



Perkembangan Penerapan Nanoteknologi pada Bidang Pertanian

Muhammad Rusly^{1*}, Dui Yanto Rahman²

^{1,2} Prodi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas PGRI Palembang

*e-mail: muhammadrusly971pmr@gmail.com

Received: 11 01 2023. Accepted: 27 01 2023. Published: 02 2023

Abstrak

Dalam 10 tahun terakhir, nanoteknologi telah menjadi sebuah cara yang menjanjikan dalam mengembangkan sistem pertanian yang efektif. Artikel ini mengulas beberapa perkembangan penerapan nanoteknologi dalam dunia pertanian, diantaranya pada sistem pupuk *Slow Release Fertilizers* (SRF), nanovirusida atau nanopestisida, nanokitosan, nanosensor, nanoenkapsulasi, serta nanobiopestisida. Nanoteknologi berperan dalam meningkatkan hasil pertanian melalui pemberian pupuk, pembasmian hama, dan *treatment* penyakit tanaman yang efektif serta memperlama masa simpan hasil pertanian. Peningkatan hasil pertanian melalui penerapan nanoteknologi disebabkan peningkatan penyerapan pupuk berbasis nanoteknologi dan penurunan tingkat penyerangan hama terhadap tanaman. Peningkatan masa simpan hasil pertanian disebabkan melambatnya tingkat pembusukan hasil pertanian tersebut. Penerapan nanoteknologi dalam bidang pertanian sangat menjanjikan untuk terus dikembangkan di masa yang akan datang.

Kata Kunci: Nanoteknologi, Nanovirusida, Nanokitosan, Nanosensor, Nanoenkapsulasi

Development of Applied Nanotechnology in Agriculture

Abstract

In the last 10 years, nanotechnology has become a promising way of developing effective agricultural systems. This article reviews several developments in the application of nanotechnology in agriculture, including the Slow Release Fertilizers (SRF) fertilizer system, nanovirusides or nanopesticides, nanochitosan, nanosensors, nanoencapsulation, and nanobiopesticides. Nanotechnology plays a role in increasing agricultural yields through the provision of fertilizers, pest control, and effective treatment of plant diseases and extends the shelf life of agricultural products. Increased agricultural yields through the application of nanotechnology is due to increased absorption of nanotechnology-based fertilizers and decreased levels of pest attack on plants. The increase in the shelf life of agricultural products is due to the slowing down of the rate of decay of these agricultural products. The application of nanotechnology in agriculture is very promising to continue to be developed in the future.

Keywords: *Nanotechnology; Nanovirusides; Nanochitosan; Nanosensors; Nanoencapsulation; Nanobiopesticide; Agriculture*

PENDAHULUAN

Sistem pertanian yang efektif dan berkelanjutan sangat dibutuhkan untuk menghadapi bencana kelaparan di dunia di masa yang akan datang. Perkembangan populasi penduduk dunia yang sangat pesat, perubahan iklim, pencemaran lingkungan dan terus

naiknya permintaan akan energi dan air telah mendorong peningkatan produksi pangan dunia serta perbaikan sistem distribusinya (Usman, et.al., 2020). Sistem yang ada pada saat ini banyak mengandalkan pupuk konvensional, pestisida, air dan energi yang sangat besar, tetapi tidak sebanding hasil pertanian yang didapatkan (Kah, et.al.,



2019). Oleh karena itu, diperlukan sistem pertanian baru yang dapat menghasilkan capaian produksi pangan yang jauh lebih besar dari sistem pertanian konvensional. Berdasarkan pantauan hasil riset pada saat ini, nanoteknologi merupakan sistem yang menjanjikan dalam meningkatkan hasil pertanian untuk keamanan pangan di masa yang akan datang (Arora, et.al., 2022, Maity, et.al., 2022, dan Haris, et.al., 2022).

Nanoteknologi dapat didefinisikan sebagai sebuah teknologi pada material berskala nanometer (nm) yakni berkisar antara 1-100 nm. Kata nano diambil dari bahasa Yunani yaitu “*nanos*” yang berarti kecil (Fauza, et.al., 2021). Dalam skala nanometer, sebuah material akan memperlihatkan sifat-sifat fisika, biologi, maupun kimia yang berbeda jika dibandingkan dengan material yang berukuran *bulk*. Dalam hal ini, rekayasa nanomaterial berperan penting pada aplikasi nanoteknologi yang dapat menghasilkan nanomaterial berperforma kerja lebih sensitif dibandingkan dengan material yang berukuran *bulk* karena reaktifitas nanomaterialnya semakin tinggi disebabkan oleh luas permukaan spesifiknya semakin besar (Indrayana, 2019).

Hasil penelitian menjelaskan bahwa material yang berukuran nanometer memiliki sejumlah sifat fisika dan kimia yang lebih unggul dibandingkan material yang berukuran besar. Kesemua sifat-sifat tersebut dapat diubah dengan pengontrolan ukuran sebuah material, memodifikasi bagian permukaan, pengaturan komposisi kimiawi, maupun pengontrolan interaksi antar partikel (Yanuar, et.al., 2014).

Material dan perangkat skala nano telah dieksplorasi secara ekstensif selama 20 tahun terakhir. Telah diketahui dengan baik bahwa material berukuran di bawah 100 nanometer yang biasa disebut sebagai material nano dengan luas permukaan spesifik yang tinggi, peningkatan reaktivitas dan sifat mekanik

serta optoelektronik yang unik, telah menciptakan kemajuan yang signifikan di bidang-bidang seperti elektronik, perangkat, energi, kosmetik, obat-obatan, pangan, pertanian dan lain sebagainya (Kargozar, et.al., 2018).

Pada bidang pertanian, para ilmuwan di berbagai penjuru dunia telah mencoba melakukan beberapa riset guna memperbaiki beberapa sifat pada tanaman, seperti menghasilkan tanaman yang bebas dari virus serta mendapatkan bibit unggul melalui rekayasa genetika (Yanuar, et.al., 2014, Zhi, et.al., 2022, dan Almeida, et.al., 2022).

Prinsip dasar ditemukannya nanoteknologi pada bidang pertanian ialah untuk memaksimalkan produksi maupun hasil dari sebuah tanaman dengan cara meminimalkan penggunaan pupuk konvensional, pestisida maupun kebutuhan lainnya dengan melakukan monitoring langsung keadaan tanah seperti perakaran serta mengaplikasikannya secara langsung pada target agar tidak ada yang terbuang (Yanuar, et.al., 2014).

Jika diperhatikan, aplikasi nanoteknologi pada bidang pertanian saat ini berkembang pesat terutama di negara maju maupun berkembang. Artikel ini ditulis untuk memberikan tinjauan terhadap sejumlah temuan penelitian terkait perkembangan penerapan aplikasi nanoteknologi pada bidang pertanian.

BAHAN DAN METODE

Metode yang digunakan ialah metode penulisan *article review*, yang dilakukan dengan cara mengumpulkan serta membandingkan beberapa data dari berbagai macam artikel jurnal terkait dengan perkembangan penerapan nanoteknologi pada bidang pertanian sebanyak 7 artikel jurnal hasil penelitian dari tahun 2015 sampai 2022.

Adapun teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu dengan cara

mengumpulkan data dan informasi dari beberapa sumber rujukan ataupun referensi dari beberapa sumber yang relevan, baik itu dari artikel jurnal nasional maupun internasional.

Selanjutnya, data yang didapat berupa perkembangan penerapan aplikasi nanoteknologi pada bidang pertanian disusun sesuai dengan kemanfaatan dan tingkat hasil yang didapatkan yang nantinya dapat digunakan sebagai bahan untuk mengkaji informasi terkait perkembangan penerapan nanoteknologi pada bidang pertanian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menurut Ketidjardjati, (Ketidjardjati, et.al., 2015), nanoteknologi dapat diaplikasikan pada pupuk *Slow Release Fertilizers* (SRF). Pupuk SRF (pupuk lepas lambat) ialah jenis pupuk yang mekanismenya dengan cara melepaskan unsur hara secara berkala dan mengikuti pola penyerapan unsur hara oleh sebuah tanaman. Dalam hal ini, mereka menyimpulkan bahwa pupuk SRF berbasis nanoteknologi mampu meningkatkan efisiensi penyerapan pupuk oleh sebuah tanaman menjadi 65-75% dibandingkan dengan pupuk konvensional yang hanya 40%.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan oleh (Septariani, et.al., 2020) ternyata nanoteknologi dapat diaplikasikan sebagai nanovirusida atau nanopestisida alami menggunakan ekstrak minyak serai wangi yang aman terhadap lingkungan, dapat diaplikasikan sesuai prinsip sistem pertanian yang berkelanjutan, mudah diolah, efektif, serta efisien dalam penggunaannya, sehingga mampu meningkatkan kesejahteraan para petani. Input yang diperoleh dari hasil penelitian ini ialah penurunan kehilangan hasil hingga 79% serta penurunan intensitas penyakit kuning yang lebih dari 50% pada tanaman cabai.

Selanjutnya, para peneliti kembali mencoba mengaplikasikan nanoteknologi berupa nanokitosan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh (Rumengan, 2019) yang mengolah sisik ikan menjadi kitosan sebagai senyawa yang dapat dijadikan pengawet alami pada tanaman tomat dengan melakukan observasi pada hari ke-1, 3, 6 dan 9 setelah diberikan perlakuan dengan menganalisis kadar airnya. Hasil yang didapat yakni buah tomat yang diberikan kitosan dan nanokitosan sisik ikan mampu disimpan lebih lama bahkan sampai lebih dari 9 hari lamanya pada suhu ruang, sedangkan buah tomat yang tidak diberikan kitosan dan nanokitosan mengalami pengerutan pada permukaannya yang mampu bertahan kurang dari 7 hari dikarenakan proses respirasi yang meningkatkan kadar air sehingga mempercepat terjadinya proses pembusukan.

Selain itu, nanoteknologi juga telah diaplikasikan sebagai nanosensor pada pupuk. Hal ini dijelaskan oleh (Patel, 2021) dalam penelitiannya terhadap tanaman kacang tanah dengan menganalisis perbandingan antara pupuk nano organik dengan pupuk konvensional anorganik. Nanosensor memiliki dampak yang baik terhadap pertanian presisi, dikarenakan mampu mengidentifikasi hama dan gulma dari jarak yang jauh dan dalam waktu yang nyata. Selain itu, nanosensor membantu meningkatkan kualitas tanaman serta menghasilkan kerugian pasca panen yang lebih rendah. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa pupuk nano organik menghasilkan hasil yang lebih tinggi yakni 17% hingga 20% dibandingkan dengan pupuk konvensional anorganik. Dalam hal konsistensi, kacang tanah yang ditanam dengan pupuk nano organik mengungguli kacang tanah yang ditanam dengan pupuk konvensional anorganik.

Tak sampai situ saja, perkembangan penerapan aplikasi

nanoteknologi pada bidang pertanian memiliki kaitan eratnya dengan pangan. Seperti halnya pada penelitian yang dilakukan oleh (Masrukan, et.al., 2020) terhadap kopi yang diolah menjadi minyak kopi. Penelitian tersebut menjelaskan bahwasannya nanoteknologi dapat diaplikasikan menjadi nanoenkapsulasi. Nanoenkapsulasi digunakan sebagai cara untuk mengubah minyak kopi *specialty* bentuk cair ke bentuk *powder* sehingga mempunyai daya simpan yang awet dan lebih stabil dengan metode *freeze drying*, yakni kombinasi enkapsulan kitosan, maltodeskrin maupun campuran keduanya.

Seiring dengan perkembangan zaman dan kemajuan teknologi yang semakin canggih, nanoteknologi telah diaplikasikan sebagai nanobiopestisida. Hal ini dibuktikan dengan adanya penelitian (Nur, et.al., 2022) yang menggunakan bakteri *Bacillus subtilis* untuk aplikasi nanobiopestisida sebagai pengendali *Xanthomonas oryzae pv. Oryzae (Xoo)* in vitropada pada tanaman padi. Dalam penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwasannya penggunaan bakteri *Bacillus subtilis* pada aplikasi Nanobiopestisida mampu mengendalikan *Xoo* dengan cara menghambat pertumbuhannya pada tanaman padi yang ditanam di lahan luas, sehingga tanaman padi dapat terlindungi dari invasi patogen pada tanah, benih maupun daunnya.

KESIMPULAN

Nanoteknologi telah berhasil dimanfaatkan dalam meningkatkan hasil pertanian dengan menerapkan sistem pupuk *Slow Release Fertilizers (SRF)*, nanovirusida atau nanopestisida, nanokitosan, nanosensor, nanoenkapsulasi, serta nanobiopestisida. Meningkatnya hasil pertanian melalui penerapan nanoteknologi dengan pemberian pupuk yang bekerja secara

maksimal, pembasmian hama dan sistem penanganan penyakit tanaman yang efektif serta lebih panjangnya masa simpan hasil pertanian.

Peningkatan hasil pertanian melalui penerapan nanoteknologi disebabkan peningkatan penyerapan pupuk berbasis nanoteknologi dan penurunan tingkat penyerangan hama terhadap tanaman. Peningkatan masa simpan hasil pertanian disebabkan melambatnya tingkat pembusukan hasil pertanian tersebut. Penerapan nanoteknologi dalam bidang pertanian sangat menjanjikan untuk terus dikembangkan di masa yang akan datang

DAFTAR PUSTAKA

- Almeida, N. V. D., E. B. Rivas, dan J. C. Cardoso. 2022. Somatic Embryogenesis from Flower Tepals of *Hippeastrum Aiming* Regeneration of Virus-Free Plants. *Journal Plant Science*, 317(1).
- Arora, S., G. Murmu, K. Mukherjee, S. Saha, dan D. Maity. 2022. A Comprehensive Overview of Nanotechnology in Sustainable Agriculture. *Journal of Biotechnology*.
- Fauza, R., P. Manurung, dan Y. Yulianti. 2021. Efek NaOH pada Pembentukan Nano ZnO Metode Hidrotermal. *Journal of Energy, Material, and Instrumentation Technology*, 2(3): 98-103.
- Haris, M., T. Hussain, H. I. Mohamed, A. Khan, M. S. Ansari, A. Tauseef, A. A. Khan, dan N. Akhtar. Nanotechnology – A New Frontier of Nano-Farming in Agricultural and Food Production and its Development. *Journal Science of the Total Environment*: 857(3).
- Indrayana, I. P. T. 2019. Review Fe₃O₄ dari Pasir Besi: Sintesis, Karakterisasi, dan Fungsionalisasi hingga Aplikasinya dalam Bidang



- Nanoteknologi Maju. *Jurnal UNIERA*, 8(2): 65-75.
- Kah, M., N. Tufenkji, dan J. C. White. 2019. Nano-enabled Strategies to Enhance Crop Nutrition and Protection. *Journal Nature Nanotechnology*, 14(6): 532-540.
- Kargozar, S., dan M. Mozafari. 2018. Nanotechnology and Nanomedicine: Start Small, Think Big. *Materials Today: Proceedings*, 5(7): 15492-15500.
- Keti, Y., S. Eko, A. A. Diah, W. Yoyon, dan W. Dita. 2015. Pengaruh Kombinasi Silika dan Kitosan Berbasis Nanoteknologi sebagai Bahan Dasar Pembuatan Pupuk Nano Slow Release terhadap Penyerapan Unsur Hara oleh Tanaman dalam Meningkatkan Hasil Pertanian di Indonesia. *Artikel Ilmiah Teknologi Kimia dan Industri*.
- Maity, D., U. Gupta, dan S. Saha. 2022. Biosynthesized Metal Oxide Nanoparticles for Sustainable Agriculture: Next-Generation Nanotechnology for Crop Production, Protection and Management. *Journal Nanoscale*, 14(38): 13950-13989.
- Masrukan, M., dan I. Mindhayani. 2020. Aplikasi Nanoenkapsulasi Minyak Kopi Specialty dengan Berbagai Enkapsulan Menggunakan Metode Freeze Drying. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 12(1): 47-53.
- Nur, D., H. Prihatiningsih, dan D. Kurniawan. 2022. Nanobiopestisida *Bacillus Subtilis* B315 Sebagai Pengendali *Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzae* in vitro. *Prosiding*, 11(1).
- Patel, A. 2021. Application of Nano Organic Materials in Agriculture farming and yield analysis for Groundnut crop with comparison to conventional inorganic farming. *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 785(1).
- Rumengan, I. F. M. 2019. Pengawetan Alami Berbahan Dasar Sisik Ikan pada Buah Tomat Hasil Pertanian Kelompok Tani Wori. *Jurnal Abadimas Adi Buana*, 3(1): 1-8.
- Septariani, D. N., H. Hadiwiyono, dan P. Harsono. 2020. Pemanfaatan Minyak Serai sebagai Bahan Aktif Nanovirusida untuk Pengendalian Penyakit Kuning pada Cabai. *PRIMA: Journal of Community Empowering and Services*, 4(2): 51-58.
- Usman, M., M. Farooq, A. Wakeel, A. Nawaz, S. A. Cheema, H. U. Rehman, I. Ashraf, dan M. Sanaullah. 2020. Nanotechnology in Agriculture: Current Status, Challenges and Future Opportunities. *Science of the Total Environment* 721, 137778.
- Yanuar, F., dan M. Widawati. 2014. Pemanfaatan Nanoteknologi dalam Pengembangan Pupuk dan Pestisida Organik. *Jurnal Litbang Kesehatan*, 2(1): 1-10.
- Zhi, H., S. Zhou, W. Pan, Y. Shang, Z. Zeng, dan H. Zhang. 2022. The Promising Nanovectors for Gene Delivery in Plant Genome Engineering. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(15): 1-17.