

# jTEP

## JURNAL KETEKNIKAN PERTANIAN

P-ISSN No. 2407-0475 E-ISSN No. 2338-8439

Vol. 10, No. 1, April 2022



Publikasi Resmi  
**Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia**  
(Indonesian Society of Agricultural Engineering)  
bekerjasama dengan  
**Departemen Teknik Mesin dan Biosistem - FATETA**  
Institut Pertanian Bogor



## DAFTAR ISI

### *Technical Paper*

1

**Limbah Padat Kelapa Sawit sebagai Alternatif Energi Pembangkit Listrik di Barat Selatan Aceh**  
*Palm Oil Solid Waste as an Alternative Energy Source of Electricity generation in The Southwest of Aceh*  
Agustiar, Tajuddin Bantacut, Bambang Pramudya

11

**Pengaruh Proses Torefaksi terhadap Kualitas Serbuk Kayu**  
*The Torrefaction Effect on The Sawdust Quality*  
Ismail, Erlanda Augupta Pane, I Gede Eka Lesmana, Rovida Camalia Hartantrie, Deni Rifki.

21

**Penerapan Metode Ekstraksi Microwave Untuk Meningkatkan Rendemen dan Mutu Oleoresin Lada Putih (*Piper nigrum L*)**  
*Application of Microwave-Assisted Extraction Method to Improve Yield and Quality of White Pepper (*Piper nigrum L*) Oleoresin.*  
Annisa Purnamasari Damanik, Edy Hartulistiyoso\*, Rokhani Hasbullah.

29

**Pengaruh Waktu Pemanasan, Jenis dan Konsentrasi Plasticizer Terhadap Karakteristik Edible Film K-karagenan**  
*The Effect of Heating Time, Type and Plasticizer Concentration on Characteristics of Edible Film K-carrageenan*  
Desi Juliani\*, Nugraha Edhi Suyatma, Fahim Muchammad Taqi.

41

**Pemanfaatan Water Power Generator di Saluran Irigasi Tersier untuk Penanganan Hama Padi**  
*Utilization of Water Power Generator in The Tertiary Irrigation Canal for Paddy's Pest Handling*  
Lilis Dwi Saputri, Elsa Wulandari, Febri Nur Azra, Afik Hardanto\*.

49

**Sistem Monitoring dan Kontrol Iklim Mikro pada Plant Factory Berbasis Internet of Things**  
*Microclimate Monitoring and Control System in a Plant Factory Using the Internet of Things*  
Ardiansyah\*, Ikhsan Nur Rahmaan, Eni Sumarni, Afik Hardanto.

59

**Portable/Handheld NIR sebagai Teknologi Evaluasi Mutu Bahan Pertanian secara Non-Destruktif**  
*Portable/Handheld NIR as a Non-Destructive Technology for Quality Evaluation of Agricultural Materials*  
Widyaningrum\*, Y Aris Purwanto, Slamet Widodo, Supijatno, Evi Savitri Iriani.

69

**Detection of Chilling Injury Symptoms of Salak Pondoh Fruit during Cold Storage with Near Infrared Spectroscopy (NIRS)**  
Sutrisno Suro Mardjan\* and Jerry Indriantoro.

77

**Studi Penentuan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Bedadung Kabupaten Jember Menggunakan Program Qual2Kw**  
*Determination of Total Pollution Load Capacity at the Bedadung River, Jember Regency Using Qual2Kw Program*  
Elida Novita, Rodzika Diah Mauvi, Hendra Andianata Pradana\*.

85

**Analisis Orifice pada Reaktor Biodiesel Sistem Kavitasi Hidrodinamik dengan Computational Fluid Dynamics**  
*Orifice Analysis in Biodiesel Reactor with Hydrodynamic Cavitation System using Computational Fluid Dynamics*  
Yayan Heryana\*, Dyah Wulandani, Supriyanto.

---

#### Penerbit:

Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia (PERTETA) bekerjasama dengan Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor d/a Jurnal Keteknik Pertanian, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680.  
Telp. 0251-8624 503, Fax 0251-8623 026,  
E-mail: jtep@ipb.ac.id atau jurnaltep@yahoo.com. Website: <http://web.ipb.ac.id/~jtep>.



Jurnal Keteknikan Pertanian (JTEP) terakreditasi berdasarkan SK Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset Dikti Nomor I/E/KPT/2015 tanggal 21 September 2015. Selain itu, JTEP juga telah terdaftar pada Crossref dan telah memiliki Digital Object Identifier (DOI) dan telah terindeks pada ISJD, IPI, Google Scholar dan DOAJ. JTEP terbit tiga kali setahun yaitu bulan April, Agustus dan Desember, Jurnal berkala ilmiah ini berkiprah dalam pengembangan ilmu keteknikan untuk pertanian tropika dan lingkungan hayati. Penulis makalah tidak dibatasi pada anggota **PERTETA** tetapi terbuka bagi masyarakat umum. Lingkup makalah, antara lain meliputi teknik sumberdaya lahan dan air, alat dan mesin budidaya pertanian, lingkungan dan bangunan pertanian, energi alternatif dan elektrifikasi, ergonomika dan elektronika pertanian, teknik pengolahan pangan dan hasil pertanian, manajemen dan sistem informasi pertanian. Makalah dikelompokkan dalam **invited paper** yang menyajikan isu aktual nasional dan internasional, **review** perkembangan penelitian, atau penerapan ilmu dan teknologi, **technical paper** hasil penelitian, penerapan, atau diseminasi, serta **research methodology** berkaitan pengembangan modul, metode, prosedur, program aplikasi, dan lain sebagainya. Penulisan naskah harus mengikuti panduan penulisan seperti tercantum pada website dan naskah dikirim secara elektronik (*online submission*) melalui <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>.

**Penanggungjawab:**

Ketua Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB  
Ketua Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia

**Dewan Redaksi:**

Ketua : Yohanes Aris Purwanto (Scopus ID: 6506369700, IPB University)  
Anggota : Abdul Hamid Adom (Scopus ID: 6506600412, University Malaysia Perlis)  
(*editorial board*) Addy Wahyudie (Scopus ID: 35306119500, United Arab Emirates University)  
Budi Indra Setiawan (Scopus ID: 55574122266, IPB University)  
Balasuriya M.S. Jinendra (Scopus ID: 30467710700, University of Ruhuna)  
Bambang Purwantana (Scopus ID: 6506901423, Universitas Gadjah Mada)  
Bambang Susilo (Scopus ID: 54418036400, Universitas Brawijaya)  
Daniel Saputera (Scopus ID: 6507392012, Universitas Sriwijaya)  
Han Shuqing (Scopus ID: 55039915600, China Agricultural University)  
Hiroshi Shimizu (Scopus ID: 7404366016, Kyoto University)  
I Made Anom Sutrisna Wijaya (Scopus ID: 56530783200, Universitas Udayana)  
Agus Arif Munawar (Scopus ID: 56515099300, Universitas Syahkuala)  
Armansyah H. Tambunan (Scopus ID: 57196349366, IPB University)  
Kudang Boro Seminar (Scopus ID: 54897890200, IPB University)  
M. Rahman (Scopus ID: 7404134933, Bangladesh Agricultural University)  
Machmud Achmad (Scopus ID: 57191342583, Universitas Hasanuddin)  
Muhammad Makky (Scopus ID: 55630259900, Universitas Andalas)  
Muhammad Yulianto (Scopus ID: 54407688300, IPB University & Waseda University)  
Nanik Purwanti (Scopus ID: 23101232200, IPB University & Teagasc Food Research Center Irlandia)  
Pastor P. Garcia (Scopus ID: 57188872339, Visayas State University)  
Rosnah Shamsudin (Scopus ID: 6507783529, Universitas Putra Malaysia)  
Salengke (Scopus ID: 6507093353, Universitas Hasanuddin)  
Sate Sampattagul (Scopus ID: 7801640861, Chiang Mai University)  
Subramaniam Sathivel (Scopus ID: 6602242315, Louisiana State University)  
Shinichiro Kuroki (Scopus ID: 57052393500, Kobe University)  
Siswoyo Soekarno (Scopus ID: 57200222075, Universitas Jember)  
Tetsuya Araki (Scopus ID: 55628028600, The University of Tokyo)  
Tusan Park (Scopus ID: 57202780408, Kyungpook National University)

---

**Redaksi Pelaksana:**

Ketua : Usman Ahmad (Scopus ID: 55947981500, IPB University)  
Sekretaris : Lenny Saulia (Scopus ID: 16744818700, IPB University)  
Bendahara : Dyah Wulandani (Scopus ID: 1883926600, IPB University)  
Anggota : Satyanto Krido Saptomo (Scopus ID: 6507219391, IPB University)  
Slamet Widodo (Scopus ID: 22636442900, IPB University)  
Liyantono (Scopus ID: 54906200300, IPB University)  
Leopold Oscar Nelwan (Scopus ID: 56088768900, IPB University)  
I Wayan Astika (Scopus ID: 43461110500, IPB University)  
I Dewa Made Subrata (Scopus ID: 55977057500, IPB University)  
Administrasi : Khania Tria Tifani (IPB University)

**Penerbit:** Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor bekerjasama dengan Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia (PERTETA).

**Alamat:** Jurnal Keteknikan Pertanian, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem,  
Fakultas Teknologi Pertanian, Kampus Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680.  
Telp. 0251-8624 503, Fax 0251-8623 026,  
E-mail: [jtep@apps.ipb.ac.id](mailto:jtep@apps.ipb.ac.id)  
Website: <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>

**Rekening:** BRI, KCP-IPB, No.0595-01-003461-50-9 a/n: Jurnal Keteknikan Pertanian

**Percetakan:** PT. Binakerta Makmur Saputra, Jakarta

---

## Ucapan Terima Kasih

Redaksi Jurnal Keteknikan Pertanian mengucapkan terima kasih kepada para Mitra Bebestari yang telah menelaah naskah pada penerbitan Vol. 10, No. 1 April 2022. Ucapan terima kasih disampaikan kepada: Dr.Eng. Obie Farobie, S.Si, M.Si (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, IPB University), Lilis Sucahyo, S.TP, M.Si (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, IPB University), Dr.Agr.Sc., Diding Suhandy, S.TP., M.Agr (Universitas Negeri Lampung), Yusuf Hendrawan, STP, M.App.Life Sc., PhD (Universitas Brawijaya), Dr.Ir. I Ketut Budaraga, M.Si (Universitas Ekasakti), Ir. Sri Endah Agustina, MS (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, IPB University), Asri Widyasanti, S.TP., M.Eng (Universitas Padjadjaran), Dr.Ir. Christina Winarti, MA (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pasca Panen Pertanian), Dr.Ir. I Dewa Made Subrata, M. Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, IPB University), Dr. Supriyanto, S.TP, M.Kom (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, IPB University), Bayu Dwi Apri Nugroho, S.T.P., M.Agr., Ph.D (Universitas Gadjah Mada), Ansita Gupitakingkin Pradipta, ST, M.Eng (Universitas Gadjah Mada), Dr. Andasuryani, S.TP, M.Si (Universitas Andalas), Dr.Ir. Lady Lengkey, M.Si (Universitas Sam Ratulangi), Dr.Ir. I Wayan Budiastara, M. Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, IPB University), Prof.Dr.Ir. Usman Ahmad, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, IPB University).

---



*Technical Paper*

## **Pemanfaatan *Water Power Generator* di Saluran Irigasi Tersier untuk Penanganan Hama Padi**

### *Utilization of Water Power Generator in The Tertiary Irrigation Canal for Paddy's Pest Handling*

**Lilis Dwi Saputri**, Program Studi Teknik Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Indonesia  
**Elsa Wulandari**, Program Studi Teknik Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Indonesia  
**Febri Nur Azra**, Program Studi Teknik Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Indonesia  
**Afik Hardanto\***, Program Studi Teknik Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Indonesia  
E-mail: [afik.hardanto@unsoed.ac.id](mailto:afik.hardanto@unsoed.ac.id)

#### **Abstract**

*The inadequate rice in Indonesia occurs due to crop failure. Paddy's pest (e.g., bird and insect) contributes to crop failure significantly. Besides water delivery, a tertiary irrigation canal enables to development of another function such as micro-hydro. The research objective is to find Wapoge (water power generator) that is adequate in the tertiary irrigation canal for paddy's pest handling. Performance test applied with water discharge variability (i.e., 48, 68, and 77 l/s) and 2500 m<sup>2</sup> paddy field. Electricity was utilized for light trapping with white LED lamp's power variability such as 3, 6, and 9 watts, while motion energy was utilized for bird eviction (i.e., scarecrow and sounds). Visual observation was applied on pest counting with three repetitions. Water recharge influence turbine rotation and voltage. Light trapping, with LED 9 watt, shows higher performance than 3 and 6 watts significantly. Wapoge adequates on bird eviction significantly during observation. Renewable energy should be developed, especially in supporting the agricultural sector.*

**Keywords:** *water power generator, renewable energy, paddy's pest, light trap, tertiary irrigation canal*

#### **Abstrak**

Kegagalan panen merupakan salah satu penyebab belum tercukupinya kebutuhan beras di Indonesia. Hama padi (seperti: burung dan serangga) secara signifikan menyebabkan kegagalan panen. Selain berfungsi dalam penyaluran air irigasi, saluran irigasi tersier bisa difungsikan untuk kegiatan lain seperti mikro-hidro. Tujuan penelitian yaitu mendapatkan rancang bangun Wapoge (*water power generator*) yang mampu bekerja di saluran irigasi tersier dan bisa dimanfaatkan untuk pengendalian hama padi (hama burung dan serangga). Uji performansi dengan beban dilakukan pada rentang debit 48, 68, dan 77 liter/detik dan diimplementasikan pada lahan padi seluas 2500 m<sup>2</sup>. Energi listrik dimanfaatkan sebagai pengendali hama serangga (*light trap*) dengan tiga variasi daya lampu LED putih yaitu sebesar 3, 6, dan 9 watt, sedangkan energi gerak dimanfaatkan untuk pengusiran hama burung (yaitu: orang-orangan sawah dan bunyi-bunyian). Pengamatan hama dilakukan secara visual, masing-masing dengan tiga ulangan. Debit aliran berbanding lurus dengan putaran turbin dan beda potensial yang dihasilkan. *Light trap* LED 9 watt mampu menangkap hama penggerek secara signifikan lebih banyak dibandingkan dengan 3 dan 6 watt. Penggunaan Wapoge mampu mengusir hama burung secara signifikan selama pengamatan. Pemanfaatan energi baru terbarukan perlu terus dikembangkan untuk mendukung usaha tani.

**Kata kunci:** energi baru terbarukan, hama padi, irigasi tersier, *light trap*, water power generator

*Diterima: 21 Oktober 2021; Disetujui: 15 Februari 2022*

## Latar Belakang

Jumlah penduduk Indonesia pada tahun 2020 mencapai 270.2 jiwa dengan laju pertumbuhan 1.25 tahun dan menempati posisi keempat dalam daftar negara dengan populasi paling banyak atau setara dengan 3.51 persen dari total penduduk dunia. Tingginya jumlah penduduk berbading lurus dengan kebutuhan pangan sehingga dibutuhkan perhatian terhadap ketahanan pangan nasional. Kebutuhan beras, sebagai makanan pokok masyarakat Indonesia, cukup tinggi yaitu mencapai 31.69 juta ton pada tahun 2021 (Badan Pusat Statistik, 2021, 2020; Conijn et al., 2018).

Kegagalan panen merupakan salah satu penyebab belum tercukupinya kebutuhan pangan masyarakat Indonesia. Gagal panen dilaporkan terjadi cukup besar yaitu sampai 300,000 ton pertahun (Alfarisi et al., 2018). Burung dan serangga (seperti: wereng coklat, penggerek batang padi putih, walang sangit, kepinding tanah, dan kepik hijau) adalah hama utama pada tanaman padi. Putra (2020) menyampaikan bahwa kerugian yang dialami petani akibat serangan hama burung cukup besar yaitu berkisar antara 15-50%. Hama serangga, penggerek, juga menyebabkan kerusakan berat dengan serangan yang masif mulai dari pembibitan, fase vegetatif sampai fase generatif (Sembiring, 2013). Kerusakan akibat berbagai hama tersebut merupakan permasalahan serius yang mengakibatkan kerugian material yang bernilai tinggi dan menjadi salah satu penyebab belum dapat tercukupinya kebutuhan pangan masyarakat Indonesia (Yani et al., 2019). Berbagai teknologi digunakan untuk pengusiran ataupun penangkapan hama padi, seperti penggunaan cahaya lampu, sinar inframerah, dan gelombang suara (Arifandi et al., 2021; Balle et al., 2021; Lham et al., 2018).

Pemanfaatan saluran irigasi tersier masih sebatas infrastruktur alokasi air ke petak sawah. Setiarso et al. (2017) masih melakukan tahap penelitian potensi aliran irigasi tersier untuk pembangkit listrik mikro hidro. Pemanfaatan saluran irigasi tersier untuk mendukung usaha tani, khususnya dalam pemanfaatan energi aliran air masih jarang dilakukan penelitian. Energi potensial air pada saluran irigasi tersier memiliki kelemahan yaitu beda tinggi (*head*) nya rendah. *Water power generator* (Wapoge) dilengkapi dengan ulir tipe *Archimedes* digunakan untuk merubah aliran air yang memiliki *head* rendah menjadi penggerak dinamo dan menghasilkan energi listrik. Turbin ulir tipe *Archimedes* dipilih karena: (i) dapat bekerja pada *head* sangat rendah dan debit kecil, (ii) dapat dioperasikan tanpa saringan dan tidak mengganggu ekosistem air, (iii) umur turbin lebih tahan lama terutama jika dioperasikan pada putaran rendah, (iv) mudah dalam pengoperasian dan murah dalam perawatan, (v) memiliki efisiensi dan kehandalan yang tinggi, dan (vi) mampu bekerja pada rentang

variasi debit yang lebar (Harja et al., 2014).

Energi gerak dan listrik yang dihasilkan dari Wapoge diharapkan bisa mendukung kegiatan pertanian khususnya pengusiran hama burung dan penangkapan hama wereng. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah memperoleh rancangan fungsional Wapoge tipe ulir *Archimedes* pada saluran irigasi tersier untuk pengusiran dan penangkapan hama. Energi yang dihasilkan dari *water power generator* ini berupa energi mekanik dan energi listrik, energi mekanik yang berasal dari putaran turbin akan dimanfaatkan untuk menggerakkan orang-orangan sawah dan *klintingan* (bunyi-bunyian) yang dapat mengeluarkan suara guna mengusir hama burung yang akan menyerang padi. Energi dimanfaatkan untuk mengoperasikan lampu penangkap hama serangga. Alat dilengkapi dengan baterai (12 V; 5 A) dan modul yang berfungsi untuk mengatur pengisian baterai otomatis dan tegangan luaran (penstabil dan waktu *on-off*).

## Bahan dan Metode

### Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan mulai Tanggal 1 Juli 2021 sampai dengan 06 Agustus 2021. Pembuatan alat dan uji coba tanpa beban dilakukan di bengkel keteknikan Purwokerto, sedangkan uji dengan beban dilakukan pada saluran irigasi tersier dan petak tanaman padi di Desa Banteran, Kecamatan Sumbang, Kabupaten Banyumas (Gambar 1). Uji coba alat dilakukan pada musim tanam (MT) 3. Pola tata tanam di Kabupaten Banyumas adalah padi-padi-palawija, meskipun demikian sebagian petani di Desa Banteran masih menanam padi terutama pada lahan yang memiliki kemudahan akses air irigasi. Varietas padi yang ditanam oleh petani di lokasi penelitian adalah IR64. Ketinggian tempat Desa Banteran berkisar antara 140-600 dpal dengan jenis tanah asosiasi latosol coklat dan regosol merah coklat yang secara umum sesuai untuk budidaya pertanian (Kusuma et al., 2020).

### Alat dan Bahan

Alat dan bahan utama yang digunakan meliputi bahan penyusun rangka utama *water power generator* (yaitu: besi siku, plat besi, *gear chain*, plat aluminium), baterai (12 V; 5 A), modul otomatis *charging* baterai, set rangka penangkap hama, set *light trap*, generator magnet permanen, las listrik, dan bahan peralatan pendukung (seperti: kabel, lampu, mur-baut, dan lain-lain).

### Tahapan penelitian dan pengambilan data

#### a. Perancangan desain awal dan *re-design*

Tahap perancangan desain awal yaitu *drafting* sketsa alat yang akan dibuat menggunakan perangkat lunak *SolidWorks 2016*. Proses *re-design* dilakukan apabila dalam pengujian alat, terdapat



perbaikan yang harus dilakukan. Pada penelitian dilakukan proses *re-design* karena beberapa bagian alat tidak berfungsi seperti yang direncanakan dan terdapat kerusakan ketika diimplementasikan di lapang.

b. Pembuatan alat

Pembuatan alat dilakukan di bengkel rekayasa teknik Purwokerto. Pemilihan lokasi tersebut berdasarkan pengalamannya dalam membuat berbagai alat keteknikan untuk industri terapan maupun lembaga riset.

c. Uji fungsi alat

Uji fungsi alat dilakukan dengan mengoperasikan alat dan melihat kinerja dari masing-masing bagian. Pengamatan dilakukan terhadap potensi tegangan dan energi gerak yang dihasilkan. Apabila terdapat ketidaksesuaian fungsi bagian alat dengan yang diharapkan, maka dilakukan proses *re-design*. Apabila semua komponen berfungsi dengan baik, maka dilanjutkan dengan uji performansi alat.

d. Uji performansi tanpa beban

Uji performansi tanpa beban dengan memutar ulir secara manual kemudian, dilakukan pengukuran putaran turbin dan juga beda potensial listrik. Pengamatan juga dilakukan terhadap gerakan tiang yang dilengkapi *klintingan* (sebagai penghasil suara). Pengamatan bunyi dilakukan dengan mempertimbangkan jarak radius dari sumber suara.

e. Uji performansi dengan beban

Uji performansi dengan beban dilakukan di saluran irigasi tersier di Desa Banteran yang merupakan bagian dari Daerah Irigasi (DI) Pangkon,

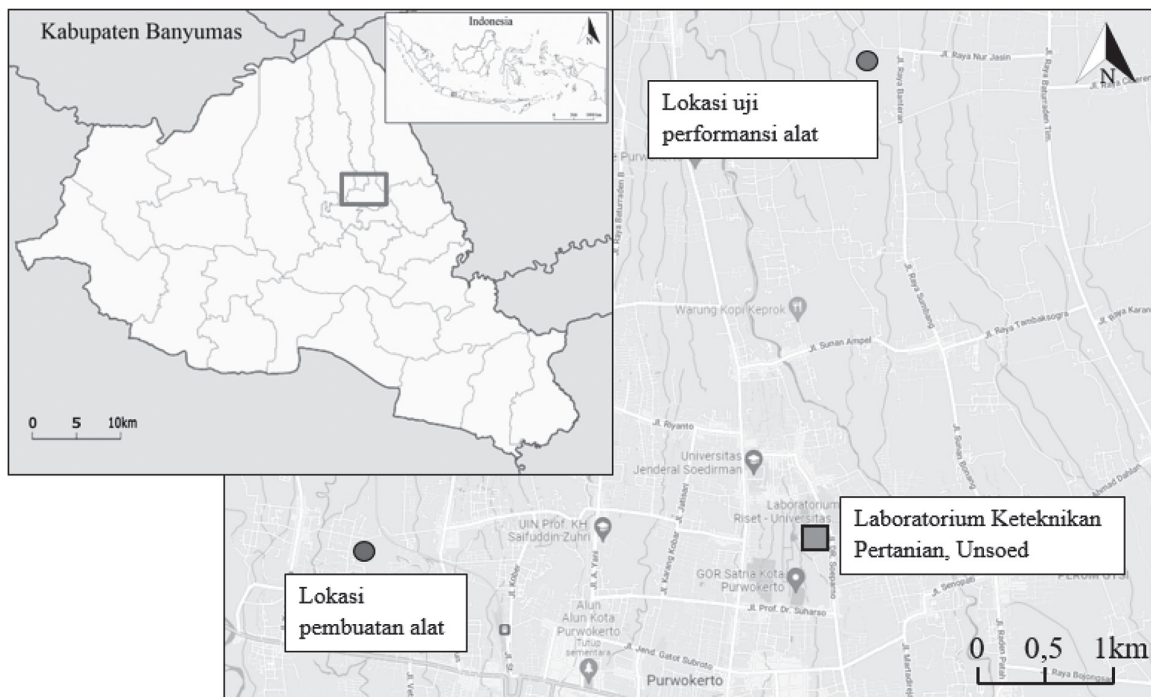
Saluran sekunder Banteran. Uji dilakukan pada saluran irigasi dengan pengaturan debit yang berbeda (yaitu 48, 68, dan 77 liter/detik) dan berada disekitar petak sawah padi yang berumur 40 hari. Pemilihan petak sawah tersebut berdasarkan usia padi yang rawan terhadap serangan hama wereng dan burung. Data debit diukur menggunakan *current metter*. Pengambilan data dilakukan dengan tiga ulangan setiap variasi debit aliran. Data meliputi: putaran turbin dan beda potensial yang dihasilkan. Putaran turbin diukur dengan tachometer dan beda potensial menggunakan multimeter.

f. Pengamatan hama burung dan serangga

Pengambilan data dilakukan pada kinerja alat tertinggi yaitu pada debit 77 liter/detik karena memiliki kemampuan menghasilkan daya tertinggi dan mampu melakukan pengisian energi pada baterai. *Light trapping* dan pengusiran burung dipasang pada luasan lahan 2500 m<sup>2</sup>. Pengamatan dilakukan secara visual berdasarkan kebiasaan petani melakukan aktivitas pengendalian hama burung yaitu setiap pagi (07.00-09.00), siang (11.00-13.00), dan sore (15.00-17.00). Setiap waktu pengamatan dilakukan tiga hari ulangan sebelum dan setelah penerapan alat. *Light trapping* terdiri dari variasi daya lampu LED putih, yaitu 3, 6, dan 9 watt (Erdiansyah *et al.*, 2021).

### Analisis statistik

Analisis statistik dilakukan dengan uji ANOVA dengan tingkat signifikansi 0.05%. Uji statistik dilakukan pada keragaman performansi alat dalam pengendalian hama padi.



Gambar 1. Lokasi perancangan alat dan uji performansi alat.

**Hasil dan Pembahasan**

**Desain Awal Alat**

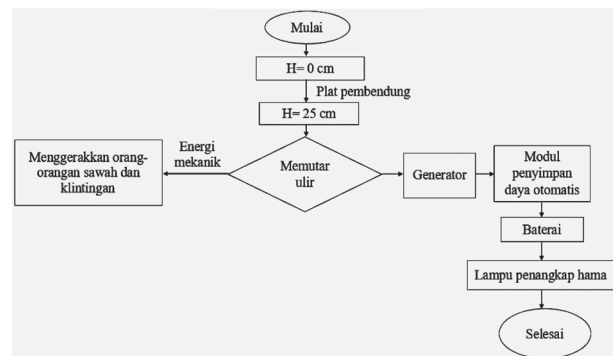
Wapoge memiliki komponen utama berupa ulir *archimedes*, tabung ulir, plat pembendung, tiang orang-orangan sawah dan klintingan, penyangga tiang dan dinamo. Wapoge ini akan beroperasi ketika alat sudah diletakkan pada saluran irigasi dan air sudah terbendung hingga memenuhi tabung, yang akan memutar ulir. Putaran ulir ini akan menggerakkan tiang orang-orangan sawah dan energi mekaniknya juga akan diubah menjadi energi listrik menggunakan dinamo sepeda (Gambar 2). Akan tetapi, hanya menghasilkan daya rendah (~0.1 watt) dan beda potensial kecil (< 0.9 volt). Kecilnya daya dan beda potensial yang dihasilkan pada desain awal alat tidak mampu melakukan pengisian baterai, sehingga diperlukan *re-design*.

**Re-design yang Dilakukan setelah Uji Fungsi Alat**

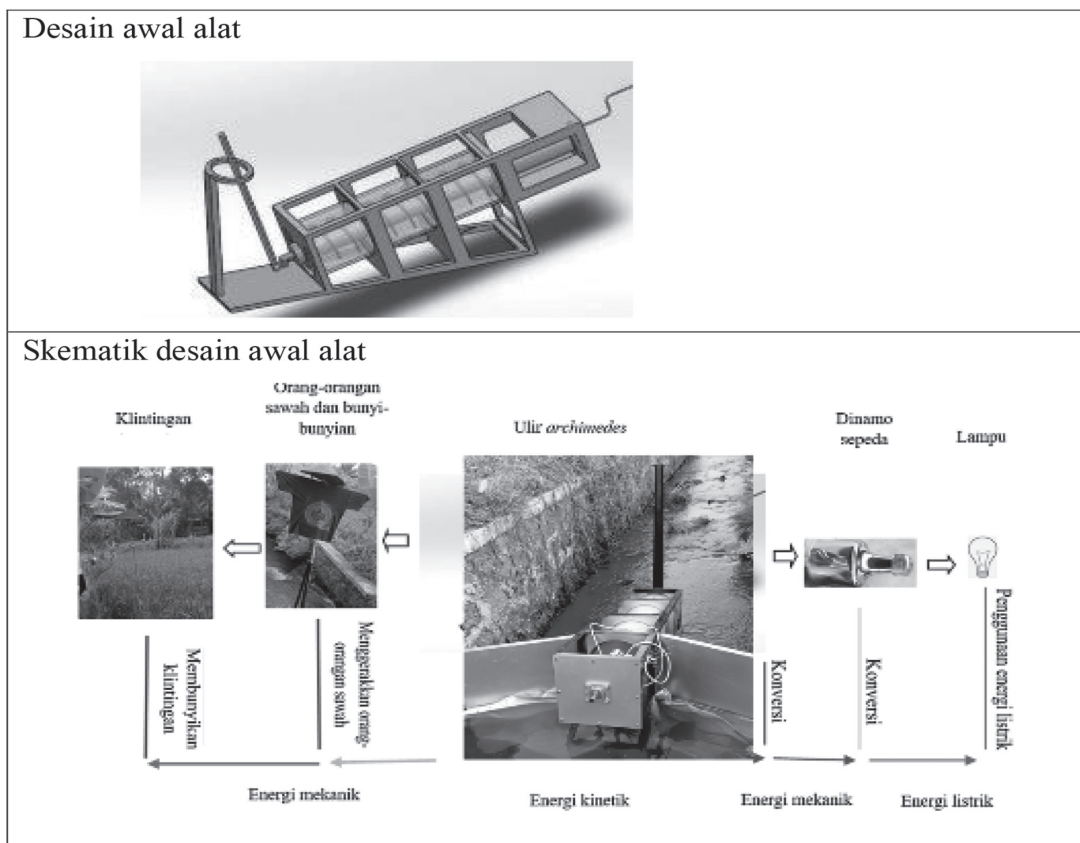
Alur kerja *re-design* Wapoge terletak pada proses perubahan energi kinetik air sampai menghidupkan lampu penangkap hama serangga otomatis (Gambar 3). *Re-design* Wapoge dilakukan dengan perubahan dan penambahan sebagai berikut: dinamo sepeda diganti generator magnet permanen, penambahan *gear chain*, modul *charger* otomatis untuk mengatur pengisian baterai dan menstabilkan arus listrik, dan dudukan komponen elektrik (Gambar 4).

**Hasil Uji Performansi Tanpa Beban dan dengan Beban**

Uji Wapoge tanpa beban dan dengan beban memberikan performansi yang baik (Tabel 1). Semua komponen berfungsi. Energi listrik yang dihasilkan sesuai dengan yang diharapkan meskipun terjadi kendala apabila terdapat banyak sampah disalurkan. Setelah dilakukan uji fungsi alat, kemudian dilakukan uji performansi yang diawali dengan uji tanpa beban dengan melakukan beberapa pengukuran, yakni pengukuran putaran turbin menggunakan *tachometer*, pengukuran beda potensial menggunakan *multimeter*, pengukuran arus listrik dan pengukuran daya yang dihasilkan, uji coba dilakukan dengan memutar ulir secara manual. Dari hasil pengukuran, daya yang dihasilkan hanya 0,1 watt. Sehingga, belum mampu mencukupi daya



Gambar 3. Alur kerja Wapoge.



Gambar 2. Desain Awal dan Skematik Desain Wapoge.

Tabel 1. Uji performansi Wapoge dengan beban dan tanpa beban.

No	Bagian alat	Uji fungsional desain awal	Uji fungsional <i>re-design</i>	Catatan
1	Turbin	berfungsi	berfungsi	Ulir berputar ketika air memenuhi tabung Suara klintingan dapat terdengar sampai radius 50 meter
2	Penggerak mekanis	berfungsi	berfungsi	
3	Pembendung air	rusak	berfungsi	Kerusakan pada engsel plat pembendung, karena tidak kuat menahan air (perlu ditambah pengaman)
4	Penggerak dinamo	V kecil; dudukan terkena air	berfungsi	Penggantian dinamo dan dudukan perangkat elektrik
5	Rangka utama	berfungsi	berfungsi	

Tabel 2. Uji tanpa beban dinamo sepeda dan generator magnet permanen (putaran, *voltage*).

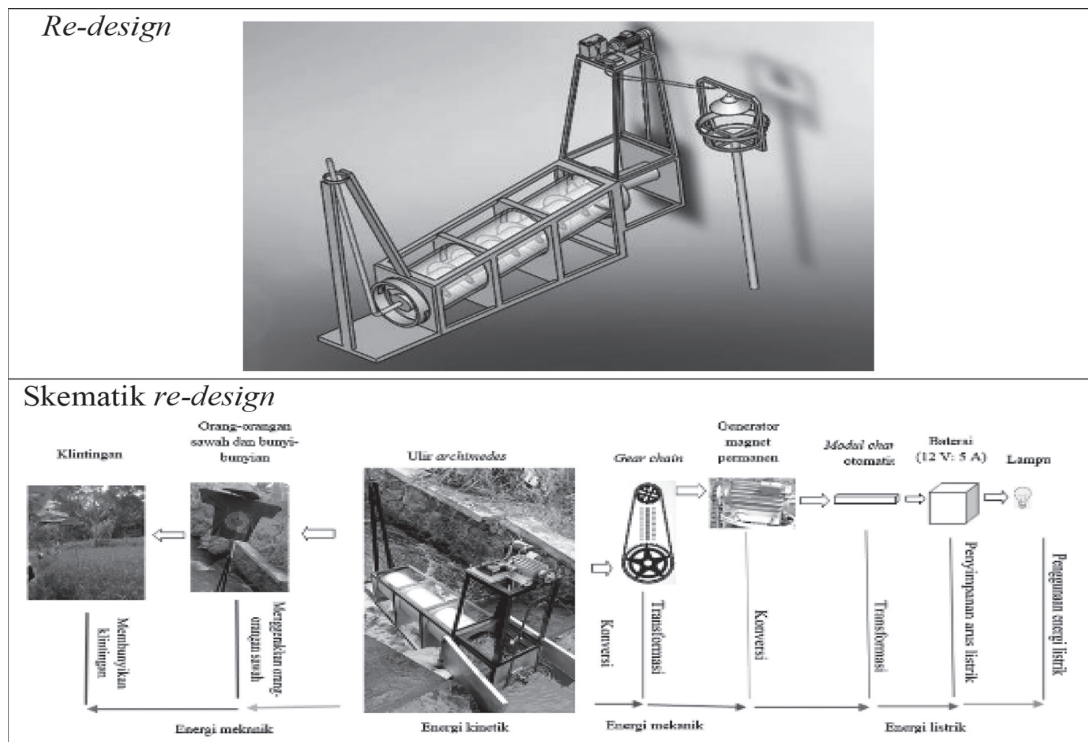
Putaran (rpm)	Dinamo sepeda		Generator magnet permanen	
	Beda potensial (volt)	Daya (watt)	Beda potensial (volt)	Daya (watt)
131 ± 12	0.8 ± 0.05	0.1 ± 0.02	13.13 ± 0.83	3.94 ± 0.12

yang dibutuhkan untuk menghidupkan lampu. Oleh karena itu, dinamo sepeda yang digunakan diganti dengan menggunakan generator yang dapat menghasilkan beda potensial lebih besar (Tabel 2).

Setelah uji performansi tanpa beban, kemudian dilakukan uji dengan beban sekaligus uji lapang yang dilakukan di saluran irigasi dan petak sawah. Debit aliran berbanding lurus dengan beda potensial yang dihasilkan dan berpengaruh terhadap lama pengisian baterai (Tabel 3). Gradien peningkatan beda potensial lebih tinggi 1.5 kali lipat dibandingkan

dengan naiknya putaran karena perlakuan debit saluran yang berbeda (Gambar 5).

Wapoge, yang memanfaatkan aliran air dengan *head* rendah yaitu energi potensial air jatuh kurang dari 3 m dengan debit sekitar 1 m<sup>3</sup>/detik (Triyono, 2014), menghasilkan energi gerak dan listrik untuk mengusir hama burung dan menangkap hama wereng pada tanaman padi. Energi mekaniknya digunakan untuk menggerakkan orang-orangan sawah dan *klintingan* pada siang hari (Gambar 6a). Sedangkan energi listrik digunakan untuk



Gambar 4. *Re-design* dan Skematik Kerja Wapoge.

Tabel 3. Uji dengan beban generator magnet permanen.

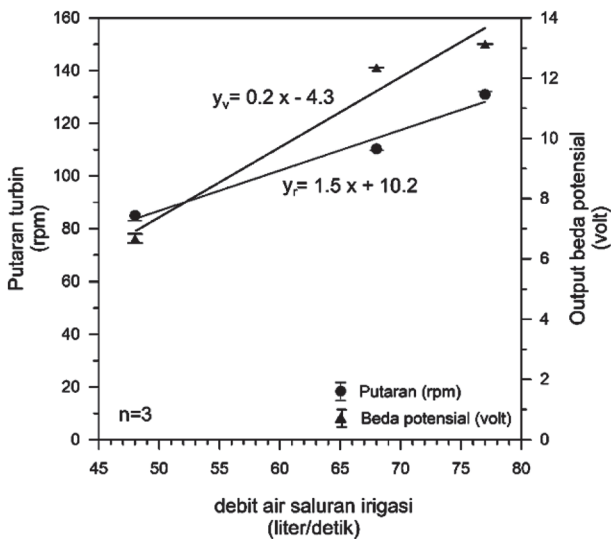
No	Debit (m <sup>3</sup> /detik)	Putaran (rpm)	Beda potensial (volt)	Lama pengisian baterai *	Kerja lampu **)
1	0.048	85	6.7	-	-
2	0.068	110	12.35	~13 jam	berfungsi
3	0.077	131	13.13	~10 jam	berfungsi

menghidupkan lampu LED yang berfungsi untuk menangkap hama serangga. Pada musim tanam (MT) ke-3, persawahan di Kabupaten Banyumas tidak mengalami serangan hama wereng tetapi *lightrap* mampu menangkap hama penggerek (Gambar 6b). Hama wereng coklat biasanya menyerang pada MT1 dan 2 (November-April setiap tahunnya) karena kondisi musim hujan memiliki kelembaban udara yang tinggi sebagai lingkungan optimal pertumbuhan wereng coklat (Yuniari *et al.*, 2020).

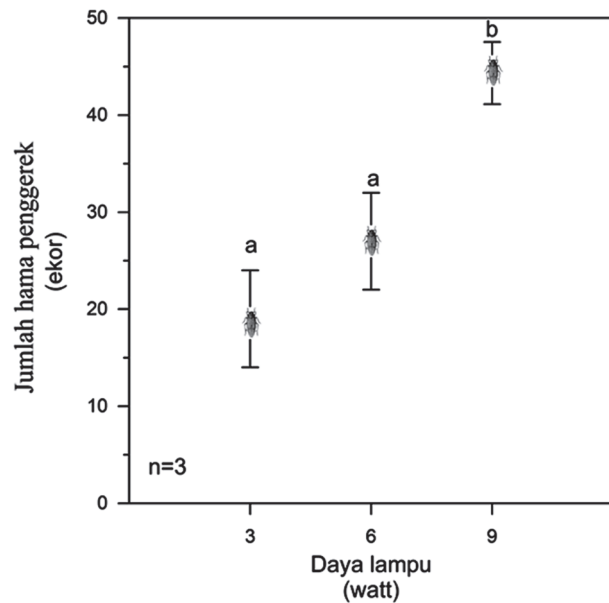
Uji lapang menggunakan lampu LED dengan tiga perlakuan dan tiga kali pengambilan data. Perlakuan daya lampu LED yaitu 3, 6, dan 9 watt. Lampu dengan daya 3 dan 6 watt tidak berbeda signifikan dalam kemampuan menangkap hama penggerek yaitu antara 15-32 ekor. Sedangkan penggunaan lampu 9 watt berpengaruh nyata terhadap kemampuan menangkap hama penggerek yaitu berkisar antara 41-47 ekor (Gambar 7). Daya lampu sangat berkaitan erat dengan besarnya

medan cahaya sebagai pemicu serangga untuk mendekat dan terjebak dengan perangkap air disekitarnya (Parinduri *et al.*, 2020; Ardiansyah dan Arawansyah, 2020).

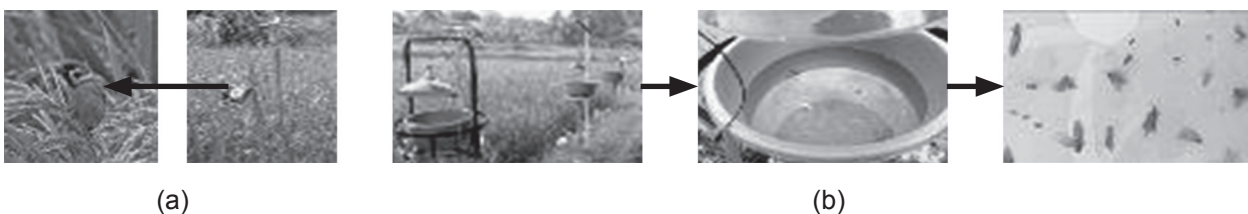
Selain energi listrik yang dihasilkan, alat ini juga menghasilkan energi mekanik dari putaran poros turbin untuk mengerakkan orang-orangan sawah dan *klintingan* yang dibuat dari kaleng susu bekas yang diisi kerikil, sehingga dapat mengeluarkan bunyi bising yang dapat mengusir hama burung. *Klntingan* dipasang dengan jarak 5 m dan jangkauan suara mencapai sampai 50 m. Pengamatan dilakukan sebelum dan setelah instalasi Wapoge masing-masing selama 3 hari pengamatan pada waktu pagi, siang, dan sore. Hama burung secara signifikan menyerang pada pagi dan sore hari apabila dibandingkan dengan siang hari. Sedangkan penggunaan Wapoge



Gambar 5. Hubungan antara debit saluran dengan putaran turbin dan beda potensial yang dihasilkan; n=3.



Gambar 7. Kemampuan perangkap hama penggerek dengan variasi daya lampu (n=3; notasi menunjukkan uji keragaman beda nyata pada taraf 5%).



Gambar 6. Fungsi Wapoge untuk pengusiran hama burung (a) dan serangga, seperti: penggerek (b).

mampu mengurangi intensitas serangan hama burung secara signifikan pada ketiga waktu pengamatan tersebut (Gambar 8).

Inovasi alat yang digunakan telah dikembangkan sebelumnya akan tetapi inovasi tersebut hanya memiliki fungsi tunggal, seperti hanya dapat mengeluarkan bunyi yang digunakan untuk pengusiran burung atau inovasi hanya berupa lampu penangkap hama dengan sumber listrik berasal dari PLN. Seperti pada penelitian Noer *et al.* (2020) mengenai pemanfaatan alat pengusir burung untuk meningkatkan produktivitas pertanian di Kecamatan Sukolilo, Surabaya dan penelitian Hadi dan Muhaimin (2017) untuk pengusiran hama burung menggunakan energi surya dan sensor infra merah, namun, memiliki kelemahan yaitu jangkauannya hanya 1 m dan belum dilakukan uji lapang. Inovasi alat penangkapan hama serangga juga sudah dilakukan sebelumnya oleh Yuliana dan Anggraeni (2019) dengan empat metode yaitu lampu, feromon, *trap*, dan *methyleugenol* dan membuktikan bahwa lampu paling efektif dalam menangkap hama penggerek.

### Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, Wapoge mampu mengintegrasikan pengusir burung dan penangkap hama serangga dalam satu alat. Wapoge dapat berfungsi dengan baik pada aliran saluran irigasi tersier dengan debit 68 dan 77 liter/detik serta mampu menyalakan lampu perangkap serangga (total 18 watt) selama 12 jam. Berdasarkan uji coba alat pada luasan petak sawah 2500 m<sup>2</sup>, Wapoge dapat digunakan untuk mengusir

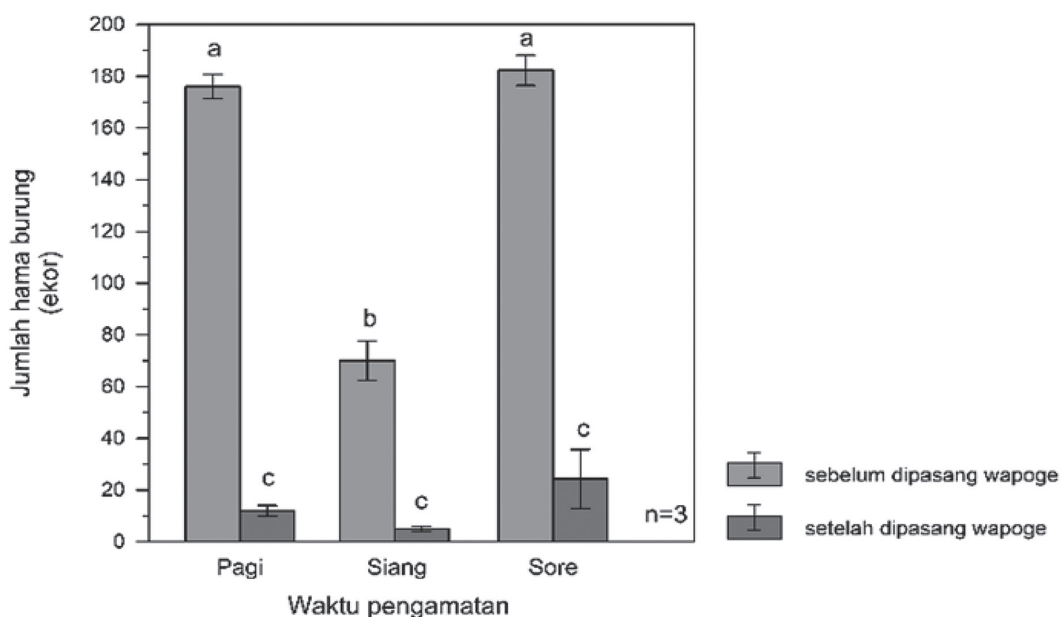
hama burung yang berkelompok secara signifikan dari rerata serangan 143 burung/hari menjadi 16 burung/hari, meskipun alat hanya bisa dioperasikan pada petak sawah sekitar saluran irigasi tersier. Sedangkan pada rentang daya lampu *light trap* yang digunakan, semakin besar daya lampu yang digunakan berbanding lurus dengan kemampuan menangkap hama penggerek.

### Ucapan Terima kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Jenderal Pembelajaran dan Kemahasiswaan (Belmawa), Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia yang telah memberikan pendanaan penelitian melalui skim Program Kreativitas Mahasiswa Karsa Cipta tahun 2021 dan kepada kelompok tani Desa Banteran, Kecamatan Sumbang, Kabupaten Banyumas yang bersedia dijadikan tempat uji coba alat.

### Daftar Pustaka

- Alfarisi, M.S., C.A. Bintang dan S. Ayatillah. 2018. Desa Exsys (*Drone Security with Audio and Expert System*) untuk Mengusir Burung dan Mengidentifikasi Hama atau Penyakit Padi guna Menjaga Ketahanan Pangan dan Peningkatan Kemandirian Pangan di Indonesia. *JAAS* Vol. 2 (1): 35-50. doi: 10.32530/jaast.v2i1.16.
- Ardiansyah dan F. Arawansyah. 2020. *Desain Dan Realisasi Perangkap Hama Walangsangit (Phw) Berbasis Cahaya Lampu*. (Skripsi). Program



Gambar 8. Kemampuan pengusiran hama burung di lahan percobaan pada tiga waktu pengamatan harian sebelum dan setelah penerapan Wapoge (n=3; notasi menunjukkan uji keragaman beda nyata pada taraf 5%).

- Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar. Makassar.
- Arifandi, R.J., M. Junus dan M. Kusumawardani. 2021. Sistem Pengusir Hama Burung dan Hama Tikus Pada Tanaman Padi Berbasis Raspberry pi. *Jurnal Jaringan Telekomunikasi* Vol. 11 (2): 92-95
- Badan Pusat Statistik. 2021. Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia 2021 (Angka Sementara) (No. 77/10/Th. XXIV). Jakarta.
- Badan Pusat Statistik. 2020. Hasil Sensus Penduduk 2020 (No. 7/01/Th. XXIV). Jakarta.
- Balle, J.L., M.S. Maulana, T. Febriyanti, M.F. Fauzan, V.R. Suhada, N.A. Falah, M.F. Dewi, D.P. Rahmani, M.A. Wirastuti, N. Fakhiratunisa, K.R. Al-Ars, B.R. Kusumah dan R. Siskandar. 2021. Implementasi alat pengusir hama sawah dengan cara tradisional dan modern bertenaga surya menggunakan sensor PIR berbasis Android. *JSI* Vol. 2 (3): 129–140. doi: 10.1234/jsi.v2i3.47.
- Conijn, J.G., P.S. Bindraban, J.J. Schröder dan R.E.E. Jongschaap. 2018. Can our global food system meet food demand within planetary boundaries?. *Agric. Ecosyst. Environ.* Vol. (251): 244–256. doi: 10.1016/j.agee.2017.06.001.
- Erdiansyah, I., M. Syarif dan M. I. Kusairi. 2021. The Effect of Color Type and Light Intensity of Light Emitting Diode (LED) Light Traps on the Types and Number of Pest Insect Catches in Rice Plantations. *J. Plant Prot.* Vol. 4(1): 10-14. doi: 10.24198/cropsaver.v4i1.28555.
- Hadi, F dan M. Muhaimin. 2017. Rancang Bangun Alat Pengusir Burung Pemakan Bulir Padi Menggunakan Panel Surya Sebagai Catu Daya. *Jurnal Tektro* Vol.1 (1): 36-41.
- Harja, H.B., H. Abdurrahim, S. Yoewono, dan H. Riyanto. 2014. Penentuan Dimensi Sudu Turbin dan Sudut Kemiringan Poros Turbin Pada Turbin Ulir Archimedes. *Metal Indonesia* Vol. 36 (1): 26–33. doi: 10.32423/jmi.2014.v36.26-33.
- Lham, H.A., R. Syahta, F. Anggara dan J. Jamaluddin. 2018. Alat Perangkap Hama Serangga Padi Sawah Menggunakan Cahaya dari Tenaga Surya. *JAASST* Vol. 2 (1): 11–19. doi: 10.32530/jaast.v2i1.13.
- Kusuma, A.M., Rostaman, dan M. Kasmiatmodjo. 2020. Penyakit Pada Tanaman Pisang dan Distribusinya di Wilayah Kecamatan Sumbang, Kabupaten Banyumas. *Jurnal Agrowiralodra*. Vol. 3(1): 8-15. doi: 10.31943/agrowiralodra.v3i1.36.
- Noer, L.R., G.A. Hamdiwibowo dan B. Syairudin. 2020. Pemanfaatan Alat Pengusir Burung untuk Meningkatkan Produktifitas Pertanian di Kecamatan Sukolilo Surabaya. *Jurnal Sewagati*. Vol. 4(1): 38-42. doi: 10.12962/j26139960.v4i1.6121.
- Parinduri, S., I.O. Yosephine dan M.D.R. Nasution. 2020. Perbandingan Efektifitas Ferotrap, Light Trap dan Ferolight Trap Terhadap *Oryctes Rhinoceros* Pada Tanaman Belum Menghasilkan Kelapa Sawit di Kebun Padang Brahrang Afdeling I Pt. Langkat Nusantara Kepong. *Jurnal Agrohita*. Vol. 5(1): 12-24. doi: 10.31604/jap.v5i1.1652.
- Putra, I.M.S. 2020. Pegendalian Hama Burung pada Tanaman Padi Sawah dengan Menggunakan Jaring. Alamat url: <http://cybex.pertanian.go.id/detail-pdf.php?id=96464>. Diakses pada Tanggal 26 Oktober 2021.
- Sembiring, S.A. 2013. Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Dan Hama Tanaman Padi. *Jurnal Pelita Informatika Budi Darma* Vol. 3 (1): 6-11.
- Setiarso, M.A., W. Widiyanto dan S.N. Purnomo. 2017. Potensi Tenaga Listrik dan Penggunaan Turbin Ulir untuk Pembangkit Skala Kecil di Saluran Irigasi Banjarcayana. *Dinamika Rekayasa*. Vol.13 (1):18-27. doi: 10.20884/1.dr.2017.13.1.155.
- Syamsiah dan A.F. Dikri. 2019. Penggunaan Beberapa Perangkap Untuk Mengendalikan Hama Penggerek Batang Padi Pandanwangi (*Oryza sativa* var. *Aromatic*) Pada Fase Generatif. *Jurnal Pro-Stek*. Vol.1 (1): 51-59. doi: 10.35194/prs.v1i1.821.
- Triyono, B., Haryadia dan P. Nurega. 2014. Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Head Rendah dan Portable. *Proceeding of 5<sup>th</sup> Industrial Research Workshop and National Seminar (IRWNS): Peningkatan Daya Saing dan Kemandirian Bangsa melalui Penguatan Riset Industri*, Bandung, November 12-13, 2014. p 172-177.
- Yani, I., A. Arifin, D. Santoso, B.D. Afrah dan M.I. Riady. 2019. *Implementasi Teknologi Drone pada Pengendalian Hama Burung di Persawahan*. *Proceeding of Seminar Nasional AVoER XI 2019*, Palembang, Oktober 23-24, 2019. p 1112-1116.
- Yuniari, N.L., M.H. Toana dan M. Yunus. 2020. Populasi Wereng Coklat Nilaparvata lugens Stal. (Homoptera: Delphacidae) Pada Dua Varietas Padi di Kecamatan Balinggi. *E-Journal Agrotekbis* Vol. 8 (1): 242–250.
- Zaeroni, R. dan S.D. Rustariyuni. 2016. *Pengaruh Produksi Beras, Konsumsi Beras dan Cadangan Devisa Terhadap Impor Beras di Indonesia*. *E-Jurnal Ekonomi Pembangunan Universitas Udayana*. Vol. 5 (9): 993-1010.