

ANALISIS KONSEP ELEKTROMAGNETIK PADA ALAT PENYORTIRAN HASIL PANEN

ANALYSIS OF ELECTROMAGNETIC IN HARVEST SORTIR TOOLS

Annita Dwi Hapsari¹⁾, Nadhiva Tri Agfani Suryanti²⁾, Sudarti³⁾, Kendid Mahmudi⁴⁾

^{1,2,3,4}Program studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Jember

³email: sudarti_lpm@yahoo.co.id

ABSTRAK

Dalam era pertanian modern, tantangan utama pasca-panen seperti penyortiran hasil panen menuntut efisiensi, akurasi, dan konsistensi mutu. Penyortiran manual seringkali tidak memenuhi standar tersebut. Inovasi seperti alat sortir otomatis berbasis sensor warna dan mikrokontroler telah terbukti meningkatkan kualitas, efisiensi, dan daya saing hasil pertanian. Salah satu pendekatan yang kini banyak dikembangkan adalah penerapan prinsip elektromagnetik dalam alat penyortiran. Analisis terhadap konsep elektromagnetik menjadi penting karena sistem elektromekanik ini bekerja melalui prinsip-prinsip dasar fisika, seperti medan elektromagnetik, pemrosesan sinyal, dan kontrol gerak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan konsep elektromagnetik pada alat penyortir hasil panen, khususnya dalam pemisahan berdasarkan berat, ukuran, warna, atau kandungan logam pada produk. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu studi literatur pada alat penyortir berbasis elektromagnetik. Hasil analisis menunjukkan bahwa medan elektromagnetik dapat digunakan untuk menggerakkan komponen mekanik penyortir atau mendeteksi unsur logam dalam produk pertanian secara cepat dan akurat. Selain itu, penggunaan elektromagnetik memungkinkan pengurangan kontak fisik langsung dengan hasil panen, sehingga mengurangi risiko kerusakan produk. Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi konsep elektromagnetik pada alat penyortiran hasil panen dapat meningkatkan efisiensi kerja, akurasi pemilahan, dan mendukung otomatisasi dalam proses pertanian modern.

Kata kunci: Elektromagnetik, Pertanian *Modern*, Penyortiran Hasil Panen

ABSTRACT

In the modern agricultural era, key post-harvest challenges such as crop sorting demand efficiency, accuracy, and quality consistency. Manual sorting often does not meet these standards. Innovations such as automatic sorting based on color sensors and microcontrollers have been proven to improve the quality, efficiency, and competitiveness of agricultural products. One approach that is now widely developed is the application of electromagnetic principles in sorting tools. Analysis of the electromagnetic concept is important because this electromechanical system works through basic principles of physics, such as electromagnetic fields, signal processing, and motion control. This research aims to analyze the application of electromagnetic concepts in crop sorting tools, especially in separation based on

weight, size, color, or metal content in the product. The method used in this research is a literature study on electromagnetic based sorting tools. The results of the analysis show that electromagnetic fields can be used to drive the mechanical components of the sorter or detect metal elements in agricultural products quickly and accurately. In addition, the use of electromagnetics allows for a reduction in direct physical contact with the crop, thereby reducing the risk of product damage. The conclusion of this research shows that the integration of the electromagnetic concept in the crop sorting tool can improve work efficiency, accuracy and reliability.

Keywords: *Electromagnetics, Modern Agriculture, Crop Sorting*

PENDAHULUAN

Penyortiran buah merupakan salah satu proses penting dalam industri pertanian untuk memastikan mutu dan kualitas hasil panen sebelum dipasarkan. Secara tradisional, penyortiran masih banyak dilakukan secara manual, yang membutuhkan waktu, tenaga, dan ketelitian tinggi, serta berisiko mengalami ketidakkonsistenan. Seiring berkembangnya teknologi, berbagai inovasi berbasis sistem otomatis, seperti penggunaan sensor warna dan mikrokontroler Arduino Uno, mulai dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proses penyortiran. Salah satu penelitian oleh Al Razaq, *et. al.*, (2023) menunjukkan bahwa penerapan teknologi konveyor penyortir berbasis Arduino mampu memilah buah berdasarkan tingkat kematangan melalui pendeteksian warna, sehingga dapat menjadi solusi mengoptimalkan efektif produktivitas untuk dan kualitas hasil pertanian secara umum.

Penggunaan medan elektromagnetik (EMF) dalam bidang pertanian telah menjadi salah satu inovasi potensial untuk meningkatkan produktivitas tanaman secara berkelanjutan. Menurut Naeem, *et. al.*, (2023), paparan elektromagnetik dengan parameter tertentu dapat memberikan dampak positif terhadap pertumbuhan tanaman, seperti mempercepat perkecambahan benih, meningkatkan efisiensi fotosintesis, dan memperkuat ketahanan terhadap stres lingkungan. Meskipun penelitian mereka lebih banyak membahas pengaruh EMF terhadap produksi tanaman secara keseluruhan, prinsip dasar ini membuka peluang untuk pemanfaatan medan elektromagnetik dalam penyortiran hasil panen. proses Dengan memanfaatkan respons biologis atau karakteristik fisik produk terhadap EMF,

sistem penyortiran dapat dikembangkan untuk memilah produk berdasarkan tingkat kematangan, kualitas, atau kondisi fisiknya, sehingga berpotensi meningkatkan efisiensi, akurasi, dan keberlanjutan dalam industri pertanian modern

Sistem pemantauan produk hortikultura ini masih memiliki beberapa kelemahan yang perlu diperbaiki dan disempurnakan lebih lanjut agar mampu menghasilkan kinerja yang lebih optimal dan hasil yang lebih memuaskan. Rekomendasi untuk sistem pemantauan produk hortikultura adalah sebagai berikut: Mendesain ulang sistem menjadi lebih representatif sehingga dapat memberikan kemudahan yang lebih besar dalam proses pemantauan pada sistem tersebut. Sistem pemantauan yang lebih canggih serta penambahan variasi warna lainnya untuk meningkatkan fungsionalitas dan daya tarik (Wibowo, 2023).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan kajian literatur (*literature review*), yakni menelaah berbagai sumber tertulis yang relevan guna memahami bagaimana konsep elektromagnetik diterapkan dalam alat penyortiran hasil panen di ranah agrofisika. Artikel-artikel yang dijadikan rujukan berasal dari jurnal ilmiah nasional maupun internasional, khususnya yang terbit antara tahun 2020 hingga 2025. Proses kajian melibatkan dua puluh artikel yang membahas desain serta penggunaan alat sortir berbasis sensor, sistem elektromagnetik dan teknologi otomatisasi di bidang pertanian. Fokus utama diarahkan pada bagaimana prinsip-prinsip elektromagnetik digunakan, jenis sensor yang dipilih, performa alat dalam memilah hasil panen, serta dampaknya terhadap efisiensi kerja dan mutu produk. Melalui kajian ini, diharapkan muncul pemahaman yang lebih menyeluruh tentang keterkaitan antara ilmu fisika terapan dan inovasi teknologi yang menunjang praktik pertanian yang lebih cermat dan *modern*.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penggunaan ide elektromagnetik dalam alat sortir hasil pertanian telah menjadi inovasi penting yang telah membawa perubahan besar dalam industri agroindustri kontemporer. Teknologi ini menggunakan medan listrik, medan magnet, dan

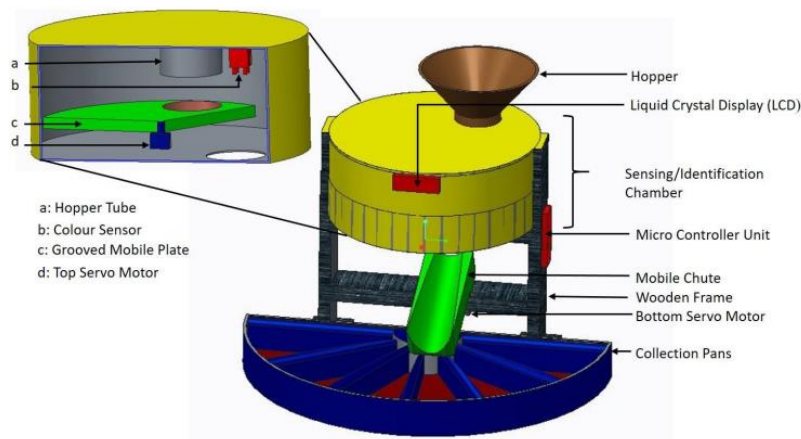
gelombang elektromagnetik untuk mendeteksi, memilah, dan mengubah sifat fisik dan biologis hasil pertanian. Parameter seperti kandungan air tanaman, kepadatan jaringan, ukuran partikel, dan kondisi fisiologis internalnya dapat diukur tanpa bersentuhan langsung dengan tanaman atau kerusakan fisik.

Medan listrik intensitas tinggi, seperti yang ditemukan dalam teknologi Medan Listrik Pulsed (PEF), memiliki kemampuan untuk mengubah struktur membran sel tanaman. Ini membuatnya berguna untuk mengetahui kondisi internal buah dan sayuran. Sebaliknya, medan magnet statis dan dinamis dapat digunakan untuk mengubah aktivitas metabolisme pascapanen, mengurangi kerusakan, dan mempertahankan kualitas organoleptik produk. Gelombang elektromagnetik yang dapat ditemukan dalam spektrum frekuensi tertentu, juga dapat mendeteksi perubahan tekstur dan komposisi yang tidak kasat mata. Ini adalah alat yang bermanfaat untuk membedakan produk standar dari produk premium. Hasil beberapa macam alat sortir diringkas dalam tabel berikut:

Tabel 1. Hasil analisis macam-macam alat sortir

Alat yang Digunakan	Metode	Hasil	Sumber
Mesin sortir buah kelapa sawit berbasis sensor warna TCS3200 dan Arduino Uno	Integrasi sensor warna dengan sistem servo motor, sortir otomatis berdasarkan warna	Akurasi pemilahan mencapai 90%, mempercepat waktu sortir, meningkatkan mutu jamur	Wibowo, Poningsih, Parlina, Suhada, & Wanto (2022).
Sistem monitoring dan pemilah tomat otomatis	Pemanfaatan sensor ukuran dan warna, dikendalikan mikrokontroler	Meningkatkan kecepatan, akurasi, dan konsistensi sortir tomat	Wijaya, Hidayat, & Sulistyorini (2023).
Model YOLOv7 yang ditingkatkan untuk deteksi cacat buah jeruk	Penambahan deteksi objek kecil, CBAM attention module	Meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam deteksi cacat buah jeruk	Kong, Han, Zhang, Zhu, & Lu (2024).
Sistem penglihatan mesin untuk evaluasi kualitas mangga	Pengolahan citra untuk deteksi cacat permukaan mangga secara real-time	Deteksi cacat permukaan dengan akurasi tinggi, meningkatkan konsistensi sortir	Mishra, Kumar, Joshi, Katiyar, & Srivastava (2025).
Mesin pemilah buah kopi berbasis Arduino Uno + Sensor warna	Deteksi warna buah kopi, sortir otomatis	Akurasi baik, efisien, mengurangi tenaga kerja manual	Damayanti, & Sepdiansa (2022).

Alat yang Digunakan	Metode	Hasil	Sumber
Sistem sortir tomat berbasis Arduino Uno + Array sensor warna	Klasifikasi tomat (merah, merah muda, hijau) otomatis	Menyortir hingga 1800 tomat/jam dengan akurasi tinggi	Kalnar, Dawange, Mann, Ghodki, & Devi (2022).
Teknologi pemetikan buah otomatis berbasis AI & robotika	Integrasi machine vision dan kontrol otomatis	Potensi besar meningkatkan efisiensi dan kurangi kerusakan buah	Zhang, J., Kang, N., Qu, Q., Zhou, L., & Zhang, H. (2024).
Mesin penyortir jujube segar berbasis visi mesin dengan aktuator sinkron elektromagnetik	Pemrosesan citra warna, Sobel filter, Otsu binarisasi, aktuator elektromagnetik	Akurasi penyortiran 93,7%, kecepatan 20 buah/detik, kapasitas 1.400 kg/jam	Zhang, J., Yu, H., Kang, N., Qu, Q., Cheng, B., & He, P. (2024).



Gambar 1. Tampilan isometrik sistem penyortiran warna yang menyortir ruang penginderaan/identifikasi (Kalnar, *et. al.*, 2022)

Alat sortir otomatis tomat oleh Kalnar, *et. al.*, (2022) menggunakan prinsip elektromagnetik pada komponennya. Sensor warna pada sistem ini menggunakan cahaya tampak (400–700 nm) untuk mendeteksi warna tomat: hijau, oranye, dan merah. Cahaya pantulan tomat ditangkap fotodioda dan diubah menjadi sinyal listrik. Sinyal ini diproses mikrokontroler, seperti Arduino, menggunakan medan elektromagnetik internal untuk logika data. Motor ini memanfaatkan elektromagnetik untuk menghasilkan gerakan melalui interaksi medan magnet arus listrik dan magnet permanen. Semua komponen ini digerakkan oleh sumber listrik

yang menghasilkan arus dan tegangan sebagai dasar proses elektromagnetik alat. Dengan memanfaatkan konsep-konsep elektromagnetik ini, alat penyortiran tomat dapat bekerja secara otomatis dan efisien, menggantikan metode manual yang kurang akurat dan memakan waktu.

Konsep elektromagnetik pada alat sortir adalah elektromagnetik kemampuan untuk medan berinteraksi dengan sifat fisik produk, seperti kepadatan, kandungan air, dan struktur seluler, adalah prinsip dasar yang digunakan. Misalnya, alat sortir berbasis elektromagnetik dapat menggunakan variasi respon elektromagnetiknya untuk membedakan buah matang dari buah belum matang. Alat pengukuran jujube segar yang digunakan aktuator sinkron elektromagnetik oleh Zhang, *et., al.*, (2024) menggunakan gaya magnet untuk memindahkan buah ke jalur sortir menurut kategori kualitasnya. Dibandingkan dengan sistem mekanis konvensional, teknologi ini menghasilkan pemilahan yang lebih halus dan kerusakan yang lebih rendah.

Konsep *Pulse Electric Field* (PEF) meningkatkan ekstraksi bahan bioaktif dari hasil pertanian dan limbahnya (Chatzimitakos, *et., al.*, 2023). Namun, meskipun aplikasinya paling umum dalam pengolahan, PEF juga dapat diterapkan dalam sortir untuk menilai kualitas internal buah berdasarkan respon terhadap impuls listrik, misalnya untuk menemukan cacat internal yang tidak terlihat secara kasat mata (Chatzimitakos, *et., al.*, 2023). Untuk mempertahankan kualitas buah dan mengurangi pembusukan selama penyimpanan, medan magnet berosilasi atau statis telah digunakan (Sun, *et., al.*, 2024; Ruan, *et., al.*, 2024). Aplikasi ini berguna dalam sistem sortir, di mana produk dengan perlakuan medan magnet lebih tahan lama dan lebih layak dipilah sesuai dengan standar mutu yang lebih tinggi.

KESIMPULAN

Teori awal yang dinyatakan dalam pendahuluan bahwa penerapan konsep elektromagnetik dapat meningkatkan efisiensi, akurasi, dan otomatisasi proses penyortiran hasil panen dapat dibuktikan oleh banyak penelitian literatur yang dikaji, menurut analisis dan diskusi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan medan listrik, medan magnet, dan gelombang elektromagnetik dalam

berbagai alat sortir memungkinkan deteksi dan pemilihan produk berdasarkan sifat fisik dan biologisnya dengan lebih cepat, akurat, dan tanpa kerusakan fisik. Ini menunjukkan elektromagnetik bahwa tidak gagasan hanya meningkatkan kualitas sortir, tetapi juga menurunkan biaya tenaga kerja dan kesalahan manusia. Oleh karena itu, kesesuaian antara tujuan awal penelitian dan hasil analisis dapat dibuktikan secara kuat.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Razaq, D., Badri, F., & Wirateruna, E. S. (2023). Rancang Bangun Konveyor Penyortir Buah Belimbing Berdasarkan Tingkat Kematangan dari Warna Berbasis Arduino Uno. *SCIENCE ELECTRO*, 16(3).
- Chatzimitakos, T., Athanasiadis, V., Kalompatsios, D., Mantiniotou, M., Bozinou, E., & Lalas, S. I. (2023). Pulsed electric field applications for the extraction of bioactive compounds from food waste and by-products: a critical review. *Biomass*, 3(4), 367-401.
- Damayanti, E., & Sepdiansa, N. (2022). Rancang Bangun Pengembangan Mesin Pemilah Buah Kopi Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal Tedc*, 16(1), 8-11.
- Gąstoł, M., & Błaszczyk, U. (2024). Effect of magnetic field and UV C radiation on postharvest fruit properties. *Agriculture*, 14(7), 1167.
- Hutabarat, G. I., Hutasoit, G., Hasballah, T., & Pardede, S. (2023). RANCANG BANGUN ALAT PEMILAH HASIL PANEN JAMUR TIRAM GUNA MEMPEROLEH JAMUR TIRAM SEGAR. *Jurnal Teknologi Mesin UDA*, 1(1), 248 256.
- Kalnar, Y. B., Dawange, S. P., Mann, S., Ghodki, B. M., & Devi, T. B. (2022). Development of sensor based automatic colour sorting system for tomato. *Journal of Agricultural Engineering*, 59(1), 47-60.
- Khoshbakht, R., Kiani, A., & Ghanehpour, S. (2023). Effect of pulsed electromagnetic field on yield of grain, yield of protein and oil of soybean. *Plant, Soil and Environment*, 69(12), 677–683
- Kong, L., Han, Z., Zhang, T., Zhu, Y., & Lu, H. (2024). Automatic recognition of citrus fruit surface defects using improved YOLOv7 model. *Applied Sciences*, 14(2), 662
- Lalam, S., Chauhan, P., & Sharma, S. (2025). Automatic sorting and grading of fruits based on maturity and size using machine vision and artificial intelligence. *Journal of Scientific Research and Reports*, 29(10), 56–66

- Mishra, P., Kumar, V., Joshi, D., Katiyar, V. K., & Srivastava, M. (2025). A machine vision system for real time quality evaluation of mangoes based on surface defects. *Food and Bioprocess Technology*
- Naeem, M., Farooq, M., & Alwahibi, M. S. (2023). Enhancing sustainable plant production and food security: Understanding the mechanisms and impacts of electromagnetic fields. *Environmental and Sustainability Indicators*, 18, 100265
- Otero, L., & Pozo, A. (2022). Effects of the application of static magnetic fields during freezing. *Journal Engineering*, 316, 110838. potato of Food
- Ruan, J., Wang, H., Zhao, J., Li, D., & Yang, H. (2024). Effect of magnetic field on frozen food quality characteristics. *Food Engineering Reviews*, 16(3), 396–421.
- Stasenko, N., Shadrin, D., Katrutsa, A., & Somov, A. (2023). Dynamic mode decomposition and deep learning for postharvest decay prediction in apples. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 72, 1-11
- Sun, P. P., Liu, C., Yu, C. Y., Zhou, J. J., & Ren, Y. Y. (2024). Regulation effect of magnetic field combined with low temperature storage on postharvest quality and cell wall pectic-polysaccharide degradation of *Clausena lansium* (Lour.) Skeels. *Food Chemistry: X*, 22, 101253
- Wang, Q., Yang, J., Li, Y., Zhang, X., & Yang, Y. (2022). Research on recognition method of tomato maturity based on improved YOLOv5. *Applied Sciences*, 12(6), 3183
- Wibowo, A., Poningsih, P., Parlina, I., Suhada, S., & Wanto, A. (2022). Rancang bangun mesin sortir buah kelapa sawit berdasarkan tingkat kematangan menggunakan sensor warna TCS3200 berbasis Arduino Uno. *STORAGE: Jurnal Ilmiah Teknik dan Ilmu Komputer*, 1(2), 39–46
- Wibowo, A., Wijaya, H., Hidayat, T., & Sulistyorini, E. (2023). Sistem monitoring pemilah hortikultura (tomat) produk guna meningkatkan produktivitas di CV. Smart Farm. *JATI (Jurnal Aplikasi Teknik dan Inovasi)*, 2(3), 157–165.
- Yang, Z., Zhang, L., Zhao, S., Luo, N., & Deng, Q. (2020). Comparison study of static and alternating magnetic field treatments on the quality preservation effect of cherry tomato at low temperature. *Journal of Food Process Engineering*, 43(9), e13453
- Zhang, J., Kang, N., Qu, Q., Zhou, L., & Zhang, H. (2024). Automatic fruit picking technology: A 6 ISSN : 2085-4226 e-ISSN : 2745-8946 comprehensive research review advances. *of Artificial Intelligence Review*, 57(3), 54.
- Zhang, J., Yu, H., Kang, N., Qu, Q., Cheng, B., & He, P. (2024). A grader for fresh jujube with electromagnetic synchronous actuator assembly. *Journal of Food Process Engineering*, 47(7), e14675