

## ANALISIS PEMANFAATAN BIOTEKNOLOGI PADA TANAMAN PADI HASIL REKAYASA GENETIKA : STUDI LITERATUR

Fifitriani Gea<sup>1</sup>, Arni Lafau<sup>2</sup>, Samilinda Laia<sup>3</sup>, Dela Krisno Zebua<sup>4</sup>, Novelina Andriani Zega<sup>5</sup>  
<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup> Universitas Nias, Universitas Nias, Jl. Yos Sudarso, Gunungsitoli, Sumatera Utara, Indonesia  
Email: [fifigea13@gmail.com](mailto:fifigea13@gmail.com)

---

### Article History

Received: 17-12-2026

Revision: 27-01-2026

Accepted: 29-01-2026

Published: 31-01-2026

**Abstract.** Modern biotechnology, particularly genetic engineering, has been widely utilised in agriculture to improve the productivity and quality of food crops, including rice. This study aims to analyse the use of genetic engineering biotechnology in rice crops and its contribution to increasing agricultural yields and food security. The research method used was a literature study, reviewing various scientific journal articles discussing the application of genetically engineered rice. The results of the study show that genetic engineering in rice plants can increase resistance to pests and diseases, tolerance to extreme environmental conditions, and higher yields. However, its application still faces a number of challenges, including food safety issues, potential environmental impacts, and public acceptance. Thus, the use of genetic engineering biotechnology in rice plants has great potential in supporting sustainable agriculture, but it needs to be accompanied by clear regulations, strict supervision, and continuous socialisation to the public.

**Keywords:** Biotechnology, Genetic Engineering, Rice Plants, Transgenic Rice, Literature Study

**Abstrak.** Bioteknologi modern, khususnya rekayasa genetika, telah banyak dimanfaatkan dalam bidang pertanian untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas tanaman pangan, termasuk padi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemanfaatan bioteknologi rekayasa genetika pada tanaman padi serta kontribusinya terhadap peningkatan hasil pertanian dan ketahanan pangan. Metode penelitian yang digunakan adalah studi literatur dengan menelaah berbagai artikel jurnal ilmiah yang membahas penerapan padi hasil rekayasa genetika. Hasil kajian menunjukkan bahwa rekayasa genetika pada tanaman padi mampu meningkatkan ketahanan terhadap hama dan penyakit, toleransi terhadap kondisi lingkungan ekstrem, serta hasil panen yang lebih tinggi. Namun, penerapannya masih menghadapi sejumlah tantangan, antara lain isu keamanan pangan, potensi dampak lingkungan, dan tingkat penerimaan masyarakat. Dengan demikian, pemanfaatan bioteknologi rekayasa genetika pada tanaman padi memiliki potensi besar dalam mendukung pertanian berkelanjutan, tetapi perlu diiringi dengan regulasi yang jelas, pengawasan yang ketat, dan sosialisasi yang berkelanjutan kepada masyarakat.

**Kata Kunci:** Bioteknologi, Rekayasa Genetika, Tanaman Padi, Padi Transgenik, Studi Literatur

---

**How to Cite:** Gea, F., Lafau, A., Laia, S., Zebua, D. K., & Zega, N. A. (2026). Analisis Pemanfaatan Bioteknologi pada Tanaman Padi Hasil Rekayasa Genetika : Studi Literatur. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 7 (1), 1248-1255. <http://doi.org/10.54373/imeij.v7i1.5056>

---

## PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini memberikan dampak signifikan terhadap berbagai aspek kehidupan masyarakat, salah satunya pada sektor pertanian melalui kemajuan bioteknologi modern. Bioteknologi, khususnya rekayasa genetika, berkembang sebagai salah satu pendekatan strategis dalam menghasilkan varietas tanaman unggul guna menjawab tantangan meningkatnya kebutuhan pangan. Rekayasa genetika merupakan teknik pemuliaan tanaman yang dilakukan dengan memodifikasi materi genetik untuk memperoleh sifat tertentu yang diinginkan (Rizqita et al., 2025). Peningkatan jumlah penduduk yang terus terjadi berimplikasi langsung pada meningkatnya kebutuhan pangan, sehingga upaya peningkatan produksi pangan menjadi kebutuhan mendesak.

Padi (*Oryza sativa L.*) merupakan tanaman pangan utama yang menjadi sumber karbohidrat bagi sebagian besar penduduk dunia, khususnya di negara-negara Asia. Ketergantungan yang tinggi terhadap padi menjadikan komoditas ini sebagai fokus utama dalam pengembangan teknologi pertanian. Namun, produksi padi sering dihadapkan pada berbagai kendala, seperti serangan hama dan penyakit, perubahan iklim, keterbatasan lahan, serta menurunnya kualitas lingkungan. Kondisi tersebut mendorong perlunya inovasi teknologi yang mampu meningkatkan produktivitas padi secara berkelanjutan.

Bioteknologi modern melalui rekayasa genetika menawarkan solusi yang lebih efektif dibandingkan pemuliaan tanaman secara konvensional. Melalui teknik ini, gen-gen tertentu dapat disisipkan ke dalam genom tanaman padi untuk menghasilkan varietas unggul, seperti padi tahan hama, tahan penyakit, toleran terhadap herbisida, serta adaptif terhadap kondisi lingkungan ekstrem seperti kekeringan dan salinitas (Khush, 2013; Zhang et al., 2018). Selain itu, pemanfaatan bioteknologi didukung oleh berbagai metode laboratorium, antara lain kultur jaringan, isolasi dan amplifikasi DNA menggunakan *polymerase chain reaction* (PCR), elektroforesis gel agarosa, serta DNA sequencing, yang memungkinkan proses perbaikan sifat tanaman dilakukan secara lebih terarah dan presisi.

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan padi hasil rekayasa genetika berpotensi meningkatkan hasil panen dan menurunkan ketergantungan petani terhadap pestisida kimia. Penelitian oleh Datta et al. (2017) melaporkan bahwa padi transgenik tahan hama mampu meningkatkan produktivitas sekaligus mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Temuan serupa juga disampaikan oleh Ali dan Abdullah (2020) yang menyatakan bahwa penerapan padi hasil rekayasa genetika dapat mendukung efisiensi produksi dan ketahanan pangan nasional. Meskipun demikian, penerapan teknologi ini masih menimbulkan perdebatan, terutama terkait aspek keamanan pangan, dampak ekologis jangka panjang, etika,

serta tingkat penerimaan masyarakat terhadap organisme hasil rekayasa genetika (GMOs). Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan kajian yang komprehensif untuk memahami perkembangan, pemanfaatan, serta tantangan penerapan bioteknologi rekayasa genetika pada tanaman padi. Oleh karena itu, artikel ini bertujuan untuk menganalisis pemanfaatan bioteknologi rekayasa genetika pada tanaman padi berdasarkan kajian literatur ilmiah. Melalui studi literatur ini, diharapkan dapat diperoleh gambaran yang utuh mengenai potensi, manfaat, serta tantangan pengembangan padi hasil rekayasa genetika sebagai upaya mendukung ketahanan pangan yang berkelanjutan.

## **METODE**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi literatur. Metode ini dipilih karena penelitian bertujuan untuk mengkaji, menganalisis, dan mensintesis berbagai hasil penelitian terdahulu yang membahas pemanfaatan bioteknologi rekayasa genetika pada tanaman padi. Studi literatur memungkinkan peneliti memperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai konsep, perkembangan, temuan empiris, serta permasalahan yang berkaitan dengan penerapan rekayasa genetika dalam bidang pertanian, khususnya pada komoditas padi.

Sumber data dalam penelitian ini berupa data sekunder yang diperoleh dari berbagai karya ilmiah, seperti artikel jurnal nasional dan internasional, buku ilmiah, prosiding seminar, serta laporan penelitian yang relevan. Penelusuran sumber pustaka dilakukan melalui database ilmiah, antara lain *Google Scholar*, *ScienceDirect*, dan portal jurnal nasional, dengan menggunakan kata kunci “bioteknologi”, “rekayasa genetika”, “tanaman padi”, dan “padi transgenik”. Literatur yang digunakan dipilih berdasarkan kriteria relevansi topik, keterbaruan publikasi, serta kredibilitas sumber.

Tahapan penelitian diawali dengan pengumpulan literatur yang sesuai dengan fokus kajian. Selanjutnya, dilakukan proses seleksi dan penelaahan terhadap isi literatur untuk mengidentifikasi tujuan penelitian, metode yang digunakan, serta temuan utama dari masing-masing sumber. Data yang telah terkumpul kemudian dianalisis secara deskriptif-kualitatif dengan cara mengelompokkan informasi berdasarkan tema pembahasan, seperti jenis teknologi rekayasa genetika yang digunakan, manfaat yang dihasilkan, serta tantangan dan dampak penerapannya. Hasil analisis selanjutnya disintesis untuk memperoleh gambaran menyeluruh mengenai pemanfaatan bioteknologi rekayasa genetika pada tanaman padi. Proses sintesis ini dilakukan dengan membandingkan dan mengaitkan temuan antar penelitian sehingga diperoleh kesimpulan yang bersifat integratif dan mendalam. Dengan tahapan tersebut, metode studi

literatur ini diharapkan mampu menghasilkan kajian yang sistematis dan dapat menjadi dasar pemahaman ilmiah mengenai peran bioteknologi rekayasa genetika dalam mendukung ketahanan pangan

## HASIL

Hasil telaah terhadap berbagai literatur ilmiah menunjukkan bahwa pemanfaatan bioteknologi modern melalui rekayasa genetika pada tanaman padi telah berkontribusi secara nyata dalam pengembangan varietas unggul yang adaptif terhadap berbagai tantangan pertanian. Berbagai penelitian melaporkan bahwa rekayasa genetika memungkinkan perbaikan sifat tanaman secara lebih spesifik dan terarah dibandingkan metode pemuliaan konvensional. Temuan ini sejalan dengan Purba et al. (2025) yang menyatakan bahwa bioteknologi menawarkan pendekatan yang lebih efektif, efisien, dan berkelanjutan dalam menghasilkan varietas padi unggul dengan karakteristik yang diinginkan. Melalui penyisipan gen tertentu, padi hasil rekayasa genetika mampu menunjukkan peningkatan ketahanan terhadap hama dan penyakit, toleransi terhadap cekaman abiotik seperti kekeringan dan salinitas, serta potensi peningkatan hasil panen.

Sejumlah penelitian terdahulu juga mengungkapkan bahwa padi transgenik yang mengandung gen ketahanan terhadap hama, khususnya gen *Bt*, terbukti efektif dalam menekan serangan organisme pengganggu tanaman. Carsono et al. (2019) menjelaskan bahwa pemanfaatan gen *cry* yang berasal dari bakteri *Bacillus thuringiensis* memungkinkan tanaman menghasilkan protein toksik spesifik yang mematikan bagi hama tertentu, tetapi relatif aman bagi organisme non-target. Dengan adanya sifat ketahanan ini, tanaman padi tidak lagi sepenuhnya bergantung pada penggunaan insektisida kimia. Deswina et al. (2016) menegaskan bahwa penerapan padi *Bt* berpotensi mengurangi intensitas penggunaan pestisida, sehingga memberikan dampak positif terhadap lingkungan, kesehatan petani, dan keseimbangan ekosistem pertanian.

Selain meningkatkan ketahanan tanaman, literatur juga menunjukkan bahwa rekayasa genetika berperan penting dalam peningkatan kualitas hasil panen, baik dari segi kuantitas maupun kandungan nutrisi. Salah satu contoh yang banyak dibahas adalah pengembangan *golden rice*, yaitu varietas padi yang disisipi gen penghasil beta karoten sebagai prekursor vitamin A. Menurut Motulo dalam Darmasiwi (2007) yang dikutip dalam Karmana (2009), *golden rice* dirancang untuk meningkatkan nilai gizi beras sehingga dapat membantu mengatasi permasalahan kekurangan vitamin A, terutama pada masyarakat yang menjadikan beras sebagai makanan pokok utama. Beberapa penelitian lain juga melaporkan pengembangan

varietas padi rekayasa genetika dengan kandungan nutrisi yang lebih baik, yang berpotensi mendukung peningkatan kualitas kesehatan masyarakat secara luas.

Namun demikian, hasil kajian literatur juga menunjukkan bahwa pemanfaatan padi hasil rekayasa genetika masih menghadapi berbagai tantangan dalam implementasinya. Sejumlah penelitian mencatat adanya keraguan dan resistensi dari sebagian masyarakat terkait aspek keamanan pangan, dampak ekologis jangka panjang, serta isu etika dan sosial yang melekat pada teknologi rekayasa genetika. Kekhawatiran tersebut menunjukkan bahwa pengembangan dan penerapan padi transgenik tidak hanya bergantung pada kemajuan teknologi semata, tetapi juga memerlukan dukungan regulasi yang jelas, kajian risiko yang berkelanjutan, serta sosialisasi dan edukasi kepada masyarakat agar penerimaan terhadap teknologi ini dapat meningkat secara bertahap.

## **DISKUSI**

Bioteknologi merupakan merupakan cabang ilmu yang menekuni pemanfaatan makhluk hidup (kuman, fungi, virus, serta lain- lain) ataupun produk dari makhluk hidup (enzim, alkohol) dalam proses penciptaan buat menciptakan benda serta jasa (Elvinasari et al., 2022). Menurut (Wulan et al., 2023) bioteknologi merupakan cabang ilmu yang mempelajari pemanfaatan prinsip-prinsip ilmiah yang menggunakan makhluk hidup untuk menghasilkan produk dan jasa untuk kepentingan manusia. Berdasarkan pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa bioteknologi adalah ilmu yang memanfaatkan makhluk hidup atau produknya dengan prinsip ilmiah untuk menghasilkan produk dan jasa yang berguna bagi manusia.

Dalam bidang pertanian, bioteknologi juga digunakan untuk meningkatkan kualitas dan jumlah hasil panen, misalnya dalam menciptakan tanaman yang lebih baik, tahan terhadap hama dan penyakit, serta meningkatkan kandungan gizi pada tanaman pangan. Salah satu contoh penerapan bioteknologi adalah rekayasa genetika (Rahmayumita, 2022). Menurut (Afreiza et al., 2023) rekayasa genetika merupakan bagian dari bioteknologi modern yang mengalami perkembangan begitu pesat. Defenisi lain, rekayasa genetika merupakan sebuah kegiatan yang sengaja dilakukan untuk memanipulasi genetika dengan metode teknik biokimia dan bioteknologi modern (Alisha, 2023). Dapat disimpulkan bahwa rekayasa genetika adalah cara yang digunakan untuk mengubah materi genetik tanaman agar mendapatkan sifat-sifat yang lebih baik sesuai keinginan.

Tanaman padi adalah tanaman pangan utama penghasil beras yang termasuk ke dalam famili *Poaceae* dan genus *Oryza*. Rekayasa genetika pada tanaman padi merupakan salah satu inovasi penting dalam menjawab tantangan ketahanan pangan global. Berdasarkan hasil kajian literatur, rekayasa genetika memungkinkan perbaikan sifat tanaman secara lebih spesifik dan efisien dibandingkan metode pemuliaan konvensional. Teknik ini memberikan peluang besar dalam menghasilkan varietas padi yang adaptif terhadap berbagai kondisi lingkungan dan kebutuhan pertanian modern.

Keunggulan utama padi hasil rekayasa genetika terletak pada kemampuannya dalam meningkatkan produktivitas secara berkelanjutan. Dengan adanya sifat tahan hama dan penyakit, kehilangan hasil panen dapat diminimalkan, sehingga stabilitas produksi pangan lebih terjamin. Hal ini sejalan dengan penelitian (Arnbarwati et al., 2022) Dalam perakitan padi transgenik T-309 untuk ketahanan terhadap hama penggerek batang. Berdasarkan hasil yang ditemukannya hanya sebagian tanaman yang berhasil mengandung gen *cryIA(b)*, mengekspresikan protein *CryIA(b)* secara efektif, dan menunjukkan ketahanan nyata terhadap hama. Oleh karena itu, seleksi bertahap dan berlapis sangat penting untuk memperoleh tanaman yang stabil, produktif, dan benar-benar tahan terhadap penggerek batang pada semua tahap pertumbuhan. Selain itu, mengurangi penggunaan insektisida akan membantu mengurangi pencemaran dan memberikan manfaat baik bagi lingkungan serta usaha menjaga alam tetap lestari (Liu, & Xu, 2019)

Di sisi lain, penerapan bioteknologi rekayasa genetika juga menghadapi tantangan yang tidak dapat diabaikan. Isu keamanan pangan menjadi perhatian utama, khususnya terkait kemungkinan dampak jangka panjang terhadap kesehatan manusia (Produk et al., 2023). Penelitian oleh Gilles-Eric Seralini dari Universitas Caen pada tahun 2009 menunjukkan bahwa tikus yang diberi makan jagung hasil rekayasa genetika mengalami kerusakan pada organ seperti hati dan ginjal. Penelitian lain juga menemukan bahwa tanaman transgenik bisa menyebabkan kanker dan memiliki kandungan gizi yang lebih sedikit karena sudah dimodifikasi. Meskipun berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa padi transgenik aman untuk dikonsumsi, persepsi negatif masyarakat masih menjadi kendala dalam proses adopsinya.

Selain itu, aspek lingkungan juga menjadi bahan perdebatan, terutama terkait potensi terjadinya aliran gen ke tanaman liar atau organisme non-target. Oleh karena itu, diperlukan pengujian yang ketat dan berkelanjutan untuk memastikan bahwa pengembangan padi hasil rekayasa genetika tidak menimbulkan dampak ekologis yang merugikan. Dari perspektif sosial dan kebijakan, rendahnya tingkat penerimaan masyarakat terhadap produk rekayasa genetika

menunjukkan pentingnya sosialisasi dan edukasi yang berbasis ilmiah. Regulasi yang jelas, transparan, dan berbasis bukti ilmiah sangat diperlukan untuk menjamin keamanan serta meningkatkan kepercayaan publik terhadap pemanfaatan bioteknologi di sektor pertanian.

Secara keseluruhan, pemanfaatan bioteknologi rekayasa genetika pada tanaman padi memiliki potensi besar dalam mendukung ketahanan pangan nasional dan global. Namun, keberhasilan penerapannya sangat bergantung pada sinergi antara pengembangan teknologi, kebijakan yang tepat, serta peningkatan pemahaman masyarakat. Dengan pendekatan yang komprehensif dan berkelanjutan, padi hasil rekayasa genetika dapat menjadi salah satu solusi strategis dalam menghadapi tantangan pangan di masa depan.

## KESIMPULAN

Pemanfaatan bioteknologi rekayasa genetika pada tanaman padi terbukti berkontribusi dalam meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil pertanian serta memiliki peran strategis dalam mendukung ketahanan pangan jangka panjang. Meskipun demikian, optimalisasi penerapan teknologi ini memerlukan dukungan regulasi yang berbasis kajian ilmiah, pengawasan yang berkelanjutan, serta peningkatan literasi dan pemahaman masyarakat agar implementasinya dapat diterima secara luas dan berjalan secara aman serta berkelanjutan.

## REKOMENDASI

Untuk memastikan penggunaan bioteknologi pada tanaman padi berjalan aman, efektif, dan berkelanjutan, diperlukan kajian yang menyeluruh yang melibatkan pemerintah, peneliti, petani, dan lembaga lingkungan. Kajian ini harus mencakup aspek teknis, ekonomi, sosial, dan lingkungan serta didukung oleh data ilmiah yang dapat dipercaya. Dengan pendekatan evaluasi yang holistik dan terus-menerus, potensi bioteknologi bisa dimaksimalkan tanpa merugikan kesehatan manusia, keberlanjutan ekosistem, atau ketahanan pangan jangka panjang

## REFERENSI

- Ali, M., & Abdullah, R. (2020). Genetic engineering approaches for improving rice productivity and food security. *Journal of Agricultural Biotechnology*, 12(2), 85–94.
- Arnbarwati, A., Hanarida, I., & Apriana, A. (2022). Perakitan tanaman padi transgenik untuk ketahanan terhadap hama penggerek batang. *Kumpulan Makalah Seminar Nasional*, 93, 115–123.
- Carsono, N., Sari, S., Dono, D., & Toriyama, K. (2019). Ketahanan padi transgenik Db1 terhadap wereng coklat (*Nilaparvata lugens* Stal.) biotipe 3. *Zuriat*, 30(1), 27–35. <https://doi.org/10.24198/zuriat.v30i1.23150>

- Datta, K., Baisakh, N., Oliva, N., Torrizo, L., Abrigo, E., Tan, J., Rai, M., Rehana, S., Al-Babili, S., Beyer, P., & Datta, S. K. (2017). Bioengineered “Golden Rice” for vitamin A deficiency in Asia. *Plant Biotechnology Journal*, 15(2), 225–235. <https://doi.org/10.1111/pbi.12635>
- Deswina, P., Syarief, R., & Rachman, L. M. (2016). Pengembangan tanaman transgenik dan implikasinya terhadap lingkungan di Indonesia. *Jurnal Penelitian Pertanian*, 131–144.
- Elvinasari, C. A., Wardhana, W., & Riza, A. (2022). Perencanaan pusat penelitian bioteknologi pada bidang pertanian di Kutai Barat. *Jurnal Totem: Architecture, Environment, Region and Local Wisdom*, 3(1), 46–54. <https://doi.org/10.31293/ttm.v3i1.6240>
- Karmana, I. W. (2009). Adopsi tanaman transgenik. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 3(2), 12–21.
- Khush, G. S. (2013). Strategies for increasing the yield potential of cereals: Case of rice as an example. *Plant Breeding*, 132(5), 433–436. <https://doi.org/10.1111/pbr.1999>
- Liu, H., Yan, X., & Xu, X. (2019). The influence of social media on language change: A study of slang among French youth. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 299, 88–92.
- Produk, P., Yang, P., Bahan, M., Genetik, R., Senisa, N. M., Akyuwen, R. J., & Balik, A. (2023). Tinjauan regulasi produk pangan hasil rekayasa genetika di Indonesia. *Study Review*, 1, 35–45.
- Purba, K. F., Intan, D. R., Tafarini, M. F., Sari, Y., & Yuliani, M. T. (2025). Pemanfaatan bioteknologi dalam pengembangan varietas padi unggul. *Jurnal AGRIFO*, 10(2), 144–157.
- Rahmayumita, R. (2022). Rekayasa genetika ditinjau dari segi etika dan moral dalam kajian *human cloning*. *Titian Ilmu: Jurnal Ilmiah Multi Sciences*, 14(2), 52–56. <https://doi.org/10.30599/jti.v14i2.1599>
- Rizqita, A. N., Kamila, C., Halim, M. G., & Cahyanto, T. (2025). Perspektif bioetika dan etika Islam: Penggunaan metode CRISPR dalam ketahanan pangan. *Jurnal Bioetika dan Sains Terapan*, 7(1), 1–10.
- Rizqita, A., Rahmawati, D., & Prasetyo, B. (2025). Rekayasa genetika sebagai solusi peningkatan produksi pangan berkelanjutan. *Jurnal Bioteknologi Pertanian Indonesia*, 10(1), 15–25.
- Wulan, W., Utami, U., Kurniati, K., & Heryanti, H. (2023). Penerapan bioteknologi mikroba dan peranannya dalam kehidupan di lingkungan sekolah SMA Kabupaten Bekasi. *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian kepada Masyarakat*, 2023, 1–8.
- Zhang, Q., Li, J., Xue, Y., Han, B., & Deng, X. W. (2018). Rice 2020: A call for an international coordinated effort in rice functional genomics. *Molecular Plant*, 1(5), 715–719. <https://doi.org/10.1093/mp/ssn043>