

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB II KAJIAN TEORITIS

A. Konsep Teoritis

1. Tanaman Nenas (*Ananas comosus* (L) Merr)

Tanaman nenas berasal dari Amerika tropis, yakni Brasil, Argentina, dan Peru. Pada saat ini nenas telah tersebar ke seluru dunia, terutama di sekitar khatulistiwa antara 30°C LU dan 30°C LS. Di Indonesia, tanaman nenas sangat populer dan banyak di tanam di tegalan dari dataran rendah hingga dataran tinggi. Daerah penghasil nenas yang terkenal diantaranya Subang, Bogor, Riau, Palembang dan Blitar.¹⁸

a. Taksonomi Nenas (*Anenas comosus* (L) Merr)

Dalam sistematika tumbuhan, nenas dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Devisi	: Spermathophyta (tumbuhan berbiji)
Sub Devisi	: Angiospermae (berbiji tertutup)
Kelas	: Monocoteledoneae
Ordo	: Ferinosae
Famili	: Bromeliaceae
Genus	: Ananas
Spesies	: <i>Ananas comosus</i> (L) Merr

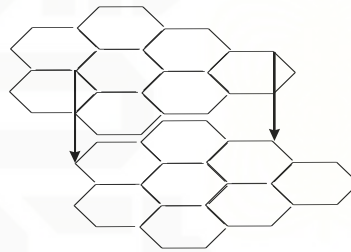
¹⁸ Hendro Sunarjono, *Berkebun 26 Jenis Tanaman Buah*. (Jakarta: Penebar Swadaya, 2015), hlm. 148

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Karbon Aktif

Karbon aktif adalah suatu bahan yang berupa karbon amorf yang mempunyai luas permukaan yang sangat besar yaitu 200 sampai 2000 m²/g. Karbon aktif merupakan salah satu adsorben yang sering digunakan pada proses adsorpsi. Hal ini karena karbon aktif mempunyai daya adsorpsi dan luas permukaan yang lebih baik dibandingkan dengan adsorben lain. Luas permukaan yang besar ini disebabkan karena mempunyai struktur pori-pori. Pori inilah yang menyebabkan karbon aktif mempunyai kemampuan untuk menyerap.¹⁹



Gambar II.1 Struktur Grafit Karbon

Kualitas karbon aktif juga dipengaruhi oleh kesempurnaan dalam proses karbonisasinya. Menurut Tutik M dan Faizah H dalam Elly²⁰ karbonisasi merupakan proses penguraian selulosa menjadi karbon pada suhu berkisar 275°C. Proses ini sangat dipengaruhi oleh suhu dan akan menentukan kualitas dari karbon yang dihasilkan. Banyaknya karbon yang dihasilkan ditentukan oleh komposisi awal biomassa yang digunakan. Bila dalam proses karbonisasi kandungan zat menguap semakin banyak maka akan semakin sedikit karbon

¹⁹ Soebandriyo M, "Production of Super Activated Carbon From Coal and Coconut Shell Using Chemical Activation", *International Journal Chemical Research*, (Oktober, 2011), hlm. 15.

²⁰ Eliza dan Denelli, *Pemanfaatan Pohon Gelam (Melaleuca leucadendron Linn) Dalam Pembuatan Arang Aktif untuk Pengolahan Air Rawa*, Laporan penelitian, (Inderalaya: FMIPA Universitas Sriwijaya, 2001), hlm. 98.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

yang dihasilkan karena banyak bagian yang terlepas ke udara. Menurut R. Sudrajat dalam Elly²¹, proses karbonisasi memiliki 4 tahapan tertentu, yaitu:

1. Pada suhu 100 - 120°C penguapan air akan berlangsung, selanjutnya saat suhu mencapai 270°C mulai terjadi penguapan selulosa. Destilat yang dihasilkan akan mengandung asam organik dan sedikit metanol. Pada suhu 270 - 310°C reaksi eksotermik berlangsung. Pada suhu ini selulosa akan mengalami penguraian secara intensif menjadi larutan prilolignat gas kayu, dan sedikit ter. Asam pirolignat merupakan asam organik dengan titik didih rendah seperti asam cuka dan metanol, sedangkan gas kayu terdiri atas CO dan CO₂.
2. Pada suhu 310-510°C lignin mulai mengalami penguraian sehingga akan dihasilkan lebih banyak ter. Larutan pirolignat akan menurun dan produksi gas CO₂ pun ikut menurun. Namun hal berbeda terjadi pada gas CO, CH₄, dan H₂ yang jumlahnya meningkat.
3. Pada suhu 500 - 1000°C merupakan tahap terjadinya pemurnian arang atau peningkatan kadar karbon.

Berdasarkan Fauziah²² penilaian kualitas karbon dapat dilakukan berdasarkan :

²¹ *Ibid.*, hlm. 101.

²² Fauziah N, *Pembuatan Arang Aktif Secara Langsung dari Kulit Acasia Mangium Wild dengan Aktivasi Fisika dan Aplikasinya sebagai Adsorben*, (Bogor: Skripsi IPB, 2009), hlm. 8.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Ukuran, misalnya berupa batangan, serbuk halus, atau pecahan.
2. Sifat fisik, misalnya berupa warna, bunyi, nyala, kekerasan, kerapuhan, nilai kalor, dan berat jenis.
3. Analisa karbon, mencakup beberapa analisa seperti analisa kadar air, kadar abu, karbon sisa, dan zat mudah menguap.
4. Suhu maksimum karbonisasi dan kemurnian karbon
 Dalam proses pembuatan karbon aktif, arang atau karbon merupakan produk setengah jadinya. Sedangkan, karbon aktif merupakan karbon yang diproses sedemikian rupa sehingga memiliki daya serap atau adsorpsi yang tinggi terhadap bahan lain yang umumnya berbentuk larutan atau uap. Perbedaan strukturnya dengan karbon biasa terletak pada persilangan rantai karbonnya dan ketebalan lapisan (*microcrystalin*).

4. Proses Pembuatan karbon Atif

Secara garis besar, ada tiga tahap pembuatan karbon aktif, yaitu proses dehidrasi, karbonisasi, dan aktivasi. Ketiga proses tersebut bertujuan untuk membentuk pori-pori pada karbon agar mendapatkan luas permukaan yang besar untuk mengadsorp suatu zat. Adapun tujuan ketiga tahap tersebut meliputi:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Proses Dehidrasi

Proses dehidrasi bertujuan untuk menghilangkan air yang terkandung di dalam bahan baku. Caranya yaitu dengan menjemur di bawah sinar matahari atau pemanasan di dalam oven sampai diperoleh bobot konstan. Dari proses dehidrasi ini diperoleh bahan baku yang kering, hal ini disebabkan oleh kandungan air dalam bahan baku semakin sedikit.

2. Proses Karbonisasi

Karbonisasi atau pengarangan adalah suatu proses pemanasan pada suhu tertentu dari bahan-bahan organik dengan jumlah oksigen sangat terbatas biasanya dilakukan di dalam *furnace*. Proses ini menyebabkan terjadinya penguraian senyawa organik yang menyusun struktur bahan membentuk metanol, uap asam asetat, tar-tar, dan hidrokarbon. Material padat yang tinggal setelah karbonisasi adalah karbon dalam bentuk arang dengan pori-pori yang sempit.²³ Untuk memperluas ukuran pori-pori tersebut, selanjutnya dilakukan tahap aktivasi.

3. Proses Aktivasi

Aktivasi arang berarti penghilangan zat-zat yang menutupi pori-pori pada permukaan arang. Hidrokarbon pada permukaan arang dapat dihilangkan menggunakan oksidator yang sangat lemah (CO_2 dan uap air) agar atom karbon yang lain tidak ikut

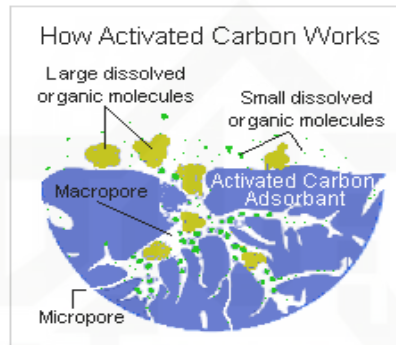
²³Siti Tias Miranti, *Pembuatan Karbon Aktif dari Bambu Dengan Metode Aktivasi Terkontrol Menggunakan Activated Agent H_3PO_4 dan KOH* , (Depok: Skripsi Teknik Kimia. Universitas Indonesia, 2012), hlm. 20.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

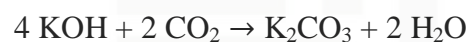
teroksidasi. Selain itu dapat juga dilakukan dengan aktivator kimia. Proses aktivasi dibedakan menjadi dua bagian, yaitu aktivasi kimia dan aktivasi fisika.²⁴

Proses terjadinya aktivasi dapat diilustrasikan seperti gambar berikut ini:



Gambar II.2 Ilustrasi Proses Aktivasi Pada Karbon Aktif

Pada penelitian ini digunakan aktivasi menggunakan KOH dengan tanpa kehadiran gas oksigen akan mengontrol reaksi pembakaran sebagai berikut²⁵:



Pada proses tersebut, karbon bereaksi dengan *oxidazin agent*, dan menghasilkan karbondioksida yang berdifusi pada permukaan karbon. *Amorphous carbon* yang menghalangi pori bereaksi pada tahap oksidasi awal dan sebagai hasilnya *closed pore* akan terbuka. Selanjutnya reaksi akan berlanjut dengan mengikis dinding karbon untuk membentuk pori-pori baru.

²⁴ Dabrowsky, A., Poedkoscielny, P. Hubicki, Z., Barack, M., “Adsorption of Phenolic Compounds by Activated Carbon – a Crirical Review”, *Journal Chemosphere*, (November, 2005), hlm. 1061.

²⁵ Mulyati, S, *Potensi Batubara Lokal dengan Perlakuan sebagai Adsorben untuk Penanganan Limbah Cair Benzena dan Toluena*, (Depok: Skripsi Departemen Teknik Gas dan Petrokimia FT UI, 2006) , hlm.31.



5. Koloid

a. Pengertian Sistem Koloid

Thomas Graham banyak mempelajari tentang kecepatan difusi (gerak) partikel materi sehingga ia dapat merumuskan hukum tentang difusi. Dari pengamatannya, ternyata gerakan partikel zat dalam larutan ada yang cepat dan ada yang lambat. Umumnya yang berdifusi cepat adalah zat berupa kristal sehingga disebut *kristaloid*, contohnya NaCl dalam air. akan tetapi istilah ini tidak populer karena ada zat yang bukan kristal berdifusi cepat, contohnya HCl dan H₂SO₄. Yang lambat berdifusi disebabkan oleh partikelnya mempunyai daya tarik (perekat) satu sama lain, contohnya putih telur dalam air. Zat seperti ini disebut *koloid* (bahasa Yunani: cola = perekat). Sistem koloid sebenarnya merupakan sistem dispersi dengan ukuran partikel yang lebih besar dari larutan, tetapi lebih kecil daripada suspensi.²⁶

b. Sifat Koloid

Suatu campuran digolongkan ke dalam sistem koloid apabila memiliki sifat-sifat yang berbeda dari larutan sejati. Beberapa sifat fisik yang membedakan sistem koloid dari larutan sejati yaitu efek tyndall, gerak brown, adsorpsi, kestabilan dan koagulasi koloid.

c. Adsorpsi

Atom, molekul, atau ion yang berkerumun membentuk partikel koloid dapat memiliki sifat listrik pada permukaannya. Sifat ini menimbulkan gaya vanderwalls, bahkan gaya valensi yang dapat menarik dan mengikat atom-

²⁶ Syukri S, *Kimia Dasar 2*, (Bandung: ITB, 1999), hlm. 453.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

atom, molekul atau ion-ion dari zat asing.²⁷ Penempelan zat asing pada permukaan suatu partikel koloid disebut adsorpsi. Zat-zat teradsorpsi dapat terikat kuat membentuk lapisan yang tebalnya tidak lebih dari satu atau dua partikel. Banyaknya zat asing yang dapat diadsorpsi bergantung pada luas permukaan partikel koloid. Meskipun adsorpsi merupakan gejala umum dari zat, efisiensi adsorpsi ini bergantung pada besarnya luas permukaan pengadsorpsi.

Jika permukaan partikel koloid bermuatan positif, maka zat asing yang menempel harus bermuatan negatif. Sebaliknya, jika permukaan partikel koloid bermuatan negatif, maka zat asing yang menempel bermuatan positif. Akibat dari kemampuan partikel koloid dapat mengadsorpsi partikel lain, maka sistem koloid dapat berbentuk agregat yang sangat besar berupa jaringan seperti jeli. Di lain pihak, agregat yang sangat besar dapat dipecah-pecah menjadi agregat kecil-kecil seperti ditunjukkan pada sol.²⁸

6. Karakterisasi Karbon Aktif

Karakterisasi karbon aktif bertujuan untuk mengetahui kualitas karbon aktif. Kualitas karbon aktif dapat dinilai berdasarkan persyaratan (SNI) **06-3730-1995** pada tabel II.3

²⁷ Yayan Sunarya, *Kimia Dasar 2: Berdasarkan Prinsip-prinsip Kimia Terkini*, (Bandung: CV. Yrama Widya, 2012), hlm. 47.

²⁸ *Ibid.*,

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel II.1 Standar Karbon Aktif (SNI 06-3730-1995)²⁹

Jenis Persyaratan	Parameter
Kadar Air	Mak. 15%
Kadar Abu	Mak. 10%
Kadar Zat Menguap	Mak. 25%
Kadar Karbon Terikat	Min. 65%
Daya Serap Iodium	Min. 750 mg/g

7. Detergen

Porsi hidrokarbon detergen berasal dari kata *detergree* yang merupakan bahasa latin mempunyai arti membersihkan. Detergen merupakan penyempurnaan dari produk sabun. Kelebihannya dibandingkan sabun adalah bisa mengatasi air sadah dan larutan asam, serta harganya lebih murah. Detergen sering disebut dengan istilah detergen sintetis yang dibuat dari bahan-bahan sintetis.³⁰ Detergen umumnya terdiri atas tiga komponen yaitu, surfaktan (sebagai bahan dasar detergen LAS, ABS), bahan *builders* (senyawa fosfat) dan bahan aditif (pemutih dan pewangi). Komponen terbesar dari detergen yaitu bahan builders antara 70- 80%, bahan dasar sekitar 20-30%, dan bahan aditif relatif sedikit antara 2-8%.

Surfaktan (*surface active agents*), merupakan senyawa yang dapat menurunkan tegangan permukaan air. Molekul surfaktan mempunyai suatu ujung hidrofobik (satu rantai hidrokarbon atau lebih) dan satu ujung hidrofilik. Porsi hidrokarbon dari suatu molekul surfaktan harus mengandung 12 atom karbon atau lebih agar efektif. Molekul-molekul dan ion-ion yang

²⁹ *Ibid.*,

³⁰Ni Made Yunarsih, *Efektifitas Membran Khitosan Dari Kulit Udang Galah (Macrobanchium rosenbergil) Untuk Menurunkan Fosfat Dalam Air Limbah Laundry*, (Bali: Tesis PPS Universitas Udayana, 2013). hlm. 7.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

diadsorbsi pada antar muka dinamakan *surface aktive agent* atau surfaktan. Nama lainnya adalah amfifil, yang menunjukkan bahwa molekul atau ion tersebut mempunyai affinitas tertentu terhadap baik pelarut polar maupun non polar. Hal ini tergantung dari jumlah dan sifat dari gugus-gugus polar dan non polar yang ada padanya, amfifil dapat bersifat hidrofilik (suka air), lipofilik (suka minyak) atau bersifat seimbang di antara dua sifat yang ekstrim tersebut. Builders digunakan untuk melunakkan air sadah dengan cara mengikat mineral-mineral yang terlarut, sehingga surfaktan dapat berkonsentrasi pada fungsi utamanya. Builder juga membantu menciptakan kondisi keasaman yang tepat agar proses pembersihan dapat berlangsung lebih baik serta membantu mendispersikan dan mensuspensikan kotoran yang telah lepas.³¹

Adapun baku mutu untuk air limbah bagi usaha industri seperti detergen, telah ada dalam peraturan menteri lingkungan hidup nomor 5 tahun 2014, sebagai berikut:

Tabel II.2 Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Industri Sabun, Deterjen dan Produk-produk Minyak Nabati³²

Parameter	Kadar Paling Tinggi (mg/L)
BOD	75
COD	180
TSS	60
Minyak dan Lemak	15
Fosfat (PO ₄)	2
MBAS	3

³¹ *Ibid.*, hlm. 8.

³² Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia, Peraturan Nomor 5 Tahun 2014, Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Industri Sabun, Deterjen dan Produk-produk Minyak Nabati.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

8. Fosfat

Menurut Hammer dan Viesman (2005) bentuk utama dari fosfor dalam limbah domestik cair adalah fosfor organik, orthofosfat (H_3PO_4 , HPO_4^{2-} , PO_4^{3-}) dan polifosfat. Orthofosfat banyak dijumpai pada air buangan yang telah tercemari pupuk.³³ Terdapat tiga asam fosfat asam orthofosfat H_3PO_4 , asam pirofosfat $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$, dan asam metafosfat HPO_3 . Diantara ketiga asam fosfat tersebut yang paling stabil adalah orthofosfat. Larutan piro dan metafosfat berubah menjadi orthofosfat perlahan-lahan pada suhu biasa, dan lebih cepat dengan dididihkan. Asam orthofosfat adalah asam berbasa-tiga, yang membentuk tiga deret garam orthofosfat primer misalnya NaH_2PO_4 , orthofosfat sekunder Na_2HPO_4 , orthofosfat tersier Na_3PO_4 . Jika suatu larutan asam orthofosfat dinetralkan dengan natrium hidroksida dengan memakai metil jingga sebagai indikator, titik netral dicapai bila asam itu telah diubah menjadi fosfat primernya. Menggunakan fenolftalien sebagai indikator larutan akan bereaksi netral bila fosfat sekundernya terbentuk, dengan 3 mol alkali akan terbentuk fosfat tersier atau fosfat normalnya. NaH_2PO_4 bersifat netral terhadap metil jingga dan asam terhadap fenolftalien. Na_2HPO_4 bersifat netral terhadap fenolftalien dan basa terhadap metil jingga, Na_3PO_4 bersifat basa terhadap kebanyakan indikator karena hidrolisisnya yang luas.³⁴

³³ Hemmer Mark J, and Viestan W, *Warer and Wastewater Technology*, Third Edition, (Prentice Hall International Edition, 2005). hlm. 2005.

³⁴ Vogel, *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*, Bagian II, Terjemahan: Pujatmaka Setiono, Edisi Kelima, (Jakarta: Penerbit PT Haveri Indah, 1985), hlm. 45.



Adanya fosfat dalam air limbah dapat menghambat penguraian pada proses biologis. Konsentrasi rata-rata fosfor keseluruhan sebanyak 10 mg/l berada dalam air limbah perkotaan, kira-kira 10% dibuang sebagai bahan tak terpakai selama pengendapan primer dan 10% hingga 20% lainnya digabungkan ke dalam sel-sel bakteri selama pengolahan biologis. Sisa yang 70% dari fosfor yang masuk pada umumnya dilepaskan bersama buangan instalasi sekunder. Bila kadar fosfat pada air alam sangat rendah ($<0,01$ mg/l), pertumbuhan tanaman dan ganggang akan terhalang, keadaan ini dinamakan “*oligotrop*”. Pembuangan limbah yang banyak mengandung fosfat ke dalam badan air dapat menyebabkan pertumbuhan lumut dan mikroalga yang berlebih yang disebut “*eutrophication*”, sehingga air menjadi keruh dan berbau karena pembusukan lumut-lumut yang mati. Pada keadaan “*eutrotop*” tanaman dapat menghabiskan oksigen dalam air pada malam hari atau bila tanaman tersebut mati dan dalam keadaan sedang mencerna (*digest*). Saat siang hari pancaran sinar matahari ke dalam air akan berkurang, sehingga proses fotosintesis yang dapat menghasilkan oksigen juga berkurang.

9. Eutrofikasi

Eutrofikasi merupakan permasalahan yang dihadapi oleh seluruh dunia yang terjadi pada ekosistem perairan tawar maupun laut. Eutrofikasi disebabkan masuknya nutrisi berlebih terutama pada buangan pertanian dan buangan limbah rumah tangga. Salah satu dampak langsung dari eutrofikasi

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

tersebut adalah menurunnya produktivitas primer yang diakibatkan oleh meningkatnya proses respirasi perairan.³⁵

Eutrofikasi bisa terjadi ketika sejumlah besar nutrisi, seperti nitrat dan fosfat masuk ke dalam perairan. Sumber dari nutrisi tersebut ialah dari hewan, limpasan limbah pertanian, drainase atau limbah rumah tangga. Ekosistem di perairan akan menunjukkan pertumbuhan yang cukup cepat pada tanaman air dan *algae* karena kehadiran nutrisi tersebut. Pertumbuhan *algae* yang pesat ini menjadikan permukaan perairan akan tertutupi oleh *algae* sehingga menghalangi sinar matahari yang seharusnya masuk ke dalam perairan.³⁶

10. Belajar dan Pembelajaran

Belajar adalah suatu aktivitas atau suatu proses untuk memperoleh pengetahuan, meningkatkan keterampilan, memperbaiki perilaku, sikap dan mengkokohkan kepribadian. Dalam konteks menjadi tahu atau proses memperoleh pengetahuan, menurut pemahaman sains konvensional, kontak manusia dengan alam diistilahkan dengan pengalaman (*experience*).³⁷

Sementara itu pembelajaran merupakan suatu kegiatan yang melibatkan seseorang dalam upaya memperoleh pengetahuan, keterampilan dan nilai-nilai positif dengan memanfaatkan berbagai sumber untuk belajar. Yang

³⁵ Rizky Hardiyanto, dkk., “Produktivitas Primer Fitoplankton Diwaduk Saguling, Desa Bongas Dalam Kaitannya Dengan Kegiatan Perikanan”, *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, Vol. 3, No.4, (Desember, 2012), hlm. 52.

³⁶ M. Rizki J. Balfas, *Penurunan Senyawa Fosfat Pada Limbah Greywawter Melalui Dua Macam Media Adsorpsi*, (Makassar: Skripsi Program Studi Teknik Lingkungan, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Hassanudin, 2015), hlm. 4.

³⁷ Suyono dan Hariyanto, *Belajar dan Pembelajaran Teori dan Konsep Dasar*, (Bandung: PT. Remaja Rosdakarya, 2014). hlm. 9.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

terpenting dalam kegiatan pembelajaran adalah terjadinya proses belajar (*Learning process*).³⁸ Proses pembelajaran tidak hanya terbatas dalam ruangan saja, tetapi dapat dilaksanakan dengan cara membaca buku, belajar di kelas, atau di labor, karena diwarnai oleh organisasi dan interaksi antar berbagai komponen yang saling berkaitan, untuk membelajarkan peserta didik.³⁹

Belajar berdasarkan sumber (*Resource based learning*) ialah segala bentuk belajar yang langsung menghadapkan murid dengan suatu atau sejumlah sumber belajar secara individual atau kelompok dengan segala kegiatan belajar yang bertalian dengan itu, jadi bukan dengan cara konvensional dimana guru menyampaikan bahan pelajaran pada murid, tetapi setiap komponen yang dapat memberikan informasi seperti perpustakaan, laboratorium, kebun dan semacamnya merupakan sumber belajar. Dalam “*resources based learning*” guru bukan merupakan sumber belajar satu-satunya. Murid dapat belajar dalam kelas, dalam laboratorium, dalam ruang perpustakaan, dalam “ruang sumber belajar yang khusus” bahkan di luar sekolah, bila ia mempelajari lingkungan yang berhubungan dengan tugas atau masalah tertentu.⁴⁰

³⁸ Nurhasnawati, *Media Pembelajaran Teori dan Aplikasi Pengembangan*, (Pekanbaru: Yayasan Pusaka Riau, 2011). hlm. 15.

³⁹ H. Ramayulis, *Dasar-dasar Kependidikan Suatu Pengantar Ilmu Pendidikan*, (Jakarta: Kalam Mulia, 2015), hlm. 181.

⁴⁰ Syaiful Segala, *Konsep dan Makna Pembelajaran untuk Memecahkan Problemstika Belajar dan Mengajar*, (Bandung: Alfabeta, 2013), hlm. 65.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

11. Sumber Belajar

a. Pengertian Sumber Belajar

Sumber belajar menurut *Association for Education Communication and Technology* (AECT) adalah segala sesuatu atau daya yang dapat dimanfaatkan oleh guru, baik secara terpisah maupun dalam bentuk gabungan, untuk kepentingan belajar mengajar dengan tujuan meningkatkan efektivitas dan efisiensi tujuan pembelajaran.⁴¹

Mengacu pada pengertian sumber belajar dalam AECT, Merrill dan Drob dalam Sitepu menjelaskan, alat yang dimaksud sebagai sumber belajar itu termasuk audio, televisi, bahan-bahan grafis untuk paparan individual dan kelompok, bahan pembelajaran yang direkam termasuk orang-orang yang membantu guru dalam mempersiapkannya. Dorel juga memperjelas sumber belajar termasuk video, buku, kaset audio, program video pembelajaran dan program pembelajaran berbasis komputer atau paket belajar yang menggabungkan berbagai media (multimedia).⁴²

Sumber pembelajaran dari segi pengembangannya dapat dikelompokkan menjadi dua bagian, yaitu:

- 1) Sumber pembelajaran yang sengaja direncanakan (*Leraning resources by design*), yakni semua sumber yang secara khusus telah dikembangkan sebagai komponen sistem instruksional untuk memberikan fasilitas belajar yang terarah dan bersifat formal; dan

⁴¹Nunu Mahnun, *Media dan Sumber Belajar Berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi*, (Yogyakarta: Aswaja Persindo, 2014), hlm. 20-21.

⁴²B.P. Sitepu, *Pengembangan Sumber Belajar*, (Jakarta: Rajawali Press, 2014), hlm.19.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- 2) Sumber pembelajaran yang karena dimanfaatkan (*learning resources by utilization*), yakni sumber belajar yang tidak secara khusus didesain untuk keperluan pembelajaran namun dapat ditemukan, diaplikasikan, dan dimanfaatkan untuk keperluan belajar-salah satunya adalah media massa.⁴³

b. Dasar Pengembangan Sumber Belajar

Perlunya mengembangkan sumber belajar di satuan pendidikan didasari oleh pertimbangan berikut ini:

- 1) Perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni begitu cepat sehingga bahan pelajaran yang ada dalam buku teks pelajaran tidak dapat mengikutinya pada waktu yang bersamaan
- 2) Waktu yang tersedia untuk belajar secara tatap muka antara pembelajar dan pemelajar terbatas dan tidak cukup mencakup semua pokok bahasan secara tuntas sehingga tidak mencapai kompetensi yang ditetapkan
- 3) Sumber belajar yang ada perlu dimanfaatkan secara terintegrasi dan optimal dengan proses pembelajaran di kelas untuk efektivitas dan efisiensi proses pembelajaran.⁴⁴

c. Kriteria Memilih Sumber Belajar

Dalam memilih sumber belajar harus memperhatikan kriteria sebagai berikut: (1) ekonomis: tidak harus terpatok pada harga yang mahal; (2) praktis: tidak memerlukan pengelolaan yang rumit, sulit dan langka;

⁴³ Nunu Mahnun, *Op.Cit.*, hlm. 23.

⁴⁴ B.P. Sitepu, *Op.Cit.*, hlm. 180.



(3) mudah: dekat dan tersedia di sekitar lingkungan kita; (4) fleksibel: dapat dimanfaatkan untuk berbagai tujuan instruksional dan ; (5) sesuai dengan tujuan: mendukung proses dan pencapaian tujuan belajar, dapat membangkitkan motivasi dan minat belajar siswa.⁴⁵

12. Media Pembelajaran

Briggs dalam Nurhasnawati menyatakan, media adalah segala alat fisik yang dapat menyajikan pesan serta merangsang siswa untuk belajar. Media dapat diartikan sebagai sarana atau prasarana pendidikan dan pembelajaran yang dipergunakan untuk membantu tercapainya tujuan dan standar kompetensi dari suatu materi pelajaran yang disampaikan.⁴⁶

Berikut merupakan beberapa manfaat praktis media pembelajaran antara lain:

- 1) Media dapat membuat materi pelajaran yang abstrak menjadi lebih konkrit
- 2) Media juga dapat mengatasi kendala keterbatasan ruang dan waktu
- 3) Media dapat membantu mengatasi keterbatasan indera manusia
- 4) Menampilkan objek yang langka, berbahaya atau jauh ke dalam lingkungan belajar
- 5) Menyajikan ulang informasi secara benar dan konsisten (ajeg) tanpa pernah jera
- 6) Memberikan susasana belajar yang santai, menarik dan kurang formal.⁴⁷

⁴⁵Mukhtar dan Iskandar, *Desain Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi*, (Jakarta: Gudang Persada (GP) Press, 2010), hlm. 224.

⁴⁶Nurhasnawati, *Op.Cit.*, hlm. 12-13.

⁴⁷Nunu Mahnun, *Op.Cit.*, hlm. 16-18.



Media pembelajaran dapat dikategorikan menjadi empat jenis :

- a) Media visual, yaitu media yang hanya dapat dilihat dengan menggunakan indera penglihatan, terdiri atas media yang dapat diproyeksikan (misalnya slide presentasi) dan media yang tidak dapat diproyeksikan (seperti globe bumi dan daerah topografi alam).
- b) Media audio, yaitu media yang mengandung pesan dalam bentuk auditif yang dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian, dan kemauan para peserta didik untuk mempelajari bahan ajar. Contohnya, *tape recorder*, radio, dan *CD player*.
- c) Media audio visual, yaitu media yang merupakan kombinasi antara media audio dan visual. Misalnya, film, video, program TV dan lain-lain.
- d) Media interaktif berbasis komputer (multimedia), merupakan media yang melibatkan beberapa jenis media dan peralatan secara terintegrasi dalam suatu kegiatan pembelajaran. Multimedia lebih menuntut peserta didik untuk berinteraksi selain melihat namun juga mendengarkan. Contohnya, program interaktif pembelajaran berbasis komputer.⁴⁸

Pemilihan media pembelajaran yang sesuai dengan pembelajaran penting dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa kriteria, yaitu:

1. Sesuai dengan tujuan yang hendak dicapai

⁴⁸ Azhar Arsyad, *Media Pembelajaran*, (Jakarta: Raja Grafindo Persada, 2009), hlm. 89-91.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Tepat untuk mendukung isi pelajaran yang sifatnya fakta, konsep, prinsip, atau generalisasi
3. Praktis, luwes dan bertahan
4. Guru terampil menggunakannya.⁴⁹

13. Media Pembelajaran Berbasis Komputer

Pembelajaran menggunakan media komputer dapat melatih siswa untuk terampil memilih bagian-bagian isi pembelajaran sesuai tujuan. Media pembelajaran berbasis komputer dalam pembelajaran memiliki fungsi sebagai alat bantu untuk memperjelas pesan yang disampaikan guru. Media pembelajaran berbasis komputer sebagai sarana memenuhi kebutuhan belajar siswa. Disamping itu penggunaan media pembelajaran berbasis komputer dalam pembelajaran akan membuat pembelajaran lebih interaktif. Penggunaan media pembelajaran berbasis komputer membantu siswa lebih mengingat materi yang dipelajari secara sistematis. Siswa dapat bekerja secara mandiri menurut tingkat kemampuannya.⁵⁰

14. Multimedia Pembelajaran Interaktif

Dalam konteks pembelajaran multimedia dapat dipandang sebagai suatu pemanfaatan komputer untuk membuat dan menggabungkan teks, grafik, audio, gambar bergerak (video animasi) dengan menggunakan *link* dan *tool* yang memungkinkan pemakai untuk melakukan navigasi, berinteraksi, berkreasi, dan berkomunikasi.⁵¹ Sementara multimedia interaktif merupakan

⁴⁹ Nurhasnawati, *Op. Cit.*, hlm. 82.

⁵⁰ Ega Rima Wati, *Ragam Media Pembelajaran*, (Kata Pena, 2016), hlm. 78-79.

⁵¹ Deni Darmawan, *Teknologi Pembelajaran*, (Bandung: PT. Remaja Rosdakarya, 2013) hlm. 31.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

suatu multimedia yang dilengkapi dengan pengontrol yang dapat dioperasikan oleh pengguna sehingga pengguna dapat memilih apa yang dikehendaki untuk proses selanjutnya. Adapun karakteristik multimedia pembelajaran adalah sebagai berikut:

1. Memiliki lebih dari satu media yang konvergen, misalnya menggabungkan unsur audio dan visual.
2. Bersifat interaktif, dalam pengertian memiliki kemampuan untuk mengakomodasi respon pengguna.
3. Bersifat mandiri, dalam pengertian memberi kemudahan dan kelengkapan isi sedemikian rupa sehingga pengguna dapat menggunakan tanpa bimbingan orang lain.⁵²

15. Media Pembelajaran *Lectora Inspire*

a. Pengertian *Lectora Inspire*

Lectora Inspire adalah perangkat lunak *Authoring Tool* untuk pengembangan konten *e-learning* yang dikembangkan oleh Trivantis Corporation. Pendirinya adalah Timothy D. Loudermik di Cincinnati, Ohio, Amerika Serikat pada tahun 1999.⁵³

b. Cakupan *Lectora Inspire*

Lectora Inspire merupakan program yang diciptakan untuk kebutuhan *e-learning*. *Lectora Inspire* dapat digunakan sebagai media pembelajaran baik secara online maupun offline. *Lectora Inspire* dapat digunakan untuk

⁵² Daryanto, *Media Pembelajaran*, (Bandung: Satu Nusa, 2010), hlm. 53 -55.

⁵³ Muhammad Mas'ud, *Tutorial Lectora 1 Membuat Multimedia Pembelajaran dengan Lectora Inspire*, (Yogyakarta: Pustaka Shonif, 2012), hlm. 52.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

menggabungkan animasi *flash*, merekam video, menggabungkan gambar, dan *screen capture*. Aplikasi pendukung *Lectora Inspire* adalah:

1. *Flypaper for Lectora*

Flypaper digunakan untuk menggabungkan gambar, video, flash, animasi, dan permainan edukasi.

2. *Camtasia for Lectora*

Camtasia digunakan untuk merekam langkah-langkah yang kita lakukan di layar monitor (tutorial profesional dengan mudah meng-*capture* video). Program ini juga dapat digunakan untuk mengedit video, dan dapat dipublish menjadi standar format video.

3. *Snagit for Lectora*

Snagit dapat digunakan untuk meng-*capture* layar monitor, seperti halnya *print screen*. *Snagit* juga dapat digunakan untuk menggabungkan beberapa gambar menjadi satu dan dipublish dalam bentuk format gambar.

c. Keunggulan *Lectora Inspire*

Muhammad Mas'ud mengemukakan keunggulan *Lectora Inspire* sebagai media pembelajaran, diantaranya:

1. *Lectora Inspire* dapat digunakan untuk membuat *konten e-learning* interaktif dan presentasi pembelajaran.
2. *Lectora Inspire* mempunyai banyak pilihan *template* sehingga membuat tampilan media menjadi lebih menarik



3. *Lectora Inspire* menyediakan media *library* yang sangat membantu pengguna
4. *Lectora Inspire* didukung fasilitas aplikasi pendukung lain, seperti *Snagit*, *Flypaper* dan *Camtasia*.
5. Konten yang dibuat dapat dipublikasikan ke berbagai bentuk output, seperti HTML, *single file executable*, CD-ROM, maupun standar *e-learning* seperti SCORM dan AICC.

16. Model Pengembangan 4-D

Penelitian dan Pengembangan (*Research & Development*) didefinisikan sebagai metode penelitian yang secara sengaja, sistematis, bertujuan/diarahkan untuk mencaritemukan, menguji keefektifan produk, model, metode/ strategi/ cara, jasa, prosedur tertentu yang lebih unggul, baru, efektif, efisien, produktif dan bermakna.⁵⁴ Produk yang dihasilkan tidak selalu berbentuk benda atau perangkat keras (*hardware*) tetapi bisa juga berupa perangkat lunak (*software*). Penyusunan penelitian pengembangan media pembelajaran umumnya menggunakan model tertentu sebagai desain penelitian. Salah satu model penelitian pengembangan yang digunakan adalah Four-D.

Model pengembangan 4-D (Four-D) merupakan model pengembangan perangkat pembelajaran. Model ini dikembangkan oleh S. Thagarajan, Dorothy S. Semmel, dan Melvyn I. Semmel. Model pengembangan ini terdiri

⁵⁴ Nusa Putra, *Research & Development Penelitian dan Pengembangan : Suatu Pengantar*, (Jakarta: Rajawali Pres, 2013), hlm. 67.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

atas 4 tahap utama yaitu: (1) Pemdefenisian (*define*), (2) Perancangan (*design*), (3) Pengembangan (*develop*) dan (4) penyebaran (*disseminate*).

- a. Tahap Pendefenisian (*define*), meliputi lima fase, yakni analisis awal-akhir, analisis peserta didik, analisis tugas, analisis konsep, dan penentuan tujuan pembelajaran.
- b. Tahap desain (*design*), meliputi empat fase, yakni mengkonstruksi tes beracuan – kriteria, pemilihan media, pemilihan format dan desain awal.
- c. Tahap pengembangan (*develop*), meliputi dua fase, yakni penilaian ahli dan pengujian pengembangan.⁵⁵

Keunggulan model Four-D adalah pada setiap tahap pengembangan memuat kegiatan menunjukkan adanya urutan langkah kegiatan yang jelas dengan memuat beberapa fase dalam satu tahapan. Penelitian pengembangan model *Four-D* khususnya pengembangan media pembelajaran yang dilakukan para peneliti terkadang dimodifikasi dengan menghilangkan tahap penyebaran (*dissemination*).⁵⁶

⁵⁵ Andhreaan Virdhiyanto, “Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Pada Standar Kompetensi Menerapkan Dasar-dasar Teknik Digital”, *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*. Vol. 02, No. 02, (2013), 715 – 720, hlm. 725

⁵⁶ Nurazlina Oktavianti, *Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Lectora Inspire pada Pokok Bahasan Laju Reaksi Di SMA/MA*, (Pekanbaru: Skripsi Program Studi Pendidikan Kimia, Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Riau, 2016), hlm. 14.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

B. Penelitian yang Relevan

Penelitian mengenai karbon aktif mahkota nenas serta penurunan kandungan fosfat pada limbah *laundry* yang pernah dilakukan sebelumnya yaitu:

1. Penelitian Abdul Rahim Yacob, Adlina Azmi, dan Mohammad Khairul Asyaf Amal Mustajab dari Jurusan Kimia Universitas Teknologi Malaysia pada penelitiannya yang berjudul “*Physical and Chemical Activation Effect on Activated Carbon Prepared From Local Pineapple Waste*”. Dalam penelitian ini karbon aktif mahkota nenas yang diperoleh dengan aktivasi menggunakan aktivator KOH pada suhu 400°C memiliki luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan H₂SO₄ yang secara berturut-turut sebesar 301,62 m²/g dan 52,22 m²/g.⁵⁷
2. Penelitian Irawan Wisnu Wardhana, Dwi Siwi H., dan Dessy Ika R. dari Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro pada penelitiannya yang berjudul “*Penurunan Kandungan Phosphat Pada Limbah Cair Industri Pencucian Pakaian (Laundry) Menggunakan Karbon Aktif Dari Sampah Plastik Dengan Metode Batch dan Kontinyu*”. Dalam penelitian ini karbon aktif dari sampah plastik yang digunakan dalam percobaan *batch* menghasilkan efisiensi

⁵⁷Abdul Rahim Yacob, dkk, “Physical and Chemical Activation Effect on Acutivated Carbon Prepared from Local Pineapple Waste”, *Applied Mechanics and Materials* Vol. 699 pp 87-92, doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.699.87. (2015), hlm. 91.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

penurunan fosfat tertinggi dengan massa karbon aktif dari sampah plastik dengan berat 3 gram dan ukuran 100 – 200 mesh yaitu sebesar 45,45%.⁵⁸

3. Penelitian Dalas Gumelar, Yusuf Hendrawan dan Rini Yulianingsih dari Jurusan Keteknikan Pertanian Universitas Brawijaya pada penelitiannya yang berjudul “*Pengaruh Aktivator dan Waktu Kontak Terhadap Kinerja Arang Aktif Berbahan Enceng Gondok (Eichornia crossipes) Pada Penurunan COD Limbah Cair Laundry*”. Dalam penelitian ini karbon aktif berbahan enceng gondok dengan perendaman menggunakan aktivator HCl 5M, dengan waktu kontak 100 menit mampu menurunkan kadar COD dalam limbah laundry dari konsentrasi awal sebesar 785,89 mg/l, menjadi 410, 389 mg/l.⁵⁹
4. Penelitian Nurazlina Oktavianti dari Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Riau pada penelitiannya yang berjudul “*Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Lectora Inspire pada Pokok Bahasan Laju Reaksi Di SMA/MA*”. Dalam penelitian ini media pembelajaran *Lectora Inspire* yang dikembangkan dinyatakan valid, dengan skor persentase

⁵⁸ Irawan Wisnu Wardhana, dkk, “Penurunan Kadar Fosfat pada Limbah Cair Industri Pencucian Pakian (Laundry) Menggunakan Karbon Aktif dari Sampah Plastik dengan Metode Batch dan Kontinyu”, *Jurnal Teknik*, Vol. 30, No. 2, ISSN 0852-1697, (2009), hlm. 119.

⁵⁹ Dalas Gumelar, dkk, “Pengaruh Aktivator dan Waktu Kontak Terhadap Kinerja Arang Aktif Berbahan Enceng Gondok (*Eichornia crossipes*) pada Penurunan COD Limbah Cair Laundry”, *Jurnal Keteknikan Tropis dan Biosistem*, Vol. 3, No. 1, (Februari, 2015), hlm. 21.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

penilaian validator adalah 95,63% dan skor rata-rata angket respon guru 96,97%.⁶⁰

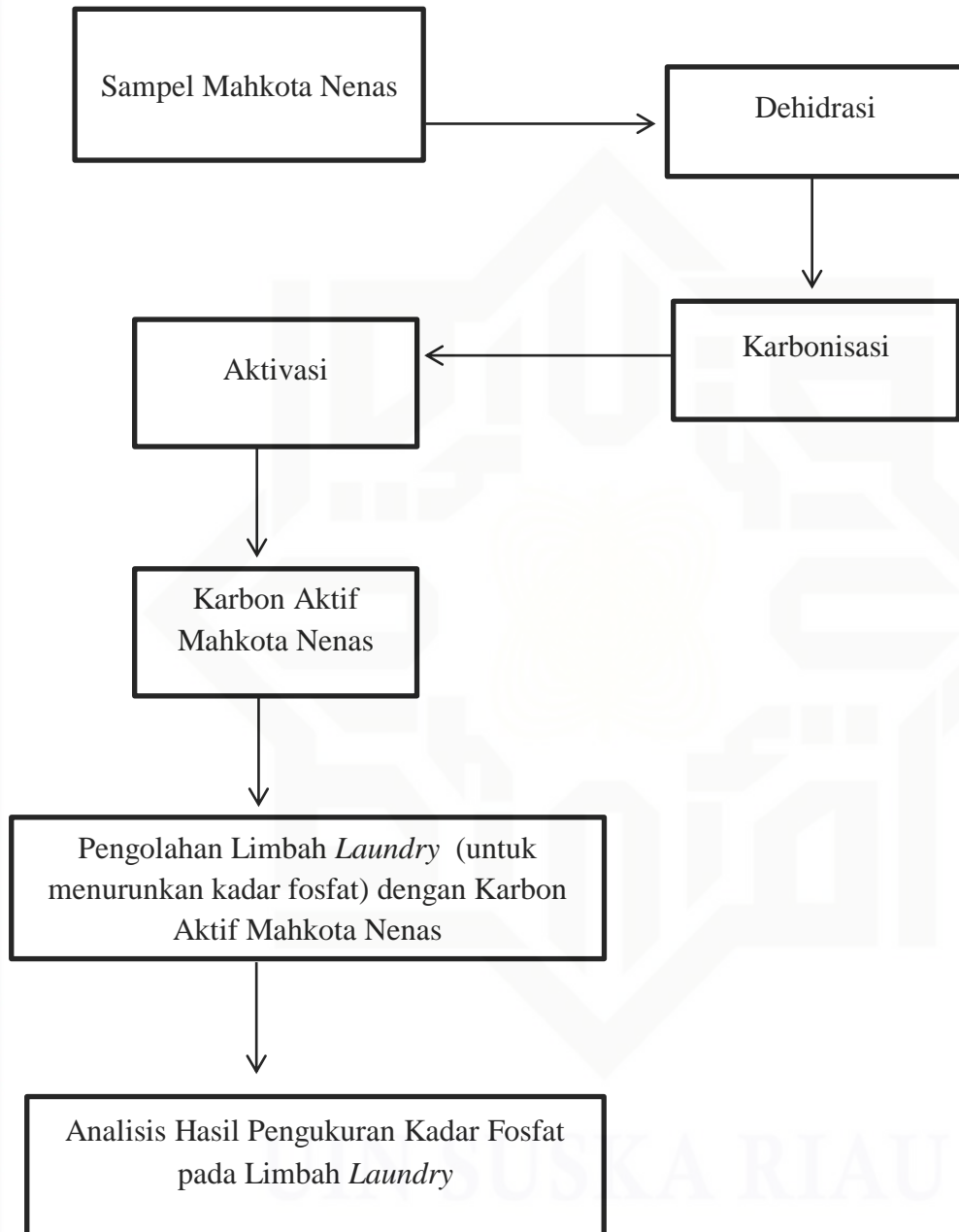
5. Penelitian Mega Astutik dari Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Surabaya pada penelitiannya yang berjudul “*Pengembangan Media Pembelajaran Multimedia Interaktif Berbantuan Software Lectora Inspire untuk Meningkatkan Hasil Belajar Pada Mata Pelajaran Teknik Listrik di SMK Negeri 2 Surabaya*”. Dalam penelitian ini hasil kelayakan produk memperoleh persentase 87,37% dengan kriteria sangat layak, hasil respon siswa memperoleh persentase 91,72% dengan kriteria sangat baik, dan ketuntasan hasil belajar siswa memperoleh persentase 94,87%.⁶¹

Persamaan penelitian relevan dengan penelitian ini adalah adsorben yang digunakan untuk menurunkan kadar fosfat dalam limbah *laundry* adalah karbon aktif dengan aktivator KOH. Akan tetapi perbedaan yang terdapat antara peneliti dengan penelitian yang relevan yaitu sampel yang digunakan sebagai karbon aktif untuk menurunkan kadar fosfat dalam limbah *laundry* adalah mahkota nenas, dan pembuatan multimedia pembelajaran interaktif *Lectora Inspire* sebagai sumber belajar pada materi koloid kelas XI SMA.

⁶⁰ Nurazlina Oktavianti, *Op.Cit.*, hlm. 53.

⁶¹ Mega Austik, *Op.Cit.*, hlm. 107.

C. Konsep Operasional



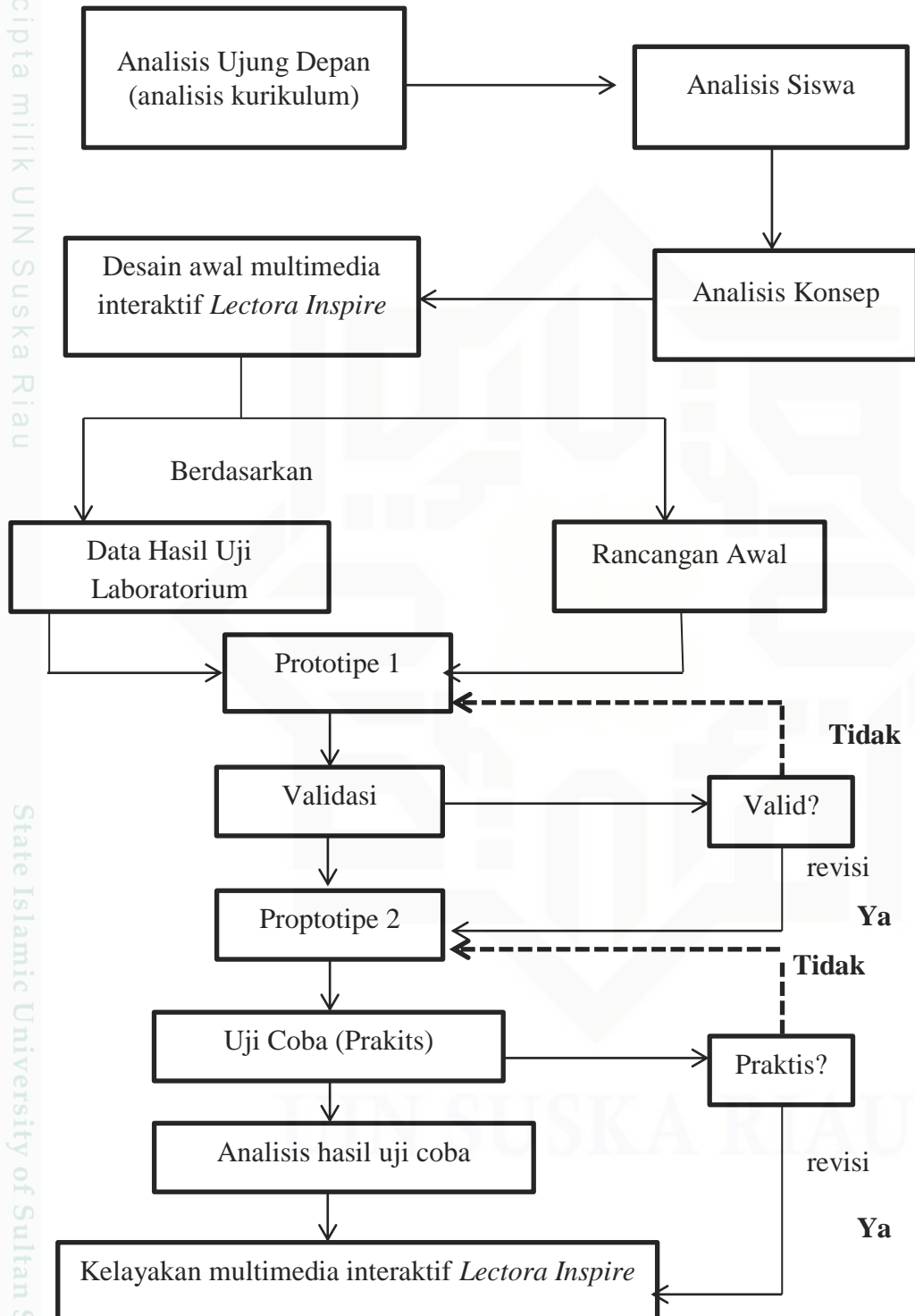
Gambar II.3 Pengolahan Limbah *Laundry* dengan Karbon Aktif Mahkota Nenas

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar II.4 Bagan R & D model 4-D (Sumber : Dimodifikasi dari Trianto)⁶²

⁶² Trianto, *Mendesain Pembelajaran Kontekstual (Contextual Teaching and Learning)* di Kelas, (Surabaya : Cerdas Pustaka Publisher, 2008), hlm. 103.