

Nanosalutan biji benih: Teknologi, impak dan cabaran terhadap industri pertanian negara

Seed nanocoating: Technology, impact and challenges to national agriculture industry

Rafidah Abd Rahman, Nur Azura Mohd Said,
Rashid Mat Rani, Muhammad Shahrin Ghazali, Azima Azmi,
Suria Mohd Saad, Zamri Ishak, Azami Adam dan
Amyita Witty Ugap

Pengenalan

Isilah bahan nano merujuk kepada kelas bahan ultra halus dengan struktur fizikal atau bentuk hablur berukuran kurang daripada 100 nanometer (nm). Satu nanometer setara dengan satu per bilion bahagian dalam satu meter. Sebagai analogi, garis pusat rambut manusia berukuran 10 nm manakala garis pusat kebanyakan atom berjulat antara 0.1 – 0.4 nm.

Teknologi penghasilan bahan nano dikenali sebagai teknologi nano. Di Malaysia, bidang teknologi nano sudah mula berkembang pesat dan membangun seiring dengan ledakan gelombang teknologi global. Selain itu, kemajuan dalam sektor mikroelektronik dan bioteknologi turut menyumbang kepada perkembangan bidang ini. Pembangunan teknologi nano dalam bidang bioteknologi telah membantu meluaskan aplikasi bahan nano dalam pelbagai bidang secara nyata. Contohnya, pelbagai bahan berasaskan karbon, logam dan dendrimer berasaskan logam oksida (polimer bersaiz nano) dan bahan nano biokomposit telah dibangunkan. Ini termasuk nanotub berdinding tunggal (*single-walled nanotube*, SWCNT) dan nanotub multi dinding (*multi-walled carbon nanotubes*, MWCNT), nanopartikel besi bermagnet (Fe), aluminium (Al), tembaga (Cu), emas (Au), perak (Ag), silika (Si), nanopartikel zink (Zn) dan zink oksida (ZnO), titanium dioksida (TiO₂) dan serium oksida (Ce₂O₃) (Gambar 1). Aplikasi umum bahan-bahan ini terdapat dalam proses penulenan air, rawatan air kumbahan, pemulihan alam sekitar, pemprosesan dan pembungkusan makanan, kegunaan industri dan isi rumah, perubatan dan dalam pembangunan sensor.



Gambar 1. Beberapa jenis partikel nano

Bahan nano sebagai nanosalutan biji benih

Majoriti aplikasi bahan nano dalam bidang pertanian pula memberi tumpuan kepada peningkatan keberkesanan penyerapan nutrien dan produktiviti hasil oleh tanaman. Bahan nano juga digunakan dalam pengesanan penyakit tumbuhan. Aplikasi bahan nano dalam bidang pertanian telah dibuktikan melalui beberapa kajian yang mendapati beberapa partikel nano berupaya menembusi dinding sel yang mengelilingi sel tumbuhan. Kajian pada tahun 2009 mendapati biji tomato yang terdedah kepada tiub karbon nano (CNTs) bercambah lebih cepat dan menghasilkan anak benih yang lebih besar serta lebih berat berbanding dengan benih lain.

Dua jenis rawatan telah dilakukan iaitu: (i) biji tomato yang ditanam dalam medium pertumbuhan piawai dan telah ditambah dengan tiub nano (ii) biji tomato yang ditanam dalam medium pertumbuhan yang tidak ditambah tiub nano. Benih tomato yang terdedah kepada tiub nano mula bercambah dalam tempoh 3 hari manakala benih yang tidak dirawat pula mengambil masa 6 hari untuk bercambah. Pemerhatian pada hari ke-27 eksperimen mendapati sistem akar bagi kedua-dua jenis kumpulan eksperimen adalah sama. Walau bagaimanapun, batang pokok tomato daripada kumpulan eksperimen yang ditambah tiub nano mempunyai panjang purata 6 cm berbanding dengan 3.5 cm untuk pokok tomato yang tidak dirawat tiub nano. Berat merupakan parameter yang mencatatkan perbezaan paling besar iaitu berat tumbuhan yang menerima rawatan tiub nano mencatatkan purata bacaan berat melebihi 150 mg berbanding dengan tumbuhan yang tidak dirawat dengan purata berat sekitar 60 mg.

Di Malaysia, kajian keberkesanan bahan nano terhadap kadar percambahan dan pertumbuhan tumbuhan telah diuji terhadap dua jenis baka padi, MR 263 dan MR 293 (*Gambar 2*). Kajian telah dijalankan oleh sekumpulan penyelidik MARDI dengan menggunakan beberapa jenis

partikel nano dengan saiz yang berbeza iaitu: (i) SWCNT dan MWCNT (julat saiz 10 – 20 nm) (ii) bahan berasaskan logam seperti nanosilikon yang bersaiz 40 nm dan (iii) oksida logam berskala nano (± 70 nm CuO).

Kadar percambahan dinilai selepas hari kedua dan ketujuh manakala panjang akar dan pucuk diukur pada hari ketujuh. Benih padi MR 263 yang dirawat dengan 1 mg/ml nanosilikon menunjukkan kadar percambahan biji benih tertinggi berbanding dengan



Gambar 2. Benih padi yang diberi rawatan bahan nano

benih rawatan partikel nano lain dan benih tanpa rawatan partikel nano (kawalan). Peratusan kadar percambahan benih padi dirawat dengan nanosilikon meningkat daripada 13.33% pada hari kedua sehingga 95% pada hari ketujuh. Dari segi kadar pertumbuhan, nanosilikon, SWCNT dan MWCNT mempamerkan pertumbuhan panjang akar dalam lingkungan 33.8 – 40.99% untuk benih padi MR 263 berbanding dengan benih kawalan. Sebaliknya, kadar percambahan biji benih padi MR 293 tidak dipengaruhi oleh rawatan partikel nano dan hanya 7 – 9% pertumbuhan akar diperhatikan. CuO didapati menghalang dan menyekat pertumbuhan kedua-dua benih MR 263 dan MR 293. Keadaan ini mungkin disebabkan sifat toksik dan saiz partikel nano itu sendiri.

Melalui kajian ini, didapati saiz partikel nano memainkan peranan yang penting dalam kadar percambahan biji benih. Didapati benih yang dirawat dengan partikel nano bersaiz lebih kecil tumbuh lebih cepat berbanding dengan benih yang dirawat partikel nano lain yang bersaiz besar dan benih daripada kumpulan kawalan. Ada beberapa kemungkinan keadaan ini boleh berlaku. Pertama, saiz partikel nano yang lebih kecil berupaya menembusi liang benih dengan lebih baik. Ini akan meningkatkan kadar percambahan melalui peningkatan pengambilan air dan nutrien terlarut, seterusnya menggalakkan pertumbuhan benih. Kedua, berkemungkinan tiub nano tersebut bertindak sebagai analog saluran protein semula jadi yang mengepam air masuk dan keluar daripada sel. Keadaan ini menyebabkan saluran protein ditingkatkan dan mempercepat percambahan benih. Walau bagaimanapun, pengambilan oksigen seperti yang ditunjukkan oleh panjang pucuk tidak begitu dipengaruhi dengan rawatan partikel nano.

Pada masa hadapan, MARDI merancang untuk melakukan kajian penilaian ketoksikan dan menjelaskan mekanisme pengambilan air terhadap pertumbuhan benih melalui teknik molekular. Pendekatan ini perlu untuk mengetahui sekiranya partikel nano berupaya menembusi sel buah daripada pokok yang telah matang. Ini berdasarkan hasil penyelidikan yang menunjukkan tiub karbon nano mempunyai kesan ke atas organisma hidup.

Masa hadapan nanoteknologi dalam pertanian

Walaupun pelbagai usaha telah dilakukan oleh para saintis untuk meningkatkan produktiviti hasil tanaman, ia masih belum mencapai tahap yang boleh dibanggakan. Kekangan ini berkaitan kandungan nutrien dan kecekapan penggunaan air yang rendah oleh tanaman dan persaingan sengit daripada rumpai dan perosak tanaman. Nanoteknologi memungkinkan halangan ini diatasi, seterusnya meningkatkan produktiviti tanaman dan memenuhi cabaran keselamatan makanan di negara ini pada masa akan datang. Sebagai contoh, kesan peningkatan pertumbuhan benih oleh partikel nano boleh

meningkatkan pengeluaran biojisim untuk minyak bio berasaskan tumbuhan dan produk pertanian yang lain. Secara keseluruhannya, teknologi nano berupaya melaksanakan perkara yang tidak dapat dicapai dengan kaedah lain.

Kesimpulan

Oleh itu, terpulang kepada kita untuk mengeksploitasi kelebihan teknologi nano bagi kepentingan dan kemajuan bersama. Penemuan positif daripada kajian para penyelidik MARDI dan penyelidik luar walaupun masih pada peringkat awal, seharusnya menjadi galakan untuk kita lebih giat menjalankan kajian mengenai partikel nano dalam bidang pertanian pada masa hadapan.

Penghargaan

Projek nanosalutan ini telah dijayakan melalui sumbangan dana daripada Projek Mega MARDI P-RB-0121. Penghargaan khas ditujukan kepada En. Mohd Shaib Jaafar atas pandangan dan cadangan beliau kepada kami. Penulis juga ingin merakamkan setinggi penghargaan kepada En. Mohammad Rejab Ismail atas sumbangan beliau dalam melaksanakan kajian ini. Turut tidak dilupakan semua individu yang telah terlibat secara langsung dan tidak langsung dalam menjayakan kajian ini.

Bibliografi

- Bradley, E.L., Castle, L. dan Chaudhry, Q. (2011). Applications of nanomaterials in food packaging with a consideration of opportunities for developing countries. *Trends in Food Science and Technology* 22: 604 – 610
- Byrappa, K., Ohara, S. dan Adschiri, T. (2008). Nanoparticle synthesis using supercritical fluid technology-towards biomedical applications. *Advance Drug Delivery Reviews* 60(3): 299 – 327
- Chau, C.F., Wu, S.H. dan Yen, G.C. (2007). The development of regulations for food nanotechnology. *Trends in Food Science and Technology* 18: 269 – 280
- Emamifar, A., Kadivar, M., Shahedi, M. dan Soleimani-Zad, S. (2010). Evaluation of nanocomposites packaging containing Ag and ZnO on shelf-life of fresh orange juice. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 11: 742 – 748
- Khodakovskaya, M., Dervishi, E., Mahmood, M., Xu, Y., Li, Z., Watanabe, F. dan Biris, A.S. (2009). Carbon nanotubes are able to penetrate plant seed coat and dramatically affect seed germination and plant growth. *American Chemical Society Nano* 10(3): 3221 – 3227
- Nair, R., Varghese, S.H., Nair, B.G., Maekawa, T., Yoshida, Y. dan Kumar, D.S. (2010). Nanoparticulate material delivery to plants. *Plant Sciences* 179: 154 – 163
- Wei, C., Yamato, M., Wei, W., Zhao, X., Tsumoto, K., Yoshimura, T., Ozawa, T. dan Chen, Y.J. (2007). Genetic nanomedicine and tissue engineering. *Medical Clinics of North America* 91: 889 – 898
- Zhang, L. dan Webster, T.J. (2009). Nanotechnology and nanomaterials: Promises for improved tissue regeneration. *Nanotoday* 4(1): 66 – 80

Ringkasan

Penggunaan beberapa platform nano dalam pelbagai jenis bidang telah mencetus minat dalam bidang agronanoteknologi. Majoriti penggunaan bahan nano dalam pertanian memberi tumpuan kepada peningkatan keberkesanan, pertumbuhan dan produktiviti penyerapan nutrien oleh tumbuh-tumbuhan. Teknologi ini menjanjikan pelepasan terkawal agrokimia dan tapak penyampaian sasaran pelbagai makromolekul yang diperlukan untuk meningkatkan kerintangan terhadap penyakit tumbuhan, penggunaan nutrien yang cekap dan peningkatan tumbesaran tumbuhan. Kecekapan pengambilan nutrien dan kesan bahan-bahan nano kepada pertumbuhan didapati berbeza-beza antara tumbuh-tumbuhan. Artikel ini membincangkan mengenai penghantaran bahan nano kepada tumbuhan dan kesan utamanya agar dapat memberi sedikit gambaran supaya teknologi novel ini dapat digunakan dengan selamat untuk penambahbaikan hasil pertanian.

Summary

The successful application of various nanoplatforms in different types of field has generated the interest in agro-nanotechnology. The majority of nano materials application in agriculture is focused on increasing the effectiveness, growth and productivity of nutrient absorption by plants. This technology holds the promise of controlled release of agrochemicals and site targeted delivery of various macromolecules needed for improved plant disease resistance, efficient nutrient utilization and enhanced plant growth. The uptake efficiency and effects of various nano materials on the growth vary differently among plants. This article highlighted the delivery of nano materials to plants and their ultimate effects which could provide some insights for the safe use of this novel technology for the improvement of crops.

Pengarang

Rafidah Abd Rahman

Pusat Penyelidikan Bioteknologi dan Nanoteknologi, Ibu Pejabat MARDI,
Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

E-mel: arafidah@mardi.gov.my

Nur Azura Mohd Said, Rashid Mat Rani, Muhammad Shahrin Ghazali,
Azima Azmi dan Suria Mohd Saad

Pusat Penyelidikan Bioteknologi dan Nanoteknologi, Ibu Pejabat MARDI,
Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

Zamri Ishak

Pejabat Ketua Pengarah, Ibu Pejabat MARDI,
Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

Azami Adam dan Amyita Witty Ugap
Pusat Bank Gen dan Biji Benih, Ibu Pejabat MARDI,
Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor