

Koreksi Bentuk Berkas Cahaya Laser Dioda Menggunakan Sepasang Prisma Anamorpik

Minarni*, Iwantono, Age Pranata

Laboratorium Fotonik, Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Riau

*Email: minarni@unri.ac.id

Abstrak. Laser dioda adalah Laser semikonduktor yang digunakan untuk berbagai aplikasi pada saat ini karena harga yang terjangkau, tersedia dengan berbagai panjang gelombang dan daya, mempunyai lebar bandwidth yang sempit, energi efisien, dan kompak. Namun Laser dioda mempunyai beberapa kelemahan yaitu berkas cahayanya yang tidak simetris atau asimetris, rentan terhadap fluktuasi arus injeksi dan suhu. Pada penelitian ini bentuk berkas cahaya laser dioda dengan panjang gelombang 830 nm dikoreksi menggunakan sepasang prisma anamorpik. Penyangga kedua prisma dibuat agar pengaturan sudut keduanya dapat dilakukan dengan mudah. Pada penelitian ini variasi sudut kedua prisma adalah 10° dan 3° , $18,5^\circ$ dan $-1,5^\circ$, $18,5^\circ$ dan -3° , 12° dan 1° , $6,5^\circ$ dan 5° . Lebar berkas cahaya laser pada sumbu x dan y setelah melewati kedua prisma dengan lima variasi sudut diukur melalui pengukuran intensitas cahaya versus jarak dari penampang lintang berkas menggunakan sebuah fotodioda yang telah dikalibrasi. Dari grafik Intensitas cahaya versus jarak, Full Wave Half Maximum (FWHM) dihitung sebagai lebar berkas. Gambar berkas cahaya sebelum dan setelah melalui kedua prisma pada ke lima variasi sudut direkam dan dianalisa menggunakan Kamera CCD untuk memperoleh bentuk berkas yang simetris. Dari kelima variasi sudut tersebut, variasi sudut yang ke empat dan ke lima memberikan bentuk berkas cahaya laser yang hampir simetris atau bundar dengan lebar berkas di sumbu x dan y masing masing (1,95 mm ; 1,75 mm) untuk variasi sudut yang keempat dan (1,45 mm ; 1,3 mm) untuk variasi sudut yang kelima.

Kata Kunci: Pembentukan Berkas Cahaya Laser, Prisma Anamorpik, Laser Dioda

PENDAHULUAN

Laser merupakan suatu alat yang telah menjadi bagian dari kehidupan manusia. Berbagai aplikasi laser telah dikembangkan untuk memudahkan pekerjaan. Laser di gunakan di bidang industri dalam pemotongan, pengelasan dan pelobangan yang presisi dan cepat. Laser digunakan dalam komunikasi serat optik dengan bandwidth dan kecepatan transmisi meningkat. Di bidang kesehatan, laser digunakan sebagai pisau bedah dan penghancur tumor. Di bidang pertanian, laser merupakan sumber cahaya yang monokromatik, koheren, searah dan dengan intensitas tinggi sehingga dapat digunakan sebagai pemencar partikel atau

Berdasarkan medium penguatannya laser terdiri dari berbagai jenis yaitu laser zat padat, cair, gas dan bahan semikonduktor. Laser Ruby, Laser Nd:YAG dan Ti:S merupakan contoh laser zat padat yang dikenal. Laser CO₂ dan Laser He-Ne merupakan laser bahan gas yang populer. Laser zat cair yang telah dikembangkan adalah laser yang mediumnya terbuat dari Cat. Laser semikonduktor adalah laser yang prinsip kerjanya seperti dioda.

Laser Dioda adalah laser yang bahannya menggunakan sambungan P-dan N. Laser ini telah diproduksi secara massal saat ini karena aplikasinya yang sangat luas seperti pada CD player, printer dan scanner laser, laser pointer dan berbagai bidang riset. Laser dioda banyak digunakan karena bentuknya yang kecil, efisien dalam penggunaan listrik, dapat dibuat pada



berbagai panjang gelombang dan daya laser yang cukup besar sehingga dapat digunakan sebagai pengganti jenis laser lain yang harganya relatif mahal.

Disamping kelebihanannya, Laser Dioda mempunyai beberapa kekurangan, yaitu astigmatisme dimana bentuk keluaran yang tidak simetris yang disebabkan oleh bentuk lapisan PN Dioda Laser nya yang persegi panjang. Kekurangan lainnya adalah perubahan frekuensi atau panjang gelombangnya yang disebabkan oleh getaran, fluktuasi temperatur dan arus bias. Untuk menjaga kestabilan frekuensinya, rangkaian pengontrol arus dan temperatur sering digunakan, begitu juga peredam getaran.

Bentuk berkas keluaran Laser Dioda yang eliptikal dapat dikoreksi menggunakan beberapa cara antara lain menggunakan sepasang lensa kolimasi, sepasang lensa silinder, sepasang prisma anamorpik, menggunakan serat optik, dan menggunakan lensa silindris mikro pada waktu pembuatan diodanya [1,2]. Pemilihan metode yang sesuai bergantung pada prinsip kerja masing masing komponen optik, harga, kualitas bentuk yang diinginkan. Koreksi menggunakan serat optik, sepasang prisma, dan lensa mikro menghasilkan berkas yang bulat tetapi harganya relatif mahal dari metode yang lain. Metode serat optik adalah metode yang paling baik tetapi mempunyai harga yang paling tinggi akan tetapi daya yang diserap tinggi [3].

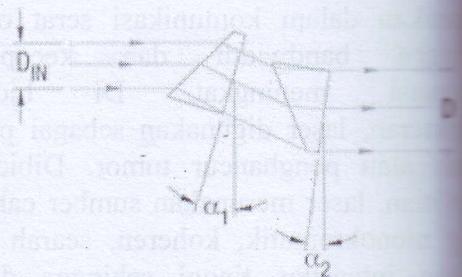
Sepasang prisma anamorfik sering digunakan untuk mengoreksi berkas laser dioda yang eliptikal sehingga menjadi bulat karena pada beberapa aplikasi laser, berkas yang bulat sangat diperlukan. Pasangan prisma ini dapat mengoreksi bentuk berkas pada satu sumbu saja yaitu x atau y. Metode ini juga dapat mengkolimasi dan memperbesar berkas. Dibanding metode menggunakan sepasang lensa biasa dan silinder, metode ini menghasilkan bentuk

yang hilang setelah melewati prisma lensa kecil [3]. Karena penggunaan prisma anamorfik, penyangganya perlu dibuat agar pengaturan sudut setiap prisma mudah dilakukan. Penyangga komersial mempunyai harga yang relatif mahal dan tidak dapat memvariasi sudut prismanya sesuai keinginan pengguna.

Pada penelitian ini, sepasang prisma anamorfik merk Thorlabs digunakan untuk membulatkan keluaran laser dioda merk Edmund Optic yang mempunyai panjang gelombang 830 nm dan daya maksimum 50 mW. Penyangga kedua prisma dibuat karakteristik berkas sebelum dan sesudah melewati prisma di amati menggunakan sebuah Kamera CCD merk Thorlabs dan Sebuah fotodioda terkalibrasi merk Thorlabs.

METODE PENELITIAN

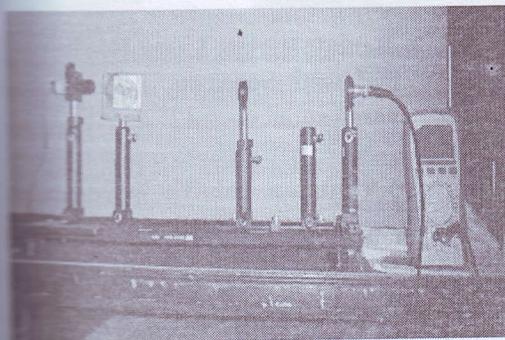
Penelitian dilakukan menggunakan metode eksperimen dan dilakukan dalam beberapa tahap yaitu pembuatan penyangga yang terbuat dari *flexi glass* untuk tempat sepasang prisma, pemasangan sepasang prisma sebagai pengkoreksi berkas keluaran laser pada penyangga yang telah dibuat, mengatur besarnya sudut orientasi prisma dan menampilkan hasil koreksi dari berkas laser dioda sebelum dan sesudah menggunakan Kamera CCD dan mengukur diameter berkas pada sumbu x dan y menggunakan sebuah fotodioda yang sudah dikalibrasi oleh Perusahaan pembuatnya.



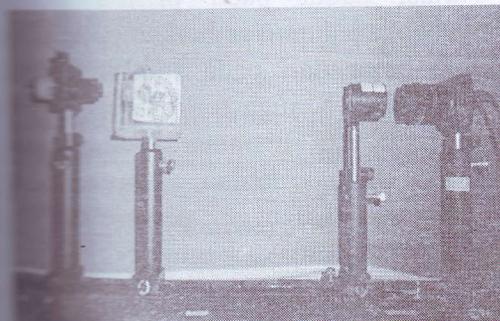
Gambar 1. Orientasi kedua prisma dan sudutnya terhadap sinar datang [3].

Penyangga prisma anamorpik (*anamorphic*) dibuat untuk memudahkan dalam pengaturan sudut kedua prisma seperti yang terlihat pada Gambar 1. Kedua prisma diset agar bisa di rotasikan pada sumbunya sehingga sudut datang sinar laser bisa diubah terhadap prisma dengan cara merotasikan prisma sesuai dengan besar sudut yang diinginkan. Sumbu rotasi prisma dilengkapi dengan jarum penunjuk besar sudut yang menunjukkan besar sudut yang dibentuk antara sinar datang dengan prisma [4].

Berkas laser sebelum dilewatkan ke prisma dan berkas laser keluaran prisma dikarakteristikasi bentuknya dengan menggunakan Fotodioda dan *CCD Camera* sebagai penangkap berkas laser tersebut. Metode karakteristiknya dengan menyusun alat seperti pada Gambar 2 untuk yang menggunakan Fotodioda dan Gambar 3 untuk yang menggunakan Kamere CCD.



Gambar 2. Susunan alat untuk pengukuran diameter berkas cahaya laser menggunakan Fotodioda.



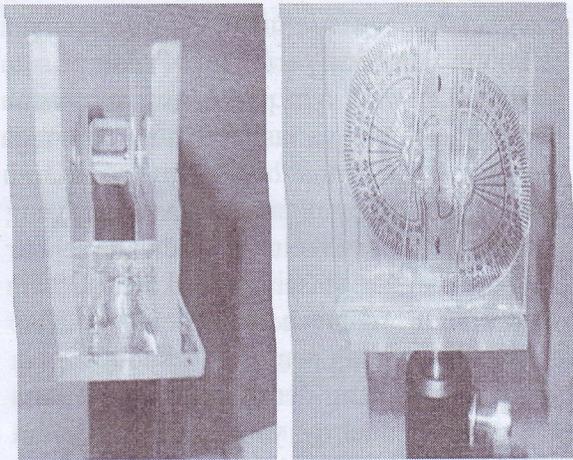
Gambar 3. Susunan alat untuk pencitraan

Setelah alat semua disusun, maka selanjutnya prisma pertama (P1) dan prisma kedua (P2) yang ada pada susunan prisma tersebut diatur variasi sudutnya hingga mendapatkan bentuk berkas laser keluaran seperti yang diinginkan. Berkas laser yang dihasilkan atau dikeluarkan adalah sejajar dengan berkas laser masukan. Dalam pengambilan data ada beberapa tahap diantaranya adalah variasikan sudut antara berkas laser datang dengan prisma pertama (P1) dengan sudut α_1 , yang kemudian sudut prisma kedua (P2) disesuaikan sudutnya hingga sebesar α_2 agar berkas laser keluaran sejajar dengan berkas laser yang masuk. Nilai sudut α_1 dan α_2 positif jika searah dengan jarum jam dan negatif untuk sebaliknya. Pada setiap variasi sudut prisma ataupun berkas awal tanpa prisma, berkas dianalisa bentuknya dengan menggunakan Fotodioda dan *CCD Camera*. Daya keluaran juga diukur dengan menggunakan *Power meter*. Lebar berkas cahaya laser pada sumbu x dan y sebelum dan setelah melewati kedua prisma dengan lima variasi sudut diukur melalui pengukuran intensitas cahaya versus jarak dari penampang lintang berkas menggunakan sebuah fotodioda yang telah dikalibrasi. Dari grafik Intensitas cahaya versus jarak, Full Wave Half Maximum (FWHM) dihitung sebagai lebar berkas di sumbu x dan y. Fotodioda yang digunakan telah dikalibrasi menurut panjang gelombang laser yang mengenainya dalam mA/Watt sehingga Intensitas laser dapat diberikan dalam daya dalam satuan miliAmpere (mW), untuk panjang gelombang 830 nm konversinya sekitar 0.4 mA/Watt.

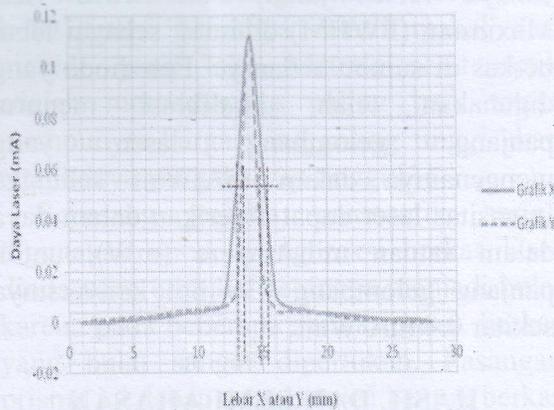
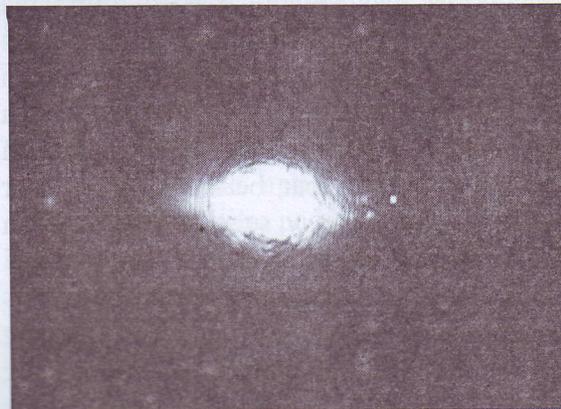
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyangga sepasang prisma anamorpik dengan skala sudut yang terbuat dari flexi glass telah berhasil dibuat dan digunakan untuk mengkoreksi bentuk berkas laser dioda Infra Merah. Bentuk penyangga dapat dilihat pada Gambar 4.

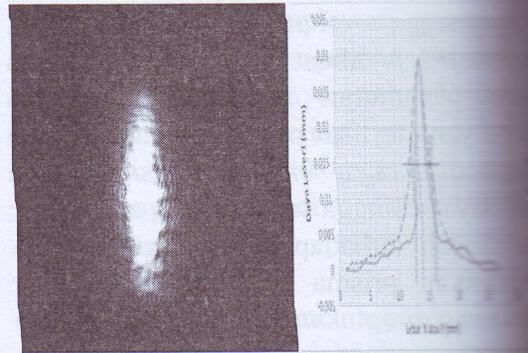
Minarni, dkk: Koreksi Bentuk Berkas Cahaya Laser Dioda Menggunakan Sepasang Prisma Anamorpik



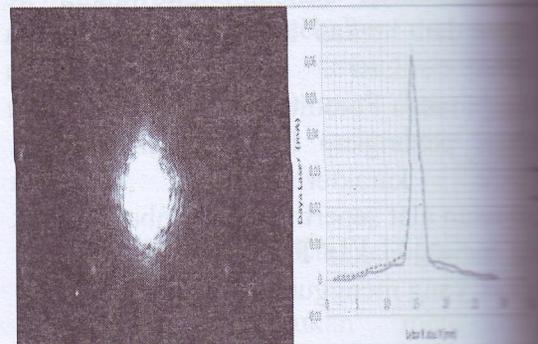
Gambar 4. Pemegang Sepasang Prisma Anamorpik yang dibuat, dilengkapi dengan skala, lihat samping dan depan.



Gambar 5. Berkas Laser Dioda pada Kamera CCD sebelum melewati sepasang Prisma Anamorpik (a) dan Pengukuran Diameter di sumbu x dan y nya menggunakan Photodioda



Gambar 6. Bentuk Berkas Laser Dioda setelah melewati Sepasang Prisma dengan variasi sudut $\alpha_1 = 18,5^\circ$ dan $\alpha_2 = -3,3^\circ$



Gambar 7. Bentuk Berkas Laser Dioda setelah melewati Sepasang Prisma dengan variasi sudut $\alpha_1 = 12^\circ$ dan $\alpha_2 = 1^\circ$

Bentuk keluaran cahaya laser sebelum melewati prisma dapat dilihat pada Gambar 5, dimana diameter berkas lebih kecil pada sumbu y dibanding pada sumbu x. Diameternya dapat dilihat pada Grafik daya versus diameter yang memperlihatkan diameter x lebih besar dari y.

Variasi sudut pada prisma pertama menyebabkan diameter berkas pada sumbu y lebih besar dari pada sumbu x seperti pada Gambar 6, juga terlihat pada Grafik Daya laser dan diameter. Setelah sudut prisma yang kedua diubah dan diseimbangkan dengan perubahan sudut prisma pertama maka bentuk berkas sudah bulat seperti pada Gambar 7 dan diperlihatkan oleh diameter penampang berkas laser yang berimpit antara sumbu x dan y.

Tabel 1. Hasil Koreksi Diameter Berkas Laser Dioda Pada Beberapa Variasi Sudut Prisma

Variasi Sudut	Lebar Berkas					
	Sumbu X			Sumbu Y		
	Titik 1	Titik 2	Lebar	Titik 1	Titik 2	Lebar
Tanpa Prisma	13,1	15,2	2,1	13,5	14,7	1,2
Sudut 1	13,1	14,95	1,85	13,3	14,7	1,4
Sudut 2	14,2	15,7	1,5	14	16	2
Sudut 3	13,3	15,3	2	12,3	15,7	3,4
Sudut 4	14,25	16,2	1,95	14,25	16	1,75
Sudut 5	14,4	15,85	1,45	14,4	15,7	1,3

Tabel 2. Pembesaran Berkas pada sumbu x dan y dari Variasi Sudut.

	Variasi Sudut dan Pembesaran			
	Prisma 1	Prisma 2	Perbesaran	Daya
Tanpa Prisma				2.84 mW
Sudut 5	6,5	5	1,1	2.76 mW
Sudut 1	10	3	1,2	2.74 mW
Sudut 4	12	1	1,5	2.72 mW
Sudut 2	14,5	-1,5	1,7	2.71 mW
Sudut 3	18,5	-3	2,8	2.49 mW

Beberapa variasi sudut dilakukan untuk memperoleh bentuk berkas yang bundar. Tabel 1 memperlihatkan diameter berkas di sumbu x dan y untuk setiap variasi sudut. Variasi sudut yang ke 4 dan ke 5 memperlihatkan diameter berkas di sumbu x dan y yang hampir sama. Pada Tabel 2 ditunjukkan Variasi daya yang keluar setelah melewati prisma hampir sama hanya terjadi penyerapan sekitar 8 % kecuali pada variasi sudut ke 3. Pembesaran yang hampir sama di sumbu x dan y terlihat pada variasi sudut 5 dan 1.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini, koreksi bentuk berkas laser dioda dapat dilakukan dengan mengubah sudut prisma pertama dan kedua. Variasi sudut mempengaruhi bentuk berkas laser yang daya keluaran setelah melewati prisma. Dari grafik Intensitas/daya cahaya laser jarak, diameter berkas di sumbu x dan y diperoleh. Dari kelima variasi sudut

laser yang hampir simetris atau bundar dengan lebar berkas di sumbu x dan y masing masing (1,95 mm ; 1,75 mm) untuk variasi sudut yang keempat dan (1,45 mm ; 1,3 mm) untuk variasi sudut yang kelima.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Mansuripur and E. M. Wright. (2007). *The Optics of Semiconductor Diode Lasers, Optics and Photonics News*, p. 57 – 61.
- [2] M. Serkan. 2007. *Laser Beam Shaping Optical System Design Methods and Their Application in Edge-Emitting Semiconductor Laser-Based Lidar System*, Dissertation, Auburn University
- [3] Auburn Group. (1998). *Laser Dioda Technical Notes 1*, Coherent Inc
- [4] I. A. Nicholls. (2009). *Mount for Laser Diode and Beam Shaping Optics, Final Report*, <http://fp.optics.arizona.edu>, diakses pada tanggal 12/3/2013

Penumbuhan Nanopartikel Paladium dalam Sistem Surfaktan Triner pada Substrat Padat

Iwantono^{1*}, E. Taer¹, A. A. Umar² dan I. Rumiati¹

¹Jurusan fisika, Universitas Riau, 28293, simpang baru Riau, Indonesia

²Institute of Microengineering and Nanoelectronics, University Kebangsaan Malaysia, 43600 Bangi, Selangor- Malaysia

*Email : iwan_tono@yahoo.co.uk

Abstrak. Nanopartikel paladium telah berhasil ditumbuhkan di atas permukaan substrat padat (Indium tin oxide (ITO) dan glass slide) dengan menggunakan metode *Seed-mediated Growth*. Penumbuhan nanopartikel paladium tersebut dilakukan dalam sistem surfaktan triner: *Cetyl-trimetyl-ammonium Bromide* (CTAB), *Hexadecyltri-methylene-tetramine* (HMT) dan *Poly-vinyl-poriledon* (PVP). Sampel kemudian dikarakterisasi dengan metode Spektroskopi UV-Vis, Difraksi Sinar-x (XRD) dan *Field Emission Scanning Electron Microscope* (FESEM). Spektrum UV-Vis memperlihatkan bahwa nanopartikel paladium yang tumbuh di atas ITO dengan variasi volume surfaktan triner: 5 mL CTAB, 2 mL HMT dan 13 mL PVP memiliki puncak intensitas serapan yang paling maksimum dengan puncak tunggal. Pola XRD dari sampel mengkonfirmasi bahwa munculnya puncak intensitas pada sudut 2θ : $40,1^\circ$ dan $46,4^\circ$ adalah representasi dari difraksi bidang kristal *hkl* (111) dan (200) nanopartikel palladium. Sedangkan hasil foto FESEM memperlihatkan bahwa nanopartikel paladium yang tumbuh memiliki bentuk spheris dengan kecenderungan membentuk nanorods. Sampel terbaik yang disiapkan dengan variasi volume CTAB: HMT: PVP = 5 ml: 5 ml: 10 ml menghasilkan nanopartikel palladium yang paling dominan dengan ukuran diameter 6,7 nm-10 nm dan memiliki densitas paling tinggi sebesar $2,94 \times 10^{11}$ butir/cm².

Kata Kunci: Nanopartikel palladium, Surfaktan triner, UV-Vis, XRD, FESEM.

PENDAHULUAN

Dalam beberapa decade belakangan ini, nanopartikel paladium telah menjadi daya tarik bagi para peneliti untuk melakukan riset terhadap karakteristiknya, karena potensinya yang dapat diaplikasikan sebagai katalisator, *thin film*, dan sensor [1]. Paladium merupakan logam yang menarik karena memiliki aktivitas katalis yang tinggi, seperti dalam reaksi hidrogenasi, reaksi suzuki, dan reaksi siklisasi [2].

nanopartikel paladium yang stabil, seperti metode sonokimia, metode sonoelektrokimia dan teknik mikroemulsi [2]. Nanopartikel paladium mengandung senyawa intermetalik yang memiliki aplikasi unik sebagai katalis dan membran aktif [3]. Sejak kemampuan paladium untuk menyerap gas hidrogen telah dilaporkan pada tahun 1866, logam-mulia ini secara ekstensif telah banyak digunakan dan berdampak luas di dalam berbagai industri. Sekitar 10% dari paladium yang diproduksi di dunia digunakan sebagai reaksi katalitis di dalam bahan kimia, farmasi dan industri



minyak tanah, sedangkan 46% digunakan untuk pembuatan komponen elektronik, dan 25% digunakan pada ilmu kedokteran gigi [4].

Dalam penelitian ini, nanopartikel paladium ditumbuhkan dengan menggunakan metoda *Seed-mediated growth* pada substrat ITO dan glass slide. Penumbuhan nanopartikel paladium dilakukan dengan bervariasi volume surfaktan triner: CTAB, HMT dan PVP. Karakterisasi terhadap sampel dilakukan dengan beberapa metode, yaitu: Spektroskopi UV-VIS, XRD dan FESEM.

METODE PENELITIAN

Materials: Potassium Hexachloro Palladiate (K_2PdCl_6), asam askorbik ($C_6H_8O_6$) dan trisodium sitrat ($C_6H_5Na_3O_7$) dibeli dari Wako Pure Chemical, sodium borohydride ($NaBH_4$) berasal dari Fluka, *Cetyl-trimethyl-ammonium Bromide* (CTAB), *Hexa decyltri-methylene-tetramine* (HMT) dan *Poly-vinyl-poriledon* (PVP) dibeli dari Sigma Aldrich. Semua bahan tersebut kemudian dibuat dalam bentuk larutan dengan menggunakan air deionisasi.

PEMBENIHAN NANOPARTIKEL PALADIUM

Pembenihan nanopartikel paladium diawali dengan mencampurkan larutan 0,5 ml K_2PdCl_6 0,01 M dengan 0,5 ml trisodium sitrat 0,01 M dan diaduk secara teratur selama beberapa detik. Setelah larutan homogen, ditambahkan 20 ml air deionisasi. Selanjutnya substrat dimasukkan ke dalam larutan pembenihan ini. Setelah 30 menit ke dalam larutan ini ditambahkan 0,5 ml $NaBH_4$ 0,1 M. Setelah 1 jam, kemudian substrat diangkat dan dibilas dengan air deionisasi dan dikeringkan.

Penumbuhan nanopartikel Paladium dimulai dengan mencampurkan tiga macam surfaktan dengan empat variasi volume, yaitu: CTAB: HMT: PVP = 5 ml: 5 ml: 10 ml, CTAB: HMT: PVP = 5 ml: 7.5 ml: 7.5 ml, CTAB : HMT: PVP = 5 ml: 3 ml: 12 ml, dan CTAB: HMT: PVP = 5 ml: 2 ml: 13 ml. Setelah keempat variasi campuran larutan ini siap, kemudian ditambahkan larutan 0,5 ml K_2PdCl_6 0,01 M, dan diaduk hingga larutan homogen. Setelah itu tambahkan 0,1 ml asam askorbik 0,1 M, aduk hingga larutan homogen. Selanjutnya substrat yang telah melalui proses pembenihan kemudian dimasukkan ke dalam larutan penumbuhan ini selama 4 jam.

KARAKTERISASI

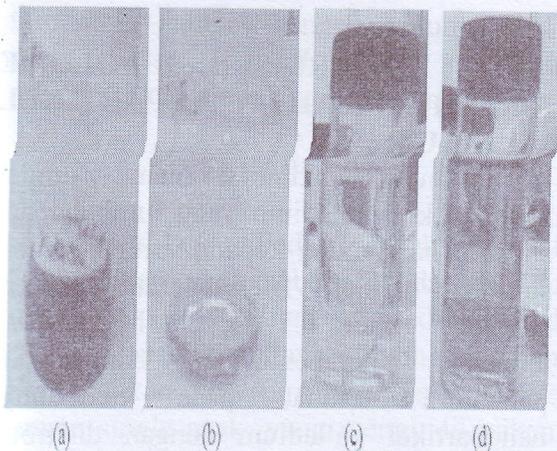
Karakterisasi terhadap sampel dilakukan dengan beberapa metode, yaitu: Spektroskopi UV-Visible dengan menggunakan Spectrophotometer merk Perkin Elmer Lambda 900, Difraksi Sinar-X dengan menggunakan Diffractometer sinar-x merk Siemens D5000, dan metode FESEM dengan menggunakan FESEM seri SUPRA 55VP.

HASIL DAN PEMBAHASAN

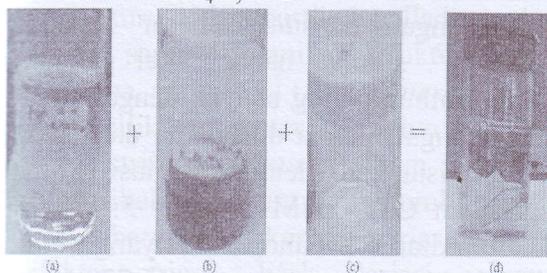
Proses pembenihan nanopartikel palladium dengan larutan 0,5 ml K_2PdCl_6 0,01 M, 0,5 ml trisodium sitrat 0,01 M dan 0,5 ml $NaBH_4$ 0,1 M secara visual dapat dilihat pada Gambar 1.

Perubahan warna yang terjadi pada larutan pembenih menunjukkan terbentuknya partikel nano yang merubah karakteristik atom palladium.





Gambar 1. Perubahan warna pada tahapan penbenihan nanopartikel palladium: (a) 0,5 ml $K_2[PdCl_6]$ 0,01 M; (b) Larutan (a) + 0,5 trisodium sitrat 0,01 M; (c) Larutan (b) + 20 ml air deionisasi; (d) Larutan (c) + 0,5 ml $NaBH_4$ 0,1 M



Gambar 2. Perubahan warna larutan penumbuh nanopartikel palladium: (a) Campuran larutan CTAB+HMT+PVP; (b) Larutan palladium (K_2PdCl_6); (c) Asam askorbik; (d) Larutan a + larutan b + larutan c + substrat hasil penbenihan.

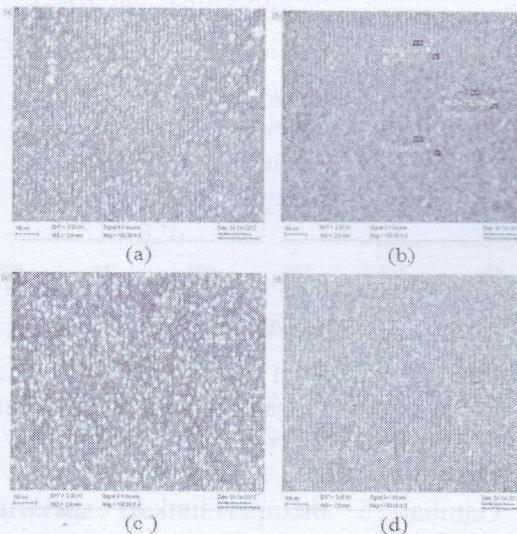
Penumbuhan nanopartikel palladium dalam system surfaktan triner diperlihatkan dengan visualisasi perubahan warna larutan penumbuh, seperti diperlihatkan pada Gambar 2.

Pengaruh variasi volume surfaktan triner pada penumbuhan nanopartikel palladium dikaji dalam penelitian ini dengan membuat beberapa sampel untuk masing-masing volume surfaktan yang berbeda. Selanjutnya sampel dianalisa dengan membandingkan spektrum UV-Vis dan foto

MORFOLOGI DAN STRUKTUR NANOPARTIKEL PALADIUM

Morfologi nanopartikel palladium yang tumbuh pada substrat padat diobservasi dengan FESEM. Foto FESEM dari nanopartikel palladium pada substrat ITO diperlihatkan pada Gambar 3.

Pada Gambar 3 tersebut dapat dilihat bahwa nanopartikel palladium tumbuh pada substrat ITO melingkupi hampir semua bahagian permukaan substrat dengan merata. Bentuk geometri nanopartikel palladium tersebut terlihat berbentuk spheris (bola) dengan ukuran diameter yang merata dan berkisar antara 6,7 – 20 nm. Partikel-partikel tersebut selain tersebar merata, juga ada di beberapa tempat yang tumbuh mengelompok dan cenderung membentuk susunan nanorods.

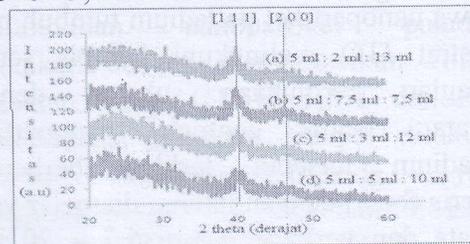


Gambar 3. Foto FESEM nanopartikel paladium pada substrat ITO dengan variasi volume surfaktan triner CTAB:HMT:PVP (a) 5:2:13 mL; (b) 5:7,5:7,5 mL; (c) 5:3:12 mL; (d) 5:5:10 mL

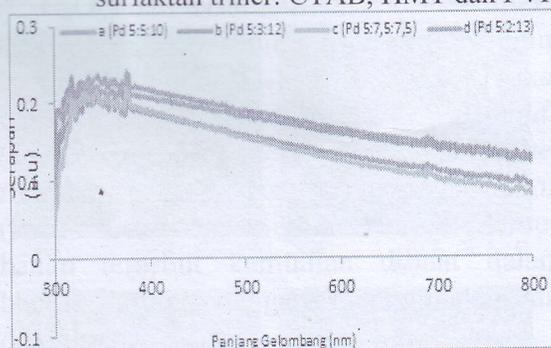
Pola difraksi sinar-X dari sampel yang disiapkan dengan 4 variasi volume surfaktan: CTAB, HMT dan PVP (4 sampel) diperlihatkan pada Gambar 4. Dari gambar tersebut jelas terlihat pada keempat sampel terbentuk dua puncak pada sudut 2θ : 40.05° - 40.16° dan 46.35° - 46.58° .

XRD tersebut dievaluasi menggunakan *Eva Diffrac Plus*

yang menghasilkan analisa bahwa kedua puncak tersebut merupakan representasi dari bidang kristal palladium (111) dan (200) berturut-turut. Nanopartikel palladium dari keempat sampel memiliki struktur kristal yang sama, yaitu FCC (*face centered cubic*) dan memiliki parameter kisi $a=b=c=3,8790 \text{ \AA}$.



Gambar 4. Pola XRD dari sampel yang mengandung nanopartikel palladium dengan 4 macam variasi volume surfaktan triner: CTAB, HMT dan PVP



Gambar 5. Spektrum absorpsi UV-Vis dari sampel dengan 4 variasi volume surfaktan triner: CTAB, HMT dan PVP

Gambar 5 memperlihatkan spektrum absorpsi UV-Vis untuk sampel dengan 4 variasi volume surfaktan triner CTAB, HMT dan PVP. Terlihat pada gambar tersebut bahwa spectrum UV-Vis sampel menghasilkan single peak pada panjang gelombang sekitar 350 nm. Puncak intensitas tunggal ini merepresentasikan tranverse surface plasmon resonance (T-SPR), yang merupakan tipikal spectrum UV-Vis untuk nanopartikel palladium spheris. Pada gambar tersebut juga terlihat bahwa spektrum absorpsi UV-Vis paling tinggi dihasilkan dari sampel dengan variasi

EFEK VARIASI VOLUME SURFAKTAN PADA NANOPARTIKEL PALADIUM

Distribusi ukuran dan jumlah nanopartikel palladium yang tumbuh pada substrat bergantung kepada variasi volume surfaktan triner. Efek variasi volume surfaktan triner: CTAB, HMT dan PVP terhadap pembentukan nanopartikel palladium terlihat pada tumbuhnya nanopartikel palladium dengan distribusi ukuran partikel dan jumlah partikel yang terbentuk sedikit bervariasi. Ukuran diameter partikel paling kecil (pada range 4-10 nm) diperoleh ketika volume PVP nya paling kecil dan volume HMT nya paling besar, yaitu dengan variasi volume surfaktan CTAB:HMT:PVP = 5:7,5:7,5 mL, dengan densitas sebesar $2,21 \times 10^{11}$ butir/cm². Jumlah nanopartikel palladium yang tumbuh paling banyak dengan ukuran yang sangat merata dihasilkan dari sampel yang disiapkan dengan variasi volume surfaktan CTAB:HMT:PVP = 5:5:10 mL. Ukuran diameter nanopartikel yang tumbuh adalah dominan pada rentang 6,7 – 10 nm, sedangkan densitasnya adalah sebesar $2,94 \times 10^{11}$ butir/cm². Untuk sampel dengan volume PVP lebih besar dan volume HMT lebih kecil menghasilkan ukuran partikel yang lebih besar. Sampel dengan variasi volume surfaktan CTAB:HMT:PVP = 5:2:13 mL dan 5:3:12 mL menghasilkan nanopartikel palladium dengan ukuran diameter pada 2 range ukuran, yaitu 6,7-10 nm dan 13,3-20 nm, dengan densitas pada range nilai $1,6 \times 10^{11}$ butir/cm² dan 2×10^{11} butir/cm².

Surfaktan PVP yang memiliki berat molekul yang paling besar dibandingkan dengan CTAB dan HMT memberikan dampak terhadap ukuran partikel palladium yang terbentuk. Sampel dengan volume PVP yang terkecil (7,5 mL) menghasilkan ukuran partikel pada rentang diameter terkecil (4-10 nm). Sedangkan volume HMT terkait dengan jumlah partikel yang

terbentuk, sampel dengan volume HMT yang besar (5 mL dan 7,5 mL) menghasilkan jumlah partikel yang besar.

KESIMPULAN

Nanopartikel palladium telah berhasil ditumbuhkan pada substrat padat dengan menggunakan metode seed-mediated growth. Partikel palladium yang tumbuh menghasilkan spectrum absorpsi UV-Vis dengan single peak, yang mengindikasikan bentuk geometri berupa spheris. Pola XRD dari 4 variasi sampel dengan perbedaan volume surfaktan triner, menghasilkan dua puncak XRD (pada sudut $2\theta = 40.05^\circ$ - 40.16° dan 46.35° - 46.58°) yang merupakan representasi dari nanopartikel palladium dengan bidang kristal (111) dan (200) berturut-turut. Nanopartikel palladium dari keempat sampel memiliki struktur kristal yang sama, yaitu FCC (*face centered cubic*) dan memiliki parameter kisi $a=b=c = 3,8790$ Å. Distribusi ukuran dan jumlah nanopartikel palladium yang tumbuh pada substrat bergantung kepada variasi volume surfaktan triner. Efek variasi volume surfaktan triner: CTAB, HMT dan PVP terhadap pembentukan nanopartikel palladium terlihat pada tumbuhnya nanopartikel palladium dengan distribusi ukuran partikel dan jumlah partikel yang terbentuk sedikit bervariasi.

Untuk penelitian selanjutnya, perlu dilakukan variasi volume PVP dan HMT yang lebih banyak untuk mendapatkan kondisi optimum penumbuhan nanopartikel palladium. Karena ukuran partikel palladium yang sangat kecil, maka diperlukan karakterisasi FESEM atau STM atau AFM yang lebih tajam dan akurat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penghargaan dan apresiasi yang besar disampaikan kepada DP2M Dikti atas dukungan dan fasilitas.

disampaikan kepada Universitas Riau dan Universitas Kebangsaan Malaysia atas ijin untuk karakterisasi sampel (FESEM dan XRD) dan memberi akses yang luas demi terselesaikannya riset ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tan, M.N., Park, Y.S. (2009). Synthesis of Stable Hollow Silica Nanospheres, *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 15(3), hal. 365-369.
- [2] Nath, S., Snigdhamayee P., Sudipa P., Soumen B., Tarasankar P. (2007). Photochemical Evolution of Palladium Nanoparticles in Triton X-100 and Its Application as Catalyst for Degradation of Acridine Orange, *Current Science*, 92(6), hal. 786-790.
- [3] Komatsu, T., Koichiro, I., Tomoyuki, U., Ayumu, O., Tatsuaki, Y. Nano-size Particles of Palladium Intermetallic Compounds as Catalysts for Oxidative Acetoxylation. *Applied Catalysis*, 251, hal. 315-326.
- [4] Carrington, N.A., D. Lynn R., Zi-Ling X., (2006). Palladium and the Electrochemical Quartz Crystal Microbalance: a New Method for the in Situ Analysis of the Precious Metal in Aqueous Solutions, *Analytica Chimica Acta*, 572, hal. 303-308.
- [5] A.Almayani, O.M. Lemine. (2012). FE-SEM Characterization of Some Nanomaterial, National Nanotechnology Research Centre, hal. 463-472.
- [6] Astuti, D.W., Irvina, F., Fatimah., N.H, Lutfiana., R, Maharani., Maeistuti, N., Widhyastuti, Y. (2009). X-Ray Diffractometer, Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik, UNS, Surakarta.
- [7] Ducreux-Zappa, M., J.-M. Mermet. (1996). *Analysis of Glass by UV Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Emission Spectrometry. Part 1. Influence of the Laser Parameters on the*



Amount of Ablated Material and the Temporal Behaviour of the Signal for Different Types of Laser, *Spectrochimica Acta*, 51, hal. 321-332.

- [8] Łukaszewski, M., A. Zurowski, A. Czerwinski. (2008). Hydrogen in Thin Pd-Based Layers Deposited on Reticulated Vitreous Carbon - a New System for Electrochemical Capacitors, *Journal of Power Sources*, 185, hal. 1598-1604.
- [9] Ahmadian. N, A.A. Babaluo and B.Bayati. (2007). Palladium Nanoparticles Synthesis Using Polymeric Matrix : Poli (Etyleneglycol) Molecular Weight and Palladium Concentration Effects, *International Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 3(1), hal. 37-43.
- [10] Schields, P.J. (1991). Bragg's Law and Diffraction How waves reveal the atomic structure of crystals. Center for High Pressure Research Department of Earth & Space Sciences State University of New York at Stony Brook Stony Brook, NY 11794-2100.
- [11] Suhendro, P. P., (2012). Sisintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Nanofluida Undoped ZnO (Seng Oksida) dengan Metode Kopresipitasi serta Aplikasinya pada Heat Pipe, Program Studi Fisika FMIPA, Universitas Indonesia, Depok.
- [12] Vollath, Dieter. (2008). Nanomaterials : An Introduction to Synthesis, Properties, and Application, *Enviromental Engineering and Management Journal*, 7(6), hal. 865-870.

