

Pembiakan Sirih Hitam pada Petani Plasma di Sukoharjo

Dewanto Harjunowibowo¹, Yudi Rinanto², Joko Ariyanto³, Fajar Prasetya⁴, Brilian Swastika⁵

^{1,2,3} *Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret, Indonesia*

⁴ *Farmasi, Universitas Mulawarman, Indonesia*

⁵ *PT Fajar Biofarmaka Nusantara Karanganyar, Indonesia*

Corresponding Author

Nama Penulis: Dewanto Harjunowibowo

E-mail: dewanto_h@staff.uns.ac.id

Abstrak

Sirih hitam (*Piper Betle Var Nigra*) merupakan tumbuhan yang memiliki banyak manfaat untuk kesehatan. Namun, pertumbuhan daun sirih hitam tergolong lambat dibandingkan dengan tanaman serupa di alam bebas, sehingga harga pasarannya cukup tinggi. Metode pembiakan dengan stek telah dilakukan, namun kendala utamanya adalah sulitnya mengontrol kondisi lingkungan agar sesuai dengan kebutuhan tanaman. Kegiatan ini bertujuan untuk mengenalkan pertanian modern dalam rumah kaca dengan sistem kontrol kondisi temperatur, kelembaban, dan intensitas cahaya secara otomatis. Hal ini diharapkan dapat mempercepat pertumbuhan sirih hitam dan menjaga kualitas zat aktifnya sebagai obat. Kegiatan dilakukan dengan membangun greenhouse semi permanen di Desa Triyagan, Sukoharjo, serta membuat 3 sistem kontrol untuk mengontrol intensitas cahaya buatan, suhu dan kelembaban ruangan, serta kelembaban tanah. Sistem irigasi yang digunakan adalah sistem spray karena jenis akar sirih merupakan akar merambat di permukaan tanah. Kegiatan ini menunjukkan bahwa dengan sistem budidaya modern dalam greenhouse dan pelatihan pembiakan sirih hitam dengan sistem stek terarah dan cangkok, mempercepat pertumbuhan sirih hitam dan menjaga kandungan zat aktifnya. Selain itu, pelatihan pemasaran bibit ke marketplace mampu menambah pendapatan bagi mitra. Selain itu, kegiatan ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan budidaya sirih hitam yang efisien dan berkelanjutan, serta memperluas wawasan masyarakat tentang pertanian modern.

Kata kunci - Sirih hitam, Greenhouse, Pembiakan sirih hitam, Pertanian modern, Kontrol lingkungan

Abstract

Black betel leaf (*Piper Betle Var. Nigra*) is a plant known for its many health benefits. However, the growth of black betel leaves is relatively slow compared to similar plants in the wild, leading to a high market price. Propagation methods using cuttings have been attempted, but the main challenge is the difficulty in controlling the environmental conditions to meet the plant's needs. This project aims to introduce modern agriculture in a greenhouse with an automatic control system for temperature, humidity, and light intensity. It is hoped that this will accelerate the growth of black betel leaves and maintain the quality of their active ingredients as medicine. The activity involved constructing a semi-permanent greenhouse in Triyagan Village, Sukoharjo, and creating three control systems to regulate artificial light intensity, room temperature and humidity, and soil moisture. An irrigation system using a spray system was used because black betel roots are surface creeping roots. This project demonstrates that with modern cultivation systems in the greenhouse and training in black betel leaf propagation using directed cutting and grafting systems, the growth of black betel leaves can be accelerated while maintaining the quality of their active ingredients. Additionally, training in seedling marketing to marketplaces is expected to increase income for partners. This project is expected to contribute to the development of efficient and sustainable black betel leaf cultivation and to broaden the community's knowledge of modern agriculture.

Keywords - Black betel leaf, Greenhouse cultivation, Propagation methods, Modern agriculture, Environmental control

This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license

PENDAHULUAN

Sirih hitam masuk pada genus *Piper* dari family *Piperaceae* (Harjunowibowo et al., 2021, 2023). Daun sirih biasa digunakan sebagai obat tradisional banyak penyakit (Patra et al., 2016), beberapa diantaranya sebagai anti kanker (Wang et al., 2014) dan tumor (Kangralkar & Kulkarni, 2013), anti asma (Hajare et al., 2011), anti oksidan dan anti jamur (Li et al., 2020), dan anti bakteri (Taukoora et al., 2016) dalam mulut (Teapaisan et al., 2016). Ekstraksi dari daun sirih ini tergolong mudah dengan menggunakan berbagai pelarut seperti etanol, metanol, *chloroform*, *ethyl acetat*, *acetone* dan bahkan air untuk mendapatkan khasiatnya (Venkateswarlu & Devanna, 2014). Penanamannya sangat mudah dengan metode stek maka tunas akan muncul dan siap berkembang (Harjunowibowo et al., 2022). Namun pemeliharaan untuk sirih hitam yang langka terbilang rumit karena hutan merupakan habitat aslinya yang sulit ditiru dan beda habitat berbeda pula komposisi senyawa dan bioaktivitasnya (Li et al., 2020). Dengan demikian kandungan nutrisi tanah perlu diperbaiki dengan pupuk yang kaya akan unsur hara seperti kompos atau fermentasi urin kelinci (Islas-valdez et al., 2015; Said et al., 2018).

Selain itu penyakit jamur patogen disebabkan oleh *Phytophthora palmivora* and *Corticium rolfsii* pada akar, *Phytophthora palmivora* pada pangkal daun, *Colletotrichum capsici* pada daun dan hama *Coleoptera*, *Diptera*, *Heteroptera*, *Hymenoptera*, *Aranea* and *Acari* menjadi masalah yang sering timbul (Patra et al., 2016). Penyakit ini ditandai dengan daun mulai menguning dan jatuh berguguran, sedangkan pada akar, warna coklat kehitaman muncul dan dipastikan kematian bagi tanaman. Penyiraman yang tidak tepat menjadi salah satu penyebab busuk akar.

Cuce et al. (Cuce et al., 2016) menyatakan bahwa 80% penghematan energi dalam sebuah greenhouse dapat diperoleh melalui peningkatan kualitas konstruksi, dinding, atap, dan teknologi tepat guna. Bahkan penggunaan material polikarbonat pada dinding dan atap mampu menghemat hingga 60% (Harjunowibowo et al., 2017). Hal ini sejalan dengan penelitian Harjunowibowo et al. (Harjunowibowo et al., 2019) bahwa hilang panas pada bangunan disebabkan oleh penggunaan kaca seperti di rumah kaca sebesar 40%. Lebih jauh, dalam penelitian tersebut dikatakan bahwa penggantian kaca tunggal menjadi kaca ganda dengan plastic *polyvinyl chloride* (PVC) mampu meningkatkan nilai *thermal resistant*-nya (u-value) hingga hampir 60%. Sementara, penggunaan lampu *Light Emittance Diode* (LED) sebagai cahaya pelengkap untuk fotosintesa mampu menghemat biaya hingga 75% pertahun dibandingkan jenis lampu yang lain. Demikian pula penggunaan pengendali lingkungan dalam *greenhouse* otomatis mampu menghasilkan kondisi yang tepat bagi tanaman dan lebih hemat energi (Harjunowibowo et al., 2018).

Pemanfaatan teknologi pengendali di pertanian telah dilakukan oleh banyak peneliti. Zhou et al. menggunakan system control ZigBee untuk menjaga kelembaban tanah dan air, dan sekaligus memonitor konsentrasi CO₂ dalam rumah kaca (Zhou et al., 2013). Pengintegrasian sistem kendali dengan internet pun telah dilakukan pada prototype sensor wireless berbasis teknologi MicaZ *nodes* yang mampu mengontrol suhu, tekanan dan kelembaban greenhouse dari jarak jauh (Akkaş & Sokullu, 2017). Selain itu, IoT juga digunakan untuk memonitor dan mengatur system pengairan dalam greenhouse berbasis modul ESPresso Lite V2.0 (Mahmud et al., 2021), menyelidiki pengaruh lingkungan terhadap penambahan lebar daun anggrek (Liao et al., 2017), memprediksi cuaca pada *system smart farming* (Kamatchi & Parvathi, 2020).

Ada beberapa kelebihan dan kekurangan yang dimiliki kedua sistem tersebut. Keunggulan dari kendali berbasis IoT dan *weather forecast* adalah mudah dalam pembangunan sistem dan sederhana (Pirmagomedov & Koucheryavy, 2019) dibandingkan sistem *integrated sensors* yang rumit namun lebih akurat (Zhang et al., 2020). Sehingga untuk menjaga kondisi optimal bagi sirih hitam agar terhindar dari hama, penyakit dan tumbuh cepat diperlukan sistem kendali berbasis sensors. Teknologi ini lebih sederhana, murah, akurat dan mudah dioperasikan.

Profil Mitra

Kelompok tani Nyawiji Agriraya yang telah diambil alih PT Fajar Biofarmaka Nusantara (PT FBioN) ini berlokasi di daerah Desa Karangpandan, Tawangmangu, Karanganyar, Jawa Tengah. Di ketinggian 500m dari permukaan laut. Saat ini mereka mendapatkan kepercayaan untuk menyediakan

This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license



kebutuhan daun sirih hitam untuk dibeli oleh PT FBioN guna keperluan bahan obat Air Mancur anak perusahaan Combiphar dan PT FBioN sendiri. Daun sirih hitam basah yang disediakan kelompok tani ini akan dibeli dengan harga dikisaran 50 rb/kg. Panen perdana akan dilakukan bulan Agustus 2022 dengan target produksi sebesar 0.5 ton bahan daun basah. Pasokan ini akan dipenuhi oleh sejumlah petani lokal di bawah bimbingan mereka dari daerah Wonosobo, Sragen, Jogjakarta, dan Wonogiri.



Gambar 1.

Keadaan pembibitan di lokasi menggunakan terpal dan paranet (Harjunowibowo & Rinanto, 2020)

Sementara itu, Desa Karangpandan, Karanganyar digunakan sebagai pusat pembibitan. Pembibitan telah dilakukan dengan cara stek pada ruas daun dan ditanam dalam polybag. Penyiraman dan pemberian pupuk dilakukan tanpa menggunakan perhitungan di bawah pelindung sinar matahari seadanya seperti terlihat pada Gambar 1. Gambar 2 menunjukkan ukuran daun sirih hitam dari hutan di Banyuwangi yang besar yang dijadikan indukan dari bibit sirih hitam.



Gambar 2.

Ukuran daun Sirih Hitam dari hutan sebesar telapak tangan dewasa (Harjunowibowo & Rinanto, 2020)

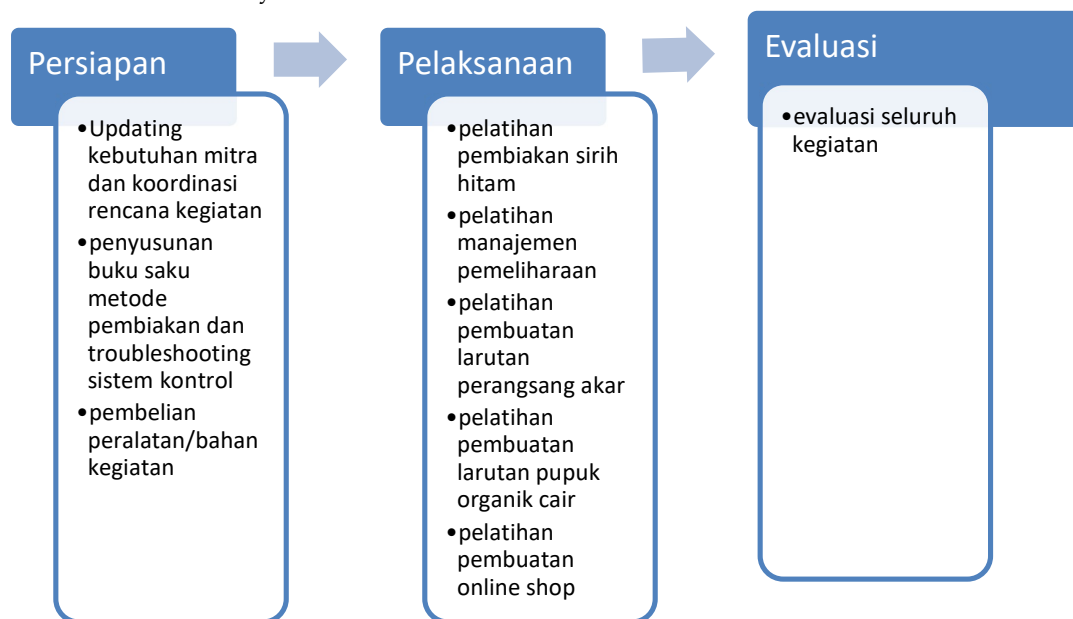
Oleh karena itu, tujuan dari kegiatan ini adalah untuk memperkenalkan konsep pertanian modern menggunakan rumah kaca yang dilengkapi dengan sistem otomatis untuk mengatur kondisi lingkungan, seperti suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya. Diharapkan bahwa pendekatan ini akan meningkatkan laju pertumbuhan tanaman sirih hitam dan menjaga kualitas zat aktifnya yang berperan sebagai obat.

METODE

Program ini bertujuan untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi mitra dalam produksi dan pemasaran, sehingga implementasinya dibagi menjadi dua bagian. Pertama, meliputi teknik pembiakan dan perawatan menggunakan teknologi rumah kaca beserta sistem kontrolnya. Kedua, melibatkan pelatihan pemasaran menggunakan platform aplikasi online.

Tim pelaksana memberikan pelatihan langsung kepada mitra mengenai proses stek dan cangkok untuk efisiensi waktu dan tempat. Pelatihan ini bertujuan untuk memberikan pengetahuan kepada mitra mengenai cara memilih indukan yang baik, perlakuan selama proses stek, pemberian hormon untuk mempercepat pertumbuhan akar, dan penanaman pada media tanah yang sudah dipersiapkan sebelumnya. Selain itu, pelatihan pemasaran juga diberikan kepada tim khusus yang bertugas membuat akun di media online. Mereka juga dilatih mengenai metode pengemasan dan pengiriman produk yang paling menguntungkan. Pelatihan dilakukan di lokasi pembiakan dengan pengambilan foto atau video yang dibutuhkan untuk promosi di toko online yang sudah dibuat. Teknik implementasi dan evaluasi dilakukan sepanjang program berlangsung bersama mitra. Informasi lebih lanjut tentang metode implementasi dapat ditemukan dalam Gambar 3.

Secara paralel, pembuatan sistem kontrol dan desain rumah kaca dilakukan di Lab PFisika, UNS. Sistem kontrol ini meliputi sistem kontrol kadar air dalam tanah, kelembaban dan suhu udara, serta kontrol cahaya matahari untuk fotosintesa. Perakitan greenhouse akan dilakukan di lokasi mitra untuk dipasang bersama-sama. Selanjutnya adalah pemasangan sistem kontrol pada rumah kaca yang telah didirikan sebelumnya.



Gambar 3.

Diagram metode pelaksanaan kegiatan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap pertama dalam kegiatan ini adalah koordinasi tim dan mitra terkait detail kegiatan yang akan dilakukan (Gambar 4). Disepakati bahwa greenhouse yang dibangun ditempatkan di Desa Triyagan, Mojolaban, Sukoharjo. PT FBioN mewakili kepada Sdr Purwanto sebagai mitra produksi se-Sukoharjo dan sekitarnya. Greenhouse disepakati menggunakan besi galvanis kanal C yang semi permanent agar memudahkan dalam perawatan dan ringan. Proses pembangunan dan bentuk akhir greenhouse diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 4.

Kondisi Sirih Hitam sebelum pembangunan



Gambar 5.

Pembersihan lahan, dan pembangunan greenhouse

Pada Gambar 5, ditunjukkan teknik shading menggunakan paranet 85% untuk mengurangi paparan sinar matahari dan UV yang tinggi di daerah gunung sehingga di dalam greenhouse menjadi lebih teduh dan tidak terlalu panas. Sensor suhu dan kelembaban sesudah dipasang paranet telah dipasang dan akan dianalisa kemudian.

Tahapan selanjutnya adalah pemasangan sistem kontrol suhu ruangan, kelembaban udara, kelembaban tanah, dan pencahayaan. Sistem kontrol yang dibuat menggunakan modul-modul

komersil agar petani mitra tidak kesulitan dalam pengoperasian, dan perawatan hingga penggantian alat jika ada yang rusak di kemudian hari.



Gambar 6.

Akar dan tunas baru dari 3 minggu pemasangan alat cangkok

Sistem irigasi yang digunakan dalam greenhouse ini adalah sprayer menyesuaikan kondisi tanaman yang masih muda dan disusun pada rak-rak yang bertingkat (Gambar7). Sprayer secara otomatis akan menyala saat kelembaban udara dibawah 80% dan berhenti saat mencapai 90%.

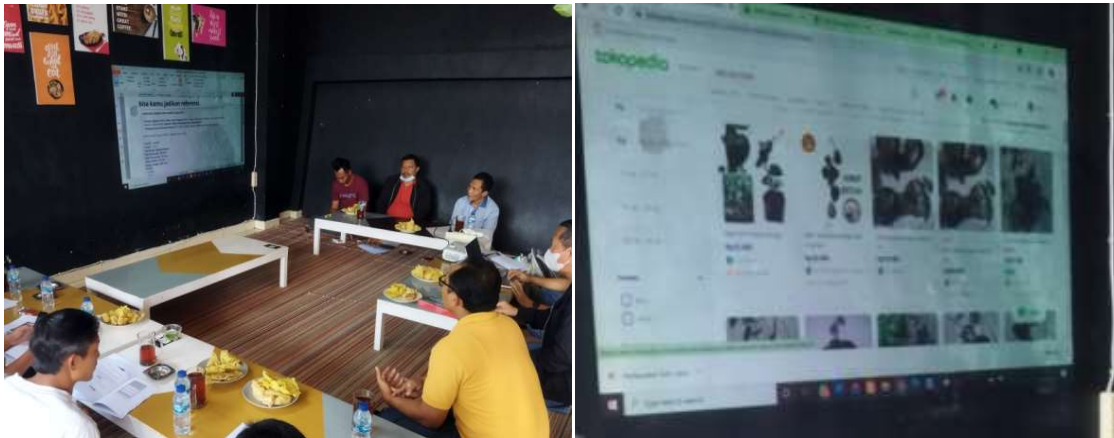


Gambar 7.

Pemasangan Sprayer dalam greenhouse

Kegiatan penyuluhan marketing diselenggarakan guna memberikan pengetahuan kepada mitra tani tentang potensi ekonomi sirih hitam dan cara penjualannya (Gambar8). penjualan bibit ini dapat dilakukan untuk menyokong biaya operasional hingga masa panen tiba. Sebuah bibit dari satu daun membutuhkan waktu 6 bulan untuk mencapai tinggi 2 meter dan memiliki daun dewasa yang

siap dipetik. Oleh sebab itu pelatihan marketing ini sangat diperlukan para petani. Sistem cangkok telah diterapkan pada sirih hitam dan terbukti mampu mempercepat perakaran dan pertumbuhan daun secara signifikan dibandingkan metode stek biasa (Gambar6).



Gambar 8.
Pelatihan e-marketing sirih hitam

KESIMPULAN

Program ini dimaksudkan untuk membantu petani mitra dari PT FBN Karangpandan Karanganyar dalam menyiapkan pasokan daun sirih hitam sebagai bahan utama obat yang diproduksi bersama PT Combiphar. Selain itu, program ini juga memberikan strategi untuk menutup biaya operasional dari masa tanam hingga panen kepada petani mitra dan komunitas sekitarnya melalui pelatihan e-marketing di platform seperti Tokopedia dan Shopee.

Melalui observasi terhadap petani, terlihat bahwa mereka sangat antusias untuk menanam sirih hitam di desa mereka masing-masing. Para peserta pelatihan menyadari bahwa kondisi lingkungan di Triyagan sangat berbeda dengan habitat asli sirih hitam di Gunung di Banyuwangi. Oleh karena itu, mereka membutuhkan teknologi sederhana yang dapat memenuhi kebutuhan lingkungan sirih hitam.

Salah satu masalah yang masih belum terpecahkan dari pembudidayaan di Wonosobo adalah tanaman sering mengalami layu karena perjalanan yang jauh selama dua hari. Salah satu solusi yang dapat dilakukan adalah melakukan penyetekan di Solo setelah tanaman beradaptasi dengan tanah dan lingkungan sekitarnya. Selain itu, seringkali persentase tanaman stek yang mati sangat tinggi karena ruas stek masih terlalu muda dan belum berakar. Dengan menggunakan sistem pembiakan cangkok, masalah tersebut dapat diatasi. Akar terbentuk di ruas sulur induk sehingga proses stek biasa dapat dilakukan dengan kematian bibit yang kecil. Metode ini telah berhasil diterapkan dengan mitra tani di Triyagan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM Universitas Sebelas Maret (UNS) dan kepada Kemdikbudristek hibah PKM no 096/E5/PG.02.00.PT/2022 atas pendanaan yang diberikan serta kepada PT FBION Karanganyar atas kerjasama dan sarana prasarana yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akkaş, M. A., & Sokullu, R. (2017). An IoT-based greenhouse monitoring system with Micaz nodes. *Procedia Computer Science*, 113, 603–608. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.08.300>
- Cuce, E., Harjunowibowo, D., & Cuce, P. M. (2016). Renewable and sustainable energy saving strategies for greenhouse systems_ A comprehensive review. *Renewable and Sustainable Energy*

This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license

- Reviews, 64, 34–59. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.05.077>
- Hajare, R., Darvhekar, V. M., Shewale, A., & Patil, V. (2011). Evaluation of antihistaminic activity of Piper betel leaf in guinea pig. 5(February), 113–117. <https://doi.org/10.5897/AJPP09.376>
- Harjunowibowo, D., Aji, R., Prasetyo, B., Ahmadi, F., Rahman, T., Wirabuana, R. N., & Zeinelabdein, R. (2019). Improving Thermal Performance of Dwelling Single Glass Windows Using Secondary Glazing in the UK. *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology*, 9(4), 1148–1153.
- Harjunowibowo, D., Ding, Y., Omer, S., & Riffat, S. (2018). Recent active technologies of greenhouse systems – A comprehensive review. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 24(1).
- Harjunowibowo, D., Fitria Haryani, F., & Rinanto, Y. (2022). Penerapan Teknologi Greenhouse pada Petani Sirih Hitam di Wonosobo. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bhinneka (JPMB)*, 1(2), 81–87. <https://doi.org/10.58266/jpmb.v1i2.14>
- Harjunowibowo, D., Jamaluddin, A., Arimurtri, Y., Rinanto, Y., Prasetya, F., Sulistyaningsih, T., Widiarti, N., & Astuti, W. (2021). *Sirih Hitam (Piper Betle var. Nigra) (Andriyanto (ed.); 1st ed.)*. Lakeisha.
- Harjunowibowo, D., Jamaluddin, A., Riananto, Y., & Prasetya, F. (2023). Recent Technology in Cultivating Piper Betle Var Nigra. *INMATEH Agricultural Engineering*, 69(1), 269–284. <https://doi.org/https://doi.org/10.35633/inmateh-69-25>
- Harjunowibowo, D., & Rinanto, Y. (2020). Penerapan Parameter Habitat Hutan Raung pada Pembiasaan Sirih Hitam (Black Piper Betle L .).
- Harjunowibowo, D., Yate, D., Omer, S. A., & Riffat, S. B. (2017). Reducing Greenhouse Energy Consumption using Novelty Rooftop: A Simulation. 16th International Conference on Sustainable Energy Technologies – SET 2017, 1–10.
- Islas-valdez, S., Lucho-constantino, C. A., & Beltrán-hernández, R. I. (2015). Effectiveness of rabbit manure biofertilizer in barley crop yield. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-5665-2>
- Kamatchi, S. B., & Parvathi, R. (2020). Improvement of Crop Production Using Recommender System by Weather Forecasts. *Procedia Computer Science*, 165(2019), 724–732. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.01.023>
- Kangralkar, V. A., & Kulkarni, A. R. (2013). In vitro antitumor activity of alcoholic extract of piper betel leaf. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 4(4), 1558–1561.
- Li, Y., Zhang, C., Pan, S., Chen, L., Liu, M., Yang, K., Zeng, X., & Tian, J. (2020). LWT - Food Science and Technology Analysis of chemical components and biological activities of essential oils from black and white pepper (Piper nigrum L .) in five provinces of southern China. *LWT - Food Science and Technology*, 117(September 2019), 108644. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108644>
- Liao, M., Chen, S., Chou, C., Chen, H., Yeh, S., Chang, Y., & Jiang, J. (2017). On precisely relating the growth of Phalaenopsis leaves to greenhouse environmental factors by using an IoT-based monitoring system. *Computers and Electronics in Agriculture*, 136, 125–139. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.03.003>
- Mahmud, A., Buyamin, S., Khairie, M., Abdrahman, I., Otuoze, A. O., Shahrul, M., Ramli, A., & Denis, O. (2021). IoT Monitoring and Data-Driven Modelling of Drip Irrigation System for Mustard Leaf Cultivation Experiment. *Information Processing in Agriculture*, 8(2), 270–283. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2020.05.004>
- Patra, B., Das, M. T., & Dey, S. K. (2016). A review on Piper betle L. *Journal of Medicinal Plants Studies*, 4(6), 185–192.
- Pirmagomedov, R., & Koucheryavy, Y. (2019). IoT Technologies for Augmented Human : a Survey. *Internet of Things*, 100120. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2019.100120>
- Said, M. I., Asriany, A., Sirajuddin, S. N., Abustam, E., Rasyid, R., & Al-Tawaha, A. R. M. (2018). Evaluation of quality of liquid organic fertilizer from rabbit's urine waste fermented using local microorganisms as decomposers. *Iraqi Journal of Agricultural Sciences*, 49(6), 990–1003.

- Taukoorah, U., Lall, N., & Mahomoodally, F. (2016). South African Journal of Botany Piper betle L . (betel quid) shows bacteriostatic , additive , and synergistic antimicrobial action when combined with conventional antibiotics. *South African Journal of Botany*, 105, 133–140. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2016.01.006>
- Teanpaisan, R., Kawsud, P., & Pahumunto, N. (2016). Screening for antibacterial and antibio film activity in Thai medicinal plant extracts against oral microorganisms. *Journal of Traditional Chinese Medical Sciences*, 6–11. <https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2016.06.007>
- Venkateswarlu, K., & Devanna, N. (2014). Pharmacological Evaluations (Analgesic Activity) of ‘ Piper Betel .’ *International Journal of Pharmamedix India*, 2(II), 688–693.
- Wang, Y. H., Natschke, S. L. M., Yang, J., Niu, H. M., Long, C. L., & Lee, K. H. (2014). Anticancer Principles from Medicinal Piper (胡椒 Hú Jiāo) Plants. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 4(1), 8–16. <https://doi.org/10.4103/2225-4110.124811>
- Zhang, S., Guo, Y., Zhao, H., Wang, Y., & Chow, D. (2020). Methodologies of control strategies for improving energy efficiency in agricultural greenhouses. *Journal of Cleaner Production*, 274, 122695. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122695>
- Zhou, J., Wang, X., Wang, X., Zou, W., & Cai, J. (2013). Greenhouse Monitoring and Control System Based on Zigbee. *Proceedings of the 2nd International Conference on Computer Science and Electronics Engineering (ICCSEE 2013)*, Iccsee, 2361–2364. <https://doi.org/10.2991/iccsee.2013.591>