

INTISARI

Industri pupuk di Indonesia merupakan sektor penting bagi ketahanan pangan, namun juga menjadi sumber emisi karbon akibat penggunaan hidrogen abu-abu dalam produksi amonia. Untuk mendukung target *Net-Zero Emissions* (NZE) 2060, transisi ke amonia hijau yang diproduksi dengan hidrogen hijau melalui elektrolisis menjadi salah satu opsi dekarbonisasi. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi dampak lingkungan dan ekonomi dari transisi tersebut, dengan membandingkan potensi pemanasan global antara produksi amonia abu-abu dan amonia hijau, mengidentifikasi hotspot dalam siklus hidup, serta memperkirakan biaya transisi melalui analisis *Cost of Ammonia*.

Metode yang digunakan adalah *Environmental Assessment* dengan batas sistem *cradle-to-gate* dan unit fungsional 1 kg amonia. Analisis dilakukan menggunakan SimaPro dan metode ReCiPe 2016 Midpoint (H), membandingkan empat skenario: *Business-As-Usual* (amonia abu-abu) serta tiga skenario amonia hijau yang menggunakan campuran abu-abu & hijau dari PLTA, campuran PLTA-grid, dan PLTS.

Hasil penelitian menunjukkan skenario PLTS menurunkan potensi pemanasan global hingga 78,1% dibanding BAU, sementara skenario campuran PLTA-grid justru meningkatkan GWP sebesar 160% akibat dominasi batu bara dalam bauran listrik. Dari sisi ekonomi, skenario BAU memiliki Cost per kg Ammonia terendah \$0,297/kg. Skenario PLTS membutuhkan Cost per kg Ammonia \$0,863/kg dengan investasi lebih dari \$7 miliar, sedangkan campuran PLTA-grid menjadi yang termahal \$0,952/kg.

Kesimpulannya, terdapat *trade-off* antara manfaat lingkungan dan kelayakan ekonomi. PLTS memberikan pengurangan emisi terbesar tetapi dengan biaya tinggi, sedangkan PLTA terbatas (Cost per kg Ammonia \$0,303) menjadi alternatif transisi yang lebih terjangkau meski manfaat lingkungannya lebih kecil. Produksi amonia hijau dengan bauran grid saat ini tidak direkomendasikan karena dampaknya yang memburuk.

Kata Kunci: Amonia Hijau, Amonia Abu-abu, *Environmental Assessment*, Analisis Cost, Industri Pupuk, Dampak Lingkungan, Indonesia.

ABSTRACT

The fertilizer industry in Indonesia is a crucial sector for national food security but also a significant source of carbon emissions due to the use of *grey hydrogen* in *ammonia* production. To support Indonesia's Net-Zero Emissions (NZE) 2060 target, transitioning to *green ammonia* produced with *green hydrogen* via electrolysis is considered one of the decarbonization options. This study aims to evaluate the environmental and economic impacts of such a transition by comparing the global warming potential (GWP) of *grey ammonia* and *green ammonia* production, identifying hotspots, and estimating transition costs through the Cost Analysis of *Ammonia*.

The method employed is a *Environmental Assessment* with a cradle-to-gate system boundary and a functional unit of 1 kg of *ammonia*. The analysis was conducted using SimaPro and the ReCiPe 2016 Midpoint (H) method, comparing four scenarios: Business-As-Usual (*grey ammonia*) and three *green ammonia* scenarios utilizing different mixes *grey & green* from hydropower (PLTA), hydropower-grid mix, and solar power (PLTS).

Results show that the PLTS scenario reduces the global warming potential by up to 78.1% compared to BAU, while the hydropower-grid mix scenario increases GWP by 160% due to the dominance of coal in the electricity mix. Economically, the BAU scenario has the lowest Cost per kg Ammonia at \$0.297. The PLTS scenario requires an Cost per kg Ammonia of \$0.863 with an investment exceeding \$7 billion, while the hydropower-grid mix becomes the most expensive at \$0.952/kg.

In conclusion, there is a clear trade-off between environmental benefits and economic feasibility. PLTS offers the largest emission reduction but at high costs, whereas limited hydropower (Cost per kg Ammonia \$0.303) provides a more affordable transition alternative despite smaller environmental gains. Producing *green ammonia* using the current grid mix is not recommended due to its adverse impact.

Keywords: *Green Ammonia, Grey Ammonia, Environmental Assessment, Cost Analysis, Fertilizer Industry, Environmental Impact, Indonesia.*