

## OPTIMASI PERBEDAAN PELARUT PADA PEMBUATAN NANOPARTIKEL AIR CUCIAN BERAS UNTUK BAHAN DASAR FACE TONER SEBAGAI SEDIAAN SKINCARE PEMBERSIH WAJAH PENANGKAL MERKURI

*Optimization of Solvent Differences in the Production of Rice Wash Nanoparticles for Face Toner Base Material as a Mercury-Blocking Facial Cleansing Skincare Product*

**Feni Mayang Sari, Fathiyah Karimah, Rindiani Dwi Saputri, Mufliahah Mufliahah\***

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Kimia/Laboratorium Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur, 75123, Indonesia.

\*)Penulis korespondensi: mufliahah@fkip.unmul.ac.id

Submisi: 16.6.2025; Penerimaan: 31.7.2025; Dipublikasikan: 31.12.2025

### ABSTRAK

Penerapan teknologi nanopartikel air cucian beras dapat mengoptimalkan penyerapan *skincare* ke dalam kulit. Limbah air cucian beras sebagai bahan dasar *face toner* mengandung nutrisi seperti vitamin B, C, E, mineral, pati, dan polifenol. Kandungan polifenol mencapai 390,98 mg / 100 g, memiliki kapasitas antioksidan kuat yang mampu menangkal radikal bebas dan mendukung regenerasi sel. Penelitian ini mendukung pengembangan produk perawatan kulit berbasis bahan alami dan teknologi ramah lingkungan. Metode kimia *co-precipitation* dengan tiga pelarut berbeda yaitu, NaOH 0,2 N, NH<sub>4</sub>OH 0,2 N, dan PEG 6000 0,2 gram sebagai agen pengendap, dipanaskan pada suhu 50°C selama 1 jam. Karakteristik nanopartikel melalui Panjang gelombang maksimum sampel melalui spektrofotometri UV-Vis pada rentang 400-600 nm. Optimasi penyerapan nanopartikel dari air cucian beras terhadap krim wajah yang mengandung merkuri dilakukan menggunakan analisis *Atomic Absorption Spectrophotometry* untuk mengetahui potensi penurunan kadar merkuri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nanopartikel air cucian beras 6000 meningkatkan stabilitas dan memperkecil ukuran partikel, sehingga memperluas permukaan aktif dan meningkatkan kemampuan pengikatan ion logam berat. Perlakuan dengan nanopartikel berbasis NH<sub>4</sub>OH menunjukkan efektivitas tertinggi dengan penurunan kadar merkuri sebesar 74,9%, diikuti PEG 6000 sebesar 71,3%, dan NaOH sebesar 56,7%.

Kata kunci: *Face toner*, limbah air cucian beras, nanopartikel, uji kadar merkuri

### ABSTRACT

*Rice washing water nanoparticle technology optimizes skincare product absorption into skin. Rice washing water waste contains nutrients like vitamins B, C, E, minerals, starch, and polyphenols. The polyphenol content reaches 390.98 mg/100 g, providing strong antioxidant capacity that neutralizes free radicals and supports cell regeneration. This research supports developing natural, environmentally friendly skincare products that are safe and effective. The chemical co-precipitation method used three solvents: 0.2 N NaOH, 0.2 N NH<sub>4</sub>OH, and 0.2 g PEG 6000 as precipitating agent, heated at 50°C for 1 hour. Nanoparticle characteristics were determined through maximum wavelength using UV-Vis spectrophotometry in the 400-600 nm range. Optimization of nanoparticle absorption from rice washing water toward face cream suspected of containing mercury was analyzed using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) to determine mercury level reduction. Results showed rice washing water nanoparticles 6000 increased stability and reduced particle size, expanding active surface area and enhancing heavy metal ion binding. NH<sub>4</sub>OH-based nanoparticles showed highest effectiveness with 74.9% mercury reduction, followed by PEG 6000 at 71.3%, and NaOH at 56.7%.*

*Keywords:* *Face Toner, rice washing water waste, nanoparticles, mercury content test*

## PENDAHULUAN

*Toner* wajah merupakan cairan yang berfungsi untuk membersihkan kotoran serta sisa *make up* yang masih menempel di kulit, sekaligus memberikan efek menyegarkan. Biasanya, *toner* digunakan setelah pembersih wajah dan sebelum pelembab. Selain mampu membersihkan, *toner* juga dapat mengangkat minyak berlebih tanpa membuat kulit, terutama yang sensitif, menjadi kering. Seiring dengan perkembangan zaman, industri *skincare* terus mengalami kemajuan melalui inovasi berbasis bahan alami dan teknologi terkini. Salah satu produk perawatan kulit yang sering digunakan adalah *toner* wajah. Meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya penampilan dan kesehatan kulit menyebabkan penggunaan produk *skincare* pun semakin tinggi. Kini, banyak bermunculan merek-merek baru yang menawarkan kosmetik sesuai dengan permasalahan kulit masing-masing konsumen. Namun, tidak semua produk cocok untuk setiap jenis kulit, sehingga banyak orang mulai beralih ke perawatan berbahan alami. Salah satu bahan alami yang cukup populer digunakan adalah air cucian beras (Larasati et al., 2022). *Toner* tradisional yang dibuat dari air beras menjadi alternatif perawatan kulit yang terjangkau dan memiliki manfaat khusus, terutama untuk mengatasi kulit berminyak (Widiantie et al., 2023).

Air cucian beras mengandung berbagai nutrisi penting seperti vitamin B, C, dan E, serta beragam mineral yang bermanfaat bagi kesehatan kulit. Kandungan tersebut diyakini mampu mencerahkan dan melembutkan kulit, sekaligus memiliki sifat antimikroba dan anti inflamasi yang dapat membantu mengatasi berbagai permasalahan kulit. Selain itu, air cucian beras juga kaya akan pati, polifenol, dan vitamin, yang menjadikannya sebagai bahan potensial dalam produk perawatan kulit. Meskipun sering dianggap sebagai limbah rumah tangga, nyatanya air cucian beras mengandung polifenol sebesar 390,98 mg/100 gram, dengan aktivitas antioksidan yang cukup tinggi. Aktivitas ini mampu menangkal radikal bebas dan mencegah penuaan dini pada kulit. Tak hanya itu, air cucian beras juga memiliki potensi sebagai bahan pencerah alami dan antiaging, karena

kemampuannya dalam mengangkat sel kulit mati serta merangsang regenerasi sel-sel baru (Latarissa dan Husni, 2022). Namun demikian, pemanfaatan air cucian beras dalam produk *skincare* masih memiliki beberapa keterbatasan, terutama terkait rendahnya stabilitas komponen aktif dan kemampuan penetrasinya ke dalam lapisan kulit. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah pemanfaatan teknologi nanopartikel, yang mampu meningkatkan efektivitas bahan aktif dalam menembus lapisan kulit secara optimal.

Nanopartikel merupakan partikel berukuran sangat kecil, yaitu antara 1 hingga 100 nanometer, yang memiliki karakteristik fisik, kimia, dan biologi yang berbeda dari partikel berukuran lebih besar (Abdassah, 2017). Teknologi nanopartikel dirancang untuk mengatasi berbagai zat aktif yang sukar larut, rendahnya kelarutan dan bioavailabilitas, serta untuk meningkatkan penyerapan zat aktif ke dalam kulit. Dengan teknologi ini, zat aktif dapat dienkapsulasi dalam sistem penghantar berskala nano, yang dikenal sebagai *nanocarrier*, sehingga lebih stabil terhadap degradasi. Selain itu, nanopartikel memiliki kemampuan untuk menembus celah-celah antar sel kulit, yang biasanya sulit dilalui oleh partikel berukuran lebih besar, termasuk partikel koloid. Keunggulan lainnya adalah fleksibilitasnya untuk dikombinasikan dengan berbagai teknologi lain, membuka peluang luas untuk berbagai aplikasi dan target spesifik. Nanopartikel juga memberikan keuntungan berupa peningkatan afinitas sistem terhadap target karena luas permukaan kontaknya yang lebih besar, meskipun dalam jumlah partikel yang sama. Dalam penelitian ini, proses sintesis nanopartikel dilakukan melalui metode kimia yang dianggap lebih hemat biaya dan ramah lingkungan. Tahapan sintesis dan karakterisasi nanopartikel menjadi aspek penting dalam penelitian ini, termasuk pemilihan ukuran dan bentuk partikel untuk mendapatkan kontrol optimal terhadap sifat fisik dan kimia yang diinginkan (Latarissa dan Husni, 2022).

Agen pengendap berperan penting dalam menentukan sifat akhir dari nanopartikel yang dihasilkan, termasuk ukuran, bentuk, dan kestabilannya. Namun,

hingga saat ini, kajian mengenai pengaruh jenis agen pengendap terhadap sintesis nanopartikel dari air cucian beras masih tergolong terbatas. Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan tiga jenis pelarut berbeda, yaitu NaOH, PEG 6000, dan NH<sub>4</sub>OH, sebagai agen pengendap. Tujuan dari penggunaan ketiga agen tersebut adalah untuk mengetahui dan membandingkan mana di antara ketiganya yang menghasilkan nanopartikel paling stabil, efektif, dan layak digunakan dalam formulasi produk perawatan kulit berbasis air cucian beras.

NaOH dan NH<sub>4</sub>OH memiliki jenis ikatan kimia yang berbeda, di mana NaOH membentuk ikatan ionik, sedangkan NH<sub>4</sub>OH memiliki ikatan kovalen. Perbedaan ini dapat mempengaruhi kecepatan reaksi dengan ion lain di dalam larutan, sehingga menyebabkan variasi dalam laju pertumbuhan dan proses kristalisasi partikel. Hal ini tentu berdampak pada sifat fisik dan kimia dari nanopartikel yang dihasilkan. Dalam penelitian ini, ditinjau bagaimana peran zat pengendap, yaitu NaOH dan NH<sub>4</sub>OH, memengaruhi struktur serta sifat magnetik dari nanopartikel yang disintesis. NaOH merupakan basa kuat yang mudah diperoleh di laboratorium, dan telah banyak digunakan dalam berbagai penelitian terkait air cucian beras. Fungsinya dalam proses pengendapan sangat penting, karena dapat meningkatkan pH larutan sehingga membantu mengendapkan senyawa aktif seperti polisakarida dan senyawa fenolik. Menariknya, peningkatan konsentrasi NaOH diketahui dapat memperkecil ukuran partikel, menunjukkan efektivitasnya sebagai agen pemecah ukuran partikel (Larasati et al., 2022). Sementara itu, *Polyethylene Glycol* 6000 (PEG 6000) digunakan sebagai agen penstabil sekaligus surfaktan. Peran PEG 6000 sangat krusial dalam menjaga kestabilan partikel agar tidak menggumpal (aglomerasi), serta membantu mendistribusikan partikel secara merata di dalam larutan. Penggunaannya juga diketahui mampu mengontrol ukuran nanopartikel, sehingga partikel yang terbentuk menjadi lebih kecil dan terdistribusi dengan baik (Srifiana dan Elfiani, 2023). Adapun NH<sub>4</sub>OH, yang merupakan basa lemah, berfungsi dalam proses pengendapan partikel tanpa merusak senyawa bioaktif yang terkandung dalam air

cucian beras. Selain itu, pengendapan dengan Amonium Hidroksida (NH<sub>4</sub>OH) dapat menghasilkan nanopartikel dengan ukuran yang relatif lebih kecil (Wulandari et al., 2018).

Merkuri merupakan logam berat yang berbentuk cair, berwarna putih keperakan, dan mudah menguap pada suhu ruang. Merkuri mengandung toksitas yang tinggi sifat neurotoksik yang dapat mengganggu fungsi sistem saraf, ginjal, dan sistem kekebalan tubuh. Merkuri, khususnya dalam bentuk senyawa anorganik, dapat dengan mudah diserap melalui kulit. Senyawa ini sering ditemukan dalam produk pemutih wajah ilegal, yang jika digunakan pada kulit dapat menimbulkan berbagai efek negatif, seperti perubahan warna kulit, munculnya bintik hitam, iritasi, hingga reaksi alergi. Paparan merkuri dalam jangka panjang bahkan dapat menyebabkan kerusakan kulit yang bersifat permanen, hiperpigmentasi, serta gangguan kesehatan serius lainnya yang berpotensi menyebabkan kematian (Rohaeti et al., 2016). Spektrofotometer UV-Vis merupakan salah satu instrumen analisis kimia yang paling umum digunakan untuk mendeteksi keberadaan senyawa, baik dalam bentuk padat maupun cair, berdasarkan nilai absorbansi terhadap foton. Instrumen ini bekerja dengan mengukur serapan cahaya oleh sampel pada rentang panjang gelombang tertentu, yaitu antara 200 hingga 700 nanometer, yang mencakup wilayah ultraviolet hingga cahaya tampak. Prinsip kerja alat ini adalah mendeteksi intensitas serapan cahaya sebagai fungsi dari panjang gelombang atau frekuensi foton. Spektrofotometer UV-Vis memiliki keunggulan karena dapat digunakan untuk menganalisis baik sampel berwarna maupun tidak berwarna. Dalam penelitian ini, pengukuran dilakukan dalam rentang panjang gelombang 400-600 nm untuk mengamati karakteristik serapan sampel secara lebih spesifik (Anggraini et al., 2015).

Metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) merupakan teknik analisis yang bekerja berdasarkan prinsip penyerapan cahaya oleh atom bebas. Dalam proses ini, atom-atom dalam sampel akan menyerap sebagian dari cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya pada panjang gelombang tertentu, yang sesuai

dengan kebutuhan energi atom tersebut. Teknik ini banyak digunakan dalam analisis kandungan logam berat karena memiliki tingkat sensitivitas yang tinggi serta prosedur pelaksanaannya yang relatif sederhana (Yulia et al., 2017). Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, metode AAS terbukti efektif dalam melakukan analisis kuantitatif terhadap kandungan logam berat dalam krim pemutih wajah. Ketertarikan terhadap penelitian ini didasari oleh fenomena yang terjadi di masyarakat, terutama di kalangan perempuan, yang cenderung menggunakan produk krim pemutih wajah tanpa mempertimbangkan kandungan bahan aktif maupun potensi dampaknya terhadap kesehatan. Selain itu, masih banyak produk krim pemutih yang beredar di pasaran tanpa izin resmi dari Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM), sehingga menimbulkan risiko bagi kesehatan konsumen (Irawan, 2019).

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Bahan utama yang digunakan adalah air cucian beras putih. Sedangkan bahan kimia yang digunakan meliputi larutan natrium hidroksida (NaOH), larutan amonium hidroksida (NH<sub>4</sub>OH), dan *polyethylene glycol* (PEG) 6000. Bahan lain yang digunakan untuk uji merkuri meliputi krim wajah yang didapat dari pembelian melalui *online shop*, asam nitrat (HNO<sub>3</sub>), dan asam klorida (HCl). Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: sentrifugasi, oven, *hotplate*, *magnetic stirrer*, spektrofotometer UV-Vis, *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS), serta peralatan gelas seperti gelas kimia, labu takar, pipet ukur, cawan porselein, dan tabung sentrifugasi.

### Rancangan Percobaan dan Analisa Data

Penelitian ini menggunakan rancangan eksperimental dengan perlakuan tiga jenis pelarut pengendap (NaOH, NH<sub>4</sub>OH, dan PEG 6000) dalam proses sintesis nanopartikel dari air cucian beras. Masing-masing nanopartikel yang dihasilkan diuji efektivitasnya dalam menurunkan kadar merkuri pada krim wajah.

Data kuantitatif diperoleh dari analisis kadar merkuri menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Hasil dianalisis secara deskriptif dengan

membandingkan efektivitas tiap jenis pelarut terhadap penurunan kadar merkuri.

### Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan melalui tahapan utama sebagai berikut:

#### *Ekstraksi air cucian beras*

Beras putih 600 gram dicuci dengan akuades sebanyak tiga kali. Air cucian dikumpulkan dan di sentrifugasi pada 4000 rpm selama 15 menit. Endapan disaring dan digunakan untuk sintesis.

#### *Sintesis nanopartikel*

Sintesis dilakukan dengan metode *co-precipitation*, yaitu mencampurkan air cucian beras dengan masing-masing pelarut (NaOH, NH<sub>4</sub>OH, dan PEG 6000), lalu dipanaskan pada 50°C selama 1 jam, kemudian di sentrifugasi dan dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C selama 2 jam.

#### *Pengujian karakteristik*

Sampel nanopartikel diuji serapannya menggunakan spektrofotometer UV-Vis dalam rentang panjang gelombang 400–600 nm.

#### *Perlakuan terhadap krim merkuri*

Larutan krim wajah yang mengandung merkuri dicampur dengan nanopartikel hasil sintesis, diaduk, didiamkan 24 jam, di sentrifugasi, dan supernatan diuji kandungan merkuri menggunakan AAS.

#### *Persiapan Bahan*

Pada proses sintesis air cucian beras, disiapkan beras putih sebanyak 600 gram. Selanjutnya bahan kimia yang perlu disiapkan dalam proses pembentukan nanopartikel pada sintesis air cucian beras meliputi larutan natrium hidroksida (NaOH) 0,2 N, larutan amonium hidroksida (NH<sub>4</sub>OH) 0,2 N, dan *polyethylene glycol* (PEG) 6000 sebanyak 2 gram. Bahan lain yang akan disiapkan yaitu untuk uji merkuri meliputi sampel krim merkuri yang beredar bebas di platform *online shop* asam nitrat pekat, HNO<sub>3</sub> 0,1 N, dan HCl 37%.

#### *Prosedur Analisis*

Analisis karakteristik nanopartikel dilakukan menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis dalam rentang panjang gelombang 400–600 nm. Pengujian

ini bertujuan untuk menentukan puncak serapan senyawa aktif yang terperangkap dalam nanopartikel hasil sintesis. Metode ini mengacu pada prinsip kerja spektrofotometri UV-Vis yang mendeteksi serapan cahaya oleh sampel berdasarkan panjang gelombang tertentu, sebagaimana dijelaskan oleh Kelly *et al* (2002).

Analisis kadar merkuri dalam sampel krim wajah dilakukan menggunakan metode Spektrofotometri (AAS) sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989-78:2019. AAS digunakan karena memiliki sensitivitas tinggi dalam mendeteksi logam berat, termasuk merkuri, melalui penyerapan cahaya oleh atom bebas pada panjang gelombang spesifik. Prosedur ini tidak dimodifikasi secara signifikan dan dijalankan sesuai protokol standar yang juga diajukan dalam Peraturan BPOM No. 16 Tahun 2024 mengenai batas cemaran logam berat dalam kosmetik (Yulia *et al.*, 2017)

Sintesis nanopartikel dilakukan menggunakan metode kimia *co-precipitation*. Air cucian beras yang telah di sentrifugasi dicampurkan dengan masing-masing larutan pengendap (NaOH 0,2 N, NH<sub>4</sub>OH 0,2 N, dan PEG 6000 sebanyak 2 gram) dalam perbandingan 1:1, kemudian dipanaskan pada suhu 50°C selama 1 jam sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer*. Setelah proses pengendapan selesai, campuran di sentrifugasi kembali pada 4000 rpm selama 15 menit, lalu endapan dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C selama 2 jam hingga diperoleh serbuk nanopartikel. Metode ini dimodifikasi secara sederhana dari prosedur yang digunakan oleh Wulandari *et al.* (2018), dengan penyesuaian suhu dan konsentrasi bahan untuk mempertahankan kestabilan senyawa bioaktif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampel nanopartikel yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari air cucian beras putih sebanyak 600 gram, yang sebelumnya telah dicuci sebanyak tiga kali. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan nanopartikel terhadap kualitas dan efektivitas kosmetik, khususnya dalam perawatan kulit, serta mengolah air cucian beras menjadi

nanopartikel sebagai formulasi suatu produk. Proses sintesis nanopartikel dilakukan dengan menggunakan tiga jenis larutan pengendap yang berbeda, yaitu NaOH, NH<sub>4</sub>OH, dan PEG 6000. Selanjutnya, masing-masing jenis nanopartikel yang dihasilkan melihat efektivitasnya dalam menurunkan kadar merkuri pada krim pemutih wajah. Proses pelaksanaan proyek dimulai dari tahap ekstraksi air cucian beras, yang dilakukan dengan mencuci 600 gram beras putih sebanyak tiga kali menggunakan akuades. Proses ini bertujuan untuk memperoleh air cucian beras yang mengandung berbagai senyawa penting, seperti karbohidrat, nitrogen, fosfor, kalium, magnesium, sulfur, zat besi, serta vitamin B1 (Purnamasari *et al.*, 2021).

Air cucian beras yang telah diperoleh kemudian dimasukkan ke dalam tabung sentrifugasi dan diproses pada kecepatan 4000 rpm selama 15 menit untuk memisahkan endapan yang mengandung senyawa aktif dari supernatan. Filtrat yang dihasilkan disaring dan digunakan sebagai bahan utama dalam sintesis nanopartikel. Endapan limbah air cucian beras yang sudah di sentrifugasi diambil menggunakan spatula dan diletakkan di atas kertas saring yang sudah dialasi kaca arloji. Tahap ini berfungsi untuk mengeringkan dan mengonsentrasi partikel-partikel aktif dari air cucian beras. Filtrat yang jernih kemudian digunakan sebagai bahan dasar dalam sintesis nanopartikel.

Langkah berikutnya adalah proses sintesis nanopartikel dengan metode *co-precipitation*, menggunakan masing-masing larutan pengendap dengan menambahkan masing-masing larutan pengendap yaitu NaOH 0,2 N, NH<sub>4</sub>OH, dan larutan PEG 6000 ke dalam larutan air cucian beras dalam rasio 1:1. Campuran diaduk dengan *magnetic stirrer* dan dipanaskan di atas *hotplate* pada suhu 50°C selama 1 jam untuk mendorong proses pembentukan nanopartikel, terlihat pada NaOH sebagai basa kuat berfungsi meningkatkan pH dan mengendapkan senyawa aktif melalui ionisasi gugus fenol menjadi fenolat. Sedangkan NH<sub>4</sub>OH, sebagai basa lemah, menyebabkan ionisasi yang lebih lambat sehingga mencegah degradasi senyawa bioaktif, meskipun efisiensi

pengendapannya cenderung lebih rendah karena pH larutan tidak cukup tinggi untuk memicu ionisasi yang optimal. Di sisi lain, PEG 6000 berperan sebagai polimer sintetis yang serbaguna dan sangat hidrofilik, dengan rantai panjang yang berbeda serta banyak gugus fungsi aktif yang mendukung proses pengendapan (Wulandari et al., 2018).

Setelah reaksi pengendapan berlangsung, campuran di sentrifugasi kembali pada kecepatan 4000 rpm selama 15 menit untuk memisahkan nanopartikel dari larutan induk. Endapan yang dihasilkan dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C selama 2 jam hingga memperoleh serbuk kering berwarna putih kekuningan untuk menghindari degradasi senyawa aktif yang sensitif terhadap panas tinggi. Serbuk nanopartikel dari setiap perlakuan menunjukkan perbedaan warna dan teksturnya.

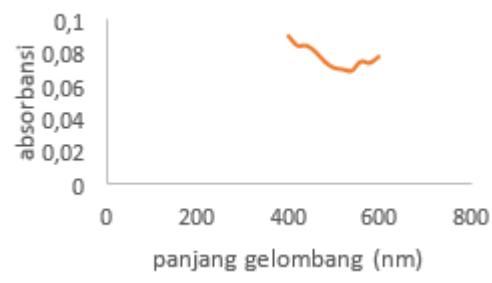
Proses ini membuktikan bahwa perlakuan dengan berbagai larutan pengendap menghasilkan serbuk nanopartikel dengan karakteristik fisik yang berbeda-beda. Serbuk nanopartikel yang diperoleh kemudian disimpan dalam botol kaca kecil untuk tahap pengujian lebih lanjut.



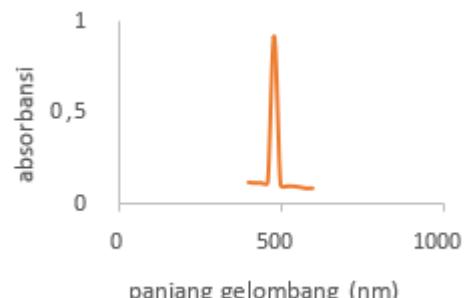
Gambar 1. Hasil serbuk nanopartikel dari masing-masing larutan pengendap

Karakterisasi terhadap produk nanopartikel dilakukan menggunakan spektrofotometri UV-Vis untuk mengetahui puncak serapan senyawa aktif yang terperangkap dalam nanopartikel yang disintesis menggunakan larutan pengendap NaOH, NH<sub>4</sub>OH, dan PEG 6000 dalam rentang panjang gelombang 400-600 nm. NaOH nilai absorbansi tertinggi tercatat pada panjang gelombang 400 nm sebesar 0,095-0,086. Sementara itu, nanopartikel NH<sub>4</sub>OH, nilai R<sup>2</sup> lebih tinggi yaitu 0,9517, yang

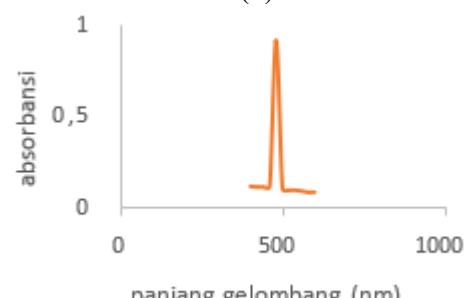
mengindikasikan kestabilan pola penurunan absorbansi secara konsisten. Sampel nanopartikel yang dibuat menggunakan PEG 6000, tercatat nilai absorbansi awal pada 400 nm sebesar 0,232, yang kemudian turun signifikan menjadi 0,148-0,159 pada rentang 580-600 nm menunjukkan hubungan yang cukup baik antara panjang gelombang dan penurunan absorbansi.



(a)



(b)



(c)

Gambar 2. Grafik absorbansi nanopartikel yang diperoleh dari bahan pengendap berbeda. NaOH (a), NH<sub>4</sub>OH (b), PEG (c)

Selain karakteristik struktur, dilakukan juga uji efektivitas nanopartikel dalam menurunkan kandungan merkuri pada krim pemutih wajah yang diduga mengandung logam berat tersebut. Sampel krim disiapkan dan dicampurkan dengan larutan nanopartikel dari ketiga jenis pengendap kemudian

didiamkan selama 24 jam dan di sentrifugasi untuk memisahkan larutan atas (supernatan). Supernatan hasil sentrifugasi kemudian diuji kandungan merkurnya menggunakan metode SSA (Spektrofotometri Serapan Atom). Berdasarkan hasil analisis menggunakan spektrofotometri serapan atom (SSA) sesuai standar SNI 6989-78:2019, diketahui bahwa kadar awal merkuri dalam sampel krim pemutih wajah sebelum diberi perlakuan sebesar  $1.4077 \mu\text{g/L}$ . Dalam pengawasan produk kosmetik, penggunaan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) memiliki peran penting bagi lembaga pengawas seperti Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) untuk memastikan bahwa produk yang beredar di pasaran tidak melebihi batas aman kandungan merkuri. Batas maksimum yang diperbolehkan adalah 1 mg/kg atau setara dengan 0,0001%, sebagaimana diatur dalam Peraturan BPOM Nomor 16 Tahun 2024 mengenai batas cemaran pada kosmetik (Yulianingrum et al., 2024).

Setelah dilakukan perlakuan menggunakan nanopartikel dari air cucian beras dengan tiga jenis larutan pengendap yang berbeda, terjadi penurunan kadar merkuri secara signifikan. Perlakuan dengan nanopartikel berbasis  $\text{NH}_4\text{OH}$  menunjukkan hasil paling efektif dengan kadar merkuri akhir sebesar  $0,3531 \mu\text{g/L}$ , yang berarti terjadi penurunan sebesar 74,9% dari kadar awal. Selanjutnya, nanopartikel dengan larutan PEG 6000 juga menunjukkan efektivitas yang tinggi, dengan kadar akhir  $0,4046 \mu\text{g/L}$ , setara dengan penurunan sebesar 71,3%, sementara perlakuan dengan  $\text{NaOH}$  menurunkan kadar merkuri menjadi  $0,6094 \mu\text{g/L}$ , dengan persentase penurunan sekitar 56,7%. Penurunan ini disebabkan oleh Penurunan kandungan garam mineral dapat menunjukkan terbentuknya gugus fungsional  $-\text{COOH}$  dan  $-\text{OH}$  pada permukaan adsorben, yang berperan penting dalam meningkatkan kemampuan adsorpsi terhadap ion  $\text{Pb}(\text{II})$  (Purwiandono dan Haidar, 2022). Selain itu, menurut penelitian Tatinting dkk (2021) nanopartikel yang distabilisasi dengan PEG 6000 mampu membentuk partikel yang lebih kecil dan stabil, sehingga memiliki luas permukaan yang lebih besar untuk menangkap ion logam berat. Mekanisme ini

serupa dengan pengikatan ion kadmium ( $\text{Cd}^{2+}$ ), memperkuat potensi PEG 6000 dalam proses detoksifikasi. Secara keseluruhan, pemanfaatan nanopartikel berbahan dasar air cucian beras tidak hanya menawarkan pendekatan yang ramah lingkungan (*green technology*), tetapi juga memberikan solusi yang efektif untuk mengurangi kontaminasi logam berat dalam produk kosmetik. Studi lain oleh (Firdaus et al. (2019) turut memperkuat temuan ini, yang menunjukkan bahwa biosintesis nanopartikel perak berbasis bahan alami mampu mendeteksi serta mengikat ion merkuri secara selektif.

Tabel 1. Pengaruh perlakuan nanopartikel dengan terhadap kadar merkuri dalam krim pemutih

Perlakuan	Sebelum	Sesudah	Per센t Penurunan
$\text{NaOH}$	1.4077	0.6094	56.7%
PEG 6000	1.4077	0.4046	71.3%
$\text{NH}_4\text{OH}$	1.4077	0.3531	74.9%

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa nanopartikel yang disintesis dari air cucian beras dengan menggunakan tiga jenis larutan pengendap, yaitu  $\text{NaOH}$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$ , dan PEG 6000, mampu menurunkan kadar merkuri dalam krim pemutih wajah secara signifikan. Perlakuan dengan nanopartikel berbasis  $\text{NH}_4\text{OH}$  menghasilkan puncak serapan nanopartikel di Panjang gelombang 480 nm dan efektivitas paling tinggi dengan penurunan kadar merkuri sebesar 74,9%, diikuti oleh PEG 6000 sebesar 71,3%, dan  $\text{NaOH}$  sebesar 56,7%. Efektivitas ini disebabkan oleh keberadaan gugus fungsional  $-\text{OH}$  dan  $-\text{COOH}$  pada permukaan nanopartikel yang berperan aktif dalam proses adsorpsi ion merkuri ( $\text{Hg}^{2+}$ ). Selain itu, penggunaan PEG 6000 terbukti meningkatkan stabilitas dan memperkecil ukuran partikel, sehingga memperluas permukaan aktif dan meningkatkan kemampuan pengikatan ion logam berat. Hasil ini menunjukkan bahwa nanopartikel dari air cucian beras memiliki potensi besar sebagai bahan aktif alami dan ramah lingkungan untuk menurunkan

cemaran logam berat pada produk kosmetik, serta dapat menjadi alternatif teknologi hijau yang aplikatif dalam mendukung keamanan produk kecantikan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abdassah, M., 2017. Nanopartikel dengan gelasi ionik. *Farmaka* 15(1), 45–52. <https://doi.org/10.24198/jf.v15i1.12138.g5643>
- Anggraini, M., Sarono B., Waluyo, S., Rusydi, R., Sujono, S., 2015. Pengendapan uranium dan thorium hasil pelarutan slag II. *EKSPLORIUM* 36(2), 125–132. <https://doi.org/10.55981/eksplorium.2015.8107>
- Firdaus, M.L., 2019. Pembuatan nanopartikel perak yang ramah lingkungan beserta aplikasinya untuk mendeteksi ion merkuri secara citra digital. *Al Kimiya: Jurnal Ilmu Kimia dan Terapan* 6(2), 52–57. <https://doi.org/10.15575/ak.v6i2.6487>
- Irawan, A., 2019. Kalibrasi spektrofotometer sebagai penjamin mutu hasil pengukuran dalam kegiatan penelitian dan pengujian. *Indonesian Journal of Laboratory* 1(2), 1–9. <https://doi.org/10.22146/ijl.v1i2.44750>
- Kelly, K.L., Coronado, E.A., Zhao, L.L., Schatz, G.C., 2003. The optical properties of metal nanoparticles: The influence of size, shape, and dielectric environment. *The Journal of Physical Chemistry B* 107(3), 668–677 <https://doi.org/10.1021/jp026731y>
- Larasati, T.D., Putri, N.P., Niawanti, H., Pratiwi, L.E., Gedoan, D.E.P., 2022. Characterization of natural face toner from rice-washed water. *Jurnal Ilmiah Berkala: Sains dan Terapan Kimia* 16(2), 75–85. <http://dx.doi.org/10.20527/jstk.v16i2.10850>
- Latarissa, I.R., Husni, P., 2022. Review artikel: Aplikasi teknologi nanopartikel pada sediaan kosmetik. *Farmaka, Suplemen* 14(1), 104–113.
- Purnamasari, A.N.R., Mubarak, A.S., Mulyono, 2021. Analisis kadar logam berat kadmium (Cd) dengan metode atomic absorption spectrophotometry (AAS) pada produk rajungan kaleng di Balai Pengujian Mutu Hasil Perikanan (BPMHP) Semarang, Jawa Tengah. *Journal of Marine and Coastal Science* 10(2), 93–98. <https://doi.org/10.20473/jmcs.v10i2.27661>
- Purwiandono, G., Haidar, A.S., 2022. Studi adsorpsi logam Pb(II) menggunakan adsorben kulit rambutan teraktivasi HNO<sub>3</sub> dan NaOH. *IJCR: Indonesian Journal of Chemical Research* 7(1), 8–16. <https://doi.org/0.20885/ijcr.vol7.iss1.art2>
- Rohaeti, E., Widjayanti E., Rakhmawati, A., 2016. Kemudahan biodegradasi selulosa bakteri dari limbah cucian beras dengan penambahan gliserol, kitosan, dan nanopartikel perak. *Jurnal Kimia VALENSI: Jurnal Penelitian dan Pengembangan Ilmu Kimia* 2(1), 35–44. <http://dx.doi.org/10.15408/jkv.v2i1.3111>
- Srifiana, Y., Elfiani, R., 2023. Pelatihan pembuatan skincare gel pencerah wajah dengan memanfaatkan air cucian beras. *Jurnal Mitra Masyarakat* 4(1), 21–26. <https://doi.org/10.47522/jmm.v4i1.165>
- Tatinting, G.D., Aritonang, A.H., Wuntu, A., 2021. Sintesis nanopartikel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> polietilen glikol (PEG) 6000 dari pasir besi pantai hais sebagai adsorben logam kadmium (Cd). *Chemistry Progress* 14(2), 131–137. <https://doi.org/10.35799/cp.14.2.2021.37192>
- Widiantie, R., Setiawati, I., Nurlaelah, I., Alifah, N., Roqiiqulqolby, A., 2023. Pelatihan pembuatan sabun cuci dan antiseptik sebagai upaya pemanfaatan limbah rumah tangga dan peluang usaha baru bagi ibu-ibu PKK Desa Cisantana. *ARRUS: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat* 2(1), 5–12.

- <https://doi.org/10.35877/454RI.abdiku1737>
- Wulandari, D.D., Andini, A., Puspitasari, A., 2018. Penentuan kadar logam berat merkuri (Hg) dan cadmium (Cd) dalam kosmetik dengan atomic absorption spectroscopy (AAS). Medicra (Journal of Medica Laboratory, Science/Technology) 1(2), 103–110. 10.21070/medicra.v1i2.1830
- Yulia, R., Putri, A., Hevira, L., 2019. Analisis merkuri pada merk krim pemutih wajah dengan metode spektrofotometri serapan atom. Jurnal Katalisator 4(2), 103–110. <http://doi.org/10.22216/jk.v4i2.4618>
- Yulianingrum, M., Oktaviani, L., Sari, L., Maelaningsih, F.S., 2024. Review: Identifikasi merkuri pada sediaan krim pemutih wajah menggunakan metode spektrofotometri. Jurnal Medika Farmaka 2(3), 292–297. <https://doi.org/10.33482/jmedfarm.v2i3.51>