

Perancangan Tata Ruang Produksi Nanokitosan Limbah Selongsong Pupa Bsf

Titik Budiati

Teknologi Rekayasa Pangan,
Politeknik Negeri Jember, Kota
Jember 68101
Titik_budiati@polije.ac.id

Silvia Oktavia Nur Yudiastuti*

Teknologi Rekayasa Pangan,
Politeknik Negeri Jember, Kota
Jember 68101
Silvia.oktavia@polije.ac.id
*Corresponding author

Wahyu Suryaningsih

Teknologi Rekayasa Pangan,
Politeknik Negeri Jember, Kota
Jember 68101
wahyu_surya@polije.ac.id

Agung Wahyono

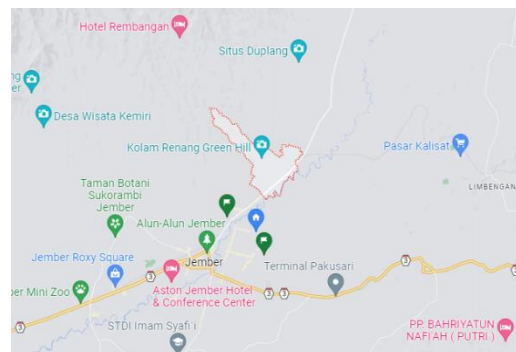
Teknologi Rekayasa Pangan, Politeknik Negeri Jember, Kota Jember 68101
Agung_wahyono@polije.ac.id

Abstrak—UMKM Republik Larva merupakan UMKM yang memproduksi magot untuk dijual sebagai pakan ternak. Magot dihasilkan dari pengolahan telur BSF (*Black Soldier Fly*) menggunakan substrat sampah organik yang melalui proses tersebut dihasilkan limbah selongsong pupa BSF. Limbah yang dihasilkan adalah sebanyak 30kg/hari yang dijual kembali sebagai bahan tambahan pupuk organik dengan harga 3.000 IDR/kg. Komposisi penyusun selongsong pupa BSF adalah kitin yang dapat diolah kembali menjadi kitosan dan selanjutnya nanokitosan. Nanokitosan dapat digunakan dalam bidang pangan, salah satunya sebagai bahan antibakteri, biofilm, dan bahan enkapsulasi komponen bioaktif. Potensi bahan baku yang melimpah sebaiknya dapat dimanfaatkan untuk diolah menjadi produk yang lebih bernilai. Nanokitosan baru diproduksi di Negara Cina, sehingga pendirian pabrik pengolahan nanokitosan menjadi peluang yang sangat baik bagi kemajuan perekonomian bangsa. Kendala utama yang dihadapi dalam pendirian pabrik adalah modal pengadaan lahan dan pekerjaan sipil selain kurangnya informasi mengenai teknologi proses produksi nanokitosan. Pendampingan pembuatan design tata letak ruang produksi agar berada dalam satu lokasi dengan pengolahan sampah organik menggunakan magot merupakan salah satu solusi yang dapat ditawarkan. Metode yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan ini adalah penyuluhan, pelatihan dan pendampingan. Hasil yang dicapai dalam kegiatan ini adalah perancangan tata letak produksi nanokitosan yang berintegrasi dengan pengolahan sampah organik menggunakan magot BSF. Hasil lain yang diperoleh adalah SOP Produksi Nanokitosan sebagai transfer teknologi prosesnya.

Kata Kunci— antimikroba, gelas ionic, nano partikel, perancangan, UMKM

I. PENDAHULUAN

Baratan merupakan kelurahan di Kecamatan Patrang, Kabupaten Jember, Provinsi Jawa Timur. Peta lokasi Baratan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Desa Baratan, Jember

Desa baratan telah melakukan pengolahan sampah secara mandiri menggunakan maggot yang diawali dengan manajemen bank sampah. Pengelolaan sampah organik dilakukan oleh PT. Sarana Utama Welltrash yang terletak di Kecamatan Summersari. Industri tersebut melakukan manajemen pengelolaan sampah baik organik, non organik (plastik, kaca, dan logam) serta limbah B3.

PT. Sarana Utama Welltrash merupakan perusahaan pengumpulan, pemilihan, pemilahan, daur ulang serta jasa pengolahan limbah yang bertanggung jawab dalam memajemen bank sampah sebagai substrat maggot BSF di Desa Baratan. Sampah di Desa Baratan setelah dipilah PT. Sarana Utama Welltrash diolah menggunakan magot untuk menghasilkan pengolahan sampah dengan prinsip *zero waste*. UMKM Republik Larva adalah pengolah sampah dengan maggot di Desa Baratan. Proses pengolahan sampah organik dengan magot BSF menghasilkan limbah selongsong pupa BSF (Salman,

Ukhrawi, & Azim, 2020). Limbah tersebut mengandung kadar Nitrogen tinggi (Wahyuni et al., 2020) sehingga baik digunakan sebagai pupuk alami atau bahan pembuatan pupuk alami tanaman (Dewi, Ardiansyah, Fadhlil, & Wahyuni, 2021). Berdasarkan hal tersebut UMKM Republik larva menjual kembali limbah selongsong pupa BSF yang jumlahnya dapat mencapai 30kg/hari dengan harga jual 3.000 IDR/kg.

Komposisi Nitrogen yang tinggi dalam selongsong pupa BSF mengindikasikan bahwa bahan limbah vertebrata tersebut mengandung kitin yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan kitosan dan lebih lanjut nanokitosan (Wahyuni et al., 2021). Nanokitosan banyak digunakan di industri farmasi (Escárcega-Galaz et al., 2018), kosmetik (Abd-Allah, Abdel-Aziz, & Nasr, 2020) dan pangan (Gandomi, Abbaszadeh, Misaghi, Bokaie, & Noori, 2016; Irianto & Muljanah, 2011; Jana & Jana, 2017; Lopez-Santamarina et al., 2020; Trimudita & Djaenudin, 2021).

Pada industri pangan nanokitosan digunakan sebagai bahan antimikroba untuk mendesinfeksi pangan segar beserta alat dan mesin pengolahan tanpa menghasilkan residu yang dapat membahayakan pengkonsumsinya (McClements, 2020). Kombinasi aplikasi nanokitosan dalam bidang pangan dan kesehatan, digunakan sebagai senyawa untuk mengontrol mekanisme rilis komponen bioaktif dalam suplemen atau pangan fungsional (Cheba, 2020).

Berdasarkan potensi tersebut, perlu dilakukan penyuluhan, pelatihan dan pendampingan pada UMKM Republik Larva untuk meningkatkan nilai tambah produk samping yang dapat dihasilkan yaitu pengolahan limbah selongsong pupa BSF menjadi nanokitosan. Kendala awal yang dihadapi UMKM Republik larva adalah keterbatasan kurangnya pengetahuan teknologi proses

Pendampingan awal yang dilakukan adalah perancangan tata letak ruang produksi dengan memanfaatkan lokasi bangunan produksi yang saat ini telah dimiliki oleh UMK Republik Larva. Pendampingan juga turut dilakukan pada pembuatan SOP produksi yang dibutuhkan dalam proses produksi nanokitosan dari limbah selongsong pupa BSF.

Target yang dihasilkan pada program pengabdian kepada masyarakat ini adalah perancangan tata letak produksi nanokitosan dari limbah BSF. Luaran yang dihasilkan dari kegiatan ini adalah tersedianya denah tata letak ruang produksi sebagai acuan dalam mempersiapkan pengoperasian UMKM dalam pengolahan limbah selongsong pupa BSF menjadi nanokitosan. Luaran lain yang akan dialih teknologikan adalah SOP produksi nanokitosan dari limbah selongsong PUPA BSF.

II. METODOLOGI

Kegiatan pengabdian pada masyarakat berlokasi di UMKM Republik Larva Desa Baratan Kecamatan Summersari Jember. Metode yang digunakan dalam kegiatan pengabdian sebagai berikut :

A. Penyuluhan

1. FGD (*Focus Group Discussion*) kepada mitra berkaitan program kegiatan pengabdian kepada masyarakat. FGD bertujuan untuk menggali kendala dan memberikan solusi dari kendala yang disampaikan dalam forum diskusi tersebut.
2. Penyuluhan peningkatan manajemen produksi melalui diversifikasi produk samping yang bernilai tambah. Berkaitan dengan proses produksi nanokitosan dari limbah selongsong pupa BSF. Peningkatan manajemen produksi dilakukan melalui penyuluhan cara produksi yang baik dan aman melalui penyusunan SOP produksi nanokitosan yang dilanjutkan dalam tahapan kegiatan pendampingan pada program pengabdian masyarakat yang dilakukan.
3. Penyuluhan sistem produksi yang baik dengan mengatur ulang tata letak fasilitas produksi. Penataan ulang fasilitas produksi dilakukan untuk memaksimalkan lahan yang dimiliki mitra sehingga dapat mengatasi kendala awal kurangnya modal untuk lahan dan pekerjaan sipil dalam pendirian industri rumahan nanokitosan.

B. Pelatihan

1. Pelatihan pemasaran produk secara online untuk meningkatkan daya jual produk dan memperluas pangsa pasar
2. Pelatihan pembuatan nanokitosan dari limbah selongsong pupa BSF dalam rangka meningkatkan nilai tambah keekonomian selong pupa BSF yang dihasilkan dari pengolahan sampah organik menggunakan magot BSF.
3. Pelatihan pengolahan limbah cair produksi nanokitosan yang dihasilkan dengan tujuan melestarikan lingkungan agar tidak tercemar bahan kimia berbahaya.

C. Pendampingan

Pendampingan dilakukan pada proses kegiatan perencanaan tata letak produksi untuk merancang tata letak produksi nanokitosan yang berintegrasi dengan lokasi pengolahan sampah organik menggunakan magot BSF. Pendampingan lainnya adalah pada pembuatan SOP produksi nanokitosan dari limbah selongsong pupa BSF beserta dengan instruksi kerja dan form produksi. Hal tersebut dilakukan dengan tujuan mempermudah proses pengajuan legalisasi produk nanokitosan yang akan dilakukan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Lalat BSF merupakan lalat yang berasal dari Amerika dan larvanya telah banyak dimanfaatkan sebagai pengolah limbah khususnya limbah organik. Lalat BSF tersebut banyak ditemukan di daerah tropis dan antara daerah dengan temperatur yang hangat. Fasa hidup BSF dimulai dari telur, larva (maggot), prepupa, pupa hingga menjadi lalat tantara hitam (BSF) disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Daur Hidup BSF

Limbah padat *Black Soldier Fly* (BSF) memiliki nilai ekonomis tinggi, mengandung senyawa kitin sekitar 30 - 40%. Kitin merupakan bahan terbesar kedua yang tersedia di alam setelah selulosa. Kitosan merupakan kopolimer Dglucosamine dan N-acetyl-D-glucosamine dengan ikatan β -(1-4), yang diperoleh dari alkali atau deasetilasi enzimatis dari polisakarida kitin. Kitosan mempunyai nama kimia Poly N-asetil-D-glucosamine (atau beta (1-4) 2-asetamido-2-deoxy-D-glucose). Perbedaan antara kitin dan kitosan adalah pada setiap cincin molekul kitin terdapat gugus asetil (-CH₃-CO) pada atom karbon kedua, sedangkan pada kitosan terdapat gugus amina (-NH) (Cheba, 2020). Beberapa penelitian menyatakan bahwa kitosan efektif dalam mempercepat penyembuhan luka karena mempunyai sifat spesifik yaitu adanya sifat bioaktif, biokompatibel, anti bakteri, anti jamur dan dapat terbiodegradasi (Escárcega-Galaz et al., 2018).

Modifikasi kitosan baik secara kimia maupun fisik dapat mempengaruhi sifat fungsionalnya. Modifikasi fisik pada kitosan mencakup perubahan ukuran partikel atau butiran kitosan menjadi lebih kecil untuk pemanfaatan yang lebih luas, perkembangan modifikasi fisik dan kimiawi mengarah ke bentuk nanopartikel. Aplikasi nanoteknologi membuat revolusi baru dalam dunia industri, nanoteknologi meliputi usaha dan konsep untuk menghasilkan material atau bahan berskala nanometer, mengeksplorasi dan merekayasa karakteristik material atau bahan tersebut, serta mendesain ulang ke dalam bentuk, ukuran dan fungsi yang diinginkan. Nano kitosan adalah nano partikel dari kitosan yang memiliki daya serap lebih baik dan kemampuan yang lebih baik sebagai antibakteri dan antijamur daripada kitosan dengan ukuran biasa.

Hasil Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini, berupa kegiatan – kegiatan yang dilaksanakan sebagai berikut :

A. Sosialisasi Program Pengabdian Kepada Masyarakat

Kegiatan awal pengabdian kepada masyarakat adalah sosialisasi dan pengenalan program pengabdian kepada UMKM Republik Larva selaku mitra. Kegiatan dilakukan pada tanggal 8 Agustus 2022



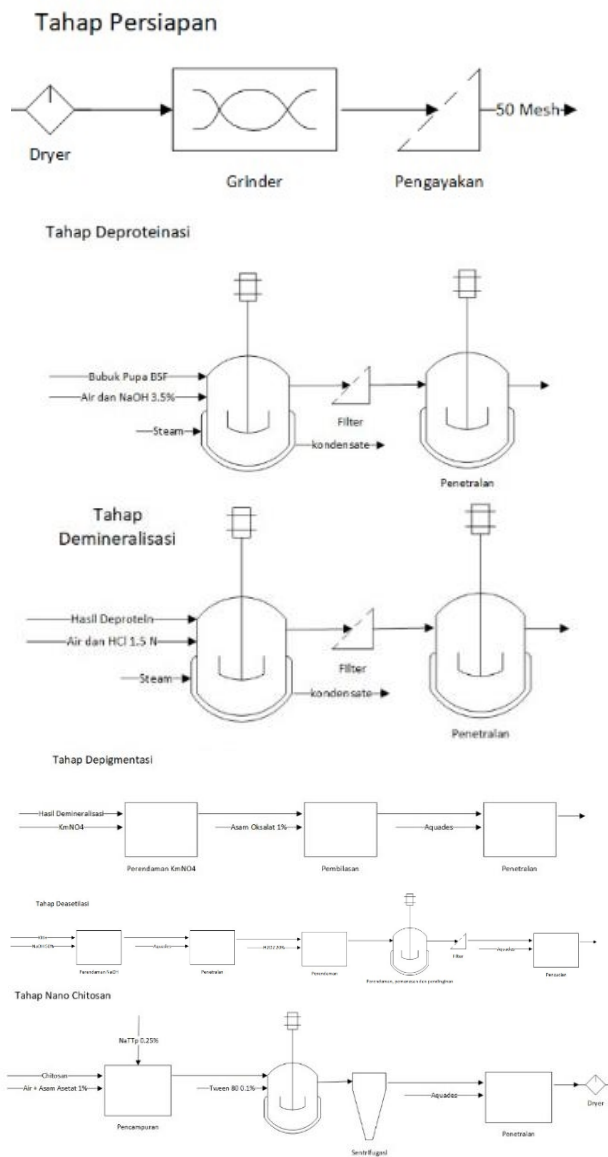
Gambar 3. Diskusi bersama Mitra Republik Larva Desa Baratan Jember

Berdasarkan hasil diskusi awal, UMKM Republik Larva antusias dalam mengembangkan hasil usahanya dengan cara diversifikasi produk yang dihasilkan untuk meningkatkan nilai tambah bahan baku maupun produknya. Kendala awal yang dihadapi adalah permodalan untuk penyediaan lahan serta pekerjaan sipil yang perlu dilakukan sehubungan dengan munculnya tahapan proses yang benar - benar baru, belum ada sebelumnya. Kendala lain yang dihadapi adalah belum adanya sumberdaya manusia yang memiliki kompetensi untuk melakukan produksi nanokitosan dari limbah selongsong pupa BSF, sehingga diperlukan kegiatan penyuluhan serta pendampingan alih teknologi proses produksi. Pengatahuan mengenai alat yang digunakan juga turut menjadi kendala, sebab kesalahan pengoperasian alat yang digunakan dapat mengakibatkan kecelakaan kerja yang tidak diharapkan.

B. Perancangan Tahapan proses

Perancangan tahapan proses dilakukan berdasarkan tahapan proses produksi nanokitosan dari limbah selongsong pupa BSF yang disesuaikan dengan kondisi di lapangan lokasi produksi UMKM Republik Larva. Kegiatan selanjutnya adalah pembuatan tahapan proses produksi nanokitosan sesuai dengan kondisi lapangan atau sebenarnya. Perancangan turut dilakukan sebagai bentuk langkah preventif kesalahan kualitas suatu produksi dalam rangka menjamin pengendalian kualitas serta mengutamakan keselamatan dan kesehatan kerja. Usaha pengendalian kualitas merupakan salah satu Teknik dalam memantau dan meningkatkan keunggulan produk sehingga dapat dengan tepat dimanfaatkan konsumen.

Perancangan diawali dengan membuat diagram proses produksi nanokitosan dari biomassa selongsong pupa BSF, disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Teknologi Proses Produksi Nanokitosan dari Biomassa Pupa BSF

Tahapan produksi nanokitosan merujuk pada Gambar 4 dilakukan secara kontinyu dan disesuaikan dengan kondisi lapangan. Uraian tahapan proses sesuai pada Gambar 4, dijelaskan sebagai berikut :

1. Tahap persiapan

Proses yang dilakukan pada limbah selongsong pupa di tahap ini adalah pencucian dengan air bersih mengalir, pengeringan menggunakan blower, penepungan serta penyeragaman ukuran mesh tepung limbah selongsong pupa BSF. Tujuan utama tahap ini adalah penghilangan kadar air dan perluasan permukaan bahan melalui pengecilan ukuran.

2. Tahap deproteinasi

Deproteinasi bertujuan menghilangkan protein dalam bahan limbah selongsong pupa BSF menggunakan basa kuat berkonsentrasi rendah

3. Tahap demineralisasi

Deproteinasi bertujuan menghilangkan mineral dalam bahan limbah selongsong pupa BSF menggunakan asam kuat dengan Normalitas rendah berkonsentrasi rendah

4. Tahap depigmentasi

Deproteinasi bertujuan menghilangkan pigmen dalam bahan limbah selongsong pupa BSF yang dapat membuat produk nanokitosan yang akan dihasilkan tidak berwarna cerah. Depigmentasi dapat dilakukan menggunakan $KMnO_4$ berkonsentrasi rendah

5. Tahap deasetilasi

Deasetilasi bertujuan untuk merubah struktur kitin menjadi kitosan menggunakan basa. Kitosan bersifat antimikroba dapat digunakan pada bidang pangan maupun farmasi.

6. Tahap pembuatan nanokitosan

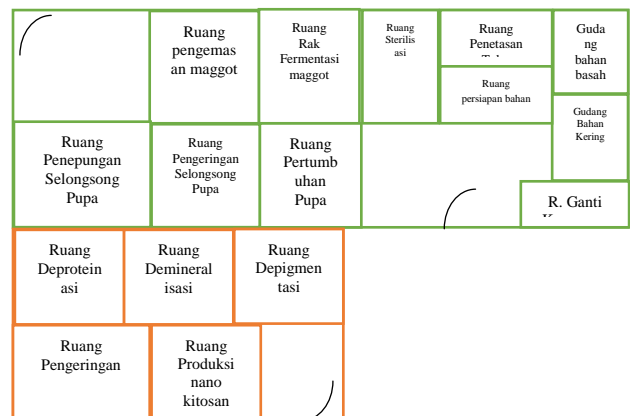
Proses ini bertujuan untuk merubah kitosan menjadi nanokitosan menggunakan NaTPP dan Tween hingga ukuran partikel kitosan mencapai ukuran nano yaitu maksimum 100 mikron.

SOP produksi yang dibuat dalam penelitian ini disusun berdasarkan tahapan proses produksi nanokitosan Gambar 4 yang turut diuraikan pada bagian sebelumnya.

C. Perancangan Tata Letak Produksi Nano -kitosan dari limbah selongsong Pupa BSF

Kegiatan penyuluhan yang dilakukan pada tahap kedua adalah pembuatan rancangan tata letak produksi. Perancangan tata letak produksi nanokitosan berintegrasi dengan pengolahan sampah organik menggunakan magot BSF. Tujuan awal kegiatan ini adalah meminimalisasi biaya modal investasi lahan dan pekerjaan sipil yang akan terjadi akibat diversifikasi proses dan produk baru. Berdasarkan hasil penelusuran kegiatan FGD tahap awal, perancangan tata letak yang berintegrasi juga turut dilakukan untuk menurunkan biaya transportasi bahan baku. Hasil perancangan tata letak produksi dapat dilihat pada Gambar 5.

Perancangan ulang tata letak produksi dilakukan dengan berkoordinasi dengan mitra, dengan melakukan berbagai pertimbangan beberapa peralatan yang tidak dapat dipindahkan. Kegiatan merancang bangun layout dilakukan pada tanggal 12 September 2022.



Gambar 5. Design Denah Produksi

D. Pelatihan Pemasaran Online

Pelatihan pemasaran dilakukan dengan tujuan meningkatkan kemampuan mitra mengenai tata cara pemasaran yang baik. Memiliki pengertian yang berbeda, pelatihan pemasaran online bertujuan meraih peluang pasar yang lebih luas. Pemasaran online memanfaatkan berbagai platform e-commerce. Materi yang disampaikan adalah cara membuat akun pada berbagai platform e-commerce. Setelah proses registrasi selesai dilakukan, produk yang akan dijual harus ditampilkan pada laman e-commerce sebelum 90 hari.

E. Pelatihan Pengolahan Limbah

Limbah adalah sisa hasil produksi manusia untuk menghasilkan barang dan jasa dan dapat bersifat dapat mencemari lingkungan, ada yang bermanfaat secara tidak langsung atau tidak bermanfaat serta tidak memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Zat atau bahan yang dihasilkan dari proses produksi nanokitosan akan menjadi limbah yang pada kondisi tertentu tidak diinginkan oleh lingkungan karena dapat menurunkan kualitas lingkungan.

Pelatihan pengolahan limbah dilakukan dengan tujuan memberishkan air hasil pencucian endapan yang dihasilkan selama proses pengolahan produksi nanokitosan dari limbah selongsong pupa BSF.

IV. KESIMPULAN

UMKM Republik larva menyambut dengan baik kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilaksanakan dengan tujuan peningkatan nilai tambah limbah selongsong pupa BSF yang dihasilkan dari pengolahan sampah organik menggunakan magot BSF. Hasil pelaksanaan kegiatan ini, dapat disimpulkan sebagai berikut : limbah selongsong pupa BSF yang dihasilkan dari pengolahan limbah organik menggunakan magot dapat ditingkatkan nilai tambah keekonomiannya, kapasitas produksi selongsong pupa BSF dapat meningkat seiring dengan proyeksi permintaan pasar nanokitosan yang meningkat, layouting alur kerja menjadi lebih efisien berkat dilakukannya perubahan tata letak pengolahan sampah organik dan produksi nanokitosan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd-Allah, H., Abdel-Aziz, R. T. A., & Nasr, M. (2020). Chitosan nanoparticles making their way to clinical practice: A feasibility study on their topical use for acne treatment. *International Journal of Biological Macromolecules*, 156, 262–270. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2020.04.040
- Cheba, B. A. (2020). Chitosan: Properties, modifications and food nanobiotechnology. *Procedia Manufacturing*, 46(2019), 652–658. doi: 10.1016/j.promfg.2020.03.093
- Dewi, R. K., Ardiansyah, F., Fadhilil, R. C., & Wahyuni. (2021). Maggot BSF: Kualitas Fisik dan Kimianya. In *Fapet.Unisla.Ac.Id*. Retrieved from <http://fapet.unisla.ac.id/wp-content/uploads/2021/07/Revisi-Layout-Maggot-Ok-104hlm-15-x-23-cm-2.pdf>
- Escárcega-Galaz, A. A., Cruz-Mercado, J. L. D. La, López-Cervantes, J., Sánchez-Machado, D. I., Brito-Zurita, O. R., & Ornelas-Aguirre, J. M. (2018). Chitosan treatment for skin ulcers associated with diabetes. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 25(1), 130–135. doi: 10.1016/j.sjbs.2017.03.017
- Gandomi, H., Abbaszadeh, S., Misaghi, A., Bokaie, S., & Noori, N. (2016). Effect of chitosan-alginate encapsulation with inulin on survival of *Lactobacillus rhamnosus* GG during apple juice storage and under simulated gastrointestinal conditions. *LWT - Food Science and Technology*. doi: 10.1016/j.lwt.2016.01.064
- Irianto, H. E., & Muljanah, I. (2011). Proses dan Aplikasi Nanopartikel Kitosan Sebagai Penghantar Obat. *Squalen*, 6(1), 1–8.
- Jana, S., & Jana, S. (2017). Natural polymeric biodegradable nanoblend for macromolecules delivery. In *Recent Developments in Polymer Macro, Micro and Nano Blends: Preparation and Characterisation*. doi: 10.1016/B978-0-08-100408-1.00010-8
- Lopez-Santamarina, A., Mondragon, A. del C., Lamas, A., Miranda, J. M., Franco, C. M., & Cepeda, A. (2020). Animal-origin prebiotics based on chitin: An alternative for the future? a critical review. *Foods*, 9(6), 1–20. doi: 10.3390/foods9060782
- McClements, D. J. (2020). Recent advances in the production and application of nano-enabled bioactive food ingredients. *Current Opinion in Food Science*, 33, 85–90. doi: 10.1016/j.cofs.2020.02.004
- Salman, Ukhrawi, L. M., & Azim, M. T. (2020). Budidaya Maggot Lalat BSF sebagai Pakan Ternak. *Jurnal Karya Pengabdian*, 2(1), 7–11.
- Trimudita, R. F., & Djaenudin. (2021). Enkapsulasi Probiotik *Lactobacillus* sp. Menggunakan. *Serambi Engineering*, VI(2), 1832–1841.
- Wahyuni, S., Fauziyah, R., Abdul Aziz, M., Dewantara Eris, D., Tejo Prakoso, H., Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia, P., & Riset Perkebunan Nusantara JI Taman Kencana No, P. (2021). Sintesis Komposit Kitosan berbasis Selongsong Black Soldier Fly (BSF) dengan Ekstrak Daun Kipahit dan Uji Penghambatannya terhadap *Xanthomonas oryzae*. *Jurnal Rekayasa Bahan Alam Dan Energi Berkelanjutan*, 5(2), 16–23.
- Wahyuni, S., Selvina, R., Fauziyah, R., Prakoso, H. T., Priyono, P., & Siswanto, S. (2020). Optimasi

Suhu dan Waktu Deasetilasi Kitin Berbasis
Selongsong Maggot (*Hermetia ilucens*)
Menjadi Kitosan. *Jurnal Ilmu Pertanian
Indonesia*, 25(3), 373–381. doi:
10.18343/jipi.25.3.373