

Analisis Tekno-Ekonomi Proses Pressure Retarded Osmosis untuk Fertigasi Hidroponik = Techno-economic analysis of the Pressure Retarded Osmosis Process for Hydroponic Fertigation

Akbar Maulana, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=9999920545289&lokasi=lokal>

Abstrak

Penelitian ini mengusulkan GreenPRO sebagai solusi untuk mengeksplorasi integrasi energi osmotik dalam konteks pertanian, dengan fokus pada pembangkitan listrik. Tiga desain PRO dievaluasi untuk ekstraksi energi dari larutan nutrisi seperti DAS, KCl, dan MAP, dengan variasi konsentrasi antara 0,1 hingga 5,0 mol/L. Desain 1 mampu mengekstraksi 2,2 hingga 3,3 kWh/m³ energi melalui proses fertigasi, dengan densitas energi meningkat seiring dengan konsentrasi. Namun, desain 2 dan 3 memerlukan energi eksternal dan hanya mampu mengekstraksi 0,002 hingga 4,43% dari energi yang diekstraksi oleh desain 1. Meskipun perbedaan ini signifikan, desain 1 sulit diaplikasikan secara praktis karena keterbatasan struktural membran komersial dan efek polarisasi konsentrasi (CP) serta reverse salt flux (RSF) dalam proses desain. Namun demikian, desain 2 atau 3 menunjukkan densitas daya membran yang masih kompetitif secara komersial, terutama pada konsentrasi 5 mol/L KCl dengan densitas daya sekitar 5,33 W/m². Studi ini juga menguji potensi ekstraksi energi osmotik pada beberapa tanaman hidroponik umum dengan nutrisi tunggal, menghasilkan hingga 104 Wh/m³/tahun energi dalam kondisi praktis, menghemat sekitar 1,5% dari konsumsi listrik. Analisis ekonomi menunjukkan bahwa proyek PRO cukup berhasil, dengan IRR mencapai 19,97%.

.....This research proposes GreenPRO as a solution to explore the integration of osmotic energy in agriculture, focusing on electricity generation. Three PRO designs were evaluated for energy extraction from nutrient solutions such as DAS, KCl, and MAP, with varying concentrations between 0.1 to 5.0 mol/L. Design 1 was able to extract 2.2 to 3.3 kWh/m³ of energy through the fertigation process, with energy density increasing along with the concentration. However, designs 2 and 3 required external energy and could only extract 0.002 to 4.43% of the energy extracted by design 1. Despite this significant difference, design 1 is challenging to apply practically due to the structural limitations of commercial membranes and the effects of CP and RSF in the design process. Nevertheless, designs 2 or 3 demonstrated membrane power densities that are still commercially competitive, especially at a concentration of 5 mol/L KCl with a power density of around 5.33 W/m². The study also tested the potential for osmotic energy extraction on several common hydroponic plants with single nutrients, yielding up to 104 Wh/m³/year of energy under practical conditions, saving about 1.5% of electricity consumption. Economic analysis indicates that the PRO project is quite successful, with an IRR of 19.97%.