifat-sifat koloid, dan penerapan sifat koloid dalam kehidupan yang berisi animasi

data hasil penelitian laboratorium yang menggunakan prinsip adsorpsi koloid.

B. Tahap Perancangan

1) Tahap Pembuatan Karbon Aktif Limbah Mahkota Nenas

Proses pembuatan karbon aktif limbah mahkota nenas terdiri dari 3 tahap yaitu dehidrasi, karbonisasi, dan aktivasi:

a. Tahap Dehidrasi

Dehidrasi merupakan tahap pertama dalam pembuatan karbon aktif atau tahap persiapan bahan baku. Dehidrasi merupakan proses penghilangan air dalam sampel. Limbah mahkota nenas yang digunakan diambil dari penjual nenas dan keripik nenas yang berada di sepanjang Jalan Rimbo Panjang, Kampar. Limbah mahkota nenas yang telah didapat selanjutnya di potong kecil-kecil dan dicuci hingga bersih dengan aquades, hal ini bertujuan untuk menghilangkan pengotor yang masih menempel pada permukaan mahkota nenas. Selanjutnya sampel mahkota nenas dijemur di bawah terik matahari selama 1 hari, dilanjutkan dengan proses pengovenan pada suhu 110°C selama 2 jam untuk hasil dehidrasi yang maksimal.

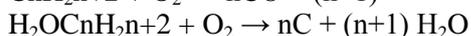
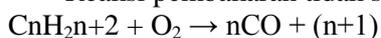
b. Tahap Karbonisasi

Pada tahap karbonisasi, mahkota nenas yang telah melalui tahap dehidrasi dimasukkan ke dalam *furnace* dengan suhu 400°C, selama 1 jam. Karbonisasi bertujuan untuk mengubah bahan baku mahkota nenas menjadi karbon yang akan diaktivasi menjadi karbon aktif. Selama proses karbonisasi akan terjadi dekomposisi material organik bahan baku dan pengeluaran pengotor. Sebagian unsur-unsur non organik akan hilang pada tahap ini.

Pelepasan unsur-unsur *volatil* pada tahap ini akan membuat struktur pori mulai terbentuk/ pori-pori mulai terbuka [12]. Disamping itu proses terbentuknya pori-pori tersebut terjadi dikarenakan dalam proses karbonisasi yang terjadi pada pembuatan arang aktif, tingkat kerapatan antar cincin segienam yang ada menjadi tak sempurna. Ketidaktersempurnaan tersebut yang menyebabkan terbentuknya pori-pori pada arang [13]. Selama proses ini berlangsung akan dihasilkan asap yang terlihat mengepul di atas *furnace*, asap yang timbul selama

proses pembakaran dapat menjadi indikator senyawa volatil yang terkandung di dalam bahan baku mahkota nenas yang dibakar sedang menguap. Proses ini selesai ketika bahan baku yang dibakar berubah menjadi arang hitam dan berbentuk padatan [14].

Reaksi pembakaran tidak sempurna :



Arang mahkota nenas yang dihasilkan dari tahap karbonisasi selanjutnya dihaluskan menggunakan lumpang sehingga diperoleh serbuk arang mahkota nenas. Untuk memastikan ukuran arang yang dihasilkan telah cukup kecil, digunakan penyaringan yang berukuran 100 mesh. Ukuran partikel ini akan berpengaruh terhadap luas permukaan karbon aktif yang dihasilkan nantinya. Tujuan dari proses pengayakan dengan ukuran mesh yang homogen adalah untuk memperoleh ukuran partikel karbon yang seragam sehingga pada proses aktivasi semua karbon dapat teraktivasi dan dapat diketahui kemampuan adsorpsinya.

Pada prinsipnya semakin besar ukuran mesh karbon, maka ukuran partikel karbon semakin kecil dan mengakibatkan luas permukaan semakin besar dan semakin banyak situs aktifnya, sehingga kemampuan adsorpsi karbon sebagai adsorben semakin besar. Ukuran yang lebih kecil akan memperluas area permukaan karbon, sehingga pori-pori yang terbentuk diharapkan akan lebih banyak pada saat proses aktivasi. Jika pori-pori sampel yang terbentuk semakin banyak, luas permukaan dari karbon aktif yang dihasilkan akan semakin besar [15].

c. Tahap Aktivasi

Aktivasi yang dilakukan adalah aktivasi kimia. Aktivasi kimia dilakukan dengan mencampurkan karbon limbah mahkota nenas yang telah dikarbonisasi dengan larutan KOH 25%. KOH merupakan basa kuat sehingga bisa menghilangkan zat-zat pengotor karbon seperti volatil dan tar sehingga membuat karbon lebih berpori. Larutan tersebut kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer*. Proses pengadukan bertujuan untuk meningkatkan dan mempercepat kontak antara karbon mahkota nenas dengan KOH 25%. Kemudian dilakukan pemanasan pada suhu 80°C menggunakan *hotplate* selama 1 Jam. Pemanasan ini bertujuan untuk

meningkatkan laju reaksi. Proses aktivasi bertujuan untuk memperbesar pori sehingga arang mengalami perubahan baik fisik maupun kimia, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsinya.

Larutan KOH akan bereaksi dengan karbon sehingga akan membentuk pori-pori baru serta menghasilkan karbondioksida yang berdifusi ke permukaan karbon. Pori-pori yang terbentuk akan menghasilkan karbon aktif. KOH juga mencegah terbentuknya tar, asam asetat, metanol dan lain-lain [16]. Adapun pencampuran arang mahkota nenas dengan larutan KOH bertujuan agar terjadi impregnasi karbon dengan *activating agent* sekaligus menghilangkan air yang terkandung pada campuran sehingga *activating agent* tersebut dapat bereaksi baik dengan karbon dan membuat proses aktivasi berjalan optimal sehingga menghasilkan karbon aktif dengan luas permukaan yang tinggi

Setelah proses aktivasi menggunakan pemanasan selama 1 jam, sampel didiamkan selama 24 jam. Hal ini bertujuan agar terjadi proses aktivasi yang maksimal. Setelah itu dilakukan penyaringan untuk mendapatkan karbon limbah mahkota nenas yang telah aktif. Kemudian karbon aktif limbah mahkota nenas dinetralkan dengan aquades panas dan HCl 0.5 N. Proses netralisasi bertujuan untuk menghilangkan KOH yang bersifat basa pada karbon aktif agar netral kembali. Adapun rendemen karbon aktif mahkota nenas yang diperoleh setelah tahap aktivasi adalah sebesar 76,12%.

2) Karak terisasi Karbon Aktif Mahkota Nenas

Karakterisasi meliputi uji kadar air, dan daya serap iodium. Kadar air merupakan presentase kandungan air yang terdapat di dalam karbon aktif. Semakin sedikit kadar air yang terkandung dalam karbon aktif, maka pori yang dihasilkan semakin besar [17].

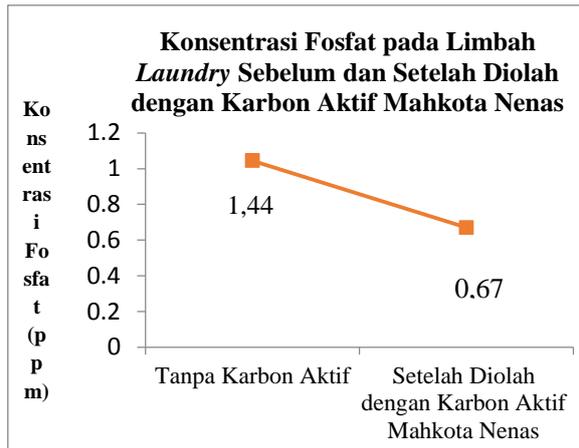
Tabel 3. Hasil Karakterisasi Karbon Aktif Mahkota Nenas

No.	Data Uji	Nilai SNI	Karbon Aktif Mahkota Nenas 400°C
1.	Kadar Air (%)	<15%	5%
2.	Daya Serap Iodiuur	>750 mg/g	482, 334 mg/g

Berdasarkan Tabel 3 kadar air karbon aktif limbah mahkota nenas memiliki nilai kadar air yang cukup rendah, yaitu sebesar 5%, nilai kadar air tersebut memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995 yaitu maksimal 15%. Sedangkan daya serap iodiuur karbon aktif limbah mahkota nenas sebesar 482, 334 mg/g, dimana nilai tersebut tidak memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995 yaitu >750 mg/g. Hal ini terjadi karena pada saat proses penetralan menggunakan HCl 0,5 N reaksi antara KOH dan HCl akan menghasilkan pembentukan garam KCl yang mengendap pada permukaan struktur pori karbon aktif [18].

3) Pengolahan Limbah *Laundry* dengan Karbon Aktif Mahkota Nenas untuk Menurunkan Kadar Fosfat

Penggunaan arang aktif dalam pengolahan limbah termasuk kedalam pengolahan secara fisika. Arang aktif dapat dijadikan sebagai adsorben karena memiliki pori-pori yang dapat menyerap adsorbat seperti fosfat yang terdapat dalam limbah *laundry*. Proses penyerapan fosfat pada permukaan karbon aktif itu disebut dengan adsorpsi. Proses adsorpsi dapat terjadi karena adanya gaya kapiler yang besar antara molekul zat terlarut (adsorbat) dengan zat penyerapannya (adsorben) dibandingkan antara molekul zat terlarut adsorbat dengan pelarutnya. Mekanisme adsorpsi pada arang aktif terjadi melalui tiga tahapan dasar, yaitu zat terjerap pada bagian luar arang aktif, zat bergerak menuju pori-pori arang aktif dan zat terjerap pada pori-pori arang aktif.



Gambar 1. Konsentrasi Fosfat pada Limbah Laundry Sebelum dan Setelah Diolah dengan Karbon Aktif Mahkota Nenas

Dalam penelitian ini, penggunaan arang aktif memiliki kemampuan yang cukup baik untuk menurunkan kadar fosfat limbah *laundry* yaitu dari konsentrasi awal sebesar 1,044 ppm turun menjadi 0,67 ppm, dengan efisiensi penurunan fosfat sebesar 40,7%. Jika mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah untuk usaha dan/ atau kegiatan industri sabun, detergen dan produk-produk minyak nabati, yang menetapkan nilai ambang batas untuk parameter fosfat yaitu sebesar 2 ppm, konsentrasi fosfat baik sebelum dan setelah diolah dengan karbon aktif mahkota nenas masih dibawah batas maksimum, namun dengan adanya penelitian ini dapat diketahui bahwa kemampuan karbon aktif mahkota nenas dalam menurunkan kadar fosfat limbah *laundry* telah tergolong cukup baik yaitu sebesar 40,7%, walaupun persentase ini masih belum dapat dikatakan maksimal. Ketidakmaksimalan tersebut dikarenakan terdapatnya polutan lain di dalam limbah *laundry*. Hal ini sesuai dengan pendapat Djatmiko *et al* dalam Lulu II Maknun, bahwa banyaknya jenis polutan menyebabkan sedikit dari masing-masing zat polutan tersebut diserap oleh karbon aktif [19].

Pada proses pengolahan limbah *laundry* dengan karbon aktif untuk menurunkan kadar fosfat dalam limbah tersebut, karbon aktif sebagai adsorben dan fosfat merupakan adsorbat atau partikel yang dijerap. Proses adsorpsi ini disajikan dalam bentuk animasi menggunakan software *macromedia flash*, yang selanjutnya digabungkan dengan beberapa video lainnya dalam software *lectora inspire* agar penerapan sifat adsorpsi tersebut dapat dipahami oleh peserta didik.

3) Tahap perancangan media pembelajaran interaktif

Tahap perancangan dilakukan untuk merancang draf awal (draf I) media pembelajaran yang akan dikembangkan. Hasil dari tahap desain yang dilakukan antara lain:

- Rancangan awal (*blueprint*) media pembelajaran Interaktif adalah dengan membuat *Template*. Hasil rancangan yang dihasilkan berupa *Historyboard* media pembelajaran *Lectora Inspire* yang merupakan rancangan pada stage.
- Pemilihan gambar, video dan icon yang sesuai dan tepat dengan pokok bahasan sifat koloid.
- Membuat animasi *Flash* sifat-sifat koloid dan penerapan sifat adsorpsi koloid pada proses pengolahan limbah *laundry* untuk menurunkan kadar fosfat dalam limbah tersebut, dengan menggunakan karbon aktif limbah mahkota nenas.
- Menyatukan beberapa video dan animasi *flash* yang digunakan ke dalam software *lectora inspire*.
- Lembar validasi ahli media dan ahli materi beserta rubrik penilaian instrumen lembar validasi.
- Lembar respon guru.

C. Tahap Pengembangan

Tujuan dari tahap pengembangan adalah menghasilkan draf II perangkat pembelajaran yang telah direvisi berdasarkan masukan para ahli dan data yang diperoleh dari uji coba (guru). Hasil dari tahap pengembangan yaitu:

- Media pembelajaran interaktif *Lectora Inspire* pada materi sifat-sifat koloid.
- Revisi media pembelajaran interaktif.
- Skor validasi media pembelajaran interaktif dari ahli materi dan ahli media.

- Skor angket respon guru terhadap media pembelajaran interaktif.

D. Validasi Produk

Media pembelajaran interaktif yang telah dikembangkan selanjutnya divalidasi oleh 3 orang validator yang terdiri dari 1 validator ahli media dan 2 validator ahli materi. Validasi merupakan penilaian valid/ tidaknya suatu produk. Penilaian ini dilakukan dengan cara melakukan pengisian pada lembar angket validasi dan memberikan masukan/saran terhadap produk yang dikembangkan. Adapun aspek yang nilai terhadap multimedia pembelajaran interaktif terdiri dari aspek perancangan, pedagogik, aspek isi (ahli media dan ahli materi) dan kemudahan dalam penggunaan. Penilaian keempat aspek dari 3 validator yang dapat dilihat pada tabel

Tabel 4. Rata-rata Penilaian Keempat Aspek Pengembangan

No.	Jenis Aspek	Persentase (%)	Kategori
1	Aspek Perancangan	95	Sangat Valid
2	Aspek Pedagogik	90,83	Sangat Valid
3	Aspek Isi (ahli media dan ahli materi)	93,22	Sangat Valid
4	Aspek Kemudahan Penggunaan	95	Sangat Valid
	Persentase Rata-rata	93,51	Sangat Valid

Berdasarkan Tabel 4. data rata-rata penilaian keempat aspek pengembangan yaitu 93,51 % dimana berada pada kategori sangat valid. Aspek kemudahan penggunaan dan aspek perancangan memiliki nilai yang paling tinggi yaitu 95%,. Dengan begitu media pembelajaran interaktif menggunakan *Lectora Inspire* dapat diujikan ke Guru Kimia di SMA Negeri se-Kecamatan Bangkinang Kota.

E. Uji Kepraktisan Media Pembelajaran interaktif *Lectora Inspire*

Uji kepraktisan ini dilakukan dengan memberikan angket respon guru. Angket

respon guru berfungsi untuk mengetahui tanggapan guru selaku praktisi terhadap media pembelajaran interaktif dengan bantuan *Lectora Inspire* pada pokok bahasan sifat-sifat koloid.

Tabel 5. Hasil Angket Respon Guru

No	Item Pernyataan	Persentase (%)	Keterangan
1	Penggunaan instruksi pada media pembelajaran berbasis <i>Lectora Inspire</i> jelas sehingga memudahkan saya dalam mengoperasikan program	83,33	Sangat Baik
2	Tampilan dan keterangan menu dalam media pembelajaran <i>Lectora Inspire</i> berbasis ini jelas dan sistematis	80	Sangat Baik
3	Media pembelajaran berbasis <i>Lectora Inspire</i> pada pokok bahasan sifat koloid ini ditulis sesuai EYD.	83,33	Sangat Baik
4	Tulisan pada media pembelajaran berbasis <i>Lectora Inspire</i> jelas dan menarik	93,33	Sangat Baik
5	Animasi, gambar dan video dalam media pembelajaran berbasis <i>Lectora Inspire</i> sesuai dan menarik	100	Sangat Baik
6	Animasi, gambar dan video dalam media pembelajaran berbasis <i>Lectora Inspire</i> dapat memvisualisasikan konsep sifat koloid yang abstrak	100	Sangat Baik
7	Bahasa yang digunakan dalam media pembelajaran berbasis <i>Lectora Inspire</i> mudah dimengerti	80	Sangat Baik
8	Animasi proses pengolahan limbah <i>laundry</i> menggunakan karbon aktif mahkota nenas dapat memvisualisasikan konsep sifat adsorpsi	83,33	Sangat Baik

koloid

9 Media pembelajaran berbasis *Lectora Inspire* dapat membantu peserta didik dalam memahami konsep mengenai pokok bahasan sifat koloid

83,33

Sangat Baik

10 Media pembelajaran berbasis *Lectora Inspire* dapat digunakan sebagai media alternatif sumber belajar dalam pembelajaran pada pokok bahasan sifat Koloid

90

Sangat Baik

11 Media pembelajaran berbasis *Lectora Inspire* disusun dengan kreatif dalam penuangan ide/gagasan

86,67

Sangat Baik

Persentase rata-rata

87,57

Sangat Baik

Berdasarkan pada tabel 6, kriteria kelayakan analisis persentase nilai 96,96%. Berada pada rentang 84% - 100% dengan kategori sangat baik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data, maka dapat disimpulkan bahwa:

- Karbon aktif mahkota nenas yang dihasilkan dalam penelitian ini memiliki nilai kadar air sebesar 5%, nilai kadar air tersebut sudah memenuhi standar nilai (SNI) 06-3730-1995 dimana standar maksimal kadar air untuk karbon aktif adalah sebesar 15%. Sementara daya serap terhadap iodine yang diperoleh adalah sebesar 482, 334 mg/g, nilai tersebut masih di bawah standar minimal yang ditetapkan oleh (SNI 06-3730-1995) yaitu sebesar 750 mg/g.
- Konsentrasi fosfat limbah *laundry* sebelum diolah dengan karbon aktif adalah sebesar 1,044 ppm kemudian setelah dilakukan pengolahan dengan karbon aktif mahkota nenas konsentrasi fosfat turun menjadi 0,67 ppm. Adapun efisiensi penurunan

- fosfat dalam penelitian ini sebesar 40,7%.
- c. Produk penelitian karbon aktif mahkota nenas untuk menurunkan kadar fosfat dalam limbah *laundry* dapat dijadikan sebagai alternatif sumber belajar pada materi koloid di Sekolah Menengah Atas Se-Kecamatan Bangkinang Kota.
- d. Persentase skor rata-rata berdasarkan penilaian validator untuk empat aspek validitas, yaitu aspek perancangan 95%, aspek pedagogik 90,83%, aspek isi (ahli media dan ahli materi) 93,2%, dan aspek kemudahan penggunaan 95%. Persentase skor uji validitas secara keseluruhan adalah 93,51% dengan katagori sangat valid. Uji kepraktisan berdasarkan angket respon guru diperoleh persentase skor rata-rata sebesar 87,57% dengan kategori sangat baik, dengan demikian sumber belajar dengan bantuan *software lectora inspire* pada pokok bahasan koloid untuk kelas XI SMA yang dikembangkan peneliti sudah valid digunakan dalam pembelajaran.

5. REFERENSI

- [1] Maya Pratiwi Basiru, Herlina Jusuf, Ekawaty Prasetya, *Efektifitas Tumbuhan Ganggang (*Hydrilla verticillat*) dalam Menurunkan Kadar Fosfat (PO_4) pada Limbah Laundry*, Jurnal Fakultas Kesehatan dan Keolahragaan, p 3, 2011.
- [2] Sudi Setyo Budi, *Penurunan Fosfat dengan Penambahan Kapur (Lime), Tawas, dan Filter Zeolit pada Limbah Cair RS Bethesda Yogyakarta*, Tesis Ilmiah, Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro, Semarang, p 45, 2006.
- [3] Nahadi,dkk, *Implementasi Model Pembelajaran Lingkungan Hidup Berbasis Konteks Berpendekatan Education For Suistanable Development dan Pengaruhnya Terhadap Penguasaan Konsep Sikap Siswa*, Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia VI, Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP UNS, Surakarta, p 5, 21 Juni, 2014.
- [4] Wahyu Putri Lestari, *Pengembangan Model Pembelajaran Biologi Berbasis SETS Tema Pencemaran Limbah Cair Pabrik Gula*, Skripsi Online Jurusan Biologi Fakultas matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang, p 3, 2014.
- [5] Effendy, *Integrasi Karakter Dalam Pembelajaran Kimia Di Sekolah Dan Perguruan Tinggi*, Workshop Nasional Pendidikan Kimia Jurusan Kimia FMIPA UNESA, Surabaya, p 3, 27 April 2013.
- [6] Nurina Tulus Setiawati, dkk, *Studi Komparasi Tipe STAD dan TGT pada Materi Koloid Ditinjau dari Kemampuan Memori Siswa Kelas XI SMA Negeri 2 Karanganyar Tahun 2011/2012*, Jurnal Ilmu Pendidikan, Vol. 2 No. 1, p 8, 2013.
- [7] Manitoba, *Grade 12 Chemistry A Foundation For Implementation*, p 10, Canada: Manitoba Education, 2013.
- [8] Berta Dwianti Atma, *Pemanfaatan Limbah Mahkota Nenas Sebagai Karbon Aktif Dengan Menggunakan Aktivator H_2SO_4* , Skripsi, Politeknik Negri Sriwijaya, Palembang, p 13, 2015.
- [9] Nunu Mahnun, *Media dan Sumber Belajar Berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi*, p 15, Yogyakarta: Aswaja Persindo, 2014.
- [10] Mega Austik, *Pengembangan Media Pembelajaran Multimedia Interaktif Berbantuan Software Lectora Inspire untuk Meningkatkan Hasil Belajar Pada Mata Pelajaran Teknik Listrik di SMK Negeri 2 Surabaya*, Jurnal Pendidikan Teknik Elكترو, p 108, Vol. 05, No. 01, Februari, 2016.
- [11] Muhammad Badrul Mutaman, *Pemetaan Perkembangan Kognitif Pieget Siswa SMA Menggunakan Tes Operasional Logis (TOL) Pieget Ditinjau dari Perbedaan jenis Kelamin*. Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Surabaya, p 12, 2013.
- [12] Shofa, *Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Baku Ampas Tebu Dengan Aktivasi Kalium Hidroksida*, Depok: Skripsi Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Kimia, Universitas Indonesia, p 13, 2012.

-
- [13] Nastiti Sedayaning alaras, *Pemanfaatan Arang Aktif Limbah Kulit Kacang Kedelai (Glicine Max) dalam Meningkatkan Kualitas Limbah Cair Tahu*, Jurnal Lentera Bio, p 75, Vol. 4 No. 1, Januari, 2015.
- [14] Maria, S. Melania, *Produksi Karbon Aktif Dari Bambu Dengan Aktivasi Menggunakan Kalium Hidroksida*, Skripsi Fakultas Teknik, Departemen Kimia, Universitas Indonesia, p 20, 2011.
- [15] Lydia, *Pembuatan Karbon Aktif dari Ampas Tebu dengan Aktivasi Kimia Menggunakan KOH dan ZnCl₂*, Skripsi Fakultas Teknik, Departemen Kimia, Universitas Indonesia, p 25, 2012.
- [16] Faradina, E. dan Setiawati, N, *Regenerasi Minyak Jelantah dengan Proses Bleaching Menggunakan Adsorben Arang Aktif*, Laporan Penelitian Fakultas Teknik Universitas Lambung Mengkurat, p 3, 2010.
- [17] Landiana Etni Laor, *Pengaruh Suhu Aktivasi Terhadap Daya Serap Karbon Aktif Kulit Kemiri*. Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF. Vol.5, p 137, 2016.
- [18] Ngendran, Selvanathan, dkk. 2015. *Dye Adsorben by Pineapple Activated Carbon: H₃PO₄ and NaOH*, ARPN Journal of Enginering and Apllied Science, Vol.10, No.20, pp 9478-9479, 2016
- [19] Lulu I Maknun, *Kombinasi Pemanfaatan Arang Aktif dari Limbah Padat Agar dan Kayu Apu (Pistia Stratiotes) Dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tekstil*, Skripsi, Departemen Menejemen Sumber Daya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor, p 18, 2014.