

**GREEN SYNTHESIS NANOPARTIKEL BIMETAL OKSIDA CuO/ZnO
MENGUNAKAN EKSTRAK DAUN KELOR (*Moringa oleifera*) DAN UJI
DAYA HAMBATNYA TERHADAP BAKTERI**

Oleh

Ni Ketut Eri Suryani, NIM 2213081018

Jurusan Kimia Program Studi Kimia

ABSTRAK

Nanopartikel bimetal oksida tembaga oksida–seng oksida (CuO/ZnO) yang diproduksi melalui metode *green synthesis* telah muncul sebagai nanomaterial multifungsi yang menjanjikan karena peningkatan karakteristik fisikokimia dan aktivitas antibakteri yang kuat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh volume ekstrak daun kelor terhadap rendemen hasil *green synthesis* nanopartikel tembaga dan seng oksida, mengetahui rasio CuO dan ZnO pada CuO/ZnO hasil sintesis, serta mengetahui perbandingan aktivitas antibakterinya. Penelitian diawali dengan sintesis nanopartikel CuO dan ZnO menggunakan variasi rasio volume ekstrak daun kelor terhadap volume larutan prekursor (1:1, 1:2, 1:3, dan 1:4), dengan volume larutan prekursor tetap. Rasio optimum berdasarkan rendemen digunakan untuk sintesis nanopartikel CuO/ZnO. Nanopartikel yang dihasilkan dikarakterisasi menggunakan XRD, XRF, FTIR, SEM-EDX, UV-Vis, dan PSA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimum sintesis nanopartikel CuO dan ZnO diperoleh pada rasio volume ekstrak daun kelor terhadap volume larutan prekursor sebesar 1:2, dengan rendemen masing-masing sebesar 75,78% dan 73,38%. Analisis XRF mengonfirmasi bahwa nanopartikel bimetal oksida CuO/ZnO (1:1) hasil sintesis berhasil mencapai rasio stoikiometri yang paling mendekati target teoretis 1:1 dengan rasio mol CuO:ZnO yaitu 1,08: 1. Pada uji aktivitas antibakteri menggunakan metode difusi sumuran, nanopartikel CuO murni menunjukkan daya hambat paling optimal terhadap *Escherichia coli* (15,39 mm), sedangkan bimetal oksida CuO/ZnO (Cbest) menunjukkan performa terbaik terhadap *Staphylococcus aureus* (10,02 mm). Analisis statistik ANOVA satu arah mengonfirmasi adanya perbedaan signifikan antarpelakuan ($p = 0,00 < 0,05$), yang menegaskan bahwa komposisi penyusun nanopartikel berpengaruh terhadap aktivitas antibakteri.

Kata Kunci: *Green synthesis*, *Moringa oleifera*, Nanopartikel CuO–ZnO, Antibakteri

**GREEN SYNTHESIS OF CuO/ZnO BIMETALLIC OXIDE
NANOPARTICLES USING *Moringa oleifera* LEAF EXTRACT AND
THEIR ANTIBACTERIAL ACITIVITY**

By

Ni Ketut Eri Suryani, NIM 2213081018

Department of Chemistry, Chemistry Study Program

ABSTRACT

Copper oxide–zinc oxide (CuO/ZnO) bimetallic oxide nanoparticles produced via the green synthesis method have emerged as promising multifunctional nanomaterials due to their enhanced physicochemical characteristics and strong antibacterial activity. This study aims to determine the effect of moringa leaf extract volume on the yield of green-synthesized copper and zinc oxide nanoparticles, determine the CuO to ZnO ratio in the synthesized CuO/ZnO, and compare their antibacterial activities. The study began with the synthesis of CuO and ZnO nanoparticles using varying ratios of moringa leaf extract volume to precursor solution volume (1:1, 1:2, 1:3, and 1:4), with the precursor solution volume kept constant. The optimal ratio based on yield was used for the synthesis of CuO/ZnO nanoparticles. The resulting nanoparticles were characterized using XRD, XRF, FTIR, SEM-EDX, UV-Vis, and PSA. The results showed that the optimal synthesis conditions for CuO and ZnO nanoparticles were achieved at a volume ratio of moringa leaf extract to precursor solution of 1:2, with yields of 75.78% and 73.38%, respectively. XRF analysis confirmed that the synthesized CuO/ZnO (1:1) bimetallic oxide nanoparticles successfully achieved a stoichiometric ratio that most closely approximated the theoretical target of 1:1, with a CuO:ZnO molar ratio of 1.08:1. In antibacterial activity testing using the well diffusion method, pure CuO nanoparticles exhibited the against *Escherichia coli* (15.39 mm), whereas the bimetallic CuO/ZnO bimetallic oxide (Cbest) showed the best performance against *Staphylococcus aureus* (10.02 mm). A one-way ANOVA statistical analysis confirmed the presence of significant differences among treatments ($p = 0.00 < 0.05$), which confirms that the composition of the nanoparticles influences antibacterial activity.

Keywords: *Green synthesis, Moringa oleifera, CuO–ZnO Nanoparticles, Antibacterial*