



EDUKASI PROSEDUR PENJAMINAN MUTU PRODUK PERTANIAN BERBASIS MIKROBA PADA KELOMPOK PETANI PENGEMBANG AGENSIA HAYATI

A. Astuti¹, Siti Nur Aisyah^{2*}, O. Wijaya³

^{1,2}Prodi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Bantul, Indonesia

³Prodi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Bantul, Indonesia

agung_astuti@umy.ac.id¹, sitinur@umy.ac.id², okiwijaya@umy.ac.id³

ABSTRAK

Abstrak: Kegiatan ini bertujuan untuk mengedukasi kelompok petani pengembang agensia hayati (PPAH) tentang prosedur penjaminan mutu untuk produk-produk berbasis mikroba. Tahapan penjaminan mutu dalam produksi produk berbasis mikroba sejauh ini hanya dapat dilakukan oleh laboratorium. Hal ini menyulitkan kelompok PPAH untuk memastikan kualitas produk yang dihasilkan karena bergantung pada laboratorium pelaksana penjaminan mutu. Kegiatan ini melibatkan kelompok PPAH Dadi Makmur dan dilakukan melalui sejumlah tahapan, yakni penyuluhan tentang standar mutu produk, pendampingan uji mutu empat produk mikroba, dan pendampingan pembaruan label produk. Penerimaan dan perubahan wawasan mitra dievaluasi melalui *pre-test* dan *post-test*. Hasil menunjukkan bahwa wawasan anggota PPAH mengalami peningkatan menjadi 75% terkait mutu produk dan profesionalisme layanan. Sementara itu, keterampilan anggota PPAH juga meningkat menjadi 50% dalam hal pelaksanaan uji mutu produk. Selain itu, semua produk memperlihatkan mutu yang telah memenuhi SNI dan telah diperbarui labelnya.

Kata Kunci: Kelompok Petani; Penjaminan Mutu; Produk Mikroba; Standarisasi Produk.

Abstract: This activity was aimed to educate the farmers group for biological agent production (FGBAP) related to the procedure of quality assurance for microbial products. Quality assurance in the production of microbial product for agricultural purposes, so far, is performed by laboratory only. This condition complicates the FGBAP to ensure the quality of its microbial products due to high dependency on local laboratory. Therefore, This activity involved FGBAP Dadi Makmur and was performed through discussion about standard quality of product, workshop of quality assurance and product label refinement. Participant responses were evaluated through *pre-test* and *post-test*. The results showed the increase of insights from the FGBAP members was recorded up to 75% related to product quality and service professionalism. However, the member's capacity in performing quality assurance also increased up to 50%. In addition, all products developed by this FGBAP have met the national standards and labelled properly.

Keywords: Farmers group; quality assurance; microbial products; product standardization.



Article History:

Received : 31-07-2022
Revised : 08-10-2022
Accepted : 14-10-2022
Online : 01-04-2023



This is an open access article under the
CC-BY-SA license

A. PENDAHULUAN

Berkembangnya produk berbasis mikroba yang digunakan untuk kebutuhan kegiatan budidaya tanaman didasari oleh meningkatnya kesadaran publik tentang dampak kegiatan pertanian terhadap kelestarian lingkungan. Seiring dengan semakin gencarnya upaya untuk menerapkan prinsip pertanian berkelanjutan di seluruh dunia, kemunculan produk-produk yang mengandung mikroba bermanfaat ini dinilai mampu berperan dalam memperbaiki lahan yang kesuburannya rendah dan meningkatkan produktivitas tanaman. Dalam 10 tahun terakhir ini, penggunaan produk berbasis mikroba ini telah menyebar di seluruh dunia pada berbagai jenis tanaman. Bahkan, komersialisasi produk ini juga meningkat pesat karena petani semakin memahami keunggulan produk ini, terutama dalam hal mengefisienkan biaya usaha tani jika dibandingkan dengan penggunaan produk-produk sintetik (Santos *et al.*, 2019).

Produk berbasis mikroba untuk bidang pertanian umumnya mengandung mikroba yang mampu memicu pertumbuhan tanaman (*plant growth-promoting microbes*). Produk mikroba ini dapat memanfaatkan satu jenis (spesies) mikroba atau campuran dari berbagai spesies mikroba yang kompatibel. Mikroba bermanfaat ini diambil dari mikroba yang hidup berdampingan dengan tanaman, baik pada area sekitar akar, daun, atau berasosiasi langsung dengan jaringan tanaman. Mikroba ini selanjutnya diisolasi, diperbanyak dan diaplikasikan secara langsung ke tanaman melalui akar, tanah, daun atau melalui benih tanaman (Naamala & Smith, 2020; French *et al.*, 2021). Penggunaan mikroba ini dapat membantu tanaman untuk memperoleh nutrisi dengan lebih optimal dan melindungi tanaman dari cekaman lingkungan yang mengganggu pertumbuhan tanaman (Trivedi *et al.*, 2020). Sejumlah studi melaporkan bahwa pemanfaatan produk-produk mikroba ini dinilai mampu menggantikan produk kimiawi dan menjadi alternatif solusi yang lebih ramah lingkungan. Potensi mikroba-mikroba bermanfaat ini mampu mengatasi dua tantangan global di bidang pertanian, yakni ketahanan pangan dan kelestarian lingkungan (Singh & Trivedi, 2017; Lopes *et al.*, 2021).

Upaya pengembangan dan komersialisasi produk pertanian berbasis mikroba, baik sebagai pupuk hayati maupun pengendali hama penyakit juga sudah mulai ramai dilaporkan di Indonesia (Prihastuti, 2016; Muslim, 2019). Bahkan, produksinya sendiri tidak hanya dilakukan di skala industri, namun sudah mulai digagas oleh kelompok petani pengembang agensia hayati (PPAH) pada skala yang lebih kecil. Salah satu PPAH yang secara aktif memproduksi produk pertanian berbasis mikroba di wilayah DIY adalah PPAH Dadi Makmur.

PPAH Dadi Makmur diresmikan pada tahun 2013 sebagai kelompok tani yang fokus melakukan produksi produk agensia hayati untuk

pengendalian hama penyakit tanaman dan pupuk hayati. Tidak hanya melakukan produksi produk berbasis mikroba, PPAH Dadi Makmur juga aktif memberikan penyuluhan dan pelatihan bagi petani di wilayah sekitarnya mengenai pengendalian hayati. Dalam operasionalnya, PPAH Dadi Makmur ini didampingi oleh Laboratorium Pengendalian Hama dan Penyakit Terpadu Kabupaten Bantul. Sejauh ini, produk pertanian berbasis mikroba yang telah dihasilkan oleh PPAH ini, antara lain produk pengendali hama (*Beauveria* sp. dan *Metharrizium* sp.), produk pengendali penyakit tanaman (*Trichoderma* sp. dan *Paenibacillus polymyxa*), dan produk pupuk hayati berbahan rhizobakteri (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*). Sejauh ini, permintaan terhadap produk-produk mikroba yang dihasilkan oleh PPAH Dadi Makmur telah menjangkau pasar di luar Pulau Jawa.

Perkembangan PPAH Dadi Makmur sebagai produsen produk pertanian berbasis mikroba menuntut adanya perbaikan dari segi manajemen operasional, terutama yang berkenaan dengan kualitas produk. Karena produk yang dihasilkan mengandung mikroba hidup, maka perlu adanya proses penjaminan mutu yang diujikan pada produk dalam skala durasi tertentu. Hal ini dikarenakan adanya resiko penurunan populasi mikroba dan kontaminasi pada produk setelah disimpan selama durasi waktu tertentu. Dua resiko besar dapat mempengaruhi efektivitas produk saat digunakan oleh konsumen. Dalam beberapa studi disebutkan bahwa produk-produk berbasis mikroba ini umumnya memiliki masa simpan yang terbatas sehingga dalam produksinya perlu memperhatikan rekomendasi penyimpanan dan transportasi produk (Santos *et al.*, 2019; Maçik *et al.*, 2020). Hingga saat ini, proses penjaminan mutu terhadap semua produk PPAH Dadi Makmur bergantung pada LPHPT Bantul dan tidak dilakukan secara berkala. Kondisi ini menyebabkan kualitas produk-produk mikroba yang dihasilkan belum terstandarisasi. Di lain sisi, anggota PPAH Dadi Makmur kurang memahami pentingnya proses penjaminan mutu produk ini dan tidak memahami prosedur pelaksanaannya. Mengacu pada permasalahan tersebut, maka diperlukan upaya edukasi kepada PPAH Dadi Makmur berkaitan dengan pentingnya penjaminan dan standarisasi mutu produk berbasis mikroba beserta prosedur asesmen yang harus dilakukan. Oleh karena itu, kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan wawasan dan kemampuan teknis anggota PPAH Dadi Makmur agar dapat melakukan penjaminan mutu secara mandiri terhadap produk-produk mikroba yang dihasilkan.

B. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan ini melibatkan 10 orang anggota PPAH Dadi Makmur dimana pelaksanaan kegiatannya berlangsung pada bulan Februari – Maret 2022 di Laboratorium Agrobioteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Kegiatan ini menggunakan metode edukasi masyarakat yang dilaksanakan dengan urutan tahapan sebagai berikut:

1. Penyuluhan, yang dilakukan dengan memberikan pemaparan tentang standarisasi produk berbasis mikroba dan pentingnya penjaminan mutu kepada seluruh anggota PPAH. Tahapan ini diawali dengan *pre-test* untuk memetakan pengetahuan awal anggota PPAH tentang standar mutu yang disyaratkan untuk produk berbasis mikroba, lalu dilanjutkan dengan pemaparan materi dan diskusi sebelum diakhiri dengan *post-test*.
2. *Lab training*, yang dilakukan dengan memberikan demonstrasi tentang pengujian mutu produk dari sejumlah produk yang dikembangkan oleh PPAH Dadi Makmur lalu memberikan kesempatan kepada setiap anggota PPAH untuk mempraktikkan langsung tahapan pengujiannya. Tahapan ini ditujukan untuk meningkatkan kemampuan teknis anggota PPAH dalam melakukan pengujian kualitas produk dari sejumlah aspek yang disyaratkan oleh BSN (Badan Standarisasi Nasional). *Training* yang diberikan, antara lain karakterisasi mikroba pada produk dan perhitungan kerapatan mikroba. Respon anggota PPAH setelah melewati tahap *training* ini juga dievaluasi dalam tahapan ini melalui *post-test*.
3. Pendampingan pembaruan label produk, yang ditujukan untuk meningkatkan wawasan dan skill anggota PPAH dalam merancang label dan penyediaan informasi produk yang lengkap dan memenuhi standar yang disyaratkan oleh Kementerian Pertanian RI. Pada tahapan ini, diberikan pemaparan tentang standar pelabelan untuk produk mikroba, dilanjutkan dengan simulasi perancangan label produk yang melibatkan semua anggota PPAH Dadi Makmur.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Peningkatan Wawasan Anggota PPAH tentang Standarisasi Mutu Produk berbasis Mikroba

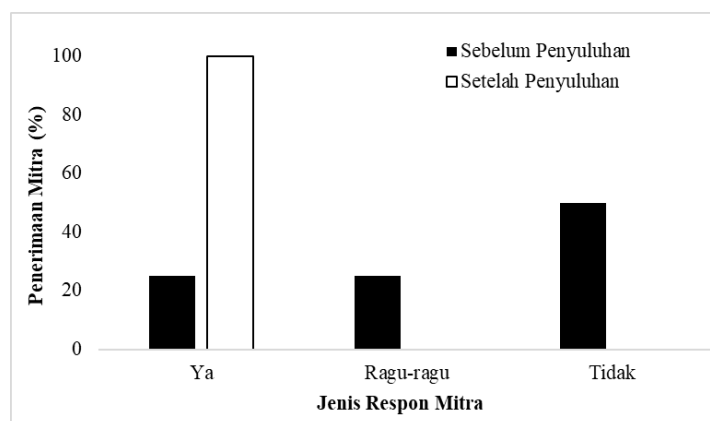
Sebelum memulai kegiatan *laboratory training*, dilakukan penyuluhan untuk memberikan gambaran rinci tentang pentingnya melakukan penjaminan mutu produk, indikator utama dalam kualitas produk berbasis mikroba, dan prosedur untuk menguji indikator tersebut. Penyuluhan ini dilakukan dalam bentuk diskusi interaktif yang didukung dengan pemaparan menggunakan media presentasi PowerPoint (Gambar 1). Hal ini dilakukan karena sebagian besar anggota PPAH Dadi Makmur berusia di

atas 40 tahun sehingga paparan yang disertai dengan visual dinilai akan memudahkan peserta untuk memahami informasi yang diberikan. Selama penyuluhan berlangsung, anggota PPAH juga diberikan kesempatan untuk mengkonfirmasi praktik operasional yang selama ini telah dilakukan. Strategi ini dilakukan agar anggota PPAH dapat memastikan bahwa tahapan operasional yang digunakan sejauh ini telah sesuai dengan prinsip penanganan dan perbanyak mikroba yang semestinya, seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Suasana penyuluhan berbasis diskusi interaktif dengan dukungan pemaparan visual yang diikuti oleh anggota PPAH.

Ditinjau dari hasil evaluasi respon anggota PPAH selama kegiatan penyuluhan, sebelum diberikan penyuluhan, 50% anggota menyatakan tidak memahami (Gambar 2) konsep standarisasi mutu bagi produk-produk berbasis mikroba. Pasca mengikuti penyuluhan, terlihat adanya peningkatan wawasan menjadi 75% pasca mengikuti penyuluhan (Gambar 2). Peningkatan wawasan ini diduga terjadi karena anggota PPAH didorong untuk menemukan korelasi dari apa yang telah dilakukan selama ini dengan prinsip ilmiah yang melatarbelakangi setiap tahapan kegiatan tersebut. Situasi ini memungkinkan anggota PPAH untuk lebih mudah memahami informasi baru yang diberikan karena dihubungkan dengan kondisi riil yang ditemui sehari-hari. Di samping itu, penggunaan media presentasi *PowerPoint* dinilai efektif untuk menyampaikan materi yang bersifat ilmiah kepada peserta yang bukan berasal dari kalangan akademisi. Dukungan visual yang ditampilkan melalui media pembelajaran ini dapat menumbuhkan rasa ingin tahu, minat, dan motivasi yang selanjutnya akan merangsang munculnya keinginan untuk belajar atau mengetahui dari audiens (Falahudin, 2014), seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Gambaran perubahan wawasan anggota PPAH pasca diberikan penyuluhan tentang standarisasi mutu produk berbasis mikroba.

2. Peningkatan Kemampuan Teknis terkait Pengujian Mutu Produk berbasis Mikroba

Pelatihan pengujian mutu produk dilakukan melalui *lab training* di Laboratorium Agrobioteknologi FP UMY. Konsep *lab training* ini dinilai mampu mempertegas pentingnya kondisi aseptik dan steril selama melakukan pengujian mutu pada produk-produk yang mengandung mikroba ini. Pada tahapan *lab training* ini, semua anggota PPAH dilibatkan untuk melakukan pengujian mutu pada empat produk berbasis mikroba, yakni *Trichoderma* sp., *Beauveria* sp., *Paenibacillus polymyxa*, dan *Pseudomonas* sp. Masing-masing produk diuji kualitasnya berdasarkan empat aspek utama, yakni visual makroskopis, pH, viabilitas mikroba, dan kerapatan populasi/spora.

Tabel 1 memperlihatkan bahwa produk-produk yang dikembangkan oleh PPAH Dadi Makmur ini telah memenuhi rekomendasi standar mutu berdasarkan SNI, terutama dari aspek pH dan kerapatan spora jamur/populasi bakteri. Produk-produk yang diujikan mutunya pada lab training ini merupakan produk yang diproduksi 6 bulan yang lalu sehingga produk-produk ini telah melalui proses penyimpanan terlebih dahulu. Hasil ini membuktikan bahwa produk-produk yang dikembangkan oleh PPAH Dadi Makmur telah menggunakan formulasi yang tepat sehingga masa simpan produknya menjadi lebih panjang. Meskipun demikian, pengujian mutu produk berbasis mikroba pada prinsipnya memiliki rangkaian analisis yang relatif panjang karena berbasis pada aspek viabilitas mikroba, efektivitas mikroba sesuai dengan peruntukannya, dan tingkat kemurnian. Mengingat profil demografi dari mayoritas anggota PPAH berada pada rentang usia di atas 40 tahun, maka prosedur pengujian mutu yang diperkenalkan pada kegiatan ini difokuskan pada pengujian aspek viabilitas mikroba.

Fungsi utama dari tahapan penjaminan dan standarisasi mutu ini adalah untuk menjamin bahwa pengguna atau konsumen memperoleh produk berbasis mikroba dengan efektivitas yang tinggi (Herrmann &

Lesueur, 2013), terutama saat diaplikasikan di kondisi lapangan. Pada beberapa kasus, produk-produk berbasis mikroba seringkali ditemukan menghasilkan performa yang tidak konsisten pada aplikasi lapang (Kannaiyan, 2003). Masalah seperti ini berpotensi menurunkan kepercayaan konsumen dan melemahkan penerimaan publik terhadap potensi penggunaan mikroba untuk kebutuhan bidang pertanian. Oleh karena itu, penting sekali bagi produsen produk berbasis mikroba untuk menerapkan sistem penjaminan dan standarisasi mutu untuk memastikan bahwa produk yang dikomersilkan adalah produk dengan kualitas inokulan (mikroba) yang tinggi (Bhattacharyya & Jha, 2012). Produk berbasis mikroba yang komersil dinilai berkualitas tinggi ketika performa dan efektivitasnya berhasil memenuhi kebutuhan petani yang ditandai dengan (1) tingginya kerapatan populasi sehingga mampu menghasilkan efektivitas tinggi pada berbagai kondisi lapangan, (2) tidak terkontaminasi oleh mikroba lain yang bersifat patogenik, dan (3) daya tahan simpan termasuk pada kondisi yang kurang optimal (Catroux *et al.*, 2001; Lupwayi *et al.*, 2000; John *et al.*, 2011), seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian aspek viabilitas mikroba pada empat produk yang diproduksi oleh PPAH Dadi Makmur.

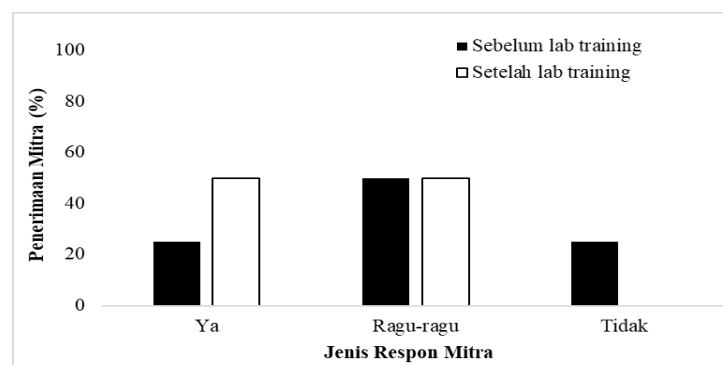
Parameter/Produk	Hasil pengujian	Standar minimum SNI
Level pH		
<i>Trichoderma</i> sp.		
<i>Beauveria</i> sp.		
<i>Paenibacillus polymyxa</i>	5-6	4-9
<i>Pseudomonas</i> sp.		
Jumlah spora (spora/ml)		
<i>Trichoderma</i> sp.	$9,2 \times 10^8$	
<i>Beauveria</i> sp.	$11,3 \times 10^8$	1×10^6
Kerapatan populasi (CFU/ml)		
<i>Paenibacillus polymyxa</i>	$7,17 \times 10^7$	
<i>Pseudomonas</i> sp.	$16,3 \times 10^7$	1×10^7

Ditinjau dari perubahan respon anggota PPAH, terlihat adanya peningkatan penerimaan sebesar 25% pasca mengikuti lab training (Gambar 3). Peningkatan penerimaan ini diasumsikan sebagai peningkatan keterampilan teknis anggota PPAH dalam hal pengujian kualitas produk. Peningkatan keterampilan teknis ini memang kurang signifikan, terutama jika mempertimbangkan pengalaman awal dari anggota PPAH yang sebagian besar tidak memiliki latar belakang pendidikan spesifik mikrobiologi. Terlebih lagi, metode pengujian yang diajarkan bersifat sangat sistematis dan menuntut ketelitian yang tinggi selama pengerjaannya. Karena alasan tersebut, maka dapat dimengerti jika hanya sebagian anggota saja yang mampu memahami prosedur pengujian kualitas ini dalam waktu yang relatif singkat. Sementara itu, sebagian anggota

lainnya dinilai membutuhkan praktek atau latihan yang lebih intensif untuk dapat memahami keseluruhan prosedur asesmen mutu produk ini. Sejalan dengan interpretasi ini, metode pembelajaran berbasis pengalaman yang digunakan pada lab training ini perlu didukung dengan praktek secara rutin guna mengasah keterampilan yang tengah dipelajari. Menurut Yusup and Suhandi (2016), praktik dapat meningkatkan keterampilan. Konsep ini akan memudahkan peserta didik menemukan sinkronisasi antara teori yang dijelaskan dengan praktik yang dilakukan.

3. Peningkatan Wawasan terkait Aturan Pelabelan Produk Berbasis Mikroba

Perizinan komersialiasi untuk produk berbasis mikroba menuntut persyaratan yang sangat detil berkenaan dengan potensi keamanan dan resiko dari produk itu sendiri. Evaluasi tingkat keamanan produk dan potensi resiko ini didasarkan pada hasil pengujian kualitas mutu produk. Oleh karena itu, pelabelan terhadap produk berbasis mikroba harus mampu mendeskripsikan kualitas produk dengan jelas dari berbagai aspek sehingga tingkat keamanan produk dan potensi resiko ini dapat tergambar dengan mudah. Berkenaan dengan produk mikroba bidang pertanian, aturan pelabelan produk mengacu pada Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011 (Machmudah *et al.*, 2019). Pelabelan produk mikroba bidang pertanian harus mencantumkan 9 informasi utama, yakni nama dagang, nomor pendaftaran, kandungan, isi atau berat bersih, masa edar, nama dan alamat produsen atau importir, tanggal bulan dan tahun produksi, petunjuk penggunaan, bahan aktif dan tujuan penggunaan. Sistem pelabelan ini tidak jauh berbeda dengan sistem pelabelan yang diterapkan di negara-negara lain. Hanya saja, produk mikroba di beberapa negara diwajibkan untuk mencantumkan informasi spesifik, seperti asal habitat dari mikroba yang terkandung di dalam produk, kandungan lain di dalam produk (nutrisi atau media), hingga petunjuk untuk membuang produk (Husen *et al.*, 2013; Hungria *et al.*, 2005), seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Gambaran respon anggota PPAH sebelum dan sesudah lab training terkait prosedur pengujian mutu produk berbasis mikroba.

Sebelum dilakukan pendampingan pembaruan label, ke-empat produk yang digunakan dalam pengujian mutu diketahui hanya mencantumkan 5 informasi dari 9 informasi yang disyaratkan oleh Kementan RI. Selanjutnya anggota PPAH didampingi untuk melakukan pembaruan label untuk 6 produknya, mulai dari menentukan merek dagang yang akan digunakan, memperbaiki desain label, hingga mencantumkan hasil pengujian mutu yang telah dilakukan. Jika ditinjau dari label baru pada ke-6 produk PPAH Dadi Makmur (Gambar 4), terlihat bahwa merek dagang yang digunakan masih didasarkan pada komposisi mikroba yang terkandung di dalam produk. Anggota PPAH diduga kurang memiliki referensi mengenai opsi merek dagang yang umumnya disarankan untuk menggunakan kata yang relatif pendek dan mudah diingat oleh konsumen.

Merek didefinisikan sebagai sebuah rancangan nama yang disematkan pada suatu produk sehingga menjadi pembeda antara satu produk dengan produk lainnya dari kategori yang sama. Pilihan merek yang digunakan tidak hanya memberikan deskripsi tentang produk, namun juga dapat membantu konsumen untuk membangun persepsi nilai tentang perusahaan penghasil produk tersebut (Kotler & Keller, 2021). Merek juga seringkali dijadikan sebagai media oleh perusahaan untuk menyampaikan visi misi perusahaan dalam bentuk layanan atau produk yang dihasilkan. Oleh karena itu, memilih merek untuk sebuah produk sangat disarankan menggunakan kata yang mampu menghasilkan kesan yang kuat di mata konsumen. Menurut Dewi *et al.* (2020), semakin kuat kesan sebuah merek produk di ingatan konsumen, maka semakin kuat keinginan dan kepercayaan konsumen untuk terus menggunakan produk tersebut, seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pembaruan label pada produk-produk berbasis mikroba yang dikembangkan oleh PPAH Dadi Makmur.

Pasca pendampingan pembaruan label produk, terlihat adanya peningkatan wawasan anggota PPAH menjadi 75% dari yang semula menyatakan ragu-ragu dan tidak tahu tentang syarat pelabelan produk (Gambar 5). Peningkatan tersebut didukung oleh keinginan mitra yang sangat kuat untuk mewujudkan produk yang terjamin mutunya dan berlabel sesuai standar sehingga dapat disejajarkan dengan produk-produk

mikroba yang dihasilkan di skala industri. Hanya saja, perlu adanya pengawasan secara berkala untuk memastikan bahwa penerapan pengetahuan dan kemampuan teknis ini oleh PPAH berjalan sesuai dengan yang semestinya.

D. SIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan pengabdian ini terbukti mampu mendorong peningkatan wawasan dan kemampuan teknis anggota PPAH Dadi Makmur dalam hal penjaminan mutu produk dan standar pelabelan. Dari segi kualitas produk yang telah dikembangkan, produk-produk PPAH Dadi Makmur ini pada dasarnya telah memenuhi standar minimum SNI. Namun demikian, penting sekali bagi PPAH untuk menerapkan pengujian mutu produk secara berkala dalam setiap proses produksi guna memastikan bahwa setiap produk yang dikomersilkan memiliki kualitas yang tinggi dan memenuhi syarat. Dari kegiatan pengabdian ini juga dapat disimpulkan bahwa produksi produk pertanian berbasis mikroba yang dihasilkan oleh kelompok PPAH ini juga dapat disejajarkan dengan produk yang dikembangkan oleh industri yang lebih besar. Hal ini menegaskan potensi petani untuk dapat terlibat sebagai pengembang produk pertanian yang berkualitas dengan tetap memperhatikan kelestarian lingkungan. Potensi seperti ini perlu mendapat perhatian dan pendampingan khusus dari pemerintah agar dapat dijadikan sebagai teladan bagi petani lainnya dan berkontribusi terhadap kemajuan sektor pertanian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih didedikasikan kepada Lembaga Pengabdian Masyarakat UMY atas pendanaan penuh yang diberikan melalui Hibah PKM tahun anggaran 2021/2022. Selain itu, ucapan terima kasih juga diberikan kepada Ibu Sumarsih, Bapak Tukimun selaku Ketua PPAH Dadi Makmur, serta adik-adik mahasiswa atas dukungan dan kerjasamanya selama pelaksanaan pengabdian masyarakat ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Santos, M. S., Nogueira, M. A., & Hungria, M. (2019). Microbial inoculants: reviewing the past, discussing the present and previewing an outstanding future for the use of beneficial bacteria in agriculture. *AMB Express*, 9(1), 205. doi:10.1186/s13568-019-0932-0
- Naamala, J., & Smith, D. L. (2020). Relevance of plant growth promoting microorganisms and their derived compounds, in the face of climate change. *Agronomy*, 10(8), 1179.
- French, E., Kaplan, I., Iyer-Pascuzzi, A., Nakatsu, C. H., & Enders, L. (2021). Emerging strategies for precision microbiome management in diverse agroecosystems. *Nature plants*, 7(3), 256-267.

- Trivedi, P., Leach, J. E., Tringe, S. G., Sa, T., & Singh, B. K. (2020). Plant–microbiome interactions: from community assembly to plant health. *Nature Reviews Microbiology*, *18*(11), 607-621.
- Singh, B. K., & Trivedi, P. (2017). Microbiome and the future for food and nutrient security. *Microb Biotechnol*, *10*(1), 50-53. doi:10.1111/1751-7915.12592
- Lopes, M. J. d. S., Dias-Filho, M. B., & Gurgel, E. S. C. (2021). Successful Plant Growth-Promoting Microbes: Inoculation Methods and Abiotic Factors. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, *5*. doi:10.3389/fsufs.2021.606454
- Prihastuti, P. (2016). Prospek Komersialisasi Produk Mikroba di Bidang Pertanian. *El-Hayah: Jurnal Biologi*, *5*(4), 159-167.
- Muslim, A. (2019). *Pengendalian hayati patogen tanaman dengan mikroorganisme antagonis*. Palembang: UNSRI Press.
- Maçik, M., Gryta, A., & Fraç, M. (2020). Biofertilizers in agriculture: An overview on concepts, strategies and effects on soil microorganisms. *Advances in Agronomy*, *162*, 31-87.
- Falahudin, I. (2014). Pemanfaatan media dalam pembelajaran. *Jurnal Lingkar Widya Swara*, *1*(4), 104-117.
- Herrmann, L., & Lesueur, D. (2013). Challenges of formulation and quality of biofertilizers for successful inoculation. *Applied Microbiology and Biotechnology*, *97*(20), 8859-8873.
- Kannaiyan, S. (2003). Inoculant production in developing countries—problems, potentials and. *Maximising the use of biological nitrogen fixation in agriculture*, *99*, 187.
- Bhattacharyya, P. N., & Jha, D. K. (2012). Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, *28*(4), 1327-1350.
- Catroux, G., Hartmann, A., & Revellin, C. (2001). Trends in rhizobial inoculant production and use. *Plant and soil*, *230*(1), 21-30.
- Lupwayi, N., Olsen, P., Sande, E., Keyser, H., Collins, M., Singleton, P., & Rice, W. (2000). Inoculant quality and its evaluation. *Field Crops Research*, *65*(2-3), 259-270.
- John, R. P., Tyagi, R., Brar, S., Surampalli, R., & Prévost, D. (2011). Bio-encapsulation of microbial cells for targeted agricultural delivery. *Critical reviews in biotechnology*, *31*(3), 211-226.
- Yusup, M., & Suhandi, A. (2016). Pengaruh penerapan pembelajaran berbasis pengalaman menggunakan percobaan secara inkuiri terhadap peningkatan keterampilan proses sains siswa sekolah dasar pada pembelajaran IPA. *EduHumaniora: Jurnal Pendidikan Dasar Kampus Cibiru*, *8*(2), 211-216.
- Machmudah, R. Y., Anas, I., & Hazra, F. (2019). *Evaluasi Kualitas Pupuk Hayati yang Beredar di Masyarakat*. IPB University, Bogor.
- Husen, E. H., Simanungkalit, R., Saraswati, R., & Irawan, I. (2013). Characterization and quality assessment of Indonesian commercial biofertilizers. *Indonesian Journal of Agricultural Science*, *8*(1), 31-28.
- Hungria, M., Loureiro, M., Mendes, I., Campo, R., & Graham, P. (2005). Inoculant preparation, production and application. In *Nitrogen*

fixation in agriculture, forestry, ecology, and the environment (pp. 223-253): Springer.

- Kotler, P., & Keller, K. L. (2021). *Manajemen Pemasaran* Jakarta: Erlangga.
- Dewi, L. G. P. S., Oei, S. J., & Siagian, H. (2020). *The Effect of Brand Ambassador, Brand Image, and Brand Awareness on Purchase Decision of Pantene Shampoo in Surabaya, Indonesia*. Paper presented at the 1st International Conference on Social Sciences and Humanities 2019.