

**JURNAL ILMIAH KIMIA
"HYDROGEN"
ISSN 2338-6480
Volume 5, Nomor 1, Halaman 1-34**

Jurnal Kependidikan Kimia Hydrogen diterbitkan oleh Program Studi Pendidikan Kimia yang memuat tulisan yang diangkat dari hasil penelitian dan kajian konseptual di bidang Kimia dan Pendidikan Kimia

Pelindung dan Penasihat

Rektor IKIP Mataram
Dekan FPMIPA IKIP Mataram

Penanggung Jawab

Ketua Program Studi Pendidikan Kimia IKIP Mataram

Ketua Penyunting

Suryati, M.Pd.

Sekretaris Penyunting

Citra Ayu Dewi, M.Pd.

Penyunting Pelaksana

Bq. Asma Nufida, M.Pd.

Yusron Khery, S.Si., M.Pd.

Ahmadi, M.Pkim.

Hulyadi, M.Pd.

Pahriah, M.Pd.

Agus Muliadi, M.Pd.

Syahrir, M.Pd.

Herdiayana Fitriani, M.Pd.

M. Najamudin, S.Pd., M.Si.

Sri Yulianti, M.Pd.

Nova Kurnia, M.Pd.

Muhammd Asy'ari, M.Pd.

Abdul Aziz, S.Pd.

L. Lian Hariwangi, S.Pd.

Penyunting Ahli

Yeti Kurniasih, S.Si., M.Si. (IKIP Mataram)

Muhali, S.Pd., M.Sc. (IKIP Mataram)

Khaeruman, M.Pd. (IKIP Mataram)

Saiful Prayogi, M.Pd. (IKIP Mataram)

Yahdi, M.Si. (IAIN Mataram)

Alamat Redaksi:

Program Studi Pendidikan Kimia, FPMIPA IKIP Mataram, Jalan Pemuda No. 59 A Mataram. Hp. +6287861753712. E-mail: jurnalkependidikankimiahydrogen@yahoo.co.id
URL: <http://u.lipi.go.id/1374086296>

JURNAL ILMIAH KIMIA
"HYDROGEN"
ISSN2338-6480
Volume 5, Nomor 1, Halaman 1-34

Daftar Isi Artikel	Halaman
Hulyadi Karakterisasi Zeolit Alam Selong Belanak Lombok Sebagai Adsorben dalam Pemurnian Alkohol Fermentasi.....	1-7
Moh. Wahyudi Catur Raharjo¹, Suryati², Yusran Khery³ Pengembangan E-Modul Interaktif Menggunakan <i>Adobe Flash</i> Pada Materi Ikatan Kimia Untuk Mendorong Literasi Sains Siswa.....	8-13
Samsul Bahri¹, Yeti Kurniasih², Ahmadi³ Pengaruh Jenis Pelarut Dan Senyawa Pengemban Terhadap Efisiensi Pemisahan Logam Perak Dengan Teknik Membran Cair Berpendukung.....	14-18
Husnul Hatimah Fektivitas Fotoreduksi Ion Cu(II) Terkatalisis Tio ₂ dalam Libah Cair Industri Kerajinan Perak Di Desa Ungga Kec. Praya Lombok Tengah.....	19-23
Pahriah¹, Yusran Khery² Aplikasi Pembelajaran Berbasis Android Pada Materi Sistem Periodik Unsur Untuk Peningkatan Pemahaman Konsep Mahasiswa.....	24-34

KARAKTERISASI ZEOLIT ALAM SELONG BELANAK LOMBOK SEBAGAI ADSORBEN DALAM PEMURNIAN ALKOHOL FERMENTASI

Hulyadi

Dosen program Studi Pendidikan Kimia FPMIPA IKIP Mataram

Email: hulyadi11@yahoo.com

Abstrak: NTB memiliki potensi zeolit yang besar dengan prosentase kandungan zeolit 190.405 ton. Salah satu daerah yang memiliki potensi besar adalah Selong belanak Lombok Tengah tepatnya pada koordinat $8^{\circ}51'48.5''S$ $116^{\circ}10'62.0''E$ Selong belanak. Pemanfaatan zeolit daerah Lombok hanya digunakan sebagai bahan campuran pakan ternak karena belum dilakukan penelitian tentang potensinya. Salah satu potensi zeolit adalah kemampuannya sebagai adsorben. Fermentasi alkohol selama ini belum mampu menjadi alternatif sebagai solusi permasalahan energi. Fermentasi alkohol hanya menghasilkan alkohol dengan kemurnian kurang 30%. Hal ini disebabkan oleh produk samping asam asetat yang membuat mikroba dalam proses fermentasi tidak dapat berkembang biak secara optimal. Dari permasalahan tersebut perlu dilakukan karakterisasi zeolit agar pemanfaatannya lebih optimal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menemukan karakteristik zeolit alam Selong belanak Lombok sebagai adsorben dalam pemurnian alkohol hasil fermentasi. Metode dalam penelitian ini adalah deskriptif dengan teknik pengumpulan data dilakukan karakterisasi zeolit meliputi kapasitas tukar kation dengan metode *Schollenberger*, luas permukaan menggunakan metode *Methylene blue*, daya serap menggunakan metode titrasi Iodometri, kadar air zeolit menggunakan metode gravimetri dan konsentrasi alkohol ditentukan melalui berat jenis dan instrument GC-MS. Berdasarkan hasil penelitian zeolit alam Selong belanak Lombok mempunyai karakteristik dengan Kapasitas tukar kation zeolit alam Selong Belanak Lombok sebesar 14,0894 meq/100 gram. Luas permukaan zeolit sebesar 16,3537 m²/gram. Daya serap zeolit terhadap iodium relatif rendah yaitu sebesar 2.9357 %. kadar air yang diperoleh dari zeolit alam Selong Belanak Lombok yaitu 7,74%. Setelah digunakan sebagai adsorben destilat alkohol fermentasi diperoleh konsentrasi alkohol sebesar 81,4 %. Berdasarkan hasil temuan peneliti zeolit alam selong belanak perlu diaktivasi lebih optimal untuk menghasilkan alkohol dengan kemurnian diatas 99%, sebagai sarat bahan campuran dalam bensin.

Kata kunci : zeolit alam , Adsorben, Alkohol.

PENDAHULUAN

NTB memiliki potensi zeolit yang besar, salah satu daerah yang mengandung zeolit adalah Lombok Tengah tepatnya dibukit sekitaran pantai Selong belanak. Menurut Dinas Pertambangan provinsi NTB prosentase kandungan zeolite sebesar 190.405 ton. Dewasa ini pemanfaatan zeolit daerah Lombok hanya digunakan sebagai bahan campuran pakan ternak karena belum pernah dilakukan penelitian tentang potensinya.

Pada saat ini penggunaan mineral zeolit semakin meningkat sampai penggunaan dalam industri berskala besar. Negara maju seperti Amerika Serikat, zeolit sudah benar-benar dimanfaatkan dalam berbagai bidang, seperti dalam bidang industri yaitu sebagai bahan yang dapat digunakan untuk membantu pengolahan limbah industri (Kusumua dan Fendy, 2010). Tidak hanya bidang industri, pemanfaatan zeolit sudah meluas kesegala bidang seperti pertanian, peternakan, perikanan

dan kesehatan, disebabkan oleh sifat-sifat unik yang dimiliki oleh zeolit.

Zeolit merupakan senyawa alumina silikat yang mengandung unsur alkali dan alkali tanah, berstruktur tiga dimensi, memiliki pori/saluran kosong yang berhubungan satu sama lainnya ke segala arah, (Khaidir, 2011). Zeolit mempunyai fungsi meliputi dehidrasi, adsorben, penyaring molekul, katalisator dan penukar ion. Pada umumnya struktur kerangka zeolit akan menyusut, akan tetapi kerangka dasarnya tidak mengalami perubahan secara nyata. Sifat zeolit sebagai adsorben dan penyaring molekul, dimungkinkan karena struktur zeolit yang berongga, sehingga zeolit mampu menyerap sejumlah besar molekul yang berukuran lebih kecil atau sesuai dengan ukuran rongganya. Selain itu, kristal zeolit yang telah terdehidrasi merupakan adsorben yang selektif dan mempunyai efektivitas adsorpsi yang tinggi (Dian dan Fendy, 2010).

Zeolit sangat efisien digunakan sebagai adsorben karena memiliki daya serap yang tinggi, ketersediaan zeolit alam Indonesia melimpah, harga zeolit alam yang murah, preparasi yang sangat mudah, dapat diperbarui sehingga dapat digunakan kembali. Banyak ilmuwan yang melakukan penelitian pemanfaatan zeolit sebagai adsorben seperti pemurnian alkohol, penurunan kesadahan air dan penyerapan logam berat. Penelitian yang dilakukan Suratno, Ery dan Retnoningtyas, (2013) melaporkan daya adsorpsi tertinggi dicapai pada zeolit yang dipreparasi dengan asam sulfat 2 % dan suhu kalsinasi 600⁰C dengan daya adsorpsi 0,420 g air/g adsorben. Penelitian yang dilakukan Cerry Reggiani Catri dan Suyantatentang Zeolit Alam sebagai Adsorben Ion Logam Tembaga dalam Air Kolam Renang dengan Metode Adsorpsi Kolom. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan adsorpsi zeolit terhadap ion logam tembaga cukup tinggi. Zeolit A (10 mesh) mampu menurunkan konsentrasi tembaga hingga 37,1698% sedangkan zeolit B (5 mesh) hingga 35,9976%. Berdasarkan temuan diatas zeolit sangat tepat digunakan sebagai adsorben produk samping pada fermentasi alkohol.

Zeolit dengan sifat adsorben mendukung proses pemurnian bioetanol sampai dengan >99.95 wt%. Selain itu, ketersediaan zeolit alam Lombok cukup melimpah dan juga menjadi salah satu pertimbangan digunakannya zeolit alam Lombok. Menurut Dinas Pertambangan Kota Mataram Nusa Tenggara Barat persentase kandungan zeolit alam Lombok sebesar 190.405 ton. Salah satu daerah ditemukannya zeolit alam Lombok yaitu di daerah Gunung Selong Belanak Kecamatan Praya Barat Kabupaten Lombok Tengah. Namun sayangnya keberadaan zeolit alam Lombok tersebut tidak dimanfaatkan secara maksimal oleh masyarakat. Pemanfaatan zeolit alam yang diaktivasi oleh asam untuk pemurnian bioetanol sebelumnya sudah dilakukan oleh Lourentius dan Susiany, (2013). Zeolit yang digunakan merupakan zeolit alam dari CV. Halimun Jaya, Malang dalam bentuk serbuk atau bubuk dengan ukuran -80+100 mesh yang diaktivasi menggunakan asam sulfat (H₂SO₄) dengan konsentrasi 1-5 % pada suhu 200-700⁰C. Hasil terbaik ditunjukkan oleh zeolit dengan konsentrasi 2 % pada suhu 600⁰C memiliki daya adsorpsi sebesar 0,420 g air/g zeolit dan mampu meningkatkan kemurnian bioetanol 99,6 % yang sudah bisa diklasifikasikan ke dalam FGE (*Full Grade Ethanol*). Hulyadi, (2015) melaporkan zeolit teraktivasi sangat

efektif digunakan dalam pemurnian alkohol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan zeolit massa filter 100 gram, luas permukaan 100 m² dan suhu optimasi 600⁰C mampu menghasilkan alkohol dengan kemurnian 99,8 % setelah dianalisis menggunakan GC-MS. Karakterisasi zeolit alam selong belanak sangat diperlukan untuk lebih mengoptimalkan sumber daya lokal dalam menjawab permasalahan energi yang sudah menjadi permasalahan dunia dalam abab 21 ini.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Adapun yang akan dideskripsikan adalah karakteristik zeolit yang meliputi kapasitas tukar kation, luas permukaan, daya serap, dan kadar air dalam zeolit. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dibagi menjadi empat berdasarkan jenis karakteristik yang akan diuji. Pada uji kapasitas tukar kation metode yang digunakan adalah *Schollenberger* dengan data yang didapatkan adalah volume NaOH yang digunakan untuk mentitrasi sampel yang telah didestilasi dan ditampung dalam asam. Pada uji luas permukaan metode yang digunakan adalah *Methylene blue method* dengan data yang akan didapatkan adalah selisih antara *Mehtylene blue* yang setelah diadsorpsi dan sebelum diadsorpsi oleh zeolit. Pada uji daya adsorpsi metode yang digunakan adalah titrasi Iodometri, dimana zeolit direndam dengan larutan iodium dan filtratnya dititrasi. Data yang diperoleh berupa volume Natrium tiosulfat untuk mentitrasi iodium. Kemudian pada uji kadar air digunakan metode gravimetri dimana data yang diperoleh adalah selisih massa zeolit sebelum pemanasan dan setelah pemanasan.

Prosedur penelitian

Uji Kapasitas Tukar Kation

Kapasitas tukar kation (KTK) ditetapkan dengan cara perkolasi. Zeolit Alam Selong belanak dititrasikan dengan larutan amonium asetat 1 M pH 7,0. kelebihan kation amonium dicuci dengan etanol 80%. Kemudian ion amonium yang terjerap digantikan oleh ion natrium dari larutan NaCl 10 %. Kadar ion amonium dalam perkolat ditetapkan dengan cara destilasi dan dititrasi dengan NaOH 0,1 N.

Uji Luas Permukaan

Larutan *methylene blue* 5 ppm diukur pada panjang gelombang 640-700 nm dengan interval panjang gelombang 10 nm. Panjang gelombang yang memberikan serapan maksimum merupakan panjang gelombang maksimum. Kemudian penentuan waktu kestabilan larutan *Methylene blue* yaitu 5 ppm sebanyak 20 ml dishaker dengan variasi waktu 30, 40, 50, 60, 70 menit, kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum untuk setiap waktu tersebut dengan spektrofotometer UV-Vis, kemudian ditentukan waktu kestabilan larutan *Methylene Blue* yaitu waktu penyerapan *Methylene Blue* cenderung stabil. Penentuan luas permukaan yaitu zeolit yang telah di ayak ukuran 100 mesh di timbang 0,05 gram Masukkan kedalam Erlenmeyer. Tambahkan 20 ml larutan *methylene blue* 16 ppm dan kocok dengan shaker selama waktu kestabilan pada 150 rpm. Campuran disaring dan filtrate di ukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum.

Uji Daya Serap terhadap Iod

Zeolit Alam Selong belanak 1g, dimasukkan kedalam erlenmeyer dan ditambahkan 25 ml larutan iodium 0,05 N. Kemudian dikocok selama 15 menit pada suhu ruang dan langsung disaring. Selanjutnya 5 ml sampel diambil dan

dan dititrasi dengan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N sampai diperoleh larutan yang berwarna kuning muda, lalu ditambahkan beberapa tetes larutan kanji 1% dan dititrasi kembali sampai warna biru tepat hilang.

Uji Kadar Air

Sebanyak 5g zeolit ditimbang dalam cawan yang telah diketahui bobot keringnya, kemudian dikeringkan di oven pada suhu 105°C selama 3 jam. Setelah didinginkan di dalam desikator, selanjutnya ditimbang massanya.

Uji Zeolit Sebagai Absorben

Dalam penelitian ini zeolit Lombok teraktivasi yang digunakan sebanyak 10 gram sebagai filter dalam pemurnian alkohol dengan variasi volume destilat 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 dan 100 ml masing-masing selama 50 menit. Filteratnya selanjutnya dimasukkan dalam viknometer dan instrument GC-MS untuk mengidentifikasi kemurnian alkohol yang dihasilkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian tentang karakterisasi zeolit alam Selong Belanak Lombok ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. parameter dan hasil uji karakteristik zeolit alam Selong Belanak Lombok

No	Parameter yang diuji	Hasil
1.	Uji Kapasitas Tukar Kation	14,0894 meq/100 gram
2.	Uji Luas Permukaan	16,3537 m²/gram
3.	Uji Daya Adsorpsi	2.9357 ml/gram
4.	Uji Kadar Air	7,74 %
5.	Kadar Alkohol	81,4%

Penelitian ini menggunakan zeolit yang diambil pada koordinat $8^\circ 51' 48.5''\text{S}$ $116^\circ 10' 62.0''\text{E}$ Selong belanak. Untuk mengetahui kualitas adsorpsi zeolit dilakukan pengujian sifat-sifat kimia dan fisika zeolit. Sifat kimia meliputi daya serap dan Kapasitas tukar kation, kemudian sifat fisika meliputi luas permukaan dan kadar air. Setelah dilakukan penggerusan dan di ayak menggunakan ayakan 100 mesh zeolit langsung dikarakterisasi. Pengujian kadar air dan uji daya serap dilakukan pada Laboratorium Kimia IKIP Mataram sedangkan KTK dan luas permukaan dilakukan pengujian di Laboratorium Pengujian BPTP Narmada.

Metode yang digunakan dalam penentuan kapasitas tukar kation adalah metode *Schollenberger* dimana pada tahap penjenjuran digunakan larutan ammonium asetat, pada tahap penghilangan larutan penjenjuran yang berlebih digunakan etanol, dan pada penggantian kation penjenjuran digunakan larutan KCl karena ion K^+ memiliki selektifitas yang besar sehingga mampu menggantikan ion NH_4^+ yang terikat pada zeolit. Untuk mendeteksi ion ammonium yang dipertukarkan dilakukan titrasi dengan basa dengan indikator *phenolftalein*. Hasil penelitian menunjukkan nilai KTK zeolit Lombok sebesar 14,0894 meq/100 gram. Nilai KTK menurut Permentan No. 02/Pert/HK.060/2/2006 ≥ 80 meq/100

gram, sedangkan berdasarkan SNI 13-3496-1994 ≥ 100 meq/100 gram. Dari kedua standar tersebut zeolit alam Selong Belanak Lombok memiliki mutu KTK yang relatif rendah.

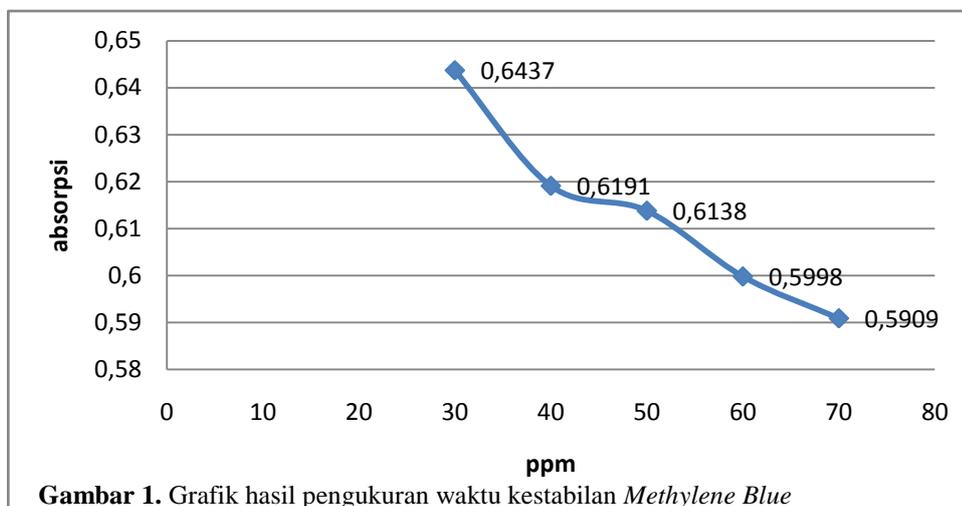
Pada penentuan kadar air zeolite ditentukan dengan metode gravimetri. Zeolit seberat 5 gram dipanaskan dalam oven pada suhu 105 °C selama 3 jam dengan berat awal zeolit dan cawan sebesar 17,487 gram. Pemanasan dilakukan sebanyak 5 kali sampai didapatkan massa zeolit konstan. Pada pemanasan pertama berat zeolit dan cawan sebesar 17,41 gram, pemanasan ke tiga 17,119 gram, pemanasan ke empat 17,100 dan berat zeolit konstan pada pemanasan ke lima yaitu 17,100 gram. Nilai kadar air ini menunjukkan proporsi volume pori yang dihuni oleh molekul air. Semakin rendah kadar air produk zeolit semakin tinggi mutunya. Adapun kadar air yang diperoleh dari zeolit alam Selong Belanak Lombok yaitu 7,74 %. Berdasarkan SNI 13-3496-1994 syarat mutu kadar air zeolit maksimal 10 %. Hal ini menunjukkan kadar air zeolit relatif memiliki mutu yang baik.

Pada penentuan luas permukaan zeolit alam Selong Belanak Lombok dilakukan dengan mengukur banyak partikel *methylene blue* yang di adsorp oleh zeolit. *methylene blue*

digunakan untuk mengukur luas permukaan zeolit sebelumnya dilakukan dulu beberapa pengujian seperti panjang gelombang maksimum dan waktu kestabilan *methylene blue* sehingga filtrate *methylene blue* dapat diukur pada panjang gelombang maksimum dan lama waktu pengocokan dengan zeolit pada kondisi optimum.

Hasil pengukuran panjang gelombang menunjukkan bahwa panjang gelombang maksimum *Methylene Blue* $\lambda = 664,5$ nm. Hal ini sedikit berbeda dengan penelitian Zahro, dkk (2012) yang menunjukkan panjang gelombang maksimum *Methylene Blue* $\lambda = 664,0$ nm. Pada panjang gelombang tersebut merupakan daerah sinar tampak (visible) dengan warna komplementer *methylene blue* adalah biru, sehingga warna serapan yang dihasilkan adalah warna merah (Zahro dkk, 2013).

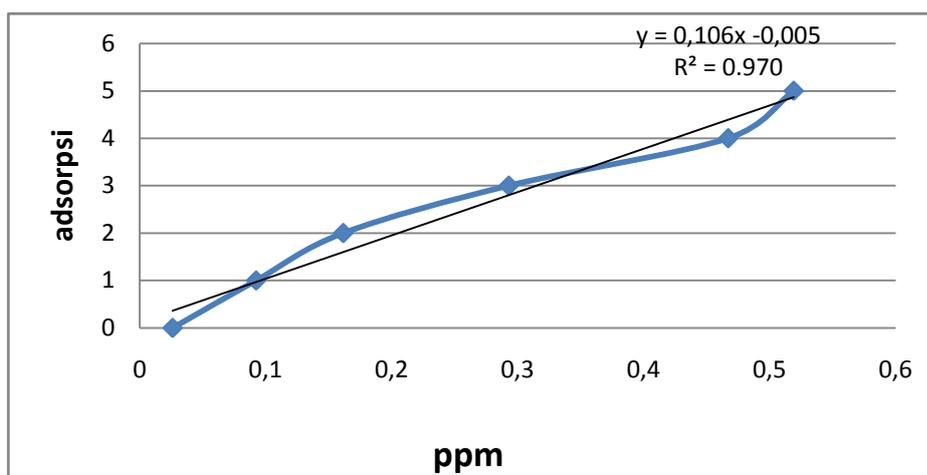
penentuan waktu kestabilan *methylene blue* bertujuan untuk mengetahui waktu pengocokan yang paling stabil. Waktu kestabilan ditentukan dengan mengukur hubungan antara waktu pengukuran dengan absorbansi larutan (Zahro dkk, 2013). Hasil pengukuran waktu kestabilan *methylene blue* dapat dilihat Gambar 1.



Gambar 1. Grafik hasil pengukuran waktu kestabilan *Methylene Blue*

Dari grafik diatas waktu kestabilan *Methylene Blue* berada pada rentang waktu 40-50 menit. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Zahro dkk (2013) dimana waktu kestabilan *Methylene Blue* berada pada rentang waktu yang sama.

Pembuatan kurva baku dilakukan dengan menggunakan berbagai konsentrasi larutan methylan blue yakni 1, 2, 3, 4, 5 ppm. Pembuatan kurva baku bertujuan untuk menentukan hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi *Methylene Blue*. Berikut kurva baku *Methylene Blue* ditunjukkan pada gambar 2.



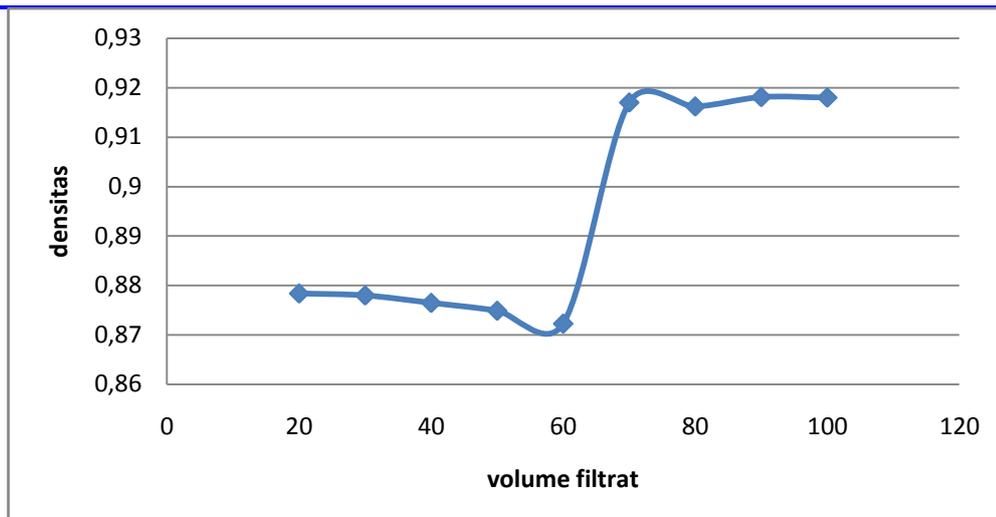
Gambar 2. grafik kurva baku hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi *Methylene Blue*.

Analisis luas permukaan zeolit menggunakan metode *Methylene Blue* dimana *Methylene Blue* dan zeolit 0,05 gram di shaker selama 40 menit. Campuran disaring dan pada filtrat diukur adsorpsinya pada panjang gelombang 664,5 nm didapatkan hasil 16,3537 m²/gram.

Analisis daya serap zeolit menggunakan larutan iodium sebagai adsorbat. Zeolit 1 gram dikocok dengan zeolit 25 ml selama 15 menit menggunakan magnetik stirrer, kemudian disaring dan 5 ml filtrat dititiasi dengan natrium tiosulfat. Ketika filtrat dititiasi dengan larutan natrium tiosulfat warna coklat gelap iod menghilang karena iodium membentuk garam dengan natrium menjadi NaI. Natrium tiosulfat teroksidasi menjadi natrium tetratesat. Kelebihan iod menyebabkan larutan berwarna kuning pucat dan penentuan titik akhir titrasi akan sukar karna karena perubahan warna yang samar, sehingga ditambahkan indikator kanji yang sensitive terhadap iodium dengan membentuk kompleks Iod-Amilum yang berwarna biru. Penambahan iodium dilakukan pada saat akhir titrasi karena jika dilakukan diawal titrasi maka akan terbentuk sejumlah besar senyawa iod-kanji sehingga reaksi akan berjalan lambat (widodo, 2010). Hasil penelitian menunjukkan daya serap zeolit terhadap iodium yaitu sebesar 2.9357 ml/gram.

Jika dibandingkan dengan temuan Arif (2011) zeolit alam dari daerah lain seperti Lampung, Bayah, Tasikmalaya dengan nilai KTK berturut-turut 44 meq/100 gram, 48 meq/100 gram, 65 meq/100 gram. Zeolit dari

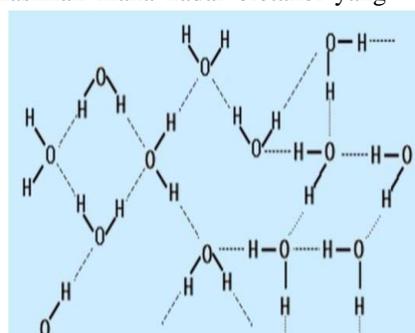
beberapa daerah ini walaupun memiliki nilai KTK yang belum mencapai standar mutu baik Permentan maupun SNI. Peningkatan nilai KTK dapat dilakukan dengan mengaktifasi zeolit dengan basa, karena kondisi basa akan membuat banyak permukaan bermuatan negatif sehingga dengan adanya hal tersebut maka menjadikan banyak muatan positif tertarik ke permukaan zeolit, (Arif, 2011). Pada temuan Ginting dkk (2007) zeolit alam Lampung, Bayah, Tasikmalaya dengan luas permukaan berturut-turut 21,181696 m²/gram, 25,588 571 m²/gram, 47,084 132 25,588 571 m²/gram. Hal ini menunjukkan bahwa zeolit daerah Lampung, Bayah dan Tasikmalaya memiliki kemampuan adsorpsi yang besar karena luas permukaan dan nilai KTK yang besar. Hal ini dikarenakan semakin besar luas permukaan semakin banyak pula sisi zeolit atau pori yang dapat mengadsorpsi suatu molekul. Setelah zeolit dikarakterisasi selanjutnya zeolit dioptimasi. Optimasi dilakukan dengan cara mengerus zeolit kemudian diayak dengan ukuran 100 mesh. Zeolit yang telah diayak kemudian dioven pada suhu 600⁰C kemudian setelah dingin diaktivasi dengan larutan H₂SO₄. Zeolit yang sudah dioptimasi selanjutnya digunakan sebagai filter destilat alkohol yang diperoleh dari hasil fermentasi. Uji densitas menunjukkan perbandingan berat per satuan volume. Tujuan dari uji densitas ini adalah untuk mencari massa jenis etanol sehingga dapat diketahui kadar etanol yang dihasilkan setelah difilterasi. Data densitas etanol yang dihasilkan pada volume filtrat yang divariasikan terdapat pada tabel 2 di atas dan grafik 1 di bawah ini.



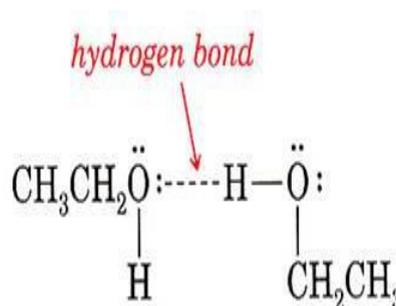
Gambar 1. Kurva pengaruh volume destilat terhadap kadar bioetanol yang dihasilkan

Berdasarkan gambar di atas menunjukkan volume filtrat dari 20-60 ml terjadi penurunan densitas. Densitas terendah terdapat pada volume filtrat 60 ml (0,8723 gr/ml) yang menunjukkan kadar bioetanol yang dihasilkan paling tinggi. Semakin rendah berat jenis atau densitas yang dihasilkan maka kadar bioetanol yang

dihasilkan semakin tinggi. Hal ini dikarenakan ikatan hidrogen yang dimiliki alkohol lebih lemah dibandingkan dengan air sehingga kerapatannya menjadi lebih kecil, ikatan hidrogen molekuler air dan etanol dapat dilihat pada gambar 2 di bawah ini



(a)



(b)

Gambar 2. Ikatan Hidrogen Molekul Air (a) dan Etanol (b)

Kerapatan molekul air yang lebih tinggi dibandingkan molekul etanol, juga dapat disebabkan satu molekul air dapat membentuk ikatan hidrogen dengan tiga molekul air lainnya sedangkan satu molekul etanol hanya dapat membentuk dua ikatan hidrogen dengan molekul yang lainnya. Kerapatan molekulnya mempengaruhi titik didih dan berat jenis dari larutan tersebut. Dengan demikian semakin kecil kerapatan molekul maka titik didih dan berat jenis larutan juga semakin kecil (Fessenden dan Fessenden, 2010).

Analisa GC-MS bertujuan untuk mengetahui kadar bioetanol yang dihasilkan dan

komponen sampel yang terdapat dalam filtrat dengan puncak-puncak atau serapan yang dihasilkan sehingga dapat diketahui gugus apa saja yang terdapat di dalam sampel filtrat. Berdasarkan hasil analisa GC-MS pada sampel volume filtrat 60 ml menunjukkan kadar bioetanol dan komponen yang terkandung dalam sampel filtrat. Tabel 3 di atas menunjukkan hasil analisa GC-MS pada volume filtrat 60 ml dengan kemurnian bioetanol yang tinggi yaitu sebesar 81,36 % sehingga dapat disimpulkan pada volume tersebut merupakan kondisi optimum zeolit Lombok teraktivasi menyerap air dan asam

asetat dibuktikan dengan kandungan Asam asetat, metil ester (CAS) asam metil 0.28 % dan Asam asetat, etil ester (CAS) asam asetat 8.09 % dari konsentrasi destilat awalnya 40,45 %.

Berdasarkan hasil penelitian karakteristik zeolit diatas zeolit Lombok cocok digunakan sebagai adsorben. Hal ini dikarenakan oleh zeolit memiliki luas permukaan relatif besar karena jumlah pori-pori yang banyak. tetapi untuk memaksimalkan fungsional zeolit sebagai adsorben perlu dilakukan aktivasi terlebih dahulu sehingga pengotor-pengotor yang ada dalam pori-pori zeolit dapat dikeluarkan. Hal ini terbukti dari daya adsorpsi dan KTK zeolit yang relatif rendah.

SIMPULAN

Adapun karakteristik dari zeolit alam Selong belanak Lombok sebagai berikut : Kapasitas tukar kation zeolit alam Selong belanak Lombok sebesar 14,0894 meq/100 gram. Luas permukaan zeolit sebesar 16, 3537 m²/gram. Daya serap zeolit terhadap iodium relatif rendah yaitu sebesar 2.9357 %. Kadar air yang diperoleh dari zeolit alam Selong belanak Lombok yaitu 7,74 %, dan kemurnian alkohol yang dihasilkan sebesar 81,4%. Berdasarkan karakteristik tersebut, jika digunakan sebagai adsorben harus diaktivasi terlebih dahulu karena zeolit masih mengandung banyak pengotor.

DAFTAR RUJUKAN

- Alifatuz Zahro, Suci Amalia, Tri Kustono Adi, Nur Aini, 2014. *Sintesis Dan Karakterisasi Zeolit Y Dari Abu Ampas Tebu Variasi Rasio Molar SiO₂/Al₂O₃ Dengan Metode Sol Gel Hidrotermal*. UIN Maulana Malik Ibrahim Malang : Malang Alchemy vol. 3 no. 2 : 108 – 117.
- Cerry Reggiani Catri dan Suyanta. *Zeolit Alam Sebagai Adsorben Ion Logam Tembaga Dalam Air Kolam Renang Dengan Metode Adsorpsi Kolom*. Yogyakarta : FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta.

- Hulyadi, 2015. Identifikasi Massa, Luas Lermukan, Dan Suhu Optimasi Zeolit Sebagai Filter Destilat Terhadap Kemurnian Alkohol. *Prosiding seminar nasional sains dan inovasi pembelajaran berbasis kearifan local*
- Lourentius Suratno dan Susiany Ery, 2013. Preparasi Dan Karakterisasi Zeolit Alam Malang Sebagai Adsorben Pada Adsorpsi Air Dalam Pemurnian Bioetanol Membentuk *Fuel Grade Ethanol* (FGE). *Jurnal Teknik Kimia*. ISSN 1412-9612
- Khaidir. 2011. Modifikasi Zeolit Alam Sebagai Material *Molecular Sieve* dan Aplikasinya Pada Proses Dehidrasi Bioetanol. [tesis]. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Lourentius, Suratno dan Ery Susiany Retnoningtyas. 2013. Preparasi dan Karakterisasi Zeolit Alam Malang Sebagai Adsorben Pada Adsorpsi Air dalam Pemurnian Bioetanol Membentuk *Fuel Grade Ethanol* (Fge).
- [P3TM] Pusar Penelitian & Pengembangan Teknologi Mineral. 1994. *Uji KTK Mineral Zeolit*. Bandung: Pusat Penelitian & Pengembangan Teknologi Mineral.
- Rini, Dian Kusuma dan Fendy Anthonus Lingga. 2010. Optimasi Aktivasi Zeolit Alam Untuk Dehumidifikasi. [Skripsi]. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Schollenberger, C.J. and Simon, R.H., Determination of Exchange Capacity and Exchangeable Bases in Soils- Ammonium Acetate Method, *Soil Sci.*, 59, 13-24, 1945.
- Zahro A, Amalia S, Adi T.K, Aini N, 2014. *Sintesis Dan Karakterisasi Zeolit Y Dari Abu Ampas Tebu Variasi Rasio Molar SiO₂/Al₂O₃ Dengan Metode Sol Gel Hidrotermal*. UIN Maulana Malik Ibrahim Malang : Malang Alchemy vol. 3 no. 2 : 108 – 117.

PENGEMBANGAN E-MODUL INTERAKTIF MENGGUNAKAN ADOBE FLASH PADA MATERI IKATAN KIMIA UNTUK MENDORONG LITERASI SAINS SISWA

Moh. Wahyudi Catur Raharjo¹⁾, Suryati²⁾, Yusran Khery³⁾

¹⁾Pemerhati Program Studi Pendidikan Kimia, FPMIPA, IKIP Mataram

^{2&3)}Dosen Program Studi Pendidikan Kimia, FPMIPA, IKIP Mataram

Email: yudieyucie@gmail.com, suryatiagusufa2@gmail.com, yusrankhery@gmail.com

Abstrak: Ikatan kimia merupakan materi yang memiliki karakteristik konsep abstrak dan banyak konsep yang harus dipahami oleh siswa serta kurangnya kemampuan siswa dalam mengaitkan konsep yang telah dipelajari dalam kehidupan sehari-hari. E-modul interaktif merupakan bahan ajar yang efektif untuk meningkatkan literasi sains siswa. Penelitian ini bertujuan mengembangkan prototipe berupa e-modul interaktif menggunakan *adobe flash* pada materi ikatan kimia untuk mendorong literasi sains siswa. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan dengan model Nieveen yang terdiri dari 4 tahap yaitu: (1) tahap *preliminary research*, (2) tahap *prototyping stage*, (3) tahap *summative evaluation*, dan (4) tahap *systematic reflection and documentation*. Hasil pengembangan divalidasi oleh validator ahli dan praktisi menggunakan instrumen berupa angket dan uji coba kelompok terbatas kepada siswa kelas X di SMA Islam Al-Azhar NW Kayangan. Data kuantitatif hasil validasi dianalisis dengan rumus persentase dan hasil uji efektivitas dihitung dengan *N-gain*. Data kualitatif berupa tanggapan dan saran perbaikan dari validator digunakan sebagai pertimbangan untuk melakukan revisi terhadap prototipe yang dikembangkan. Secara umum penilaian validator terhadap hasil pengembangan diperoleh persentase rata-rata oleh validasi ahli 88%, kepraktisan guru 90%, dan hasil uji coba kelompok terbatas 85%, serta hasil uji efektivitas *N-gain* sebesar 0,5. Hal ini menunjukkan e-modul interaktif yang dikembangkan sangat layak untuk dilanjutkan ke tahap yang lebih luas dan dapat menumbuhkan kemampuan literasi sains siswa.

Kata Kunci: E-Modul Interaktif, Adobe flash, Literasi Sains

PENDAHULUAN

Ilmu kimia adalah materi pelajaran yang terdiri dari sebagian besar bersifat abstrak (Erlina, 2011). aspek kimia yang abstrak harus 'kasat logika', artinya kebenaran dapat dibuktikan dengan logika matematika sehingga secara rasional dapat dirumuskan (Rutfianti, 2011). Salah satu materi mata pelajaran kimia SMA adalah materi ikatan kimia. Materi ikatan kimia tergolong abstrak dan mencakup banyak teori yang harus dipahami dengan baik oleh siswa. Teori-teori tersebut antara lain tentang terbentuknya ikatan ion dan ikatan kovalen ataupun bagaimana pergerakan elektron pada ikatan logam. Teori-teori tersebut akan sulit dipahami jika pada saat pembelajaran guru tidak menggambarkan sisi mikroskopis serta memberikan contoh yang berkaitan dengan kehidupan.

PISA (*Programme for International Student Assessment*) mendefinisikan literasi sains sebagai kemampuan menggunakan pengetahuan sains, mengidentifikasi permasalahan dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti-bukti, dalam rangka mengerti serta membuat keputusan tentang alam dan perubahan yang terjadi pada alam

sebagai akibat manusia (Witte, 2003 dalam Mulyani, 2013). Literasi sains penting untuk dikuasai oleh siswa dalam kaitannya dengan bagaimana siswa dapat memahami lingkungan hidup, kesehatan, ekonomi, dan masalah-masalah lain yang dihadapi oleh masyarakat modern yang sangat bergantung pada teknologi dan kemajuan serta perkembangan ilmu pengetahuan, oleh karenanya literasi sains merupakan salah satu pilar penting didalam peningkatan kualitas sumber daya manusia khususnya dunia pendidikan sehingga para siswa diharapkan memiliki daya saing yang lebih tinggi dalam berkompetensi didalam era globalisasi dan zaman modern saat ini (Mulyani, 2013).

Pemilihan bahan ajar yang digunakan dapat mempengaruhi ketuntasan maupun kemampuan literasi sains siswa karena bahan ajar yang biasa dipakai guru kebanyakan menyajikan konten tanpa ada contoh ataupun soal yang mengaitkan dengan kehidupan sehari-hari. Sehingga membuat siswa kebanyakan membaca tanpa memahami bagaimana menerapkan konsep-konsep yang telah dipelajari dalam kehidupan sekitarnya.

Bahan ajar yang digunakan dalam proses pembelajaran dapat berupa bahan tertulis (buku teks biasa) maupun tidak tertulis (e-modul dan animasi). Menurut Arsyad (dalam Wijayanti, 2013), media pembelajaran dalam kegiatan belajar mengajar sering pula disebut sebagai bahan pengajaran/bahan ajar. Media pembelajaran disini dapat berupa e-modul interaktif, animasi, maupun *audio visual*.

Berdasarkan hasil observasi di SMA Islam Al Azhar NW Kayangan pada materi ikatan kimia, bahan ajar yang digunakan guru dalam mengajar masih menggunakan buku paket biasa atau buku teks. Model atau metode yang digunakan guru dalam mengajar masih monoton dan berpusat pada guru sehingga interaksi antara guru dengan siswa masih kurang. Selain itu, pada proses belajar dan pembelajaran kurang menarik karena pemanfaatan media pembelajaran masih kurang. Hal ini menyebabkan siswa yang belajar menjadi kurang aktif dan mandiri sehingga berpengaruh pada kemampuan literasi sains siswa.

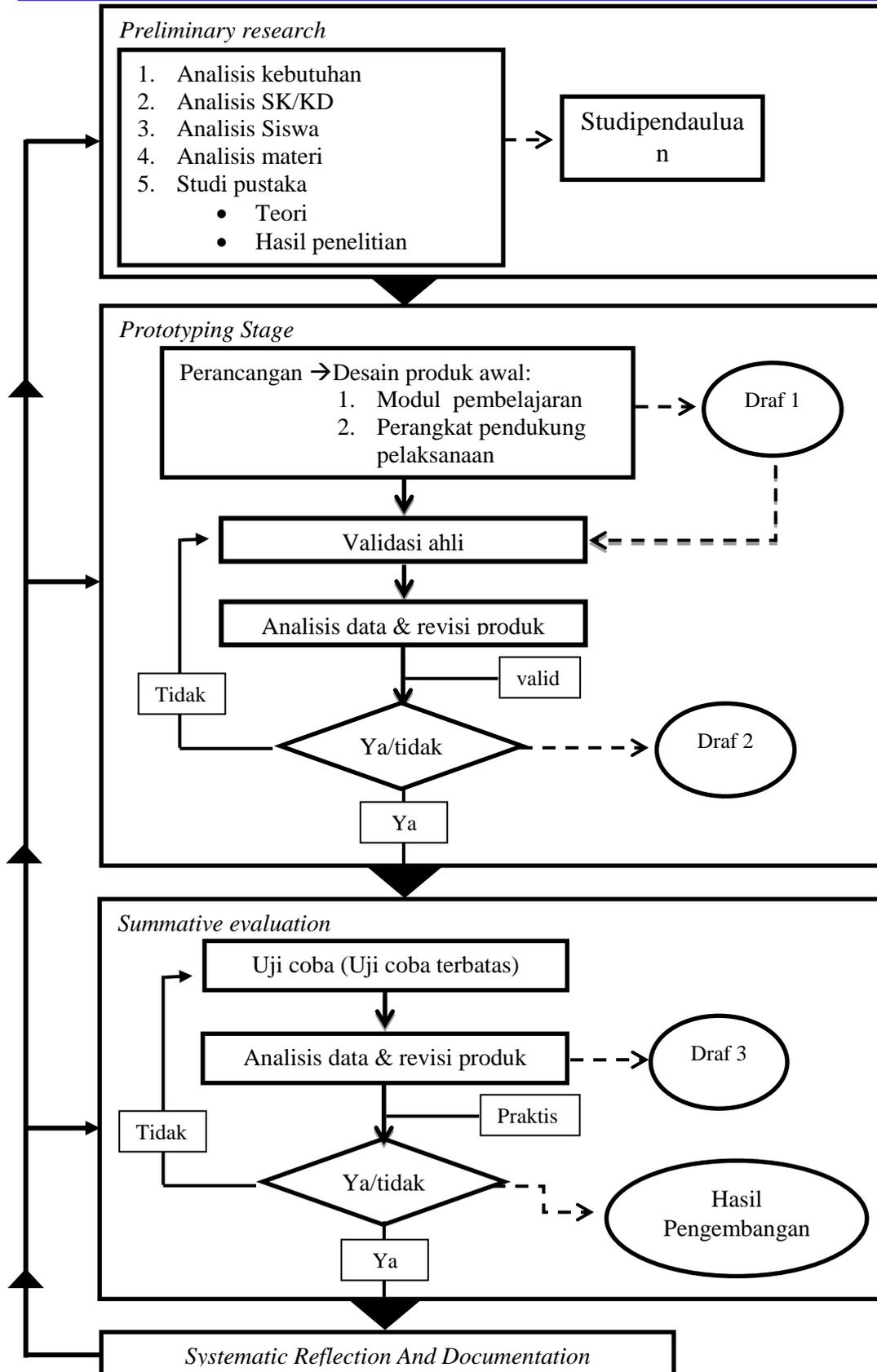
Solusi yang dapat mengatasi masalah-masalah tersebut adalah tersedianya e-modul interaktif, maka dari itu perlu dikembangkan bahan ajar berupa e-modul interaktif berbasis *flash* yang berbahasa Indonesia dan sesuai konteks lokal Lombok Barat. Dikatakan interaktif karena pengguna akan mengalami interaksi dan bersikap aktif misal aktif memperhatikan gambar, memperhatikan tulisan yang bervariasi warna atau bergerak, suara, animasi bahkan video dan film (Abdullah, Tanpa Tahun). Sehingga e-modul interaktif dapat meningkatkan kompetensi literasi sains, penguasaan materi ikatan kimia dan peserta didik yang melek sains. Penggunaan e-modul sangat efektif dalam pencapaian literasi sains, hal ini dibuktikan dengan hasil penelitian

Imaningtyas (2016) yang meneliti tentang "penerapan *e-module* berbasis PBL untuk meningkatkan literasi sains dan mengurangi miskonsepsi pada materi ekologi siswa kelas X MIA 6 SMAN 1 Karangnomo Tahun Pelajaran 2014/2015" menunjukkan bahwa penerapan perangkat pembelajaran memenuhi kriteria efektif. Hal ini ditunjukkan dengan hasil peningkatan yang terjadi diakhir siklus II bila dihitung dari Pra-Siklus adalah sebesar 21%. Adapun hasil penelitian oleh Rakhmawati (2015), yang meneliti tentang "pengembangan media pembelajaran interaktif *be fun chemist* pada materi kelarutan dan hasil kali kelarutan untuk meningkatkan literasi sains dan hasil belajar siswa SMA kelas XI" menunjukkan bahwa media pembelajaran interaktif *be fun chemist* telah mendapatkan respon baik dari siswa sebagai pengguna setelah digunakan dalam proses pembelajaran, ditandai dengan persentase penilaian yang didapatkan dari tanggapan siswa uji skala kecil dan uji skala besar yaitu 77,40% dan 83,85% yang tergolong dalam kriteria baik dan sangat baik.

Oleh karena itu perlu untuk dilakukan penelitian yang tentang "pengembangan e-modul interaktif menggunakan *adobe flash* pada materi ikatan kimia untuk mendorong kemampuan literasi sains".

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang akan menghasilkan produk bahan ajar berupa e-modul interaktif menggunakan *adobe flash* dan untuk mengetahui kelayakan dan keefektifan e-modul interaktif yang dikembangkan. Prosedur pengembangan pada penelitian ini digunakan model pengembangan Nieveen, N., McKenney, S., & Van den Akker, J. dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar. 1 Prosedur Pengembangan

Instrumen penelitian adalah alat untuk mengumpulkan data penelitian dan masing-masing untuk memenuhi kategori kevalidan, kepraktisan dan keefektifan. Instrumen yang digunakan adalah lembar validasi e-modul interaktif dan instrumen soal literasi sains. Validasi yang dimaksud untuk memperoleh saran dan masukan dari para validator dan instrumen literasi sains yang dimaksud untuk memperoleh data efektifitas e-modul interaktif dalam uji kelompok terbatas. Validator dalam hal ini yaitu dosen ahli yang berkompoten dan praktisi atau pengguna e-modul interaktif (guru). Subjek uji kelompok terbatas yaitu siswa kelas X SMA Al-Azhar NW Kayangan. Secara tehnik validasi e-modul interaktif akan divalidasi oleh 2 orang dosen ahliyang berpengalaman dalam penelitian pengembangan, 1 orang ahli desain dan 1 orang praktisi (guru). Saran dan masukan dari

validator selanjutnya akan ditindak lanjuti untuk memperbaiki e-modul interaktif.

Penilaian terhadap kevalidan dan kepraktisan e-modul interaktif terdiri dari 5 poin penilaian yakni dengan poin 5 (sangat baik), poin 4 (baik), poin 3 (cukup baik), poin 2 (kurang baik) dan 1 (tidak baik). Kesimpulan penilaian secara umum yaitu (1) Layak digunakan untuk uji coba (2) Layak digunakan untuk uji coba dengan revisi (3) Tidak layak digunakan untuk uji coba.Selanjutnya tanggapan para validator dianalisis secara deskriptif dengan merata-ratakan skor untuk tiap komponen dan aspek dari semua validator.

E-modul interaktif dikatakan memiliki derajat validitas yang baik, jika minimal tingkat validitas yang dicapai adalah kriteria baik. Jika tingkat pencapaian validitas dibawah kriteria baik, maka perlu dilakukan revisi sampai diperoleh e-modul interaktif yang baik/valid.

Tabel 1 Kriteria Kelayakan dan Revisi Produk

Tingkat pencapaian (%)	Kualifikasi	Keterangan
81-100	Sangat baik	Tidak perlu revisi/valid
61-80	Baik	Tidak perlu revisi/valid
41-60	Cukup	Revisi/tidak valid
21-40	Kurang	Revisi/tidak valid
0-20	Sangat kurang	Revisi/tidak valid

(Sumber: Muriati, 2014)

Efektivitas e-modul interaktif diperoleh dengan meminta siswa menjawab soal literasi sains dalam e-modul interaktif. Penilaian terhadap efektivitas e-modul interaktif dilakukan menggunakan uji *n-gain*.

E-modul interaktif dikatakan efektif apabila hasil tes literasi sains minimal termasuk dalam kriteria sedang yaitu $0,3 \leq g < 0,7$.

Tabel 2 Kriteria Penilaian *N-Gain*

Nilai	Kriteria
$g \geq 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq g < 0,7$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

(Sumber: Hake, 2002)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil kajian review literaturmenunjukkan bahwa ada beberapa alternatif solusi yang bisa digunakan diantaranya adalah dengan memaksimalkan adanya karakteristik ilmu kimia yang makroskopis, mikroskopis, dan simbolik pada materi ikatan kimia melalui e-modul interaktif menggunakan *adobe flash*. Selain itu dilakukan kegiatan prasurvei, hasil prasurvei langsung pada pembelajaran disekolah, terdapat beberapa masalah dalam pembelajaran yakni motivasi siswa masih rendah dalam belajar dan

siswa kurang aktif dalam pembelajaran karena bahan ajar yang digunakan guru dalam mengajar masih menggunakan buku paket biasa atau buku teks. Model atau metode yang digunakan guru dalam mengajar masih monoton dan berpusat pada guru sehingga interaksi antara guru dengan siswa masih kurang. Selain itu, pada proses belajar dan pembelajaran kurang menarik karena pemanfaatan media pembelajaran masih kurang. Hal ini menyebabkan siswa yang belajar menjadi kurang aktif dan mandiri sehingga berpengaruh pada kemampuan literasi

sains siswa. Hasil kajian tersebut digunakan peneliti untuk melakukan perencanaan rancangan pengembangan.

Setelah dilakukan rancangan e-modul interaktif menggunakan *adobe flash* pada materi ikatan kimia maka dihasilkan prototipe e-modul interaktif dengan komponen sebagai berikut:

1. Halaman Depan
Halaman depan berisi judul untuk siapa e-modul diperuntukkan, nama penyusun, nama dosen pembimbing nama instansi penyusun, logo instansi.
2. Menu Utama
Bagian menu utama adalah bagian dimana terdapat sajian kompetensi yang harus

diacpai siswa, isi materi, contoh materi, animasi, video, soal literasi sains dan beberapa fitur penting seperti; fitur/tombol petunjuk, SKKD (Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar), materi, evaluasi, tombol contoh, home, *next*, *back* yang semuanya memiliki fungsi masing-masing.

Setelah dilakukan kajian dan perancangan, maka dilakukan tahap validasi. Penilaian validator terhadap e-modul interaktif yang dikembangkan adalah baik/valid dengan persentase rata-rata dari semua validator sebesar 88%. Penilaian validator terhadap e-modul interaktif yang dikembangkan dapat dilihat pada tabel 3 dibawah.

Tabel 3 Data Validasi E-Modul Interaktif Oleh Ahli Dan Praktisi

No.	Validator	Penilaian	Persentase (%)	Kategori	Kriteria
1.	Dr. Muhammad Riol Bilad, M.Sc	112	83	Sangat baik	Tidak perlu revisi/valid
2.	Khaeruman, M.Pd	120	89	Sangat baik	Tidak perlu revisi/valid
3.	Baiq Farida Alawiyah	101	91	Sangat baik	Tidak perlu revisi/valid
4.	Nurhaeda Isnaeni, S.Pd	84	88	Sangat baik	Tidak perlu revisi/valid

Penilaian kepraktisan dari guru terhadap e-modul interaktif yang dikembangkan adalah praktis dengan persentase sebesar 90%. Penilaian terhadap

kepraktisan e-modul interaktif yang dikembangkan dapat dilihat pada tabel 4 dibawah

Tabel 4 Data kepraktisan oleh guru

No.	Praktisi	Penilaian	Persentase (%)	Kategori	Kriteria
1.	Nurheda Isnaeni, S.Pd.	72	90	Sangat baik	Tidak perlu revisi/valid

Penilaian kepraktisan dari 10 orang terhadap e-modul interaktif yang dikembangkan adalah praktis dengan persentase rata-rata sebesar 90%. Ini dapat disimpulkan bahwa menurut siswa secara keseluruhan pembelajaran dan perangkat yang dikembangkan memiliki derajat kepraktisan yang baik dan sangat baik.

Efektivitas e-modul interaktif diperoleh dengan menggunakan tes hasil kemampuan literasi sains kepada 20 siswa dengan menghitung skor yang diperoleh pada pretest dan posttest yang dihitung dengan menggunakan *n-gain*. Adapun hasil kemampuan literasi sains siswa diperoleh kriteria sedang dengan nilai *n-gain* sebesar 0,5. Sehingga e-modul yang dikembangkan telah memenuhi kriteria efektif.

Berdasarkan semua kajian di atas dapat dinyatakan bahwa pengembangan e-

modul interaktif menggunakan *adobe flash* pada materi ikatan kimia untuk menumbuhkan literasi sains siwa merupakan prototipe yang telah teruji valid, praktis dan efektif sehingga dapat digunakan pada pembelajaran kimia dengan membawa siswa untuk lebih aktif dalam belajar mandiri dan dapat mengkonstruksi konsep-konsep serta dapat menerapkan konsep tersebut dalam kehidupan sehari-hari.

SIMPULAN

1. Bentuk karakteristik pengembangan prototipe berupa e-modul interaktif menggunakan *adobe flash* pada materi ikatan kimia
2. Hasil uji kelayakan prototipe e-modul interaktif oleh ahli diperoleh rata-rata persentase kelayakan sebesar 88% dengan kriteria layak. Kemudian hasil uji kelayakan e-modul interaktif oleh guru

mata pelajaran kimia diperoleh persentase kelayakan sebesar 90% selanjutnya uji kelompok terbatas pada 10 orang siswa diperoleh persentase kelayakan rata-rata sebesar 85%. Dari hasil tersebut prototipe e-modul interaktif hasil pengembangan dinyatakan sangat layak dengan rata-rata persentase 88%.

3. Hasil uji efektifitas prototipe e-modul interaktif menggunakan *adobe flash* untuk kemampuan literasi sains dari 20 siswa diperoleh rata-rata *N-gain* sebesar 0,5 dengan kriteria sedang.

SARAN

1. Prototipe e-modul interaktif menggunakan *adobe flash* ini perlu dilakukan uji efektifitas pada pembelajaran formal untuk mendapatkan nilai *N-gain* yang lebih tinggi.
2. Prototipe e-modul interaktif menggunakan *adobe flash* dapat mendorong literasi sains siswa perlu dikembangkan ke jenjang yang lebih praktis seperti *mobile android*.

DAFTAR RUJUKAN

- Abdullah dkk. Tanpa Tahun. *Pengembangan Bahan Ajar Modul Interaktif Konsep Dasar Kerja Motor 4 Langkah Kelas X Di Madrasah Aliyah Negeri 2 Tanjungkarang*. Bandara Lampung: FKIP Unila.
- Agung, nugraha, 2015. *Penggunaan E-Module Pembelajaran Pada Konsep Sifat Koligatif Larutan Untuk Mengembangkan Literasi Kimia Siswa*. Prosiding seminar nasional inovasi dan pembelajaran sains 8-9 juni. Bandung.
- Erlina, 2011. *Deskripsi Kemampuan Berpikir Formal Mahasiswa Pendidikan Kimia Universitas Tanjungpura*. Jurnal visi ilmu pendidikan hal 631-640. FMIPA FKIP UNTAN.
- Imaningtyas, Citra Devi dkk. 2016. *Penerapan E-Modul Berbasis Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Literasi Sains Dan Mengurangi Miskonsepsi Pada Materi Ekologi Siswa X MIA 6 SMAN 1 Karangnom Tahun Pelajaran 2014/2015*. BIOEDUKASI volume 9, nomor 1, hal 4-10. Surakarta.

- Mulyani, HRA. 2013. *Pengaruh Penerapan Pembelajaran Kontekstual Terhadap Peningkatan Penguasaan Konsep Bahan Kimia Dalam Kehidupan Sehari-hari dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas VIII SMP Negeri 4 Metro*. Bioedukasi Vol. 4 No. 2. FKIP Universitas Muhammadiyah Metro.

- OECD, 2013. PISA 2015 Science Framework Draft March 2013. Available: www.oecd.org

- PISA, 2015. *Draft Science Framework*. Hal 1-54.

- Rakhmawati, Rizki Bintari. 2015. *Pengembangan Media Pembelajaran Interatif Be Fun Chemist Pada Materi Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan Untuk Meningkatkan Literasi Sains Dan Hasil Belajar Siswa SMA Kelas XI*. UNNES.

- Ramayanthi, Luh Asri dkk. 2015. *Pengembangan E-Modul Berbasis Scientific Pada Mata Pelajaran Pengolahan Citra Digital Kelas XI Multimedia Di SMK Negeri 3 Singaraja*. Kumpulan artikel mahasiswa pendidikan tekhik informatika (KARMPATI) Vol. 4 no. 5. Universitas Pendidikan Ganesha.

- Setiani, Rina. 2015. *Pengembangan Media Pembelajaran Mengapresiasi Teks Cerita Pendek Berbasis Adobe Flash CS5 Untuk Kelas XI SMA*. Skripsi Tidak Terpublikasi. Universitas Negeri Yogyakarta.

- Rutfianti, Etna. 2011. *Apakah Karakteristik Pembelajaran Kimia?*. Hal 1.

- Syauqi, Khusni. 2012. *Pengembangan Media Pembelajaran Modul Interaktif Las Busur Manual Di SMK Negeri Sedayu*. Universitas Negeri Yogyakarta.

- Wijayanti, Winna dkk. 2011. *Pengembangan Media Pembelajaran Kimia Berbasis Flash Berbahasa Inggris Pada Materi Larutan Asam-Basa Untuk SMA/MA Kelas XI*. Malang: Universitas Negeri Malang.

PENGARUH JENIS PELARUT DAN SENYAWA PENGEMBAN TERHADAP EFISIENSI PEMISAHAN LOGAM PERAK DENGAN TEKNIK MEMBRAN CAIR BERPENDUKUNG

Samsul Bahri¹⁾, Yeti Kurniasih²⁾, Ahmadi³⁾

¹⁾Pemerhati Program Studi Pendidikan Kimia, FPMIPA, IKIP Mataram

^{2&3)}Dosen Program Studi pendidikan Kimia, FPMIPA, IKIP Mataram

E-mail : backsyam@gmail.com

Abstract: Silver metal found in the metal plating industry wastewater, industrial process photography and X-ray film process. Wastes that still lack the metallic ions of silver if thrown in the water without further treatment would endanger the life of organisms, mainly bacteria, plants and living things, as silver metal is a metal that is toxic in dissolved form. One separation technique can be used with supported liquid membrane (SLM) technique. This study aimed to identify the type of solvent and carrier compound to percent transport of silver metal from the feed phase to phase receivers with SLM techniques. This type of research used in this study was an experimental research in the laboratory. Percent transport of metal ions Ag⁺ with techniques SLM had done by varying the type of solvent was n-hexane, kerosene, toluene and chloroform to dissolve the compound carrier TBP and D2EHPA with each concentration 1 M. The concentration of the metal ions Ag⁺ in phase receiver after separation techniques SLM was measured by Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) at a wavelength of 328.1 nm, then the calculated percent metal Ag⁺ ion transport. Based on the results showed that the percent of the silver metal transport centipede on the use of solvent n-hexane and chloroform, with transport by 33.9% percent. While the percent of the highest transport to the use of compounds that was using the carrier of carrier compound TBP, with transport by 33.9% percent.

Keyword: Supported Liquid Membrane, Carrier Compound, Solvent Type

PENDAHULUAN

Perak merupakan logam putih mengkilap, tahan korosi dan ringan serta penghantar listrik yang baik. Perak memiliki nilai komersial yang cukup tinggi setelah emas dan platina. Pada umumnya perak ditemukan di alam bersama-sama dalam bijih dengan logam Zn, Pb, Co, Ni dan Au. Jumlah perak yang cukup signifikan diperoleh pada ekstraksi timbal dari bijihnya dan pemurnian tembaga secara elektrolisis. Selain bersumber dari bijih mineral yang ada di alam, logam perak juga dijumpai dalam limbah cair industri pelapisan logam, industri proses fotografi, dan proses film X ray. Dalam limbah cair industri pelapisan logam, konsentrasi Ag umumnya kurang dari 1 ppm, sedangkan pada limbah industri fotografi konsentrasi Ag bisa mencapai 1.000-10.000 ppm. Kandungan logam Perak yang ada di limbah tersebut sangat berbahaya jika limbahnya langsung dibuang ke lingkungan.

Limbah yang masih mengandung logam perak jika dibuang di perairan tanpa pengolahan limbah lebih lanjut akan membahayakan kehidupan organisme terutama bakteri, tumbuhan serta makhluk hidup, karena logam perak merupakan logam berat yang sangat toksik. Logamini dapat menimbulkan

efek kesehatan bagi manusia tergantung pada bagian mana logam tersebut terikat dalam tubuh. Daya racun yang dimiliki akan bekerja sebagai penghalang kerja enzim, sehingga proses metabolisme tubuh terputus. Lebih jauh lagi, logam ini akan bertindak sebagai penyebab alergi, mutagen, teratogen atau karsinogen bagi manusia. Dengan demikian perlu dilakukan pemisahan untuk menurunkan kadar logam perak dari limbah sebelum dibuang ke lingkungan (Nusa, 2010).

Teknik pemisahan yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan diatas adalah teknik membran cair berpendukung (*Supported Liquid Membrane*, SLM) (Djunaidi dkk, 2007). Teknik membran cair berpendukung merupakan teknik pemisahan yang dimana ekstraktan dalam pelarut yang sesuai diimobilisasi dalam membran pendukung berupa membran padat.

Pada pemisahan SLM transpor ion logam dari fasa umpan ke fasa penerima dilakukan oleh senyawa pengemban yang terdapat di membran. Senyawa pengemban pada teknik SLM sangat berpengaruh terhadap transpor logam perak dari fasa umpan ke fasa penerima. Senyawa pengemban yang berada di fasa membran akan membentuk kompleks dengan logam perak di fasa umpan. Kompleks

ini akan berdifusi ke antarmuka sisi fasa penerima, dimana selanjutnya membebaskan ion Ag^+ ke dalam larutan penerima. Struktur molekuler pengemban dan peristiwa kimia yang terlibat dalam kompleksasi adalah faktor yang paling menentukan dalam meningkatkan selektivitas membran. Jenis pelarut yang digunakan dalam senyawa pengemban dalam fasa membran juga akan mempengaruhi proses transpor logam perak dari fasa umpan ke fasa penerima.

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh jenis pelarut dan senyawa pengemban terhadap pemisahan logam perak dengan teknik membran cair berpendukung (*Supported Liquid Membrane, SLM*).

METODE PENELITIAN

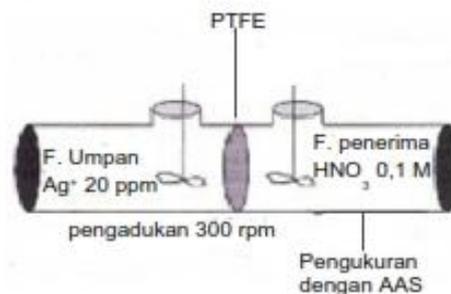
Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah : seperangkat alat pemisahan SLM, spektrofotometer Serapan Atom (AAS) untuk menentukan persen transpor logam perak, seperangkat alat destilasi dan peralatan gelas lainnya. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah : larutan $AgNO_3$ sebagai standar perak, larutan pengemban (D2EHPA dan TBP), HNO_3 , membran WHATMAN politetrafluoroetilen (PTFE) dengan diameter 47 mm dan ukuran pori 0,5 μm , pelarut organik (n-heksana, kerosen, toluena, dan kloroform) dan aquades.

Prosedur Penelitian

Membran cair dibuat dengan melarutkan masing-masing senyawa pengemban TBP, dan D2EHPA dengan pelarut

n-heksana, kerosen, toluena dan kloroform. Membran pendukung PTFE direndam dalam larutan pengemban tersebut selama 2 jam, selanjutnya diambil dan diletakkan di antara kertas tisu dengan tujuan untuk mengurangi kelebihan larutan senyawa pengemban, kemudian diletakkan sedemikian rupa pada alat pemisahan di antara fasa umpan dan fasa penerima seperti gambar 1. Proses pemisahan ion perak dari fasa umpan ke fasa penerima melalui fasa membran dilakukan selama 5 jam dengan kecepatan pengadukan 300 rpm.



Gambar 1. Alat SLM

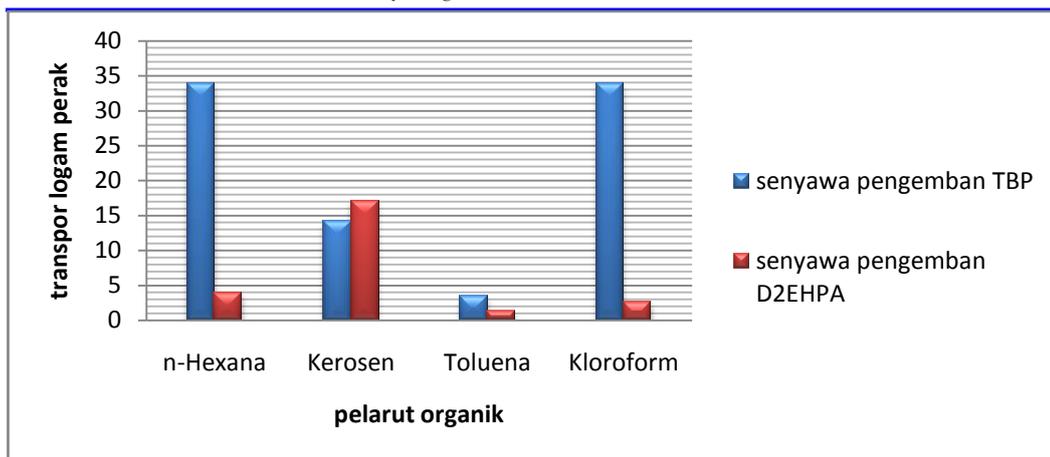
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengaruh jenis pelarut terhadap persen transpor logam perak

Untuk memperoleh data pengaruh jenis pelarut terhadap transpor logam perak dilakukan dengan cara memvariasikan jenis pelarut yang digunakan untuk melarutkan senyawa pengemban. Jenis pelarut yang digunakan adalah n-heksana, kerosen, toluena dan kloroform. Hasil transpor logam perak dari fasa umpan ke fasa penerima dengan menggunakan jenis pelarut yang berbeda ditunjukkan dalam tabel 1 dan gambar 2 berikut:

Tabel 1. Pengaruh jenis pelarut terhadap persen transpor logamn perak

No	Jenis Pelarut	Persen transpor logam perak	
		TBP	D2EHPA
1	n-Hexana	33,9	4,0
2	Kerosen	14,2	17,0
3	Toluena	3,4	1,3
4	Kloroform	33,9	2,6

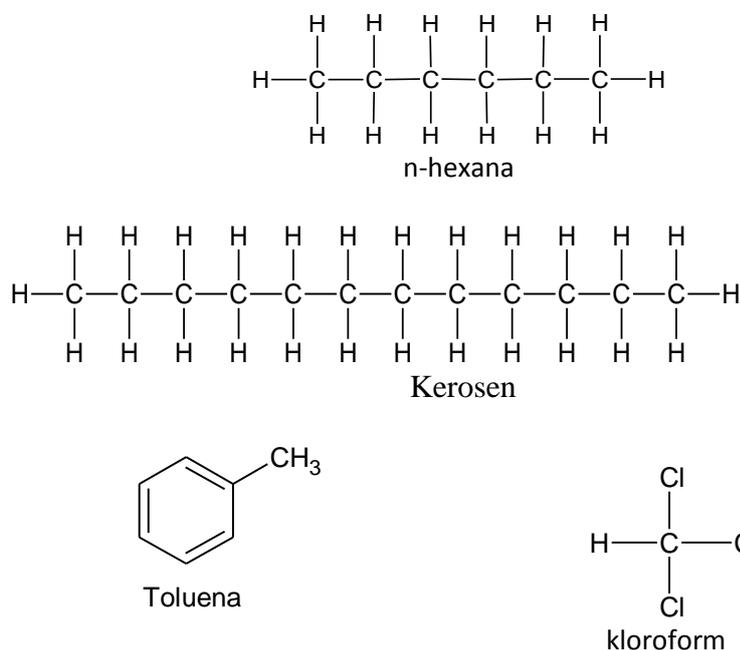


Gambar 2. Hubungan jenis pelarut terhadap persen transfer logam perak

Berdasarkan diagram batang tersebut, terlihat bahwa adanya hubungan antara jenis pelarut yang digunakan untuk melarutkan senyawa pengemban dengan persen transfer logam perak dari fasa umpan ke fasa penerima. Pada gambar tersebut, dapat dilihat bahwa persen transfer tertinggi diperoleh pada penggunaan pelarut n-hexana dan kloroform untuk senyawa pengemban TBP, dimana diperoleh persen transfer perak

sebesar 33,9%. Sedangkan persen transfer logam perak yang terendah diperoleh pada penggunaan pelarut toluena untuk senyawa pengemban D2EHPA, dimana persen transfer perak diperoleh sebesar 1,3%.

Perbedaan persen transfer perak pada masing-masing pelarut dipengaruhi oleh struktur molekul dari pelarut. Struktur molekul dari masing-masing pelarut dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Struktur pelarut organik

Dilihat dari struktur molekul pelarut pada gambar 4.3, pelarut n-hexana dan kloroform memiliki struktur yang lebih polar dibandingkan pelarut kerosen dan

toluena, sehingga n-hexana dan kloroform dapat melarutkan senyawa pengemban TBP dengan lebih sempurna untuk menghasilkan transfer logam perak yang tinggi.

Namun demikian penggunaan pelarut n-hexana dan kloroform pada senyawa pengemban D2EHPA menghasilkan transpor logam perak yang rendah. Hal ini akibat adanya interaksi yang kuat antara senyawa pengemban D2EHPA dengan pelarut, sehingga ikatan kompleks D2EHPA-Ag yang terbentuk di fasa membran sulit untuk dilepaskan kembali ke fasa penerima.

Penggunaan pelarut kerosen dan toluena untuk senyawa pengemban TBP dan D2EHPA memberikan persen transpor logam yang rendah. Hal ini karena toluena dan kerosen sama-sama merupakan senyawa nonpolar sehingga kurang dapat

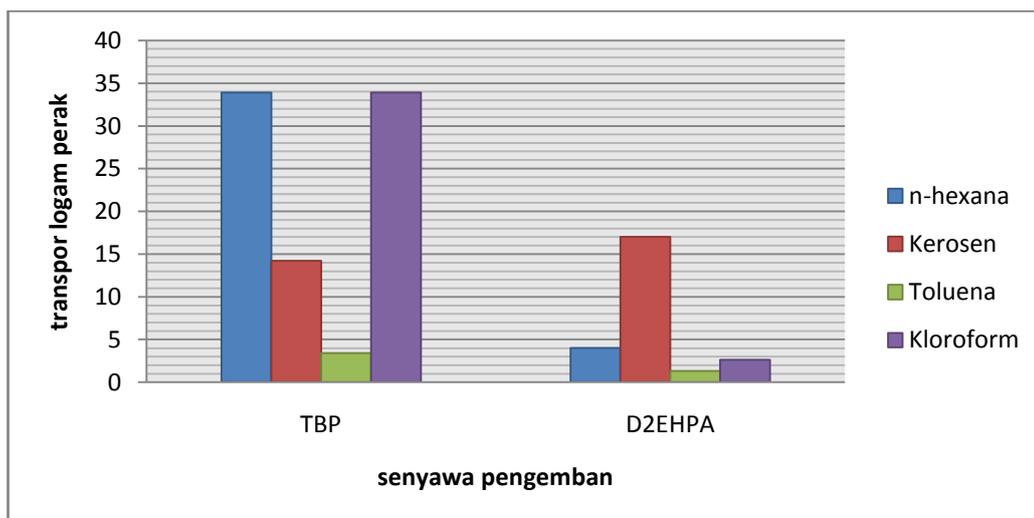
melarutkan senyawa pengemban dengan baik.

2. Pengaruh jenis senyawa pengemban terhadap persen transpor logam perak

Untuk memperoleh data pengaruh jenis senyawa pengemban terhadap persen transpor logam perak dilakukan dengan cara memvariasikan senyawa pengemban dalam pelarut organik. Senyawa pengemban yang digunakan adalah TBP dan D2EHPA dengan konsentrasi masing-masing 1M. Hasil transpor logam perak dari fasa umpan ke fasa penerima dengan menggunakan jenis senyawa pengemban yang berbeda ditunjukkan dalam tabel 2 dan gambar 4 berikut:

Tabel 2. Pengaruh jenis senyawa pengemban terhadap persen transpor logam perak

No	Jenis senyawa pengemban	Jenis pelarut terhadap % transpor logam perak			
		n-hexana	Kerosen	Toluena	Kloroform
1	TBP	33,9	14,2	3,4	33,9
2	D2EHPA	4,0	17,0	1,3	2,6

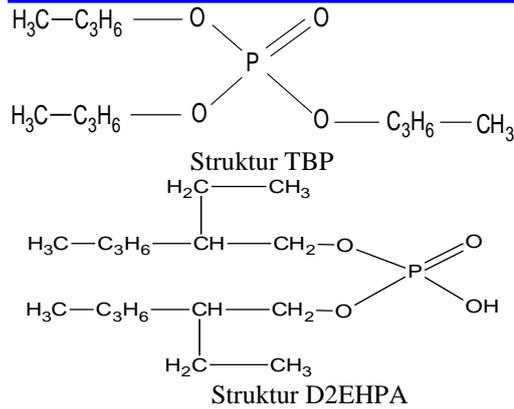


Gambar 4. Hubungan jenis senyawa pengemban terhadap persen transpor logam perak

Berdasarkan diagram batang tersebut, terlihat bahwa ada hubungan antara jenis senyawa pengemban yang digunakan dalam fasa membran terhadap persen transpor logam perak dari fasa umpan ke fasa penerima seperti yang terlihat pada gambar 4. Pada diagram tersebut, dapat dilihat bahwa persen transpor tertinggi diperoleh pada penggunaan senyawa pengemban TBP dengan pelarut n-hexana dan kloroform, dimana diperoleh persen transpor sebesar 33,9%. Sedangkan persen transpor logam perak yang terendah diperoleh pada

penggunaan senyawa pengemban D2EHPA dengan pelarut toluena, dimana persen transpor diperoleh sebesar 1,3%.

Perbedaan persen transpor perak dengan senyawa pengemban yang berbeda dipengaruhi oleh struktur dan sifat senyawa pengemban. Struktur molekul dari masing-masing senyawa pengemban dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Struktur jenis senyawa pengemban

Gambar 5. memperlihatkan rumus struktur dari senyawa pengemban. Senyawa pengemban TBP memiliki 3 gugus etil yang terikat pada gugus fosfat. Senyawa TBP merupakan senyawa pengemban yang bersifat netral yang tidak mengalami ionisasi. Mekanisme transpor ion logam perak dari fasa umpan ke fasa penerima terjadi melalui proses solvasi, akibatnya proses *stripping* (pelepasan) logam perak akan lebih mudah menuju ke fasa penerima. Hal ini yang akan menyebabkan persen transpor logam perak lebih tinggi dengan menggunakan senyawa pengemban TBP.

Gambar 5 memperlihatkan bahwa senyawa D2EHPA memiliki 2 gugus alkil yaitu 2-etil butil yang terikat pada gugus

fosfat. Senyawa D2EHPA merupakan senyawa pengemban yang bersifat asam sehingga dapat mengalami ionisasi dengan melepaskan ion H^+ pada antarmuka fasa membran dengan fasa umpan. Mekanisme transpor logam Ag dari fasa umpan menuju fasa membran terjadi melalui terbentuknya antara ion logam Ag dengan membentuk kompleks D2EHPA-Ag. Kompleks D2EHPA-Ag ini sangat kuat, sehingga pada proses *stripping* logam Ag menuju fasa penerima akan lebih sulit. Dengan demikian persen transpor logam perak akan lebih rendah dengan menggunakan senyawa pengemban D2EHPA.

DAFTAR RUJUKAN

- Djunaidi, M.C., dkk. 2007. "Recovery Perak dari Limbah Fotografi melalui Membran Cair Berpendukung dengan Senyawa Pembawa Asam Di-2-Etil Heksilfosfat (D2EHPA)". *Reaktor*, Vol 11, No. 2, Hal : 98-103.
- Nusa, I.D.,. 2010. "Metode Penghilangan Logam Berat (As, Cd, Cr, Ag, Cu, Pb, Ni, dan Zn) di dalam Air Limbah Industri". *JAI*, Vol. 6, No. 2, 136-148. Jakarta pusat: Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT.

FEKTIVITAS FOTOREDUKSI ION Cu(II) TERKATALISIS TiO₂ DALAM LIMBAH CAIR INDUSTRI KERAJINAN PERAK DI DESA UNGGA KEC. PRAYA LOMBOK TENGAH

Husnul Hatimah

Dosen Program Studi Pendidikan Kimia FPMIPA IKIP Mataram

E-mail: husnulhatimah@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini telah dilakukan kajian pengaruh penambahan fotokatalis TiO₂ dalam limbah cair industri kerajinan perak di Desa Ungga Kec. Praya Kab. Lombok Tengah terhadap efektivitas fotoreduksi ion Cu(II) yang terkatalisis oleh TiO₂. Proses fotoreduksi dilakukan dengan cara menyinari limbah cair yang mengandung ion Cu(II) tanpa maupun dengan adanya penambahan serbuk fotokatalis TiO₂ dalam reaktor tertutup yang dilengkapi dengan lampu UV. Kondisi proses fotoreduksi adalah 50 mL limbah perak yang mengandung ion Cu(II) dengan waktu reaksi selama 24 jam dan massa TiO₂ 20 mg pada setiap 10 ppm konsentrasi ion Cu(II). Hasil fotoreduksi ditentukan berdasarkan selisih konsentrasi ion Cu(II) awal dengan konsentrasi ion Cu(II) sisa dalam limbah kerajinan perak tanpa maupun dengan penambahan fotokatalis TiO₂. Selanjutnya, data yang diperoleh dibandingkan terhadap hasil fotoreduksi ion Cu(II) terkatalisis TiO₂ murni skala laboratorium. Jumlah logam dalam campuran ditentukan dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom (AAS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa dalam limbah kerajinan perak yang mengandung ion Cu(II) penambahan TiO₂ dapat meningkatkan efektivitas fotoreduksi ion Cu(II) dari 6,57% menjadi 33,38%, yang diawali dengan proses adsorpsi. Adanya ion lain menyebabkan terjadinya kompetisi reduksi antar logam sehingga dapat menurunkan efektivitas fotoreduksi ion Cu(II) terkatalisis TiO₂ dalam limbah kerajinan perak di Desa Ungga Kec. Praya Kab. Lombok Tengah

Kata Kunci : Cu(II), Ag(I), Fotoreduksi limbah kerajinan perak, TiO₂,

PENDAHULUAN

Kerajinan perak merupakan salah satu bidang usaha yang ditekuni oleh masyarakat di Desa Ungga Kec. Praya Lombok Tengah. Selain menghasilkan perhiasan-perhiasan indah berbahan baku perak, usaha ini juga memproduksi limbah dari proses pengolahan perak tersebut yaitu dari tahap penyepuhan, pelapisan (elektroplating), tahap pembilasan untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada logam perak sehingga menjadi satu barang. Salahsatunya adalah limbah cair yang mengandung salah satu logam yaitu tembaga (Cu).

Pada konsentrasi relatif tinggi, ion Cu yang dapat membahayakan kesehatan manusia, karena mengganggu fungsi ginjal, kerusakan otak, dan pengendapan Cu pada kornea mata (Manahan, 2003). Limbah cair industri perak tidak hanya mengandung ion logam Cu saja, tetapi juga dapat bersama-sama dengan logam lain seperti ion Ag(I), Hg(I) dan Cr(VI). Logam-logam tersebut juga merupakan logam berbahaya dan toksik karena dapat merusak paru-paru, hati, ginjal, sistem syaraf pusat otak dan bisa menyebabkan penyakit kanker.

Hal tersebut mendorong dilakukan berbagai pengembangan metode penanganan air limbah dalam upaya untuk menghilangkan atau mengurangi konsentrasi ion Cu(II) tersebut.

Metode kimia yang baru-baru ini menarik perhatian adalah fotoreduksi terkatalisis. Penanganan limbah ion Cu(II) dengan cara fotoreduksi terkatalisis adalah reaksi reduksi ion Cu(II) menggunakan bantuan cahaya ultraviolet dan dipercepat dengan bantuan fotokatalis semikonduktor seperti TiO₂.

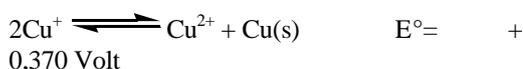
Tembaga Cu(II)

Tembaga (Cu) memiliki nomor atom 29 dengan konfigurasi elektron 1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p⁶ 3d¹⁰ 4s¹, yang menempatkannya pada golongan transisi IB dan periode ke-4 dalam tabel periodik. Cu mempunyai 2 bilangan oksidasi yaitu +2 dan +1 (Cotton dan Walkinson 1989). Di lingkungan perairan, ion Cu²⁺ lebih banyak ditemukan karena lebih stabil dibandingkan dengan ion Cu⁺. Ion Cu²⁺ dapat mengalami reduksi dengan adanya arus listrik menjadi ion Cu⁺ atau Cu⁰, tergantung

dari nilai potensial reduksinya. Reaksi reduksi Cu(II) dan potensial reduksinya dapat dituliskan sebagai berikut (Vogel, 1990):



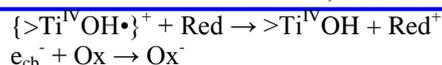
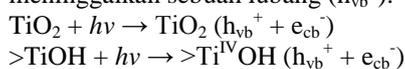
Di perairan yang kandungan oksigennya rendah dapat menyebabkan ion Cu^{2+} tereduksi menjadi ion Cu^+ . Namun ion Cu(I) dalam perairan sangat tidak stabil dan cepat berubah kembali menjadi Cu(II), Ion Cu(II) lebih mudah tereduksi menjadi Cu(0) karena harga potensial reduksinya lebih besar dibandingkan dengan harga potensial reduksi ion Cu(II) menjadi ion Cu(I).



Di antara spesies Cu(II) tersebut, ion Cu^{2+} merupakan ion yang paling mudah tereduksi daripada spesies-spesies yang lain. Ion-ion $\text{Cu}_2(\text{OH})_2^{2+}$, CuOH^+ sulit tereduksi karena adanya pembentukan kompleks atom pusat Cu dengan ligan hidroksida, yang dapat menghalangi interaksi antara elektron dengan ion Cu^{2+} . Sementara itu, spesies ion $\text{Cu}(\text{OH})_3^-$ dan ion $\text{Cu}(\text{OH})_4^{2-}$ tidak dapat mengalami reduksi karena berikatan dengan ligan hidroksida membentuk senyawa kompleks yang bermuatan negatif. Senyawa kompleks ini dapat menghalangi interaksi antara Cu(II) dengan elektron karena kerapatan elektron di sekitar ion Cu(II) semakin meningkat. Spesies ion Cu(II) yang lain yaitu endapan $\text{Cu}(\text{OH})_2$ tidak dapat direduksi karena berfasa padat.

TiO2

TiO_2 merupakan kristal berwarna putih dengan titik lebur 1855°C , berfungsi sebagai fotokatalis yaitu bahan yang dapat mempercepat reaksi yang diinduksi oleh cahaya. Hal ini karena TiO_2 mempunyai struktur semikonduktor yaitu struktur yang dikarakterisasi oleh pita valensi yang terisi penuh elektron dan pita konduksi yang kosong, dimana keduanya membentuk celah yang disebut *bandgap* (E_g). Selanjutnya, ketika semikonduktor dikenai foton dengan energi $h\nu$ yang sama atau melebihi energi *bandgap* dari semikonduktor, elektron (e_{cb}^-) akan tereksitasi dari pita valensi ke pita konduksi, meninggalkan sebuah lubang (h_{vb}^+).



METODE PENELITIAN

Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Limbah Kerajinan Perak dari Desa Ungga Kec. Praya Kab. Lombok Tengah, TiO_2 , HCl 37%, Aquades, Aguabides

Alat-Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah peralatan gelas laboratorium, Kertas Saring whatmann 22, kertas Indikator pH, satu set reaktor yang dilengkapi dengan lampu UV tipe *black light blue* (BLB) 40 watt 220 volt dengan panjang gelombang 340-390 nm, magnetic plate stirrer (plat pengaduk magnetik), neraca analitik Mettler AE 100 dan Mettler AT 200, pH meter HM-58 buatan TOA Electronics Ltd. Satu set alat *Spektrofotometer Serapan Atom* (SSA) Purkin Elmer model 3110.

Prosedur Penelitian

Tahapan penelitian terdiri dari: (1) Pengukuran volume limbah yang digunakan dalam penelitian, (2) proses fotoreduksi ion Cu(II) yang terkatalisis TiO_2 , (3) analisis ion logam Cu(II) dengan metode Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

Langkah-langkah pengambilan data adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh penyinaran dilakukan Proses fotoreduksi limbah cair kerajinan perak yang mengandung ion Cu(II) tanpa maupun dengan penyinaran.
2. Untuk mengetahui pengaruh katalis TiO_2 dilakukan dengan cara melakukan proses adsorpsi pada limbah cair tanpa maupun dengan penambahan katalis pada kondisi tanpa penyinaran.
3. Untuk mengetahui optimasi pengaruh penyinaran dan katalis TiO_2 dilakukan dengan cara melakukan proses fotoreduksi pada limbah cair tanpa maupun dengan penyinaran dan penambahan foto katalis TiO_2 dalam reaktor tertutup yang dilengkapi dengan lampu UV.

Kondisi proses fotoreduksi adalah 50 mL limbah perak yang mengandung ion Cu(II) dan Ag(I) dengan waktu reaksi selama 24 jam dan massa TiO_2 20 mg pada setiap 10 ppm konsentrasi ion Cu(II). Hasil fotoreduksi ditentukan berdasarkan selisih konsentrasi ion Cu(II) awal dengan konsentrasi ion Cu(II) sisa dalam limbah kerajinan perak tanpa maupun

dengan penambahan fotokatalis TiO_2 . Selanjutnya, data yang diperoleh dibandingkan terhadap hasil fotoreduksi ion $Cu(II)$ terkatalisis TiO_2 murni skala laboratorium. Jumlah logam dalam campuran ditentukan dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom (AAS).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan dibahas hasil penelitian tentang pengaruh katalis TiO_2 dalam limbah kerajinan perak terhadap efektivitas fotoreduksi $Cu(II)$. Proses fotoreduksi $Cu(II)$ terkatalisis TiO_2 dilakukan dengan cara menyinari limbah cair yang mengandung ion $Cu(II)$, serbuk katalis TiO_2 , disertai dengan pengadukan selama waktu tertentu dengan lampu UV. Sinar UV tersebut berfungsi sebagai sumber energi foton ($h\nu$) dalam proses fotoreduksi $Cu(II)$, sedangkan pengadukan dilakukan agar seluruh reaktan dapat bercampur dengan baik dan dapat berinteraksi dengan cahaya UV secara efektif.

Pengaruh adanya fotokatalis TiO_2 terhadap efektivitas fotoreduksi $Cu(II)$ dipelajari dengan cara melakukan proses fotoreduksi tanpa dan dengan penambahan fotokatalis TiO_2 , sedangkan untuk mempelajari pengaruh sinar UV terhadap efektivitas fotoreduksi $Cu(II)$ dilakukan proses tanpa dan dengan adanya penyinaran dengan sinar UV. Proses dilakukan pada kondisi optimum fotoreduksi $Cu(II)$ sesuai dengan hasil yang diperoleh Nurhayati (2007) dan Fitriani (2007). Kondisi tersebut adalah 50 mL $Cu(II)$ 10 ppm, 20 mg TiO_2 dengan lama penyinaran 24 jam.

Efektivitas fotoreduksi ion $Cu(II)$ dinyatakan dalam persentase ion $Cu(II)$ tereduksi, yaitu ditentukan berdasarkan selisih antara konsentrasi awal ion $Cu(II)$ dengan konsentrasi $Cu(II)$ sisa setelah proses fotoreduksi. Konsentrasi ion $Cu(II)$ sisa atau yang tidak tereduksi ditentukan dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).

Hasil analisis awal penentuan konsentrasi ion $Cu(II)$ pada limbah cair industri kerajinan perak di Desa Ungga Kec. Praya Kab. Lombok Tengah adalah:

Tabel 1. Konsentrasi $Cu(II)$ dalam limbah cair kerajinan perak di Desa Ungga

Ion	Cont. Ion (ppm)
$Cu(II)$	1028.4797

Langkah selanjutnya adalah melakukan treatment terhadap limbah cair yaitu

dengan melakukan pengenceran sebanyak 100 kali pengenceran kemudian dianalisis.

Pengaruh Sinar UV terhadap Efektivitas Fotoreduksi $Cu(II)$ dalam limbah kerajinan perak

Pengaruh sinar UV terhadap efektivitas fotoreduksi $Cu(II)$ dalam limbah cair industri kerajinan perak dipelajari dengan cara melakukan proses fotoreduksi tanpa penambahan fotokatalis TiO_2 diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Konsentrasi $Cu(II)$ dalam limbah setelah pengenceran dan pengaruhnya terhadap sinar UV

Ion	Cont. Ion (ppm)
$Cu(II)$	9.873
$Cu(II) + UV$	9.224

Tabel 2. Menunjukkan bahwa fotoreduksi ion $Cu(II)$ menjadi $Cu(0)$ tanpa adanya fotokatalis TiO_2 dapat berlangsung, yang menyebabkan pengurangan ion $Cu(II)$ sebesar 0.649 ppm atau sekitar 6.573%, angka ini lebih kecil jika di bandingkan dengan persen $Cu(II)$ skala laboratorium yaitu mencapai 9.03%. Reaksi fotoreduksi $Cu(II)$ dapat terjadi karena ion $Cu(II)$ menangkap elektron yang berasal dari fotolisis air, setelah terkena sinar UV. Proses fotolisis air berlangsung lambat dan hanya menghasilkan elektron dalam jumlah yang relatif sedikit, penurunan persen $Cu(II)$ yang hilang juga dimungkinkan disebabkan oleh adanya kompetisi fotoreduksi antara ion $Cu(II)$ dengan ion dari logam lain yang terkandung dalam limbah cair kerajinan perak dalam menangkap elektron yang berasal dari proses fotolisis air, mengingat dalam proses pembuatan perhiasan perak memiliki rangkaian tahapan yang menggunakan beberapa jenis cairan kimia seperti air raksa yang mengandung logam Hg dan debu Ag dari proses penyepuhan perak, .

Pengaruh Katalis TiO_2 terhadap Efektivitas reduksi $Cu(II)$ dalam limbah kerajinan perak.

Pengaruh Katalis TiO_2 terhadap efektivitas fotoreduksi $Cu(II)$ dalam limbah cair industri kerajinan perak, dipelajari dengan cara melakukan proses reduksi dengan penambahan fotokatalis TiO_2 dalam keadaan gelap. Diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 3. Konsentrasi Cu(II) dalam limbah cair dan penambahan serbuk TiO₂ tanpa sinar UV

Ion	Cont. Ion (ppm)
Cu(II)	9.873
(Cu(II) + TiO ₂) gelap	8.115

Tabel 3. Menunjukkan bahwa reduksi ion Cu(II) menjadi Cu(0) dengan adanya katalis TiO₂ dapat juga berlangsung, yang menyebabkan pengurangan ion Cu(II) sebesar 1.758 ppm atau sekitar 17.80%. Reaksi reduksi Cu(II) dapat terjadi karena ion Cu(II) dapat tereduksi pada permukaan katalis TiO₂. Angka ini lebih kecil jika dibandingkan dengan persen Cu(II) yang hilang pada skala laboratorium yaitu mencapai 24,48%. Penurunan persen Cu(II) yang hilang juga disebabkan oleh adanya kompetisi reduksi antara ion Cu(II) dengan ion-ion logam lain dalam limbah cair industri kerajinan perak.

Pengaruh Katalisis TiO₂ dan Penyinaran pada proses Fotoreduksi Cu(II)

Proses fotoreduksi Cu(II) dilakukan terhadap limbah cair yang terdiri dari 50 ml Cu(II) 9,873 ppm, 20 mg TiO₂ selama 24 jam.

Tabel 4. Konsentrasi Cu(II) dalam limbah cair kerajinan perak dan penambahan serbuk TiO₂ disertai penyinaran UV

Ion	Cont. Ion (ppm)
Cu(II) awal	9.873
Cu(II) + TiO ₂ + UV	6.579

Tabel 4. menunjukkan bahwa efektivitas fotoreduksi Cu(II) pada limbah cair industri kerajinan perak mengalami penurunan konsentrasi Cu(II) yang hilang yaitu sebesar 3.296 ppm atau sekitar 33,38%. Hal ini dapat dijelaskan bahwa penurunan konsentrasi Cu(II) yang hilang disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya adalah terjadinya kompetisi reduksi antara ion Cu(II) dan ion pengotor lain dalam limbah karena memperebutkan elektron yang bersumber dari proses fotolisis air maupun elektron yang berasal dari elektron tereksitasi pada permukaan katalis TiO₂.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, dapat diambil kesimpulan bahwa Fotoreduksi ion Cu(II) Terkatalisis TiO₂ dalam limbah

kerajinan perak di desa Ungga Kec.Praya Kab. Lombok Tengah Lebih rendah dibandingkan dengan Fotoeduksi ion Cu(II) Terkatalisis TiO₂ Skala Laboratorium.

Saran

Ion Cu(II) di dalam limbah kerajinan perak dapat juga ditemukan bersama dengan logam-logam lain seperti Cr(VI), dan Hg sehingga perlu dilakukan kajian pengaruh ion logam tersebut terhadap efektivitas fotoreduksi ion Cu(II).

DAFTAR RUJUKAN

Chen, D dan Ray, A. K., 2001, Removal of Toxic Metal Ions from Wastewater by Semiconductor Photocatalysis, Chem. Engineering Sci., 56, 1561-1570

Gunlazuardi, J., 2001, *Fotokatalisis pada Permukaan TiO₂, Aspek Fundamental dan Aplikasinya*, Prosiding Seminar Nasional Kimia Fisika II, Jakarta.

Hatimah, H. Kajian Pengaruh Ion Cd(II) dan Cr(VI) Terhadap Efektivitas Fotoreduksi Ion Cu(II) Terkatalisis TiO₂, Thesis, FMIPA UGM, Yogyakarta.

Hoffmann, M.R., Martin, S.T., Choi, W., dan Bahnemann, D.W., 1995, Environmental Applications of Semiconductor Photocatalysis, Chem. Rev., 95, 69-96.

Jayaweera, P.M., Godakumbura, P.I., dan Pathiratne, K.A.S., 2003, Photocatalytic Oxidation of As(III) in Aqueous Solution : A Low Cost PreOxidative Treatment for Total Removal Arsenic From Water, Current Science, 84 (4), 541-543.

Manahan, S.E., 2000, Environmental Chemistry, Seventh edition, Lewis Publishers, London.

Sperling, M., Xu, S., and Welz, B., 1992, *Determination Of Chromium (III) and Chromium (VI) in Water Using Flow Injection on Line Preconcentration with Selective Adsorption on Activated Alumina and Flame Atomic Adsorption Spectrometric Detection*, Anal. Chem.

Wahyuni, E.T., Hadipranoto N., Tahir, I., dan
Tamtama, B.H.G., 2004, Effect of

Cr(VI) Ions on the Effectiveness of
Chlorophenol Photodegradation,
Indonesian Journal of Chemistry,
49(3), 156-16

APLIKASI PEMBELAJARAN BERBASIS ANDROID PADA MATERI SISTEM PERIODIK UNSUR UNTUK PENINGKATAN PEMAHAMAN KONSEP MAHASISWA

Pahriah¹, Yusran Khery²

Program Studi Pendidikan Kimia FPMIPA IKIP Mataram

E-mail:¹pahriah@ikipmataram.ac.id,²yusrankhery@ikipmataram.ac.id,

Abstract: this article describe the development result of android base self learning application to help students reach conceptual understanding on elements periodic system. In form research and development, it was carried out by ADDIE model. Subject of this research is chemistry education students of IKIP Mataram who fulfill Elementary Chemistry I lectur. Based on research it was concluded that : (1) android base mobile learning media application on elements periodic system subject material was produce and operate successfully with adobe air application support. Content and design validity of this product are 81.11 % and 83.97 % successively with very eligible category. Practitioner and small group trial subject respond are 80.83 % and 89.02 % with very eligible category; (2) this android base application was enhance students elements periodic system conceptual understanding effectively. It was proved by N-gain average of students conceptual understanding enhancement is 0.82 with high category and t-gain value (6.135) larger than $t_{table}(t_{\alpha = 0.55; dk = 9} = 2.62)$.

Keywords: *Mobile learning application, Android, Conceptual Understanding, Element Periodic System*

PENDAHULUAN

Saat ini teknologi *mobile* telah memperkenalkan bentuk lingkungan proses pengajaran dan pembelajaran yang baru. Hasil penelitian Hanafi dan Samsudin (2012) menunjukkan bahwa siswa sangat menyukai interaktivitas, aksesibilitas, dan kenyamanan lingkungan pembelajaran *mobile* berbasis android. Android lebih dipilih karena aplikasi-aplikasi yang telah berkembang melalui teknologi ini lebih efisien dan efektif daripada teknologi yang lain seperti *Window* atau *Symbian*. Sistem pembelajaran *mobile* dapat diterapkan dengan mudah dan murah namun hanya sebagai pelengkap dalam proses pembelajaran.

Dalam menerapkan aplikasi pembelajaran *mobile* sebaiknya pengetahuan yang diberikan dalam jumlah yang cukup memadai saja, modul pembelajaran tidak terlalu kompleks dan rumit. Membuat aplikasi pembelajaran *mobile* tidak hanya sebatas penyajian materi, faktor motivasi juga harus dipertimbangkan untuk dihadirkan seperti interaktif dan menarik. Tujuan utama lingkungan pembelajaran *mobile* haruslah untuk pendidikan bukan untuk hiburan (Calimag dkk, 2014).

Suatu lingkungan pembelajaran *mobile* di universitas dapat diterapkan dengan adanya aplikasi multimedia pembelajaran berbasis android. Namun menciptakan aplikasi multimedia pembelajaran berbasis android

yang dapat digunakan secara mandiri kapanpun dan dimanapun untuk materi kimia dasar merupakan sebuah tantangan. Materi pembelajaran Kimia Dasar memuat banyak konsep yang harus dipahami dengan baik oleh mahasiswa. Untuk dapat memahami konsep-konsep dalam ilmu kimia, mahasiswa harus menguasai aspek makroskopis, sub-mikroskopis (molekuler), dan simbolik (Taber, 2013). Aspek submikroskopis dan simbolik merupakan dua aspek yang menggambarkan bahwa hal-hal yang dipelajari dalam ilmu kimia bersifat abstrak sehingga tidak dapat dialami secara langsung dan nyata (Chandrasegaran, Treagust dan Mocerino, 2007). Selain bersifat abstrak, konsep dalam kimia juga berurutan dan berjenjang. Apabila ada kesulitan pada salah satu konsep dasar, maka ada kemungkinan mahasiswa mengalami kesulitan terhadap konsep yang lebih kompleks.

Menurut hasil observasi peneliti, telah tersedia aplikasi sistem periodik unsur berbasis android yang dapat di unduh gratis. Penggunaan aplikasi tersebut sangatlah mudah. Namun aplikasi tersebut tidak lebih dari sekedar program database yang belum mampu mengarah pada perolehan konsep untuk penggunaannya. Aplikasi tersebut tidak dapat mengarahkan pengguna untuk memahami tentang sifat-sifat keperiodikan unsur. Padahal konsep tentang sifat keperiodikan unsur merupakan konsep dasar yang sangat penting

untuk dapat memahami konsep kimia selanjutnya. Hal ini dapat dipayakan dengan mengembangkan aplikasi semisal, yakni dengan menambahkan *tools* yang bisa mengarahkan pada perolehan konsep mengenai kecenderungan yang ada pada sifat keperiodikan unsur seperti jari-jari atom, energi ionisasi, dan afinitas elektron. Maka dari itu peneliti merancang purwarupa aplikasi sistemperiodikunsur berbasis androd untuk kebutuhan pembelajaran *mobile*. Bentuk dari rancangan tersebut akan dideskripsikan dalam tulisan ini. Peneliti kemudian mengujicobakan efektivitas penerapan media tersebut.

METODE

Metode dan Desain Penelitian

Penelitian dan pengembangan ini dilaksanakan dengan model pengembangan ADDIE, yaitu: 1) tahap studi pendahuluan (*analysis*), 2) Tahap Pengembangan melalui tahap perancangan (*Design*) dan tahap pengembangan (*development*), dan 3) Tahap pengujian model melalui tahap implementasi (*implementation*), dan tahap evaluasi (*evaluation*).

Tahap Analisis (*Analysis*)

Pada tahap ini dilakukan identifikasi masalah pada pembelajaran kimia melalui wawancara yang disebut dengan analisis kebutuhan (*needs analysis*). Selain itu juga dilakukan analisis tugas (*task analysis*) yang terdiri dari: (1) analisis karakteristik pengguna, (2) pengetahuan dan keterampilan awal mahasiswa, (3) kompetensi yang perlu dimiliki, (4) indikator keberhasilan tercapainya kompetensi, dan (5) Kondisi seperti apa yang diperlukan mahasiswa untuk mencapai kompetensi tersebut.

Tahap Perancangan (*Design*)

Tahap ini disebut dengan tahap membuat rancangan (*blue print*)/*storyboard*. Pada tahap perancangan ini ditetapkan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai; merancang perangkat pembelajaran berupa rancangan Silabus, rancangan Rencana Pembelajaran Semester (RPS), rancangan bahan ajar kimia dasar berbasis inkuiri, rancangan instrumen pengukuran literasi kimia dan pemahaman konsep; dan rancangan aplikasi android pada *mobile phone* serta melakukan evaluasi dengan cara mengidentifikasi berbagai referensi yang akan digunakan dalam penyusunan model pembelajaran. Desain aplikasi android ini ada dua yaitu desain materi dengan langkah-langkah inkuiri dan desain aplikasi. Dalam

pembuatan aplikasi android yang bisa diakses dengan *mobile phone* dibuat dengan tehnik dan kejelasan pesan yang akan disampaikan serta sesuai dengan prinsip grafis, audio visual, daya tarik, pemahaman, ketepatan *feed back*, petunjuk penggunaan. Semua rancangan pada tahap kedua ini masih bersifat konseptual dan akan mendasari proses tahap pengembangan.

Tahap Pengembangan (*Development*)

Pada tahap ini dilakukan pengembangan dari tahap desain dengan kegiatan realisasi dari *blue print/story board*. Pada tahap ini rancangan purwarupa aplikasi pembelajaran sistem periodic unsur berbasis android siap diuji kelayakan konstruksinya dan efektifitasnya untuk membentuk pemahaman konsep mahasiswa sebagai calon pengguna.

Tahap Implementasi (*Implementation*)

Tahap implementasi dilakukan untuk mengecek kelayakan (validitas) produk. Validasi produk dilakukan melalui tiga tahapan. Pertama, validasi ahli yang mencakup validasi ahli materi dan pembelajaran, ahli media dan dosen pengampu mata kuliah, Validasi ahli dilakukan untuk menilai *prototype* awal materi dan pembelajaran serta media sehingga diperoleh masukan untuk memperbaiki *prototype* awal menjadi *prototype* 1. Kedua, melakukan ujicoba pada skala terbatas dari *prototype* 1 untuk menguji keefektifan, kemenarikan, dan efisiensi pembelajaran kemudian dilakukan evaluasi dan revisi untuk penyempurnaan produk (*prototype* 2).

Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

Tahap evaluasi ini merupakan proses untuk melihat apakah sistem pembelajaran yang sedang dibangun berhasil, sesuai dengan harapan awal atau tidak. Evaluasi ini dilakukan dalam dua bentuk yaitu evaluasi formatif dan evaluasi sumatif. Evaluasi formatif akan dilakukan pada setiap empat tahap di atas, karena tujuannya untuk kebutuhan revisi digunakan untuk penyempurnaan. Evaluasi sumatif juga akan dilakukan di tahap keempat pada saat perlakuan pembelajaran yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh pembelajaran terhadap pemahaman konsep dan kualitas pembelajaran secara luas.

Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari instrumen perlakuan dan instrumen pengukuran. Instrumen

perlakuan berupa perangkat pembelajaran yang terdiri dari Silabus, Rencana Pembelajaran Semester (RPS), *mobile learning* berbasis inkuiri. Instrumen pengukuran berupa:

1. Angket skala peringkat Likert (*Likert Rating Scale*), tanggapan dosen dan mahasiswa calon guru terhadap aplikasi pembelajaran sistem periodic unsur yang dikembangkan.
2. Tes pemahaman konsep kimia pada materi sistem periodic unsur.

Teknik Analisis Data

Jenis Data

Jenis data yang akan diperoleh dalam penelitian ini berupa data kuantitatif dan data kualitatif. Dalam penelitian ini ada lima jenis data yang akan dikumpulkan yaitu data pemahaman konsep, data observasi pembelajaran, tanggapan dosen dan mahasiswa terhadap aplikasi pembelajaran sistem periodic unsur yang dikembangkan. Data kualitatif dianalisis secara deskriptif berupa tanggapan dan saran-saran perbaikan dari hasil pengembangan serta penilaian aktivitas mahasiswa selama proses pembelajaran sedangkan data kuantitatif terdiri atas data angket hasil penilaian kelayakan hasil pengembangan, data pemahaman konsep dianalisis dengan uji statistik.

Teknik Pengolahan Data

Untuk mengetahui peningkatan pemahaman konsep, literasi kimia calon guru dengan menghitung besarnya skor gain (N-gain). Untuk memperoleh skor N-Gain antara nilai pretes dan nilai postes dengan menggunakan rumus Hake (Meltzer, 2002; Archambault, et al. 2008):

$$N - Gain = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{max} - S_{pre}}$$

Tabel 3.2 Kriteria Perolehan Skor N-Gain

N-Gain	Kriteria
$G > 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq G \leq 0,7$	Sedang
$G < 0,3$	Rendah

Pengolahan data-data penelitian diawali dengan uji normalitas dan homogenitas. Untuk menjawab setiap pertanyaan penelitian pada rumusan masalah maka digunakan teknik pengolahan data sebagai berikut:

- a. Uji komparatif

Setelah pengolahan data sebelumnya selesai selanjutnya dilakukan pengolahan data pre tes, post tes, dan N-Gain untuk mengetahui peningkatan pemahaman konsep dan literasi kimia mahasiswa calon guru dengan menghitung perbedaan hasil tes pemahaman konsep dan literasi kimia mahasiswa dengan menggunakan uji statistik inferensial yaitu uji komparatif. Uji komparatif digunakan uji-t (*t-test*) untuk parametrik jika data terdistribusi normal dan homogen atau uji-Z untuk non parametrik jika sebaran data tidak terdistribusi normal. Proses analisis data dilakukan dengan pemodelan *Rasch* yaitu *partial credit model* (PCM) dengan program perangkat lunak komputer (*software*) *Ministep*. Melalui PCM ini maka analisis data dengan pola skor majemuk pada soal essay dapat dilakukan. Model ini mengakomodasi analisis butir yang antara satu dengan lainnya memiliki bobot berbeda.

- b. Analisis Data Angket Skala Peringkat Likert (*Likert Rating Scale*)

Data yang diperoleh melalui angket dalam bentuk skala kualitatif dikonversi menjadi skala kuantitatif. Prosedur tehnik pengukuran dengan *Likert Rating* akan dianalisis dengan pemodelan pengukuran *Rasch* (*Rasch measurement model*). (Sumintono & Widhiarso, 2015).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Prosedur pengembangan yang digunakan peneliti adalah penelitian pengembangan model ADDIE. Berikut ini adalah tahapan pengembangan model ADDIE yang dilakukan yaitu *analysis* (analisis), tahap *design* (perancangan), tahap *development* (pengembangan), tahap *implementation* (implementasi) dan tahap *evaluation* (evaluasi).

Adapun uraian hasil pengembangan media pembelajaran berbasis android pada materi sistem periodic unsur adalah sebagai berikut

1. Tahap Analysis (Analisis)

Pada tahap ini telah dilakukan sebagai berikut:

- a. Analisis masalah dan kebutuhan mahasiswa

Pada tahap ini, peneliti mengkaji masalah dasar yang dihadapi mahasiswa dalam pembelajaran sehingga perlu dikembangkan suatu media pembelajaran berbasis android. Hasil kajian peneliti tentang permasalahan - permasalahan yang muncul dalam pembelajaran kimia di mata kuliah kimia dasar antara lain, penggunaan bahan ajar yang masih dominan menggunakan bahan ajar cetak

seperti diktat dan buku paket, serta tabel periodik unsur sederhana. Guru cenderung menggunakan metode ceramah sehingga tidak bisa mengukur sejauh mana mahasiswa mampu memahami materi.

b. Analisis kurikulum

Analisis Kurikulum dilakukan untuk memetakan capaian pembelajaran yang berkaitan dengan materi sistem periodik unsur pada amta kuliah kimia dasar dalam kurikulum sebagai dasar untuk membuat indikator dan tujuan pembelajaran. Hasil analisis kurikulum menunjukkan bahwa dalam kurikulum program studi pendidikan kimia IKIP Mataram, salah satu capaian pembelajaran yang diharapkan yaitu mahasiswa dapat memahami struktur atom, sifat – sifat periodik unsur, dan ikatan kimia, memahami sifat – sifat periodik unsur dalam tabel periodik serta menyadari keteraturannya, melalui pemahaman konfigurasi.

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan dan permasalahan mahasiswa serta analisis kurikulum, maka dapat dijadikan pedoman untuk merancang media pembelajaran berbasis android untuk menumbuhkan pemahaman konsep mahasiswa pada materi SPU.

2. Tahap Design (Perancangan)

Setelah melakukan tahap *analysis* (analisis), maka peneliti melakukan tahap *design* (perancangan) dari media yang dikembangkan. Pada tahap perancangan media pembelajaran kimia berbasis android ini telah dilakukan kegiatan sebagai berikut :

a. Merumuskan tujuan pembelajaran

Langkah pertama yang dilakukan dalam tahap perancangan yaitu merumuskan tujuan pembelajaran. Tujuan pembelajaran dapat diperoleh dari silabus, informasi yang tercatat dalam buku teks atau dirumuskan sendiri oleh perancang setelah melalui proses penilaian kebutuhan belajar. Berikut adalah standar kompetensi, kompetensi dasar, indikator dan tujuan pembelajaran yang telah dirumuskan sesuai kurikulum yang digunakan dalam membuat bahan ajar.

Capaian Pembelajaran: Memahami sifat – sifat periodik unsur dalam tabel periodik serta menyadari keteraturannya, melalui pemahaman konfigurasi. Indikator Pembelajarannya yakni: (1) Mendeskripsikan struktur sistem periodik unsur; (2) Membandingkan perkembangan tabel periodik unsur untuk mengidentifikasi kelebihan dan kekurangannya; (3) Menentukan letak unsur sistem periodik berdasarkan konfigurasi elektron, atau sebaliknya; (4) Menganalisis

tabel, grafik untuk menentukan keteraturan jari – jari atom, energi ionisasi, afinitas elektron, dan keelektronegatifan; (5) Menghubungkan keteraturan sifat jari - jari atom, energy ionisasi, afinitas elektron, dan keelektronegatifan; (6) Mengamati beberapa unsur untuk membedakan sifat logam, non logam, dan metalloid. Tujuan pembelajarannya yakni (1) mahasiswa mampu memahami makna daftar tabel periodic; (2) Mahasiswa mampu belajar sistem periodik unsur berbasis android; (3) Mahasiswa dapat menentukan nomor periode dan golongan dalam sistem periodik modern; (4) Mahasiswa dapat menuliskan unsur – unsur golongan alkali, alkali tanah, halogen, dan gas mulia periode 2 dan periode 3; (5) Mahasiswa dapat menentukan letak unsur dalam sistem periodik berdasarkan konfigurasi elektron atau sebaliknya; (6) Mahasiswa dapat menyebutkan jari – jari atom, energi ionisasi, afinitas elektron, dan keelektronegatifan. (7) Mahasiswa dapat menyimpulkan kecenderungan jari – jari atom, energi ionisasi, afinitas elektron, dan keelektronegatifan dalam periode dan golongan berdasarkan data atau grafik; (8) Mahasiswa dapat menyimpulkan sifat – sifat logam, non logam dan metalloid

b. Merancang media pembelajaran kimia berbasis android

Tahap perancangan dilakukan berdasarkan hal-hal yang diperoleh dari tahap analisis. Kegiatan yang dilakukan dari tahap perencanaan ini meliputi: Pengumpulan objek rancangan berupa teks materi, soal, pembuatan background, pengumpulan gambar, serta icon- icon tombol yang harus diproses dalam pembuatan media pembelajaran kimia berbasis android.

3. Tahap Development (Pengembangan)

Setelah melakukan tahap *design* (perancangan), maka peneliti melakukan tahap *development* (pengembangan) media pembelajaran berbasis android.

a. Mengembangkan/Membuat Perangkat Pembelajaran

Pada tahap ini, produk yang dikembangkan berupa media pembelajaran kimia berbasis android untuk menumbuhkan pemahaman konsep mahasiswa pada materi sistem periodik unsur. Selain itu, peneliti juga mengembangkan RPP, silabus dan penilaian-penilaian lain yang dijadikan suatu acuan dari semua perangkat pembelajaran yang dibuat dikatakan layak atau tidak untuk diterapkan dalam proses pembelajaran disekolah.

1) Penulisan draft media pembelajaran kimia berbasis android. Adapun format yang digunakan peneliti dalam penyusunan media pembelajaran kimia berbasis android untuk menumbuhkan

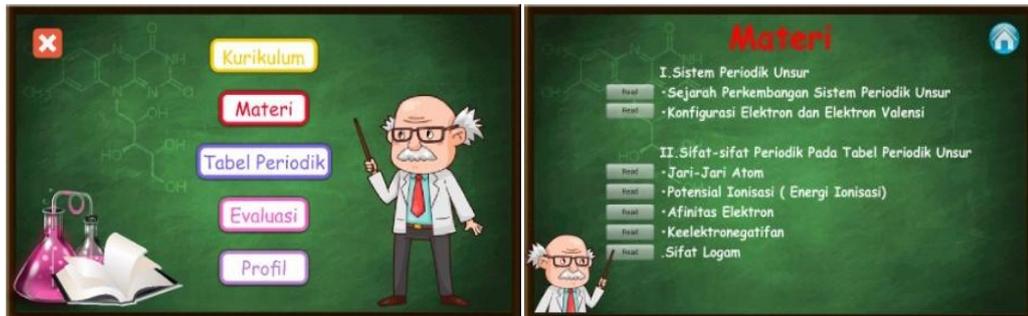
pemahaman konsep mahasiswa pada materi sistem periodik unsur, terdiri dari layar utama, menu utama, menu materi, menu tabel periodik unsur, dan menu evaluasi.



Gambar 1. Layar utama media

Bagian menu utama terdiri dari beberapa pilihan icon menu pembelajaran diantaranya: petunjuk penggunaan, standar kompetensi dan kompetensi dasar, materi, tabel periodik unsur, evaluasi dan profil pengembang. Menu materi berisi tentang materi-materi pembelajaran sistem periodik

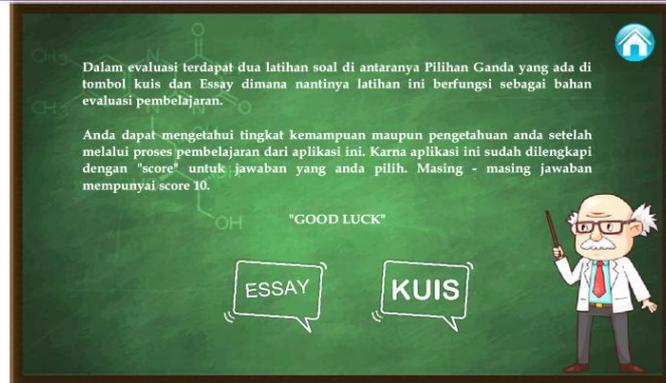
unsur. Menu tabel periodik unsur berisi unsur-unsur yang telah dilengkapi dengan gambar dan keterangan unsur masing-masing. Sedangkan Menu evaluasi terdiri dari soal-soal yang berkaitan dengan materi sebanyak 15 soal pilihan ganda dan 5 soal essay.



Gambar 2. Menu utama media



Gambar 3. menu tabel periodik unsur



Gambar 4. menu evaluasi

b. Validasi Perangkat Pembelajaran

Setelah dilakukan pengembangan/membuat perangkat pembelajaran berupa aplikasi *mobile* maka dilakukan validasi. Berdasarkan hasil validasi tersebut peneliti melakukan perbaikan terhadap produk sesuai saran dan masukan validator. Validasi dilakukan oleh 2 orang dosen ahli, yaitu 1 orang dosen ahli materi dan 1 orang dosen ahli media/produk. Validasi ahli dimaksudkan untuk mengetahui kualitas produk awal yang telah dihasilkan dengan meminta pertimbangan kepada para ahli, selanjutnya akan dilakukan evaluasi dengan menganalisis hasil validasi.

Validasi dilakukan oleh dosen ahli yaitu dari dosen ahli materi dan ahli

Tabel 1. Presentase kelayakan media yang dikembangkan oleh Validator Ahli Materi

No.	Validator	Skor perolehan (%)	Kualifikasi	Kriteria
1	Roil Bilad, PhD.	81,11	Sangat layak	Perlu revisi

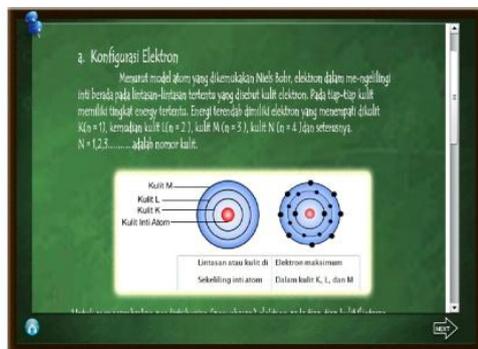
Berdasarkan penilaian dosen ahli, secara keseluruhan penilaian oleh validator materi terhadap media yang dikembangkan sebesar 81,11% dengan kategori sangat baik. Media yang dikembangkan dilakukan

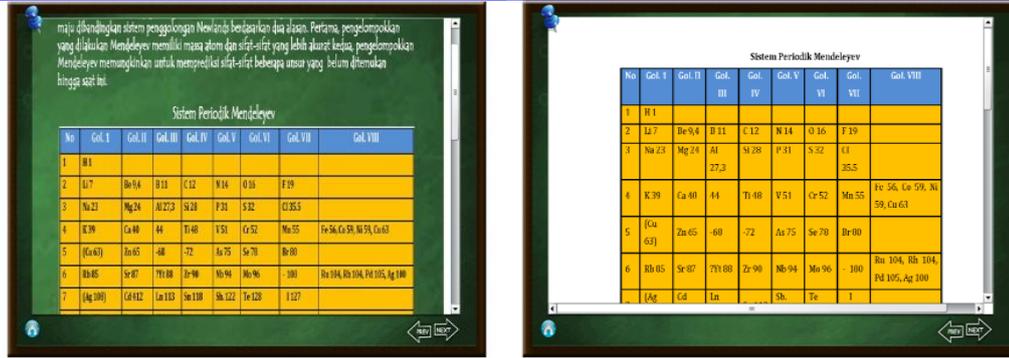
media. Dosen ahli materi yakni Bapak Roil Bilad, Ph. D., sedangkan dosen ahli media yakni Bapak Dr. Hadi Gunawan Sakti, M.Pd.

1) Validasi oleh dosen ahli materi

Penilaian oleh dosen ahli materi terdiri atas 3 aspek, yakni aspek isi materi, aspek pembelajaran, dan aspek kebahasaan. Penilaian isi materi dari validator ahli materi sebesar 83,33% yang dikategorikan sangat baik. Penilaian pembelajaran dari validator ahli materi sebesar 80% yang dikategorikan sangat baik. Penilaian kebahasaan dari validator materi sebesar 80% yang dikategorikan sangat baik. Kelayakan media yang dikembangkan dari validator materi yang dapat dilihat pada Tabel 1.

revisi dan terdapat beberapa tanggapan dan saran perbaikan dari validator materi yang meliputi penulisan simbol dan nama unsur yang kurang tepat.





Sebelum Perbaikan Sesudah Perbaikan
Gambar 5.Sebagian perubahan desain produk berdasarkan korekasi ahli materi

2) Validasi oleh ahli media (produk)
 Penilaian oleh dosrn ahli media terdiri atas 2 aspek, yakni aspek tampilan dan penyajian dan aspek pemrograman. Penilaian aspek tampilan dan penyajian sebesar 85,45%

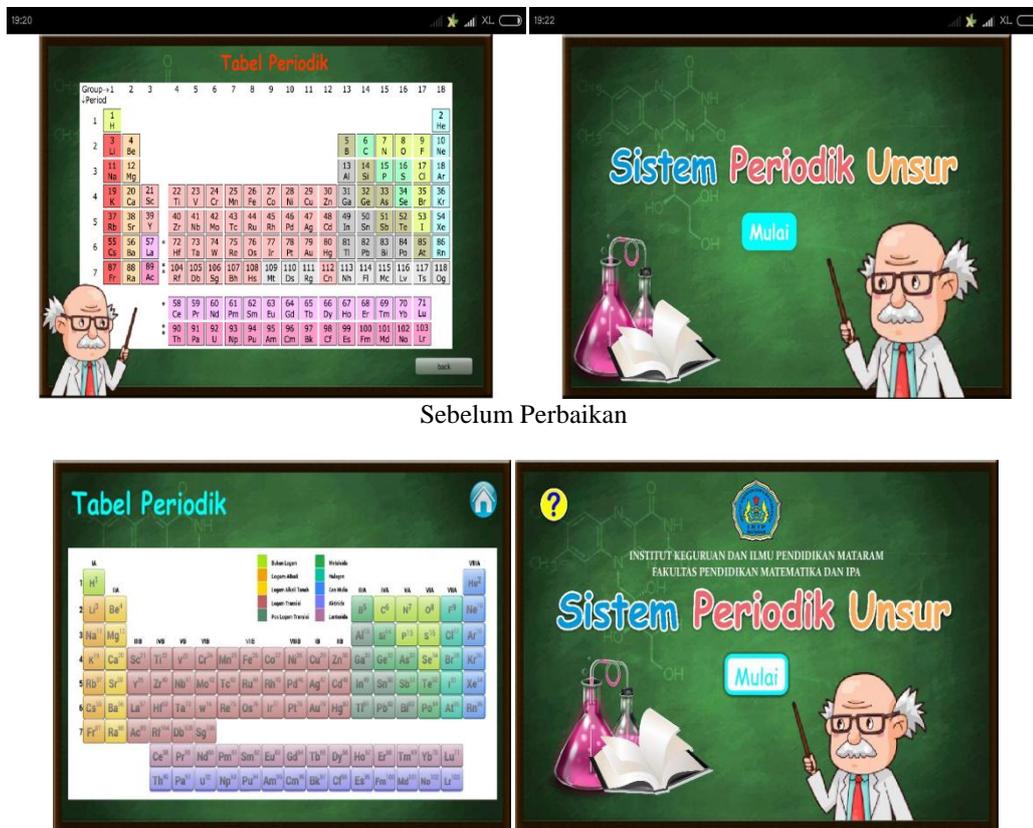
dan penilaian aspek pemrograman sebesar 82,5%. Secara keseluruhan rata-rata perolehan penilaian sebesar 83,97% dengan kategori sangat baik. Total rata-rata penilaian validator media dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Presentase Kelayakan Media oleh Validator Ahli Desain Produk

No.	Validator	Skor perolehan (%)	Kualifikasi	Kriteria
1	Dr. Hadi Gunawan Sakti, M.Pd	83,97	Sangat layak	Perlu revisi

Media yang dikembangkan dilakukan revisi dan terdapat beberapa tanggapan dan saran perbaikan dari validator media yang

meliputi gambar dan tombol di disain lebih menarik. Berikut merupakan perbaikan berdasarkan saran dari validator media.



Sebelum Perbaikan Sesudah Perbaikan
Gambar 6.sebagian perubahandesain produk berdasarkan saran ahli desain produk

3) Kepraktisan perangkat pembelajaran Penilaian dari dosen mata kuliah kimia dasar di program studi pendidikan kimia IKIP Mataram yakni oleh bapak Hulyadi, M.Pd. aspek yang dinilai terdiri atas 3 aspek, yakni kelayakan isi materi dengan perolehan persentase 80%, kelayakan pembelajaran dengan persentase 82,85% dan kebahasaan dengan persentase 80%. Hasil analisis data uji coba oleh praktisi (guru) rata-rata sebesar 80,95% dan disimpulkan bahwa media yang dikembangkan sangat baik. Berikut disajikan persentase keseluruhan dari uji coba praktisi guru yakni dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Persentase Kelayakan Oleh Validator Praktisi

No.	Praktisi (dosen)	Skor perolehan (%)	Kualifikasi	Kriteria
1	Hulyadi, M.Pd	80,83	Sangat layak	Tidak perlu revisi

Uji coba praktisi dari mahasiswa dilakukan oleh 10 orang mahasiswa program studi pendidikan kimia yang pernah menempuh mata kuliah kimia dasar. Penilaian uji coba praktisi dari mahasiswa terdiri atas 4 aspek, yakni aspek isi materi, aspek pembelajaran, aspek kebahasaan dan aspek penyajian dan tampilan. Berikut disajikan persentase keseluruhan dari uji coba mahasiswa yakni dapat dilihat pada Tabel 4..

Tabel 4. Data Persentase Kelayakan Uji Coba Terbatas mahasiswa

No.	Praktisi (siswa)	Skor perolehan (%)	Kualifikasi	Kriteria
1	Yuli Anggraini Putri	89,4	Sangat layak	Tidak perlu revisi
2	Minarti Liana Murni	90,5	Sangat layak	Tidak perlu revisi
3	Erti Wardini	90,5	Sangat layak	Tidak perlu revisi
4	Yuda mahasiswandi	88,2	Sangat layak	Tidak perlu revisi
5	Susru Hiyatun Hayati	89,4	Sangat layak	Tidak perlu revisi
6	Marfuad Ndan P. Tonga	89,4	Sangat layak	Tidak perlu revisi
7	Nurul Ain	87	Sangat layak	Tidak perlu revisi
8	Selviana Mame	87	Sangat layak	Tidak perlu revisi
9	Sri Astuti Tikrahsari	89,4	Sangat layak	Tidak perlu revisi
10	Salman Al-Farizi	89,4	Sangat layak	Tidak perlu revisi
Rata-Rata		89,02	Sangat layak	Tidak perlu revisi

Berdasarkan persentase kelayakan yang diperoleh dari validator ahli, validator praktisi dan uji coba terbatas, maka diperoleh produk berupa media pembelajaran berbasis android pada materi sistem periodik unsur yang diharapkan dapat menumbuhkan pemahaman konsep mahasiswa.

4) Membuat instrumen penilaian

Setelah dihasilkan media pembelajaran kimia berbasis android dengan kualifikasi sangat baik, maka peneliti membuat instrumen yang akan dijadikan alat ukur kinerja produk dalam menumbuhkan pemahaman konsep mahasiswa berupa soal pilihan ganda beralasan sebanyak 10 butir soal yang akan diberikan kepada mahasiswa pada saat pelaksanaan *post-test*.

4. Tahap *Implementation* (Implementasi)

Setelah melakukan tahap *development* (pengembangan) media pembelajaran berbasis

android, maka tahap selanjutnya yang dilakukan yaitu tahap *implementation* (implementasi). Pada tahap ini, peneliti menerapkan semua perangkat pembelajaran yang dikembangkan pada proses belajar mengajar yang sebenarnya. Media pembelajaran berbasis android untuk menumbuhkan pemahaman konsep mahasiswa pada materi sistem periodik unsur diterapkan hanya menggunakan 1 kelas yaitu pada mahasiswa semester 1 pogram studi pendidikan kimia dalam pembelajaran kimia dasar I.

Dalam penelitian ini, mahasiswa diberi tes pemahaman konsep materi sistem periodik unsur sebelum dan setelah penerapan media. Data pemahaman konsep dari mahasiswa tersebut diuji menggunakan uji N-gain dan t-gain. Hasil uji tersebut tersaji dalam tabel 5.

Tabel 5. Hasil Ujicoba Efektifitas Penerapan Media

Subjek	Data	N	Uji	Hasil	t_{tabel} ($\alpha=0.05$ dk=9)	Simpulan
Mahasiswa prodi pendidikan kimia IKIP Mataram peserta mata kuliah kimia dasar I TA. 2017-2018	Pemahaman Konsep	10	<i>N-gain</i> <i>t-gain</i>	0.82 6.135	2.262	Signifikan

Peningkatan pemahaman konsep mahasiswa berada pada kriteria tinggi. Hal ini ditunjukkan oleh nilai *N-gain* sebesar 0,82. Peningkatan yang terjadi juga signifikan. Hal ini ditunjukkan oleh nilai *t-gain* yang lebih tinggi daripada *t* tabel pada taraf signifikansi 0,05 dan *dk* = 9. Hasil ini menunjukkan bahwa penerapan media pembelajaran mobile untuk materi sistem periodik unsur ini efektif meningkatkan pemahaman konsep mahasiswa dengan kategori peningkatan tinggi.

Hasil yang sangat baik ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor yang terjadi dalam penelitian yaitu: (1) mahasiswa termotivasi dalam proses pembelajaran karena dalam perangkat yang digunakan terdapat analogi yang dapat membantu mahasiswa untuk mengingat konsep-konsep yang bersifat abstrak serta mengaitkannya dalam kehidupan sehari-hari mahasiswa sehingga dapat menumbuhkan keterampilan berpikir kreatifnya terhadap analogi yang cocok dengan konsep dan konten materi yang sulit dipahami. Pembelajaran menggunakan media ini dapat memunculkan pendekatan terhadap intelektual mahasiswa untuk kemudian membuat mahasiswa terdorong untuk mampu menyelesaikan masalah menggunakan konsep yang dipahaminya. Hasil penelitian Khery dan Raodyatun (2014) menunjukkan respon dan aktifitas mahasiswa sangat baik dalam pembelajaran yang menerapkan pendekatan intelektual; (2) waktu penelitian yang direncanakan 6 jam pelajaran dapat diselesaikan dengan baik, penerapan media menyebabkan waktu belajar menjadi lebih efisien. mahasiswa juga bisa belajar mandiri di rumah menggunakan media tersebut tanpa harus dibebani untuk membaca buku. Seluruh mahasiswa mengaku suka menggunakan media karena mereka memang kerap memanfaatkan *smartphone* dalam kesehariannya di rumah. Menurut Khery (2017) mahasiswa sangat menyukai pembelajaran yang menerapkan teknologi karena akan memberikan banyak kemudahan

5. Tahap *Evaluation* (Evaluasi)

Setelah menerapkan perangkat pembelajaran yang dikembangkan, maka peneliti melakukan tahap selanjutnya yaitu melihat dan mengevaluasi apakah media pembelajaran berbasis android yang sudah dikembangkan berhasil, sesuai harapan awal atau tidak. Sebenarnya evaluasi terjadi pada setiap empat tahap di atas bertujuan untuk kebutuhan revisi. Tahap evaluasi ini meliputi penilaian terhadap implementasi produk berupa media pembelajaran berbasis android dengan melakukan klarifikasi data yang diperoleh dari hasil perbandingan *pre-test* dan *post-test* mahasiswa dengan melakukan perhitungan uji *N-gain*. Berikut data hasil *pre-test* dan *post-test* mahasiswa dan hasil perhitungan *N-Gain* mahasiswa.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Telah dihasilkan media pembelajaran *mobile* untuk materi sistem periodik unsur yang dapat dioperasikan pada *smartphone* dengan platform android dengan dukungan aplikasi *adobe air*. Kelayakan bahan ajar hasil pengembangan mengacu pada hasil penilaian validator. Hasil penelitian menunjukkan validitas isi/materi dan desain produk berturut-turut adalah 81.11% dan 83.97% dengan kategori sangat layak. Respon praktisi dan subjek ujicoba terbatas berturut-turut adalah 80.83% dan 89.02% dengan kategori sangat layak.
2. penerapan media pembelajaran mobile efektif untuk meningkatkan pemahaman konsep mahasiswa pada materi sistem periodik unsur. Hal ini ditunjukkan dari nilai -rata *N-gain* sebesar 0.82 dengan kategori tinggi dan nilai *t-gain* (6.135) yang lebih besar daripada t_{tabel} ($t_{\alpha} = 0.55$; *dk* = 9 = 2.62).

DAFTAR RUJUKAN

- Abraham, M.R., Grzybowski, E.B. & Renner, J.W. 1992. Understanding and Misunderstanding of Eight Grades of Five Chemistry Concept in Text Book. *Journal of Research in Science Teaching*. 29(12).
- Cabanban, C. L.G. 2013. Development of Mobile Learning Using Android Platform. *International Journal of Information Technology & Computer Science*, Vol. 9 No. 1, pp. June, 2013. Artikel telah disajikan dalam : 3rd International Conference on E-Learning and Knowledge Management Technology (ICEKMT 2013), Bangkok, Thailand on April 6 - 7, 2013 pp. 98 – 106
- Calimag, J. N. V. Miguel, P. A. G. Conde, R. S. & Luisa B. Aquino, L. B. 2014. Ubiquitous Learning Environment Using Android Mobile Application. *IMPACT: International Journal of Research in Engineering & Technology (IMPACT: IJRET)*. Vol. 2, Issue 2, Feb 2014, pp. 119-128
- Cetingul, P. I. & Geban, O. 2005. Understanding Of Acid Base Concept By Using Conceptual Change Approach. *Journal of Education* 29: 69-74.
- Chandrasegaran, A. L., Treagust D. F. & Mocerino, M. (2007). The Development of a Two-tier Multiple-Choice Diagnostic Instrument for Evaluating Secondary School Students' Ability to Describe and Explain Chemical Reactions Using Multiple Levels of Representation. *Chemistry Education Research and Practice*, 8 (3): 293-307.
- Dahar, R.W. 2011. *Teori-teori belajar dan pembelajaran*. Jakarta: Erlangga.
- [Glynn, S. M., Tasoobshirazi, G. dan Fowler, S. 2007. Analogies: Explanatory Tools in Web-Based Science Instruction. *Educational Technology*, 47\(5\), 45-50.](#)
- Hanafi, H. F. & Samsudin, K. 2012. Mobile Learning Environment Sistem (MLES): The Case of Android-based Learning Application on Undergraduates' Learning. (*IJACSA International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, Vol.3, No.3, 2012
- Ipek, H. & Calik, M. 2008. Combining Different Conceptual Change Methods Within Four-Step Constructivist Teaching Model: A Sample Teaching Of Series And Parallel Circuits. *International Journal Of Environmental & Science Education* Vol. 3 No. 3 143-153.
- Jee, B. D., Uttal, D. H., Gentner, D., Manduca, C., Shipley, T., Tikoff, B., Ormand, C. J. & Sageman, B. 2010. Analogical Thinking In Geosciences Education. *Journal Of Geoscience Education* p.2-13.
- Lee, S. 2012. Creating and Using Databases for Android Application. *International Journal of Database Theory and Application*, Vol. 5, No. 2, June, 2012
- Nakhleh, M. B. 1992. Why some students don't learn chemistry: Chemical misconceptions. *Journal of Chemical Education*, 69(3).
- Naseriazar, A. Ozmen, H & Badrian, A. 2011. Effectiveness of Analogies on Students' Understanding of Chemical Equilibrium. *Western Anatolia Journal of Educational Sciences (WAJES)*. Vol. 1, No. 1. pp 525-534
- Nur, M. 2005. *Strategi-strategi Belajar*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya Pusat Sains dan Matematika Sekolah.
- Orgill, M & Bodner, G. 2004. What Research Tells Us About Using Analogies to Teach Chemistry, *Chemistry Education: Research and Practice*. Vol. 5, No. 1, pp. 15-32, 2004
- Purtadi, S. & Sari, R.L.P. 2012. Analisis Miskonsepsi Konsep Laju Dan Kesetimbangan Kimia Pada mahasiswa SMA. *Makalah Seminar Nasional MIPA*.
- Sarantopoulos, P. & Tsaparlis, G. 2004. Analogies in Chemistry Teaching as a means of Attainment of Cognitive

- and Affective objectives: A Longitudinal Study in a Naturalistic Setting, Using Analogies with a Strong Social Content. *Chemistry Education: Research and Practice*. Vol. 5, No. 1, pp. 33-50, 2004
- Ramandha, E. P., Khaeruman, & Khery, Y. 2016. *Keterampilan Proses Sains Dan Sikap Ilmiah mahasiswa Dalam Pembelajaran Kimia Melalui Penerapan Context-Rich Problems Berbasis Multimedia Interaktif*. Artiikel telah disajikan dalam: Seminar Nasional Pusat Kajian Pendidikan Sains dan Matematika (PKPSM) IKIP Mataram "Assessment of Higher Order Thinking Skills". Mataram, NTB. Indonesia, 12 Maret 2016
- Taber, K. S. 2013. Revisiting The Chemistry Triplet: Drawing Upon the Nature of Chemical Knowledge and The Psychology of Learning to Inform Chemistry Education. *Chemistry Education Research and Practice*, 14: 156-168.
- Thiagarajan, S., Semmel, D.S., & Semmel, M.I. 1974. *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children*. Indiana: Indiana University Bloomington.
- Yilmazoglu, C. 2004. Effect Of Analogy-Enhanced Instruction Accompanied With Concept Maps On Understanding Of Acid-Base Concept. *Tesis*. Department of Secondary Science and Mathematics Education.

PEDOMAN CALON PENULIS

JURNAL ILMIAH KIMIA

"HYDORGEN"

ISSN 2338-6480

Volume 4, Nomor 2, Halaman 70-118

1. Artikel yang ditulis untuk jurnal meliputi hasil penelitian dan kajian ilmu dan pembelajaran dibidang matematika dan IPA, naskah diketik dengan huruf *Times New Roman*, ukuran 12 pts, dengan spasi At least 12 pts, diketik pada kertas A4 sepanjang lebih kurang 20 halaman, dan diserahkan dalam bentuk *print out* sebanyak 3 eksemplar beserta DVD atau CD-nya. Berkas file dibuat dengan *Microsoft file* juga dapat dilakukan sebagai *attachment e-mail* ke alamat *E-mail: jurnalkependidikankimiahydrogen@yahoo.co.id*.
2. Nama penulis artikel dicantumkan tanpa gelar akademik dan ditempatkan di bawah judul artikel. Jika naskah ditulis oleh tim, penyuntingnya akan berhubungan dengan penulis utama atau penulis yang namanya tercantum pada urutan pertama. Penulis perlu mencantumkan nama dan alamat korespondensi yang diajukan dilengkapi alamat *e-mail*.
3. Artikel ditulis dalam bahasa Indonesia atau Inggris dengan format esai, disertai judul pada masing-masing bagian artikel. Judul artikel dicetak dengan huruf besar di tengah-tengah, dengan huruf sebesar 14 poin. Peringkat judul bagian dinyatakan dengan jenis huruf yang berbeda (semua judul bagian dan sub-bagian dicetak **tebal** atau **tebal dan miring**), dan tidak menggunakan angka/nomor pada judul bagian.
PERINGKAT 1 (HURUF BESAR SEMUA, TEBAL, RATA TEPI KIRI)
Peringkat 2 (Huruf Besar Kecil, Tebal, Rata Tepi Kiri)
Peringkat 3 (Huruf Besar Kecil, Tebal-Miring, Rata Tepi Kiri)
4. Sistematika artikel hasil penelitian adalah; Judul; nama penulis (tanpa gelar akademik); abstrak (maksimum 100 kata) yang berisi tujuan, metode dan hasil penelitian; kata kunci; pendahuluan yang berisi latar belakang, sedikit tinjauan pustaka dan tujuan penelitian; metode; hasil; pembahasan; kesimpulan dan saran; daftar rujukan (hanya memuat sumber-sumber yang dirujuk).
5. Sistematika artikel kajian konseptual adalah; Judul; nama penulis (tanpa gelar akademik); abstrak (maksimum 100 kata); kata kunci; pendahuluan yang berisi latar belakang, dan tujuan atau runag lingkup tulisan; bahasan utama (dapat dibagi kedalam beberapa sub-bagian); kesimpulan dan saran; daftar rujukan (hanya memuat sumber-sumber yang dirujuk).
6. Sumber rujukan sedapat mungkin merupakan pustaka-pustaka terbitan 10 tahun terakhir, rujukan yang diutamakan adalah sumber-sumber primer berupa laporan penelitian (termasuk skripsi, tesis, dan disertasi) atau artikel-artikel penelitian dalam jurnal dan/atau majalah ilmiah.
7. Perujukan dan pengutipan menggunakan teknik rujukan berkurung (nama, tahun). Pencantuman sumber pada kutipan langsung wajib mencantumkan nomor halaman tempat asal kutipan. Contoh: (Samsuri, 2012:35).
8. Daftar rujukan disusun dengan tata cara seperti contoh berikut ini dan diurutkan sesuai dengan alfabetis dan kronologis.

FORMULIR BERLANGGANAN

Mohon dicatat sebagai pelanggan jurnal ilmiah

Nama :

Alamat :

.....

.....

.....kode pos

Jenis jurnal ilmiah

- JPS PRISMA SAINS (Fakultas Pendidikan MIPA)
- JPM MATEMATIKA (Prodi Pendidikan Matematika)
- JKK HYDROGEN (Prodi Pendidikan Kimia)
- JIB BIOSCIENTIST (Prodi Pendidikan Biologi)
- JIF LENSEA (Prodi Pendidikan Fisika)
- JIIM (IKIP Mataram)

(centang \surd pada kolom pilihan di atas sesuai kebutuhan)

Harga langganan untuk masing-masing jurnal untuk 1tahun (dua nomor) adalah Rp 200.000, ditambah ongkos kirim:

- a. Rp 50.000,- untuk langganan satu jurnal (dua kali pengiriman)
- b. Rp 75.000,- untuk langganan dua jurnal
- c. Rp 100.000,- untuk langganan tiga jurnal
- d. Rp 125.000,- untuk langganan empat jurnal
- e. Rp 150.000,- untuk langganan lima jurnal

Formulir ini boleh difotokopi

Catatan:

Jika langganan untuk publikasi artikel di jurnal ilmiah di atas dikenakan kontribusi sebesar Rp 200.000,- per artikel, ongkos kirim gratis (dua eksemplar jurnal).

- ya**
- tidak**

....., 20...

(.....)

Keterangan:

- a. Mohon formulir ini isi
- b. Pembayaran dilakukan secara online ke bank dengan nomor rekening dan atas nama yang di tunjuk pengelola.
- c. Keterangan pada point **a** dan **b** dikirim ke alamat *E-mail* (samsurit@ymail.com atau taufiksamsuri.bio.ed@gmail.com) atau dihantar langsung (FPMIPA IKIP Mataram Jl. Pemuda No. 59 A Mataram)