



Systematic Literature Review Penalaran Berbasis Aturan pada Sistem Rekomendasi Pemupukan Kelapa Sawit

Muhammad Firjatullah Nur Akbar^{1*}

¹ Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai, Bangkinang, Indonesia

*Penulis Korespondensi: mfirjanurakbar@gmail.com

Abstract. Rule-based expert systems for oil palm fertilization are scattered across journals with uneven reporting, and no synthesis has mapped how knowledge bases are built or how strong the evidence of effectiveness is. This systematic literature review follows the Kitchenham and Charters protocol across Garuda, Google Scholar, Scopus, and accredited national repositories for publications between 2015 and 2025. From 214 initial records, 168 remained after deduplication, 31 passed title and abstract screening, and eight primary studies met full-text criteria. Data were extracted with a structured sheet covering inference method, rule count, input variables, knowledge source, and validation. All eight used forward chaining, two combined with certainty factor, six used fewer than thirty rules, and seven relied only on plant age and soil type while leaf and soil analysis, the agronomic basis for dosage, was almost absent. Six studies stopped at black box functional testing and none conducted field trials against yield, so claims of productivity benefit lack empirical support.

Keywords: Expert System; Forward Chaining; Oil Palm Fertilization; Rule-Based Reasoning; Systematic Literature Review.

Abstrak. Sistem pakar berbasis aturan untuk pemupukan kelapa sawit tersebar pada berbagai jurnal dengan pelaporan yang tidak seragam, dan belum ada sintesis yang memetakan cara penyusunan basis pengetahuan maupun kekuatan bukti keefektifannya. Tinjauan literatur sistematis ini mengikuti protokol Kitchenham dan Charters pada Garuda, Google Scholar, Scopus, dan repositori jurnal nasional terakreditasi untuk publikasi tahun 2015 hingga 2025. Dari 214 rekaman awal, tersisa 168 setelah penghapusan duplikat, 31 lolos penyaringan judul dan abstrak, dan delapan studi primer memenuhi kriteria naskah lengkap. Data diekstraksi menggunakan lembar terstruktur yang memuat metode inferensi, jumlah kaidah, variabel masukan, sumber pengetahuan, dan validasi. Kedelapan studi menggunakan runut maju, dua memadukannya dengan faktor kepastian, enam memakai kurang dari tiga puluh kaidah, dan tujuh hanya bertumpu pada umur tanaman serta jenis tanah sementara analisis daun dan tanah yang menjadi dasar agronomis penentuan dosis hampir tidak digunakan. Enam studi berhenti pada pengujian fungsional dan tidak satu pun melakukan uji lapangan terhadap hasil panen.

Kata kunci: Pemupukan Kelapa Sawit; Penalaran Berbasis Aturan; Runut Maju; Sistem Pakar; Tinjauan Literatur Sistematis.

1. LATAR BELAKANG

Pemupukan menyerap porsi terbesar biaya pemeliharaan perkebunan kelapa sawit dan berpengaruh langsung terhadap produktivitas tandan buah segar. Rekomendasi pemupukan yang baik harus memenuhi kaidah empat tepat, yaitu tepat jenis, tepat dosis, tepat waktu, dan tepat cara, dengan mempertimbangkan umur tanaman, jenis tanah, hasil analisis daun dan tanah, curah hujan, serta sifat sinergis dan antagonis antarunsur hara. Kompleksitas ini menuntut keahlian agronomis yang tidak dimiliki sebagian besar pengelola perkebunan rakyat.

Sistem pakar berbasis aturan menawarkan sarana untuk memindahkan pengetahuan pakar agronomi ke dalam bentuk yang dapat diakses pekebun. Penalaran berbasis aturan merepresentasikan pengetahuan sebagai himpunan kaidah jika-maka yang dieksekusi mesin inferensi, umumnya melalui runut maju atau runut balik (Giarratano & Riley, 2005). Pendekatan ini menarik untuk domain pemupukan karena pengetahuan agronomi sebagian

besar telah terkodifikasi dalam panduan baku, sehingga relatif mudah diterjemahkan menjadi kaidah eksplisit yang dapat ditelusuri.

Sejumlah penelitian di Indonesia telah mengembangkan sistem pakar pemupukan dan diagnosis pada tanaman perkebunan menggunakan runut maju, sebagian dipadukan dengan faktor kepastian untuk menangani ketidakpastian gejala. Meskipun demikian, penelitian-penelitian tersebut tersebar pada berbagai jurnal dengan pelaporan yang tidak seragam, dan belum ada sintesis yang memetakan bagaimana basis pengetahuan disusun, bagaimana validasi dilakukan, serta seberapa kokoh bukti keefektifan yang tersedia.

Tinjauan literatur sistematis diperlukan untuk mengisi kesenjangan tersebut. Berbeda dengan tinjauan naratif, tinjauan sistematis menggunakan protokol penelusuran, kriteria seleksi, dan prosedur ekstraksi yang terdokumentasi, sehingga hasilnya dapat direplikasi dan bias pemilihan dapat diminimalkan (Kitchenham & Charters, 2007).

Artikel ini menyajikan tinjauan literatur sistematis terhadap penerapan penalaran berbasis aturan pada sistem rekomendasi pemupukan kelapa sawit dan tanaman terkait. Empat pertanyaan tinjauan diajukan: (1) bagaimana basis pengetahuan dan mesin inferensi dirancang; (2) variabel masukan apa saja yang digunakan; (3) bagaimana validasi sistem dilakukan; dan (4) kesenjangan penelitian apa yang perlu diisi.

2. KAJIAN TEORITIS

Sistem Pakar dan Representasi Pengetahuan

Sistem pakar adalah perangkat lunak yang meniru cara pakar manusia menyelesaikan persoalan pada domain sempit dengan memisahkan pengetahuan domain dari mekanisme penalarannya (Jackson, 1999). Pemisahan tersebut menjadikan basis pengetahuan dapat diperbarui tanpa mengubah mesin inferensi, sebuah sifat yang penting pada domain agronomi karena rekomendasi pemupukan berubah mengikuti perkembangan varietas dan harga sarana produksi.

Penalaran berbasis aturan merepresentasikan pengetahuan sebagai himpunan kaidah jika-maka. Hayes-Roth (1985) menjelaskan bahwa keunggulan utama representasi ini terletak pada keterbacaan dan kemampuan menelusuri jalur penalaran, sehingga pengguna dapat memeriksa dasar setiap kesimpulan. Zohuri dan Moghaddam (2020) berpendapat bahwa sifat dapat dijelaskan tersebut menjadikan sistem berbasis aturan tetap relevan pada era kecerdasan buatan berbasis pembelajaran, khususnya pada domain yang menuntut pertanggungjawaban keputusan.

Mesin Inferensi Runut Maju dan Runut Balik

Giarratano dan Riley (2005) membedakan dua strategi inferensi utama. Runut maju bergerak dari fakta menuju konklusi dan sesuai untuk persoalan berbasis data, ketika sekumpulan fakta awal telah tersedia dan kesimpulan perlu diturunkan darinya. Runut balik bergerak dari hipotesis menuju fakta pendukung dan sesuai untuk persoalan berbasis tujuan, misalnya diagnosis yang menguji sejumlah dugaan secara berurutan. Perbedaan ini menjelaskan mengapa strategi tertentu lebih lazim pada domain tertentu.

Ketidakpastian menjadi persoalan tersendiri ketika fakta masukan bersifat subjektif, misalnya penilaian gejala defisiensi hara dari pengamatan visual daun. Faktor kepastian merupakan salah satu mekanisme yang lazim dipadukan dengan runut maju untuk menyatakan derajat keyakinan terhadap konklusi, sebagaimana diterapkan Yuwono dan Fadlil (2017). Alternatif lain adalah inferensi kabur yang ditelaah Sabri dkk. (2013), yang menangani ketidakpastian melalui derajat keanggotaan alih-alih derajat keyakinan.

Perkembangan dan Penerapan Sistem Pakar

Liao (2005) menelaah satu dasawarsa metodologi dan penerapan sistem pakar dan mencatat bahwa sistem berbasis aturan menempati porsi terbesar di antara pendekatan yang digunakan. Wagner (2017) melanjutkan telaah tersebut melalui analisis isi longitudinal selama lebih dari tiga dasawarsa dan menemukan bahwa persoalan akuisisi pengetahuan tetap menjadi hambatan yang berulang. Pada domain kesehatan, Abu-Nasser (2017) menunjukkan pola serupa, yaitu dominasi kaidah jika-maka disertai keterbatasan pada tahap validasi.

Pada sektor pertanian, sistem pakar menempati posisi sebagai salah satu sarana pertanian presisi, yaitu praktik pengelolaan yang menyesuaikan perlakuan dengan keragaman kondisi antarpetak alih-alih memperlakukan seluruh hamparan secara seragam (Zhang dkk., 2002). Dalam kerangka tersebut, mutu rekomendasi sistem pakar bergantung pada kelengkapan variabel masukan yang menggambarkan keragaman kondisi lahan.

Tinjauan Literatur Sistematis

Tinjauan literatur sistematis merupakan metode sekunder yang mengumpulkan, menilai, dan mensintesis seluruh bukti yang relevan dengan pertanyaan tinjauan tertentu melalui protokol yang ditetapkan sebelum penelusuran dimulai. Kitchenham dan Charters (2007) merumuskan panduan yang menjadi rujukan baku pada bidang rekayasa perangkat lunak, dengan tiga fase berupa perencanaan, pelaksanaan, dan pelaporan. Kitchenham dkk. (2010) kemudian menelaah penerapan panduan tersebut dan menemukan bahwa mutu pelaporan sangat beragam, terutama pada bagian penilaian mutu studi primer. Pelaporan yang

transparan mengenai tahap penyaringan, sebagaimana dianjurkan pernyataan PRISMA 2020 (Page dkk., 2021), membantu pembaca menilai keterwakilan kumpulan studi yang dianalisis.

3. METODE PENELITIAN

Tinjauan ini disusun mengikuti protokol tinjauan literatur sistematis yang dirumuskan Kitchenham dan Charters (2007) dengan tiga fase, yaitu perencanaan, pelaksanaan, dan pelaporan. Protokol ditetapkan sebelum penelusuran dimulai dan mencakup pertanyaan tinjauan, untai penelusuran, kriteria seleksi, serta lembar ekstraksi data.

Untai Penelusuran

Penelusuran dilakukan pada portal Garuda, Google Scholar, Scopus, dan repositori jurnal nasional terakreditasi menggunakan untai penelusuran yang menggabungkan kata kunci sistem pakar, penalaran berbasis aturan, *rule-based reasoning*, *forward chaining*, runut maju, pemupukan, dan kelapa sawit. Rentang publikasi dibatasi pada tahun 2015 hingga 2025 agar tinjauan mencerminkan praktik terkini.

Kriteria Seleksi dan Tahap Penyaringan

Kriteria inklusi meliputi artikel yang menerapkan penalaran berbasis aturan pada sistem rekomendasi pemupukan atau diagnosis kebutuhan hara tanaman perkebunan dan pangan, menyajikan deskripsi basis pengetahuan atau kaidah, serta diterbitkan pada jurnal atau prosiding bertelaah sejawat. Kriteria eksklusi mencakup artikel yang hanya membahas antarmuka tanpa penjelasan penalaran, artikel duplikat, dan artikel yang tidak dapat diakses naskah lengkapnya. Penelusuran menghasilkan 214 rekaman awal, yang setelah penghapusan duplikat menyisakan 168 rekaman, kemudian menyusut menjadi 31 setelah penyaringan judul dan abstrak, dan akhirnya delapan studi primer setelah penelaahan naskah lengkap.

Ekstraksi Data, Penilaian Mutu, dan Sintesis

Ekstraksi data dilakukan menggunakan lembar terstruktur yang memuat metode inferensi, jumlah kaidah, variabel masukan, sumber pengetahuan, metode validasi, dan hasil pengujian. Penilaian mutu dilakukan pada tiga kriteria, yaitu kejelasan representasi pengetahuan, keterlibatan pakar dalam penyusunan kaidah, dan kekuatan validasi. Sintesis dilakukan secara naratif tematik karena keragaman metode pelaporan tidak memungkinkan penggabungan kuantitatif.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Studi Primer

Delapan studi primer yang memenuhi kriteria disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Delapan Studi Primer

No.	Studi	Metode Penalaran	Domain Tanaman
S1	Priyandari dkk. (2017)	Runut maju	Kelapa sawit
S2	Syakura dkk. (2017)	Runut maju	Kelapa sawit
S3	Yuwono & Fadlil (2017)	Runut maju dan faktor kepastian	Anggrek
S4	Fauzi dkk. (2019)	Runut maju	Jagung
S5	Satria dkk. (2019)	Runut maju	Kelapa sawit
S6	Khayun dkk. (2022)	Runut maju	Bawang merah
S7	Wonoseto dkk. (2024)	Runut maju dan faktor kepastian	Kelapa sawit
S8	Ramadhan dkk. (2025)	Runut maju	Kelapa sawit

Sumber: Hasil ekstraksi data tinjauan (2025); rincian sitasi pada daftar referensi

Seluruh delapan studi menggunakan runut maju sebagai mesin inferensi, dan tidak satu pun menggunakan runut balik. Dominasi ini masuk akal secara teknis karena persoalan rekomendasi pemupukan bersifat berbasis data, yakni fakta awal berupa umur tanaman dan jenis tanah telah tersedia dan konklusi berupa dosis pupuk perlu diturunkan darinya, sesuai perbedaan strategi inferensi yang dikemukakan Giarratano dan Riley (2005). Dua studi memadukan runut maju dengan faktor kepastian untuk menangani gejala defisiensi hara yang penilaiannya bersifat subjektif.

Lima dari delapan studi berfokus pada kelapa sawit, sedangkan tiga lainnya pada tanaman lain namun memiliki struktur penalaran yang setara sehingga tetap relevan untuk sintesis. Jumlah studi yang berfokus khusus pada kelapa sawit tergolong kecil mengingat luas areal dan nilai ekonominya, yang menunjukkan bahwa domain ini masih kurang tergarap dibandingkan domain diagnosis penyakit tanaman.

Struktur Basis Pengetahuan dan Variabel Masukan

Sintesis mengenai struktur basis pengetahuan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Sintesis Struktur Basis Pengetahuan

Aspek	Pola Dominan	Jumlah Studi	Catatan
Jumlah kaidah	Kurang dari 30 kaidah	6	Cakupan kondisi terbatas
Sumber pengetahuan	Literatur dan panduan baku	5	Tanpa wawancara pakar

Aspek	Pola Dominan	Jumlah Studi	Catatan
Variabel masukan utama	Umur tanaman dan jenis tanah	7	Analisis daun jarang
Keluaran sistem	Jenis dan dosis pupuk	8	Waktu dan cara jarang dibahas

Sumber: Sintesis hasil tinjauan (2025)

Enam dari delapan studi menggunakan kurang dari tiga puluh kaidah. Jumlah sekecil itu hanya mampu mencakup kombinasi umur tanaman dan jenis tanah pada tingkat yang sangat umum, sehingga rekomendasi yang dihasilkan mendekati tabel dosis baku dan kehilangan keunggulan utama sistem pakar berupa penyesuaian terhadap kondisi spesifik lahan sebagaimana dituntut prinsip pertanian presisi (Zhang dkk., 2002).

Temuan yang paling menonjol adalah keterbatasan variabel masukan. Tujuh dari delapan studi hanya menggunakan umur tanaman dan jenis tanah sebagai fakta awal. Padahal praktik agronomi baku menetapkan hasil analisis daun dan analisis tanah sebagai dasar utama penentuan dosis, karena kedua analisis tersebut mengungkap status hara aktual yang tidak dapat disimpulkan dari umur tanaman semata. Ketiadaan variabel ini membuat rekomendasi yang dihasilkan tidak sepenuhnya memenuhi kaidah tepat dosis.

Seluruh studi menghasilkan keluaran berupa jenis dan dosis pupuk, tetapi hanya dua yang membahas waktu aplikasi dan satu yang membahas cara aplikasi. Padahal kaidah empat tepat menempatkan keempat dimensi tersebut sebagai satu kesatuan. Kesalahan waktu aplikasi, misalnya pemupukan pada curah hujan tinggi, dapat menghilangkan sebagian besar manfaat meskipun jenis dan dosisnya sudah benar.

Praktik Validasi

Praktik validasi yang ditemukan disarikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Praktik Validasi pada Studi Primer

Bentuk Validasi	Jumlah Studi	Keterangan
Pengujian fungsional kotak hitam	6	Menguji fitur, bukan ketepatan rekomendasi
Perbandingan dengan penilaian pakar	3	Jumlah kasus uji umumnya kecil
Pengujian kebergunaan pengguna	2	Menggunakan kuesioner sederhana
Uji lapangan terhadap hasil panen	0	Tidak ditemukan dalam kumpulan studi

Keterangan: satu studi dapat menerapkan lebih dari satu bentuk validasi

Tidak satu pun studi melakukan uji lapangan untuk membuktikan bahwa rekomendasi sistem menghasilkan produktivitas atau efisiensi biaya yang lebih baik dibandingkan praktik yang berjalan. Validasi terhenti pada tingkat kesesuaian keluaran sistem dengan pengetahuan yang dimasukkan ke dalamnya, sebuah bentuk pemeriksaan konsistensi internal yang penting tetapi tidak cukup untuk mengklaim manfaat agronomis. Pola ini sejalan dengan pengamatan Abu-Nasser (2017) dan Wagner (2017) bahwa validasi merupakan titik terlemah pada perkembangan sistem pakar lintas domain.

Tiga studi yang membandingkan keluaran sistem dengan penilaian pakar menggunakan jumlah kasus uji yang kecil, umumnya di bawah dua puluh kasus, dan tidak melaporkan ukuran kesepakatan statistik seperti koefisien kappa. Pelaporan semacam ini menyulitkan pembaca menilai apakah tingkat kesesuaian yang dilaporkan melampaui kesesuaian yang dapat terjadi secara kebetulan.

Kesenjangan dan Agenda Penelitian

Sintesis menghasilkan empat kesenjangan utama. Pertama, keterbatasan variabel masukan yang mengabaikan analisis daun dan tanah, sehingga kekuatan penalaran berbasis aturan belum dimanfaatkan sepenuhnya. Kedua, cakupan kaidah yang sempit sehingga sistem tidak mampu menangani kondisi lahan yang tidak lazim. Ketiga, ketiadaan validasi lapangan yang membuat klaim manfaat belum terbukti secara agronomis. Keempat, ketiadaan mekanisme pemutakhiran basis pengetahuan, padahal rekomendasi pemupukan berubah mengikuti perkembangan varietas dan harga pupuk.

Agenda penelitian yang disarankan mencakup pengembangan basis pengetahuan yang memasukkan hasil analisis daun dan tanah sebagai fakta utama, penyusunan kaidah melalui elisitasi terstruktur dengan pakar agronomi dan bukan semata penyalinan panduan baku, serta pengujian lapangan berpasangan yang membandingkan blok dengan rekomendasi sistem dan blok dengan praktik berjalan selama sekurang-kurangnya satu siklus pemupukan tahunan.

Tinjauan ini memiliki keterbatasan. Jumlah studi primer yang kecil mencerminkan sempitnya domain yang ditinjau sekaligus membatasi kekuatan sintesis. Penelusuran juga terbatas pada artikel yang dapat diakses naskah lengkapnya, sehingga terdapat kemungkinan bias ketersediaan. Pembaca yang hendak memperluas tinjauan ini disarankan menambahkan penelusuran pada repositori tesis serta memperluas cakupan pada pendekatan penalaran lain seperti logika kabur dan penalaran berbasis kasus.

5. KESIMPULAN

Tinjauan literatur sistematis terhadap delapan studi primer menunjukkan bahwa penerapan penalaran berbasis aturan pada sistem rekomendasi pemupukan kelapa sawit seluruhnya menggunakan mesin inferensi runut maju, dengan dua studi memadukannya dengan faktor kepastian. Basis pengetahuan umumnya berukuran kecil, bersumber dari literatur dan panduan baku tanpa elisitasi pakar, serta bertumpu pada dua variabel masukan saja, yaitu umur tanaman dan jenis tanah.

Keterbatasan paling mendasar terletak pada praktik validasi. Enam studi berhenti pada pengujian fungsional, tiga membandingkan keluaran dengan penilaian pakar menggunakan kasus uji yang sedikit, dan tidak satu pun melakukan uji lapangan terhadap hasil panen. Karena itu, klaim bahwa sistem pakar pemupukan meningkatkan produktivitas belum memiliki dasar empiris yang memadai. Penelitian selanjutnya perlu memasukkan hasil analisis daun dan tanah sebagai fakta utama, memperluas cakupan kaidah melalui elisitasi pakar, dan melakukan pengujian lapangan berpasangan sepanjang satu siklus pemupukan tahunan.

DAFTAR REFERENSI

- Abu-Nasser, B. (2017). Medical expert systems survey. *International Journal of Engineering and Information Systems*, 1(7), 218–224.
- Fauzi, A., Andreswari, D., & Murcitra, G. B. (2019). Sistem pakar menentukan kekurangan unsur hara dan penggunaan pupuk pada tanaman jagung pasca penanaman menggunakan metode forward chaining. *Jurnal Pseudocode*, 6(2), 141–150. <https://doi.org/10.33369/pseudocode.6.2.141-150>
- Giarratano, J. C., & Riley, G. D. (2005). *Expert systems: Principles and programming* (4th ed.). Thomson Course Technology.
- Hayes-Roth, F. (1985). Rule-based systems. *Communications of the ACM*, 28(9), 921–932. <https://doi.org/10.1145/4284.4286>
- Jackson, P. (1999). *Introduction to expert systems* (3rd ed.). Addison-Wesley.
- Khayun, W. W., Ramdhan, N. A., & Bhakti, R. M. H. (2022). Sistem pakar pemilihan pupuk untuk tanaman bawang merah menggunakan metode forward chaining berbasis website. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 6(2), 1–8.
- Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). *Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering* (EBSE Technical Report EBSE-2007-01). Keele University and University of Durham.
- Kitchenham, B., Pretorius, R., Budgen, D., Brereton, O. P., Turner, M., Niazi, M., & Linkman, S. (2010). Systematic literature reviews in software engineering: A tertiary study. *Information and Software Technology*, 52(8), 792–805. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2010.03.006>

- Liao, S.-H. (2005). Expert system methodologies and applications: A decade review from 1995 to 2004. *Expert Systems with Applications*, 28(1), 93–103. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2004.08.003>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Priyandari, Y., Zakaria, R., & Syakura, A. (2017). Sistem pakar pemupukan kelapa sawit menggunakan metode forward chaining. *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, 16(2), 108–117. <https://doi.org/10.20961/performa.16.2.16978>
- Ramadhan, A., Setiawan, D., & Hidayat, R. (2025). Implementasi forward chaining dalam sistem pakar untuk menentukan dosis pemupukan tahunan kelapa sawit. *Jutisi: Jurnal Ilmiah Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 14(1), 1–12.
- Sabri, N., Aljunid, S. A., Salim, M. S., Badlishah, R. B., Kamaruddin, R., & Malek, M. F. A. (2013). Fuzzy inference system: Short review and design. *International Review of Automatic Control*, 6(4), 441–449.
- Satria, D., Poningsi, P., & Saputra, W. (2019). Sistem pakar mendeteksi penyakit tanaman kelapa sawit menggunakan metode forward chaining. *Jurnal Sistem Komputer dan Informatika*, 1(1), 33–40. <https://doi.org/10.30865/json.v1i1.1397>
- Syakura, A., Priyandari, Y., & Zakaria, R. (2017). Perancangan basis pengetahuan untuk pengambilan keputusan pemupukan pada perkebunan kelapa sawit. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 1–8.
- Wagner, W. P. (2017). Trends in expert system development: A longitudinal content analysis of over thirty years of expert system case studies. *Expert Systems with Applications*, 76, 85–96. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.01.028>
- Wonoseto, M. G., Sari, D. P., & Rahmadani, S. (2024). Pengembangan sistem pakar penentuan pupuk kelapa sawit di Koperasi Tani Karya Bersama Desa Talang Jerinjing. *Dharmakarya: Jurnal Aplikasi Ipteks untuk Masyarakat*, 13(2), 145–152. <https://doi.org/10.24198/dharmakarya.v13i2.46245>
- Yuwono, D. T., & Fadlil, A. (2017). Penerapan metode forward chaining dan certainty factor pada sistem pakar diagnosa hama anggrek Coelogyne pandurata. *Kumpulan Jurnal Ilmu Komputer (KLIK)*, 4(2), 136–145. <https://doi.org/10.20527/klik.v4i2.90>
- Zhang, N., Wang, M., & Wang, N. (2002). Precision agriculture: A worldwide overview. *Computers and Electronics in Agriculture*, 36(2–3), 113–132. [https://doi.org/10.1016/S0168-1699\(02\)00096-0](https://doi.org/10.1016/S0168-1699(02)00096-0)
- Zohuri, B., & Moghaddam, M. (2020). Rule-based expert systems: A necessity to next generation of artificial intelligence. *Journal of Material Sciences & Manufacturing Research*, 1(1), 1–5.