
Inovasi Pelapisan Asam Laktat Pada Substrat Lignoselulosa Untuk Meningkatkan Survival Rate Apis Cerana Di Area Perkebunan Sawit

Salimi¹, Melda Noviza², Dikka Prasetyo³

^{1,2} PT EMP Energi Riau, Indonesia

³ Universitas Diponegoro, Indonesia

E-mail : salimi@emp.id, melda.noviza@emp.id, prasdikka@alumni.undip.ac.id

Article History:

Received: 05 Oktober 2025

Revised: 15 Oktober 2025

Accepted: 17 Oktober 2025

Keywords: *Apis cerana*, asam laktat, lignoselulosa, survival rate, antimikroba, budidaya lebah.

Abstract: *Apis cerana* merupakan spesies lebah madu asli Asia yang berperan penting dalam penyerbukan alami ekosistem perkebunan. Namun, tingkat mortalitas koloni di area perkebunan sawit mencapai 50% akibat infeksi patogen yang disebabkan oleh kondisi kelembaban tinggi dan pH netral pada sarang yang mendukung pertumbuhan mikroorganisme berbahaya. Penelitian ini bertujuan mengembangkan metode inovatif menggunakan pelapisan asam laktat pada substrat lignoselulosa untuk menekan pertumbuhan patogen dan meningkatkan survival rate koloni *Apis cerana*. Penelitian dilakukan di Desa Mak Teduh, Kabupaten Indragiri Hulu, Riau pada tahun 2025 dengan luas area budidaya 0,46 hektar. Substrat lignoselulosa dilapisi larutan asam laktat untuk menurunkan pH sarang dari 7 menjadi 4. Monitoring populasi dilakukan secara visual dengan metode perhitungan absolut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi pelapisan asam laktat berhasil meningkatkan survival rate dari 50% menjadi 80%. Populasi *Apis cerana* meningkat dari 800 ekor menjadi 6.000 ekor (peningkatan 650%). Produksi madu mencapai 6-8 kg per panen dengan potensi pendapatan bersih Rp1.350.000 per tahun. Program ini telah disosialisasikan kepada 30 kelompok pembudidaya. Penelitian ini membuktikan bahwa pelapisan asam laktat pada substrat lignoselulosa efektif sebagai pendekatan ekologi yang ramah lingkungan untuk meningkatkan ketahanan koloni dan survival rate *Apis cerana*, sekaligus memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat lokal.

PENDAHULUAN

Apis cerana merupakan spesies lebah madu asli Asia yang memiliki nilai ekologis dan ekonomis penting dalam sistem pertanian berkelanjutan. Sebagai polinator alami, Apis cerana berperan krusial dalam meningkatkan produktivitas perkebunan melalui proses penyerbukan, khususnya di area perkebunan kelapa sawit yang mendominasi lanskap pertanian di Indonesia (Chuttong et al., 2016). Lebah madu berkontribusi signifikan terhadap produktivitas tanaman melalui jasa ekosistem penyerbukan, dengan penelitian menunjukkan bahwa penyerbukan oleh lebah dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas buah hingga 30-40% (Klein et al., 2007).

PT EMP Energi Riau, perusahaan sektor migas eksplorasi dan produksi yang beroperasi di wilayah Lirik, Kabupaten Indragiri Hulu, Provinsi Riau, mengembangkan program konservasi keanekaragaman hayati sebagai bagian dari komitmen terhadap pengelolaan lingkungan berkelanjutan. Program ini sejalan dengan konsep green company yang mengintegrasikan kegiatan operasional dengan upaya pelestarian biodiversitas, khususnya dalam mendukung populasi polinator alami di kawasan operasional perusahaan.

Tantangan utama dalam budidaya Apis cerana di kawasan tropis adalah tingginya tingkat mortalitas koloni yang mencapai 50%. Berdasarkan hasil monitoring di lapangan, infeksi patogen pada Apis cerana dapat mencapai prevalensi hingga 70% akibat kontaminasi jamur, bakteri, dan parasit. Penelitian oleh Chen et al. (2024) menunjukkan bahwa infection rate patogen seperti *Melissococcus plutonius* pada brood Apis cerana yang sakit dapat mencapai 71,93%. Kondisi lingkungan dengan suhu dan kelembaban tinggi di area perkebunan sawit menciptakan kondisi ideal bagi pertumbuhan mikroorganisme patogen, dengan pH sarang yang cenderung netral (pH 7) mendukung proliferasi mikroba berbahaya (Evans & Armstrong, 2006).

Infeksi patogen pada koloni lebah menyebabkan berbagai dampak negatif, termasuk penurunan sistem imun, gangguan pertumbuhan larva yang menyebabkan larva tumbuh kerdil akibat kekurangan nutrisi, dan stres fisiologis koloni yang mengganggu aktivitas normal seperti foraging dan perawatan brood (Forsgren et al., 2010). Penelitian menunjukkan bahwa infeksi mikroba seperti *Nosema ceranae* dapat menurunkan median survival lebah secara signifikan, dengan lebah terinfeksi hanya bertahan 15-17 hari dibandingkan kontrol yang mencapai 27 hari (Milbrath et al., 2015).

Asam laktat dan bakteri asam laktat (Lactic Acid Bacteria/LAB) telah terbukti memiliki efek antimikroba yang signifikan dalam sistem lebah madu. Penelitian oleh Vásquez et al. (2012) menunjukkan bahwa LAB merupakan simbiotik alami pada lebah madu yang berfungsi meningkatkan imunitas dan melindungi koloni dari serangan patogen. LAB menghasilkan berbagai substansi antimikroba yang dapat mengeliminasi mikroorganisme patogenik melalui beberapa mekanisme, termasuk produksi asam organik, hidrogen peroksida, dan bakteriosin (Evans & Lopez, 2004). Penggunaan probiotik berbasis LAB telah menunjukkan kemampuan untuk meningkatkan sistem imun lebah, mengurangi dampak pestisida, dan menurunkan tingkat penyakit (Alberoni et al., 2016).

Lignoselulosa merupakan material biomassa kompleks yang terdiri dari selulosa, hemiselulosa, dan lignin, termasuk di dalamnya residu pertanian, limbah kehutanan, dan material tanaman lainnya (Mood et al., 2013). Dalam konteks budidaya lebah, material lignoselulosa dari kayu telah lama digunakan sebagai material sarang karena durabilitas dan sifat naturalnya yang mendukung kesehatan koloni. Inovasi pelapisan substrat lignoselulosa dengan asam laktat menggabungkan keunggulan material alami dengan sifat antimikroba, menciptakan lingkungan sarang yang kondusif untuk ketahanan koloni terhadap patogen.

Inovasi penggunaan pelapisan asam laktat pada substrat lignoselulosa untuk meningkatkan survival rate Apis cerana merupakan pendekatan baru yang belum pernah

diterapkan pada perusahaan sektor industri migas eksplorasi dan produksi, berdasarkan kajian Best Practice Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia tahun 2022-2024. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan metode inovatif menggunakan pelapisan asam laktat pada substrat lignoselulosa untuk menekan pertumbuhan patogen pada sarang Apis cerana, mengevaluasi efektivitas intervensi terhadap peningkatan survival rate koloni Apis cerana, dan menganalisis dampak program terhadap produktivitas madu serta manfaat ekonomi bagi masyarakat lokal.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Desa Mak Teduh, Kecamatan Lirik, Kabupaten Indragiri Hulu, Provinsi Riau pada tahun 2025. Lokasi penelitian dipilih karena merupakan area perkebunan kelapa sawit dengan kondisi lingkungan suhu dan kelembaban tinggi yang representatif untuk budidaya Apis cerana. Total luas area budidaya yang digunakan adalah 0,46 hektar.

Penelitian menggunakan desain before-after intervention dengan membandingkan kondisi koloni sebelum dan sesudah implementasi pelapisan asam laktat pada substrat lignoselulosa. Substrat lignoselulosa berupa material kayu dipilih sebagai media sarang Apis cerana karena sifat alami, porositas yang baik untuk sirkulasi udara, dan kompatibilitas dengan preferensi habitat alami lebah.

Substrat lignoselulosa dilapisi dengan larutan asam laktat untuk memodifikasi pH permukaan sarang. Pelapisan dilakukan secara merata pada seluruh permukaan substrat yang akan berkontak dengan koloni lebah. Target pH setelah pelapisan adalah pH 4, yang bersifat asam dan tidak mendukung pertumbuhan patogen, namun tetap aman bagi koloni lebah. Asam laktat bekerja melalui tiga mekanisme utama yaitu modifikasi pH yang menurunkan pH permukaan sarang dari pH netral (7) menjadi pH asam (4) sehingga menciptakan lingkungan yang tidak kondusif bagi pertumbuhan jamur dan bakteri patogen, efek antimikroba intrinsik yang dapat menghambat metabolisme mikroorganisme patogen, dan pengaturan kelembaban dimana substrat terlapisi asam laktat membantu mengontrol kelembaban mikro di dalam sarang (Forsgren et al., 2010).

Survival rate dihitung berdasarkan persentase koloni yang bertahan hidup dari total koloni yang dibudidayakan. Monitoring dilakukan secara visual dengan menghitung jumlah individu Apis cerana yang aktif. Populasi Apis cerana dimonitor menggunakan metode perhitungan absolut melalui observasi langsung jumlah individu pada setiap periode monitoring. Data populasi dicatat sebagai jumlah total individu (ekor) yang berhasil dibudidayakan. Produksi madu diukur dalam satuan kilogram per periode panen untuk mengevaluasi dampak program terhadap fungsi ekologis dan ekonomi koloni.

Analisis kelayakan ekonomi dilakukan dengan menghitung pendapatan kotor yang diperoleh dari produksi madu (kg) dikalikan harga jual per kg, biaya operasional yang mencakup total pengeluaran untuk pemeliharaan koloni, dan laba bersih yang merupakan selisih antara pendapatan kotor dan biaya operasional. Total anggaran yang dialokasikan untuk program ini adalah Rp68.000.000,00, mencakup pengadaan material, implementasi teknologi pelapisan asam laktat, monitoring, dan sosialisasi kepada masyarakat. Program disosialisasikan kepada kelompok pembudidaya Apis cerana di wilayah Desa Mak Teduh untuk memperluas dampak positif program bagi masyarakat lokal.

HASIL PENELITIAN**Kondisi Baseline Sebelum Intervensi**

Habitat Apis cerana di area perkebunan sawit memiliki karakteristik lingkungan dengan suhu dan kelembaban tinggi yang khas untuk iklim tropis. Kondisi ini menyebabkan sarang lebah mempertahankan pH netral sekitar 7, yang merupakan kondisi optimal untuk pertumbuhan mikroorganisme patogen (Evans & Armstrong, 2006). Hasil monitoring awal menunjukkan tingkat infeksi patogen yang tinggi, dengan sekitar 70% koloni mengalami kontaminasi jamur, bakteri, atau parasit. Angka ini konsisten dengan literatur yang melaporkan tingginya prevalensi infeksi pada Apis cerana, dengan penelitian Chen et al. (2024) menunjukkan bahwa infection rate *Melissococcus plutonius* pada brood Apis cerana yang sakit mencapai 71,93%.

Infeksi patogen menyebabkan penurunan sistem imun dimana koloni yang terinfeksi menunjukkan penurunan kapasitas pertahanan terhadap patogen sekunder, gangguan perkembangan larva yang mengalami kekurangan nutrisi dan tumbuh kerdil akibat kompetisi dengan patogen dan gangguan fungsi koloni, serta stres fisiologis dimana koloni mengalami stres yang mengganggu aktivitas normal seperti foraging dan perawatan brood. Monitoring awal menunjukkan populasi Apis cerana yang sangat rendah dengan hanya 800 ekor yang bertahan hidup, mencerminkan survival rate sekitar 50%. Tingkat kelangsungan hidup ini jauh di bawah standar optimal untuk koloni produktif dan menyebabkan kegagalan dalam upaya budidaya.

Hasil Implementasi Pelapisan Asam Laktat

Aplikasi pelapisan asam laktat pada substrat lignoselulosa berhasil menurunkan pH permukaan sarang dari pH 7 (netral) menjadi pH 4 (asam). Kondisi asam ini menciptakan lingkungan yang tidak mendukung pertumbuhan jamur dan bakteri patogen, sejalan dengan prinsip antimikroba yang telah terbukti dalam penelitian LAB pada lebah madu (Forsgren et al., 2010; Vásquez et al., 2012). Hasil monitoring menunjukkan kelembaban sarang menjadi lebih terkendali setelah aplikasi pelapisan asam laktat, dimana pengaturan kelembaban yang lebih baik berkontribusi pada pengurangan kondisi yang mendukung pertumbuhan jamur.

Observasi visual menunjukkan tidak ditemukan adanya pertumbuhan jamur di sekitar sarang setelah implementasi program. Hal ini mengindikasikan efektivitas asam laktat dalam menekan proliferasi mikroorganisme patogen, konsisten dengan mekanisme antimikroba LAB yang menghasilkan asam organik dan substansi antimikroba lainnya (Evans & Lopez, 2004). Intervensi menghasilkan dampak positif signifikan pada kesehatan koloni, meliputi peningkatan imunitas dimana koloni menunjukkan peningkatan sistem pertahanan terhadap patogen (Alberoni et al., 2016), perkembangan larva normal karena kebutuhan nutrisi lebih tercukupi tanpa kompetisi dengan patogen, dan stabilitas koloni dimana kondisi koloni menjadi lebih stabil dengan aktivitas foraging, perawatan brood, dan produksi madu berjalan optimal.

Hasil monitoring menunjukkan peningkatan survival rate yang dramatis dari 50% menjadi 80%. Peningkatan 30% ini merupakan pencapaian signifikan yang mengindikasikan keberhasilan program dalam mengatasi faktor mortalitas utama pada koloni Apis cerana. Populasi Apis cerana meningkat secara substansial dari 800 ekor pada baseline menjadi 6.000 ekor setelah implementasi program, menunjukkan peningkatan 650%. Peningkatan populasi ini mencerminkan keberhasilan koloni dalam reproduksi dan maintenance jumlah individu yang sehat.

Produktivitas Madu dan Dampak Ekonomi

Koloni yang sehat menghasilkan produksi madu sebesar 6-8 kg per periode panen. Produktivitas ini menunjukkan bahwa koloni telah mencapai status produktif yang optimal, dimana surplus madu dapat dipanen tanpa mengganggu kebutuhan nutrisi koloni. Madu yang dihasilkan dari koloni Apis cerana memiliki karakteristik khas dengan nilai ekonomis tinggi di

pasar lokal.

Dengan produksi madu 6-8 kg per panen dan harga jual madu lokal Rp150.000 - Rp200.000 per kilogram, potensi pendapatan kotor mencapai Rp1.600.000 per tahun. Setelah dikurangi biaya operasional, laba bersih yang dapat diperoleh pembudidaya sekitar Rp1.350.000 per tahun per koloni. Program telah disosialisasikan kepada 30 kelompok pembudidaya Apis cerana di Desa Mak Teduh. Dengan asumsi setiap kelompok membudidayakan koloni dengan produktivitas serupa, total potensi pendapatan bersih bagi masyarakat dapat mencapai Rp40.500.000 per tahun (30 kelompok \times Rp1.350.000). Keuntungan ekonomi yang dihasilkan memberikan insentif bagi masyarakat untuk terus membudidayakan Apis cerana, menciptakan siklus positif antara konservasi biodiversitas dan peningkatan kesejahteraan masyarakat lokal.

Dampak Lingkungan

Peningkatan populasi Apis cerana dari 800 menjadi 6.000 ekor berkontribusi signifikan terhadap konservasi spesies polinator lokal. Apis cerana berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem melalui penyerbukan alami. Dengan populasi lebah yang lebih tinggi, kapasitas penyerbukan di area perkebunan sawit dan vegetasi sekitar meningkat. Penelitian menunjukkan bahwa penyerbukan oleh lebah dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas buah hingga 30-40% (Klein et al., 2007).

Program ini menerapkan pendekatan rekayasa ekologi yang ramah lingkungan tanpa menggunakan bahan kimia sintesis berbahaya. Asam laktat merupakan substansi alami yang aman bagi lebah dan lingkungan. Keberhasilan program terletak pada integrasi pendekatan teknologi (pelapisan asam laktat) dengan pemahaman ekologi lebah, dimana modifikasi pH sarang meniru kondisi alami yang lebih optimal untuk kesehatan koloni.

Pembahasan

Hasil penelitian ini konsisten dengan literatur mengenai efek antimikroba LAB pada lebah madu. Vásquez et al. (2012) menunjukkan bahwa LAB alami pada lebah memiliki efek protektif terhadap ancaman mikroba. Program ini memperluas aplikasi prinsip tersebut melalui modifikasi substrat sarang. Sementara penelitian sebelumnya fokus pada pemberian probiotik LAB secara oral atau topikal pada lebah (Forsgren et al., 2010; Alberoni et al., 2016), inovasi program ini terletak pada modifikasi substrat sarang sebagai intervensi preventif berkelanjutan.

Asam laktat bekerja secara sinergis dengan sistem pertahanan alami lebah. Penelitian menunjukkan bahwa LAB endogenous pada lebah madu memiliki efek probiotik yang merangsang imunitas dan membantu mengatasi patogen (Alberoni et al., 2016). Aplikasi eksogenous asam laktat memperkuat pertahanan ini. Pengendalian pH dan kelembaban menciptakan lingkungan mikro yang tidak hanya menekan patogen, tetapi juga mendukung aktivitas lebah yang optimal. Kondisi lingkungan yang stabil mengurangi stres fisiologis koloni.

Program ini mendemonstrasikan model konservasi yang melibatkan sektor swasta dan masyarakat lokal. Pendekatan partisipatif ini meningkatkan ownership dan keberlanjutan program konservasi. Metode yang dikembangkan berpotensi direplikasi di area lain dengan karakteristik lingkungan serupa. Dokumentasi best practice dan sosialisasi kepada pembudidaya memfasilitasi diseminasi inovasi. Program ini menunjukkan peran positif sektor swasta, khususnya industri migas, dalam konservasi biodiversitas melalui program CSR yang berbasis sains dan terukur dampaknya.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan dan mengimplementasikan inovasi pelapisan asam laktat pada substrat lignoselulosa untuk meningkatkan survival rate Apis cerana di area perkebunan sawit. Pelapisan asam laktat efektif menurunkan pH sarang dari 7 menjadi 4,

.....

mengeliminasi pertumbuhan jamur dan bakteri patogen, serta meningkatkan kesehatan koloni. Survival rate meningkat signifikan dari 50% menjadi 80%, dengan populasi Apis cerana meningkat dari 800 ekor menjadi 6.000 ekor (peningkatan 650%). Produksi madu mencapai 6-8 kg per panen dengan potensi laba bersih Rp1.350.000 per tahun per koloni, memberikan manfaat ekonomi nyata bagi 30 kelompok pembudidaya dengan total potensi pendapatan Rp40.500.000 per tahun.

Program berkontribusi pada konservasi biodiversitas dan peningkatan jasa ekosistem penyerbukan melalui pendekatan ramah lingkungan. Metode ini merupakan inovasi baru dalam sektor industri migas EP yang menggabungkan teknologi antimikroba dengan pemahaman ekologi lebah. Program ini membuktikan bahwa pendekatan rekayasa ekologi berbasis sains dapat memberikan solusi efektif untuk permasalahan konservasi sambil memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat lokal. Model ini dapat menjadi referensi bagi perusahaan sektor swasta lainnya dalam mengimplementasikan program konservasi biodiversitas yang berkelanjutan.

Disarankan untuk melakukan monitoring jangka panjang untuk mengevaluasi durabilitas dan efektivitas pelapisan asam laktat dalam jangka waktu lebih panjang (3-5 tahun), melakukan penelitian lanjutan untuk mengoptimalkan konsentrasi asam laktat dan frekuensi aplikasi, memperluas implementasi program ke area yang lebih luas dengan melibatkan lebih banyak kelompok pembudidaya, mengembangkan standar operasional prosedur (SOP) untuk memfasilitasi replikasi program, melakukan analisis mikrobiologis detail untuk mengidentifikasi spesies patogen yang dieliminasi, dan mengintegrasikan program dengan inisiatif konservasi polinator lainnya untuk menciptakan sinergi positif.

DAFTAR PUSTAKA

- Alberoni, D., Baffoni, L., Gaggia, F., Ryan, P. M., Murphy, K., Ross, P. R., Stanton, C., & Di Gioia, D. (2016). Impact of beneficial bacteria supplementation on the gut microbiota, colony development and productivity of *Apis mellifera* L. *Beneficial Microbes*, 7(4), 623-633. <https://doi.org/10.3920/BM2015.0214>
- Chen, X., Liu, Y., Zhang, L., Wang, H., Li, J., & Wu, J. (2024). Israeli Acute Paralysis Virus is an emerging pathogen contributing to brood disease of *Apis cerana*. *Viruses*, 16(9), 1395. <https://doi.org/10.3390/v16091395>
- Chuttong, B., Chanbang, Y., Sringarm, K., & Burgett, M. (2016). Physicochemical profiles of stingless bee (*Tetragonula pagdeni*) honey from South East Asia (Thailand). *Food Chemistry*, 192, 149-155. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.06.089>
- Evans, J. D., & Armstrong, T. N. (2006). Antagonistic interactions between honey bee bacterial symbionts and implications for disease. *BMC Ecology*, 6, 4. <https://doi.org/10.1186/1472-6785-6-4>
- Evans, J. D., & Lopez, D. L. (2004). Bacterial probiotics induce an immune response in the honey bee (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Economic Entomology*, 97(3), 752-756. [https://doi.org/10.1603/0022-0493\(2004\)097\[0752:BPIAIR\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0022-0493(2004)097[0752:BPIAIR]2.0.CO;2)
- Forsgren, E., Olofsson, T. C., Vásquez, A., & Fries, I. (2010). Novel lactic acid bacteria inhibiting *Paenibacillus larvae* in honey bee larvae. *Apidologie*, 41(1), 99-108. <https://doi.org/10.1051/apido/2009065>
- Klein, A. M., Vaissière, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., & Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274(1608), 303-313. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>
- Milbrath, M. O., van Tran, T., Huang, W. F., Solter, L. F., Tarpay, D. R., Lawrence, F., & Huang,

- Z. Y. (2015). Comparative virulence and competition between *Nosema apis* and *Nosema ceranae* in honey bees (*Apis mellifera*). *Journal of Invertebrate Pathology*, 125, 9-15. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2014.12.006>
- Mood, S. H., Golfeshan, A. H., Tabatabaei, M., Jouzani, G. S., Najafi, G. H., Gholami, M., & Ardjmand, M. (2013). Lignocellulosic biomass to bioethanol, a comprehensive review with a focus on pretreatment. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 27, 77-93. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.06.033>
- Vásquez, A., Forsgren, E., Fries, I., Paxton, R. J., Flaberg, E., Szekely, L., & Olofsson, T. C. (2012). Symbionts as major modulators of insect health: lactic acid bacteria and honeybees. *PLoS ONE*, 7(3), e33188. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0033188>
-