

Ekstraksi secara Morphology pada Pembuluh Darah Retina dari Gambar Fundus Retina

Tomi Kiyatmoko

Jurusan Sistem Komputer
Universitas Sriwijaya
Palembang, Indonesia
tomi.kiyatmoko19@gmail.com

Anatasya Sembiring

Jurusan Sistem Komputer
Universitas Sriwijaya
Palembang, Indonesia
anastasyasembiring68@gmail.com

Abdul Rohman

Jurusan Sistem Komputer
Universitas Sriwijaya
Palembang, Indonesia
rohman020397@gmail.com

Erwin

Jurusan Sistem Komputer
Universitas Sriwijaya
Palembang, Indonesia
erwin@unsri.ac.id

Abstrak—Ekstraksi pembuluh darah retina dari gambar fundus retina merupakan langkah kunci dalam proses mengenal bentuk pola penyakit di retina. Metode-metode sebelumnya pada Ekstraksi Pembuluh Darah Retina mempunyai ciri khas tersendiri terutama pada langkah pra-proses, ekstraksi, dan post-proses pembuluh darah. Akan tetapi masih banyak ciri khas tersebut yang menjadikannya tidak cukup untuk memuaskan akan kebutuhan. Oleh karena itu penelitian selalu melakukan pengembangan untuk mencapai kebutuhan yang memuaskan bagi bidang medis. Maka dari pada itu kami melakukan percobaan dalam rangka pengembangan. Pada paper ini kami menggunakan metode Ekstraksi secara Morphology pada Pembuluh Darah Retina. Alhasil dengan menggunakan data STARE dan DRIVE didapatkan akurasi 90% dan 80%.

Kata Kunci—*Ekstraksi, Morphology, CLAHE, Lokal Threshold Adaptif, Butterworth Bandpass Filter, Gaussian Filter.*

I. PENDAHULUAN

Gambar yang mencakup retina, pembuluh darah, dan optik saraf disebut dengan Citra retina. Retina memiliki bagian penting seperti Pembuluh darah, Makula, Kornea, Iris, dan Lensa. Pembuluh darah memiliki bentuk yang ragam dan bermacam-macam setiap individunya. Bentuk pembuluh darah retina seperti garis cabang sehingga untuk mengekstraksinya dapat menjadi suatu masalah dalam kasus secara deteksi. Oleh karena itu pembuluh darah menjadi objek penting dalam perkembangan medis untuk mengatasi masalah retina.

Ekstraksi pembuluh darah retina dari gambar fundus retina digital merupakan langkah kunci dalam proses diagnosis terkomputerisasi banyak secara patologi mata retina seperti Diabetes Retinopathy, Maculopathy, degenerasi makula, glaukoma dan oklusi arteri retina [1]. Pada gambar fundus retina

dengan resolusi tinggi dapat membantu dokter mata untuk mendiagnosis penyakit secara otomatis dengan mengekstraksi pembuluh darah, cakram optik, dan makula. [2]. Saat ini masalah sering terjadi adalah masalah yang terdapat pada ekstraksi pembuluh darah di citra retina.

Metode-metode sebelumnya pada Ekstraksi Pembuluh Darah Retina mempunyai konsentrasi tersendiri terutama pada Pengolahannya. Pengolahan pada pembuluh darah di ciri khas seperti warna (kemudahan), bentuk (lengkung), gradien (pembatas), kontras (background gambar), dll. Akan tetapi masih banyak ciri khas tersebut yang menjadikannya tidak cukup untuk memuaskan sesuai kebutuhan. Oleh karena itu peningkatan akan kinerja akurasi pada Ekstraksi mata masih dalam perkembangan.

Dari Uraian diatas maka kami telah mengamati beberapa metode yang sudah ada untuk ekstraksi pembuluh darah dengan tujuan untuk peningkatan. Maka dari pada itu penulis menggunakan metode Ekstraksi secara Morphology Pembuluh Darah Retina. Dalam langkahnya, gambar ditingkatkan menggunakan Contrast-Limited Adaptive Histogram Equalization diikuti Filter Butterworth Bandpass dan Koreksi gama. Lalu pembuluh darah kemudian diekstraksi menggunakan thresholding adaptif lokal diikuti dengan cleaning morfologis, gaussian filter dan menghapus pixel-pixel kecil untuk mendapatkan hasil terakhir.

II. PENELITIAN TERKAIT

Beberapa tahun terakhir banyak penelitian berfokus pada metode-metode yang memiliki ciri khas tersendiri seperti Dash dkk. [3] mengusulkan pendekatan yang memiliki tiga proses segmentasi bertahap di mana pada langkah pertama gambar didorong menggunakan kontras histogram adaptif terbatas pemerataan (CLAHE). Segmentasi kemudian

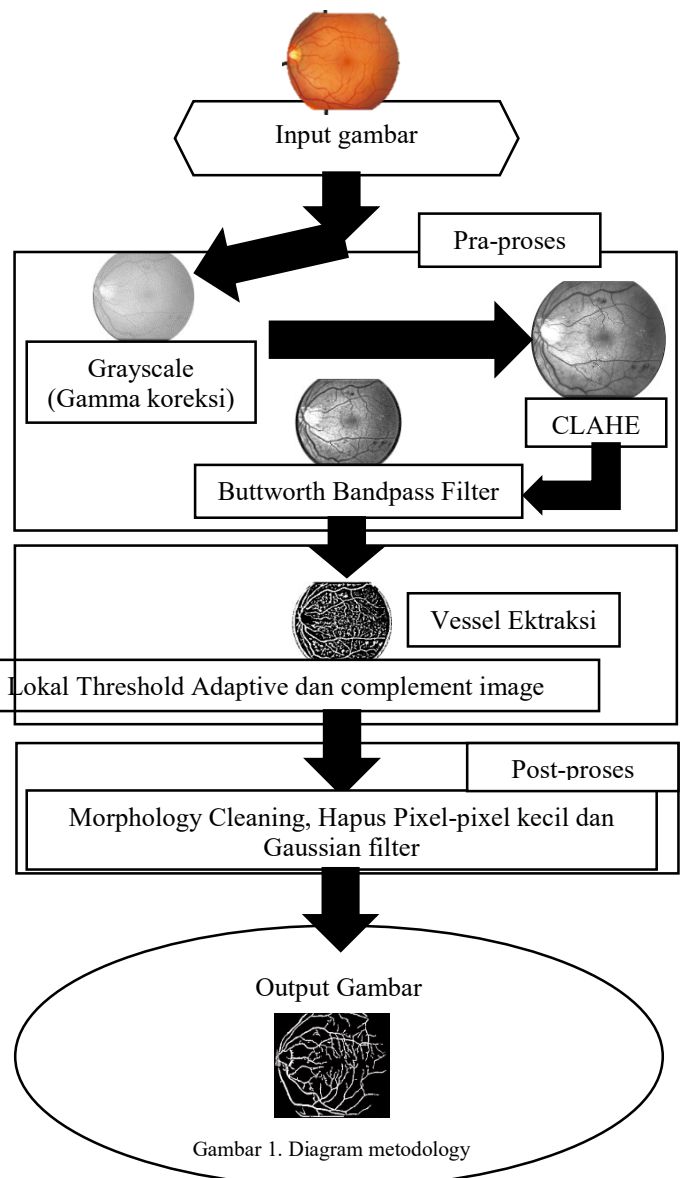
dilakukan menggunakan metode ISODATA. Kemudian pada tahap ketiga dilakukan pembersihan morfologi untuk mengurangi noise yang dihasilkan selama proses segmentasi. Metode CLAHE meningkatkan kontras dari gambar grayscale untuk mengubah nilai-nilai. Dalam analisis gambar fundus, dapat diamati bahwa saluran hijau dari representasi RGB menunjukkan kontras terbaik, sedangkan saluran merah jenuh dengan kontras terendah dan saluran biru terdapat banyak noise dan menderita rentang dinamis yang buruk. Oleh karena itu, untuk jalannya segmentasi, saluran hijau dipilih sebagai pembuluh darah yang dapat diidentifikasi secara akurat dan mengungkapkannya dengan kontras maksimum [4].

Penelitian terkait selanjutnya Biran dkk. [5] mengusulkan metode Image enhancement filter seperti Gabor, Gauss, dan Frangi digunakan setelah langkah preprocessing. Menurut [3] penggunaan teknik peningkatan kontras terbatas AHE, memberikan gambar yang lebih baik yang ditingkatkan dan diperlukan sebelum proses segmentasi. Keseluruhan prosesnya sederhana dan membutuhkan waktu yang sangat singkat untuk eksekusi. Dan pada percobaan perbandingan terhadap metode lain telah menunjukkan bahwa metode segmentasi pembuluh berbasis komputerisasi yang kami usulkan melebihi pendekatan lainnya [6].

Setelah melakukan banyak metode, maka hasil dan kesimpulan yang dapat diperoleh pada jurnal [7] citra biner dari VE-GW mampu mendeteksi banyak pembuluh halus yang terdapat pada retina mata, metode ini mencapai kinerja yang memuaskan dalam citra retina yang menghilangkan struktur nonvaskuler yang kompleks dan menghindari ketinggian pada lebar pembuluh darah.

III. METODOLOGY

Dalam paper ini menggunakan Ekstraksi secara Morphology pembuluh darah retina. Untuk ekstraksi gambar fundus retina menggunakan Lokal thresholding adaptif. Grayscale yang diekstraksi ditingkatkan menggunakan koreksi gamma dan CLAHE diterapkan untuk mengekstraksi pembuluh darah retina dalam kualitas rendah lalu buttworth bandpass filter untuk dipertajam gambarnya. Seiring dengan proses, beberapa yang bukan pixel pembuluh akan dihilangkan dengan bantuan fase post-processing. Secara diagram dapat dilihat pada Gambar 1.



A. Input Image

Langkah pertama sebelum Pre-processing yaitu menyiapkan Gambar Fundus Retina sebagai Input Image. Gambar Fundus Retina berupa data yang berasal dari data STARE dan data DRIVE.

B. Pra-proses

Setelah mendapatkan data dalam langkah Input Image, selanjutnya dilakukan Pra-proses tujuannya untuk mendapatkan akurasi kinerja yang lebih tinggi seperti pada peningkatan gambar, filterisasi, perubahan warna, dll. Dalam Pre-processing beberapa teknik-teknik yang dilakukan sebagai berikut:

- Gamma Koreksi (Grayscale)

Dalam langkah pre-processing ini pertama kali dilakukan adalah Grayscale dengan pendekatan Gamma Koreksi untuk memperbaiki kecerahan gambar.

Rumus yang dipakai untuk koreksi gamma pada persamaan (1) sebagai berikut :

$$O = C I^\gamma \quad (1)$$

dimana O= output, C = konstanta, γ = gamma dan I = input.

- Contrast-Limited Adaptive Histogram Equalization

Setelah melakukan Koreksi gamma selanjutnya menggunakan Contrast-Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) [8]. Tujuan CLAHE adalah untuk meningkatkan kualitas gambar kontras yang rendah. CLAHE adalah versi perbaikan Adaptif Histogram Equalization (AHE) yang membagi gambar menjadi wilayah kecil dan bekerja pada konstituen individu di mana kontras dari masing-masing konstituen kecil diperkuat [4].

- Butterworth Bandpass Filtering

Setelah melakukan CLAHE selanjutnya melakukan Filtering yaitu Butterworth Bandpass Filtering [9]. Filtering ini dilakukan untuk mengubah gambar fundus menjadi lebih tajam dengan mengambil data frekuensi tinggi dan rendah dengan batas tertentu [10]. Sehingga didapatkan garis pembuluh darah lebih jelas.

Dengan rumus pada persamaan (2) (3) dan butterworth bandpass filter (4) sebagai berikut :

$$H_{LP}(u, v) = \frac{1}{1 + \left[\frac{D(u, v)}{D_L} \right]^{2n}} \quad (2)$$

$$H_{HP}(u, v) = 1 - \frac{1}{1 + \left[\frac{D(u, v)}{D_H} \right]^{2n}} \quad (3)$$

$$H_{BP}(u, v) = H_{LP}(u, v) * H_{HP}(u, v) \quad (4)$$

Dimana D_L dan D_H adalah Frekuensi low pass filter pada persamaan (2) dan Frekuensi High pass filter pada persamaan (3), n adalah urutan dari filter D (u, v) adalah matrix dari u dan v.

C. Vessel Ekstraksi

Setelah melakukan Pre-processing selanjutnya ialah melakukan Ekstraksi pada pembuluh darah (Vessel Ekstraksi). Dalam proses ini terdiri dari Lokal Threshold Adaptif dan complement image dengan sebagai berikut:

- Lokal Threshold Adaptive

Langkah dilakukan pada Proses Vessel Ekstraksi ini adalah Lokal Threshold Adaptif. Proses ini mengubah citra grayscale menjadi citra biner yang berupa nilai 0 dan 1. [11]

- Complement Image

Setelah melakukan Thresholding Adaptif maka selanjutnya dilakukan Complement Image yang berfungsi untuk mengubah binary pembuluh darah retina menjadi bernilai pixel 1 berwarna putih pada pembuluh darah retina dan garis tepi retina. Selain pada bagian itu akan bernilai pixel 0 yang berwarna hitam.

D. Post-proses

Setelah melakukan Vessel Ekstraksi. Langkah terakhir ialah Post-proses. Proses ini akan dilakukan pembersihan Noise. Karena adanya noise berupa banyaknya pixel kecil yang tidak dibutuhkan pada pembuluh darah yang dapat dihilangkan dengan bantuan operasi pembersihan morfologi. Morfologi yang dipakai untuk proses ini adalah Morfologi Cleaning dan penghapusan pixel kecil dari hasil Gambar Binary atau threshold serta di filter menggunakan Gaussian Filter untuk memperhaluskan bagian ujung akar pembuluh darah.

E. Output Image

Output image ini Hasil dari Metode yang telah dilakukan. Hasil file type dapat berupa gif, png, dan Jpeg. Sesuai data type gambar yang didapat dari pemrosesan nantinya.

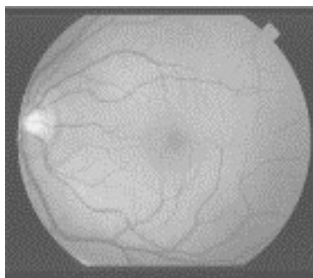
IV. PERCOBAAN DAN HASIL

Pada penelitian kali ini kami menggunakan Gambar Fundus Retina berupa data masing-masing 20 gambar fundus retina yang berasal dari data STARE dan data DRIVE akan tetapi pada percobaan ini kami hanya memakai 5 gambar fundus secara acak untuk masing-masing dataset. Seperti berikut salah satu pengolahan citra dari data STARE Gambar 2 bagian (a). Gambar grayscale awal dari pra-proses dengan grayscale secara gamma koreksi dapat dilihat pada Gambar 2 bagian (b). Koreksi gamma sangat penting untuk menyajikan gambar persis di monitor. Gambar-gambar yang dikoreksi dapat terlihat baik diputihkan atau terlalu gelap. Semakin besar nilai gamma untuk koreksi grayscale maka gambar akan semakin redup. Pada percobaan ini kami memakai nilai gamma 0,5 terlihat pada Gambar 2 bagian (b) .

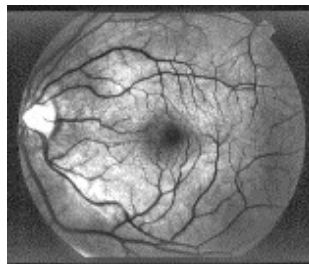
Oleh karena itu gamma koreksi ini untuk membuat pembuluh darah lebih terlihat setelah dilakukan CLAHE pada Gambar 2 bagian (c).



(a)



(b)



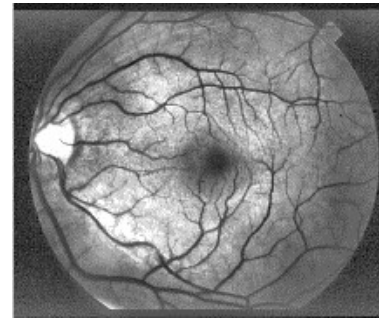
(c)

Gambar 2. (a) Gambar asli. (b) Gamma koreksi.

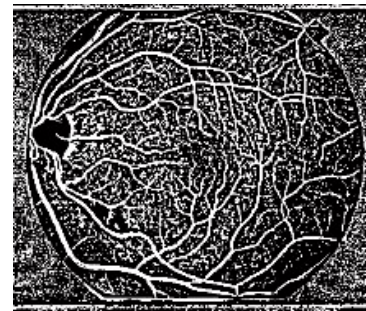
(c) CLAHE

Pada Gambar 3 bagian (d) merupakan hasil dari Butterworth Bandpass filter pada persamaan. Filtering ini dilakukan untuk mengubah gambar fundus menjadi lebih tajam dengan mengambil data frekuensi tinggi dan rendah dengan batas tertentu yang akan dicoba. Filter low pass akan memiliki frekuensi cutoff yang lebih tinggi.

Selanjutnya menggunakan Lokal thresholding Adaptif yang berfungsi untuk membuat bagian tertentu lebih terang sedangkan bagian lagi menjadi gelap seperti pada Gambar 3 bagian (e) .



(d)



(e)

Gambar 3. (d) Butterworth Bandpass filter (e).Lokal thresholding Adaptif


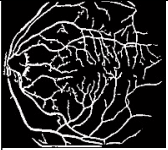
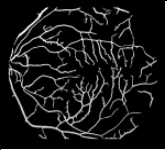

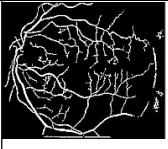
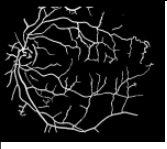


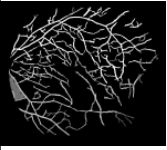

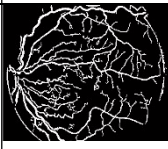
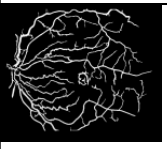

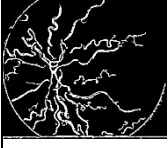

Seperti berikut hasil dari pengolahan citra data STARE tabel 1 bagian kolom Hasil olah dan data DRIVE pada tabel 2 bagian kolom Hasil olah. Gambar hasil dari Gauss Filter dan Bwareopen dapat dilihat pada tabel 1 dan 2 bagian Hasil olah. Bwareopen salah satu morfology yang berguna untuk menghapus semua komponen yang terhubung atau pixel kecil yang tidak dibutuhkan dari gambar biner. Gauss Filter digunakan untuk menghapus atau membersihkan dari noise yang ada pada hasil tersebut. Hasilnya dibandingkan dengan Ground truth yang berasal dari data STARE dan DRIVE, sebagai contoh untuk percobaan pada kali ini pada tabel 1 kolom G.truth sebagai acuan data STARE pada percobaan kali ini. Begitupun dengan ground truth data DRIVE pada tabel 2 kolom G.truth. Untuk pembuluh darah dikatakan berhasil apabila 85% hasil pengolahan mirip dari segi akar pembuluh darah sampai ke ujung dengan mengabaikan background, tepi retina, dll dengan Ground truth yang berasal dari data STARE maupun DRIVE.

Didapatkan hasil pada percobaan pada gambar asli tabel 1 kolom G.Asli bahwa kemiripan dari hasil proses ekstraksi pada data STARE sudah baik pada acuan ground truth database asli dapat dilihat pada gambar tabel 1 kolom Hasil olah dan G.truth. Didapatkan hasil pada percobaan pada gambar asli tabel 2 kolom G.Asli bahwa kemiripan dari hasil proses ekstraksi pada data DRIVE sudah cukup baik untuk fokus ke pembuluh darah retina dengan



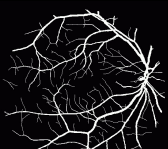



mengabaikan garis tepi retina dapat dilihat pada gambar tabel 2 kolom Hasil olah dan G.truth.

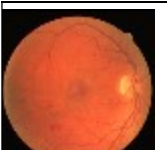
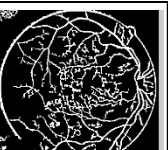







Berikut pecobaan 5 data secara acak dari 20 gambar dari data STARE pada tabel 1 dan 20 gambar dari data DRIVE pada tabel 2.

TABEL 1. PENGOLAHAN DATA STARE

G.Asli	Hasil olah	G. truth/acuan	Ket.
			Berhasil
			Berhasil
			Kurang berhasil
			Berhasil
			Berhasil

TABEL 2. PENGOLAHAN DATA DRIVE

G.Asli	Hasil olah	G. truth/acuan	Ket.
			Berhasil
			Berhasil

			Kurang berhasil
			Berhasil
			Kurang berhasil

Dari acuan ground truth tersebut maka kami memakai parameter akurasi pada persamaan (5) dengan sebagai berikut:

$$\text{Akurasi}(\%) = \frac{\text{Jumlah gambar yg berhasil dipredkiksi}}{\text{Jumlah gambar yg dicoba}} * 100 \quad (5)$$

Sehingga didapatkan untuk akurasi pada 20 gambar fundus retina dari data STARE 90% dan 20 gambar fundus dari DRIVE 80%

Perbandingan akurasi metode yang diusulkan dengan metode-metode penelitian sebelumnya terdapat pada tabel 3.

TABEL 3. PERBANDINGAN HASIL

Dataset	Metode	Akurasi
STARE	N. Pratap dkk (2018) [12]	89,31%
	A. L. Pal dkk (2015) [1]	89%
	J. Dash dkk (2018)	94,9%
	Metode diusulkan	90%
DRIVE	N. Pratap dkk (2018) [12]	93,74%
	A. L. Pal dkk (2015) [1]	92%
	J. Dash dkk (2018)	94,6%
	Metode diusulkan	80%

V. KESIMPULAN

Ekstraksi yang dihasilkan pada paper ini sudah cukup baik dimulai dari segi Pra-proses untuk mendapatkan akurasi kinerja dengan peningkatan gambar, filterisasi, pengubahan warna, dll lalu di optimalisasi pada Post-Proses. Percobaan pada pengolahan citra retina yang tersedia untuk ekstraksi

pembuluh darah dataset dari STARE dan DRIVE dengan menggunakan parameter Akurasi. Metode yang diusulkan mencapai akurasi STARE 90 % dan DRIVE 80%. Namun metode ini masih ada tidak kecocokan antara Hasil pengolahan dengan Ground truth atau acuan penyebabnya seperti noise, akar ujung pembuluh darah yang hilang maupun bertambah, dan munculnya background tanpa kebutuhan terutama untuk dataset yang berasal dari DRIVE.

REFERENSI

- [1] A. L. Pal, S. Prabhu, and N. Sampathila, "Extraction of Retinal Blood Vessels from Retinal Fundus Image for Computer Aided Diagnosis," *Canar. E.college*, pp. 400–403, 2015.
- [2] Z. Yavuz and C. Köse, "Blood Vessel Extraction in Color Retinal Fundus Images with Enhancement Filtering and Unsupervised Classification," *Hindawi Int. J.*, vol. 2017, 2017.
- [3] J. Dash, "Retinal Blood Vessels Extraction from Fundus Images Using an Automated Method," *2018 4th Int. Conf. Recent Adv. Inf. Technol.*, pp. 1–5, 2018.
- [4] J. Dash and N. Bhoi, "An Unsupervised Approach for Extraction of Blood Vessels from Fundus Images," *Digit. imaging*, 2018.
- [5] A. Biran, P. S. Bidari, A. Almazroa, and K. Raahemifar, "Blood Vessels Extraction from Retinal Images Using Combined 2D Gabor Wavelet Transform with Local Entropy Thresholding and Alternative Sequential Filter," *IEEE Can. Conf. ECE*, pp. 1–5, 2016.
- [6] T. A. Soomro, "Retinal Blood Vessel Extraction Method Based on Basic Filtering Schemes."
- [7] D. Güü, "A Novel Retinal Vessel Extraction Method Based on Dynamic Scales Allocation," *Int. Conf. image, Vis. Comput.*, pp. 145–149, 2017.
- [8] Z. Xu, X. Liu, and X. Chen, "Fog Removal from Video Sequences Using Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization," pp. 3–6, 2009.
- [9] A. Mcandrew, *An Introduction to Digital Image Processing with Matlab*. 2004.
- [10] D. Govind *et al.*, "Glomerular detection and segmentation from multimodal microscopy images using a Butterworth band-pass filter," *SPIE Med. Imaging*, vol. 1058114, no. March, 2018.
- [11] T. R. Singh, S. Roy, O. I. Singh, T. Sinam, and K. M. Singh, "A New Local Adaptive Thresholding Technique in Binarization," vol. 8, no. 6, pp. 271–277, 2011.
- [12] N. Pratap and S. Rajeev, "Extraction of Retinal Blood Vessels by Using an Extended Matched Filter Based on Second Derivative of Gaussian," *Proc. Natl. Acad. Sci. India Sect. A Phys. Sci.*, 2018.