UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis Eksperimental Pengaruh Variasi Tanaman sebagai Passive Cooling pada Sistem Agrivoltaic terhadap Suhu Kerja dan Daya Keluaran PV
Ahmad Herosa Harsam, Dr. Eng. Tika Erna Putri, S.Si., M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Kebutuhan energi global yang terus meningkat, ditambah keterbatasan bahan bakar fosil konvensional, mendorong adopsi sistem *photovoltaic* (PV) yang lebih luas. Namun, kenaikan suhu kerja modul tetap menjadi faktor utama yang membatasi performa kelistrikan PV, terutama akibat paparan sinar matahari yang lama di iklim tropis. Sistem *agrivoltaic*, yang mengintegrasikan pembangkitan PV dengan vegetasi, menawarkan pendekatan *passive cooling* melalui pendinginan mikroklimat dan evapotranspirasi, tetapi pengaruh gabungan antara jenis vegetasi dengan ketinggian pemasangan dan sudut kemiringan panel terhadap suhu modul dan daya keluaran belum banyak diteliti pada skala laboratorium.

Penelitian ini mengevaluasi secara eksperimental pengaruh *passive cooling* menggunakan tiga media vegetasi (*kangkung*, bayam, dan padi) dibandingkan dengan kondisi non-vegetasi (*paving block*) sebagai pembanding, dikombinasikan dengan variasi ketinggian pemasangan panel (60, 80, 100, dan 120 cm) dan sudut kemiringan (0°, 5°, dan 10°), terhadap suhu kerja dan daya keluaran listrik modul PV *monocrystalline* 50 Wp. Pengujian dilakukan di Laboratorium Teknik Tenaga Listrik, Universitas Gadjah Mada, pada Maret–Juni 2026, dengan mengukur suhu modul, tegangan, arus, daya keluaran, dan energi yang dihasilkan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh media vegetasi mampu menurunkan suhu modul dibandingkan kondisi tanpa vegetasi, dengan padi memberikan efek pendinginan terbesar, yaitu menurunkan suhu rata-rata sebesar 2,75°C (5,58%) menjadi 46,55°C, dibandingkan 49,30°C tanpa vegetasi. Suhu modul yang lebih rendah secara konsisten berkaitan dengan tegangan, arus, dan daya keluaran yang lebih tinggi. Konfigurasi optimal, yaitu kombinasi media padi dengan ketinggian pemasangan 120 cm dan sudut kemiringan 10°, menghasilkan daya keluaran maksimum sebesar 32,005 W dan energi sebesar 115,3 Wh, atau peningkatan sebesar 56,91% pada daya dan 36,61% pada energi dibandingkan kondisi tanpa vegetasi sebagai *baseline*. Temuan ini menunjukkan bahwa *passive cooling* berbasis vegetasi, apabila dikombinasikan dengan ketinggian pemasangan dan sudut kemiringan yang tepat, dapat meningkatkan performa PV secara signifikan pada aplikasi *agrivoltaic* di wilayah tropis.

Kata kunci: *agrivoltaic*, ketinggian pemasangan, *passive cooling*, *photovoltaic*, sudut kemiringan, suhu modul

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis Eksperimental Pengaruh Variasi Tanaman sebagai Passive Cooling pada Sistem Agrivoltaic terhadap Suhu Kerja dan Daya Keluaran PV
Ahmad Herosa Harsam, Dr. Eng. Tika Erna Putri, S.Si., M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

The increasing global energy demand alongside limitations of conventional fossil fuels has driven wider adoption of solar photovoltaic (PV) systems. However, rising module operating temperature remains a major factor limiting PV electrical performance, particularly under prolonged solar exposure in tropical climates. Agrivoltaic systems, which integrate PV generation with vegetation, offer a passive cooling approach through microclimate cooling and evapotranspiration, but the combined influence of vegetation type together with panel mounting height and tilt angle on module temperature and power output has not been widely investigated at laboratory scale.

This study experimentally evaluated the effect of passive cooling using three vegetation media (water spinach, spinach, and rice) compared to a non-vegetated (paving block) reference, combined with variations in panel mounting height (60, 80, 100, and 120 cm) and tilt angle (0°, 5°, and 10°), on the working temperature and electrical output of a 50 Wp monocrystalline PV module. Testing was conducted at the Electrical Power Engineering Laboratory, Universitas Gadjah Mada, from March to June 2026, measuring module temperature, voltage, current, power output, and generated energy.

Results showed that all vegetation media reduced module temperature compared to the non-vegetated condition, with rice providing the greatest cooling effect, lowering the average temperature by 2.75°C (5.58%) to 46.55°C, versus 49.30°C without vegetation. Lower module temperature was consistently associated with higher voltage, current, and power output. The optimal configuration, combining rice media with a 120 cm mounting height and 10° tilt angle, produced a maximum power output of 32.005 W and 115.3 Wh of energy, representing increases of 56.91% in power and 36.61% in energy compared to the non-vegetated baseline. These findings indicate that vegetation-based passive cooling, combined with appropriate mounting height and tilt angle, can meaningfully improve PV performance in tropical agrivoltaic applications.

Key words: agrivoltaic, module temperature, mounting height, passive cooling, photovoltaic, tilt angle