

## INOVASI BIOPESTISIDA ALAMI DARI TEMBAKAU (*Nicotiana tabacum*), BAWANG PUTIH (*Allium sativum*) DAN DAUN PANGI (*Pangium edule*)

Kun Harismah<sup>1,2</sup>, Ananda Muhammad Batistuta Caparies<sup>1</sup>, Ahmad Muhammad Fuadi<sup>1,2</sup>,  
Tri Widayatno<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

<sup>2</sup>Jurusan Magister Teknik Kimia, Fakultas Pasca Sarjana, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jalan A. Yani 157, Pabelan Kartasura Sukoharjo 57169 Telp 0271 717417

Email: kh107@ums.ac.id

### Abstrak

Telah dilakukan inovasi biopestisida alami dari tembakau (*Nicotiana tabacum*), bawang putih (*Allium sativum*) dan daun pangi (*Pangium edule*). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan efektivitas dari tiga formulasi (F1, F2, dan F3) biopestisida (tembakau, bawang putih, dan daun pangi) dengan menggunakan variasi konsentrasi terhadap mortalitas belalang kembara (*Locusta migratoria*). Pembuatan biopestisida menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan dengan masing-masing 3 kali pengulangan. Dilakukan uji pada biopestisida yaitu, uji bebas etanol, uji fenolik, dan uji pH. Uji efektivitas biopestisida menunjukkan formulasi dengan perbandingan (tembakau: bawang putih: daun pangi = 20:40: 60) terbukti efektif mematikan 7 ekor belalang padi pada 1 (satu) jam pertama, dan berhasil mematikan 10 ekor belalang padi pada 2 (dua) jam pasca aplikasi biopestisida.

**Kata kunci:** bawang putih, belalang kembara, biopestisida; daun pangi, tembakau,

### Pendahuluan

Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), produksi padi pada tahun 2021 sebanyak 54,42 juta ton gabah kering giling, dibandingkan dengan produksi padi di tahun 2020 sejumlah 54,65 juta ton gabah kering giling. Selisih produksi satu tahun terlihat ada penurunan 233,91 ribu ton atau ada penurunan 0,43% apabila dibandingkan dengan produksi padi pada tahun 2020. Di sisi lain produksi beras tahun 2021 adalah sebesar 31,3 juta ton, sedangkan produksi beras pada tahun 2020 adalah 31,5 juta ton, berarti ada penurunan 0,45% (BPS, 2022). Adanya penurunan produksi gabah kering giling tersebut salah satu faktor kemungkinan yang menyebabkan turunnya produksi padi disebabkan karena adanya serangan hama.

Serangan hama berdampak cukup besar bagi kelangsungan pertumbuhan tanaman padi, terutama belalang kembara (*Locusta migratoria*), untuk mengendalikan hama belalang tersebut biasanya petani menggunakan pestisida sintetis (tiruan). Pemakaian pestisida sintetis di Indonesia meningkat dari tahun ke tahun dan telah terbukti dapat meningkatkan hasil produksi pertanian dan dapat mengendalikan organisme pengganggu tanaman (OPT) (Asikin, et. al., 2021). Di sisi lain pemakaian kadar bahan kimia buatan yang sangat tinggi juga dapat menimbulkan beberapa dampak negatif bagi tanaman maupun manusia. Dampak negatif tersebut di antaranya dapat menurunkan kesuburan tanah dan mencemari air, pertumbuhan tanaman yang tidak normal dikarenakan mutasi genetik karena terpapar bahan kimia sintetis dengan dosis yang cukup tinggi, menyebabkan resistensi pada OPT. Akibatnya adalah membutuhkan dosis yang lebih besar lagi, yang lebih berbahaya adalah apabila residu kimia yang tertinggal pada produk dikonsumsi oleh manusia dalam jangka lama maka akan menyebabkan kanker dan mengganggu imunitas tubuh (K. Siadi, 2012).

Sehubungan dengan masalah tersebut, maka perlu dilakukan usaha untuk mendapatkan pestisida alternatif yang efektif untuk mengendalikan hama, dan meminimalisir dampak negatif bagi tanaman maupun lingkungan. Pestisida alami dinamakan juga sebagai biopestisida, pestisida nabati, dan pestisida organik, adalah pestisida yang menggunakan bahan-bahan alami sebagai bahan dasar untuk pembuatan pestisida. Biopestisida digunakan untuk mengendalikan hama tanaman (Siswoyo, et.al., 2018, Kusumaningtyas, et. al., 2018). Oleh karena biopestisida berbahan alami maka relatif murah, efektif, aman pada lingkungan juga tidak mendatangkan bahaya bagi manusia. Biopestisida dapat berasal dari hewan, tumbuhan, bakteri, dan mineral sehingga bersifat ramah terhadap lingkungan karena tidak beracun.

Tanaman atau tumbuhan alami yang berpotensi sebagai biopestisida biasanya mempunyai sifat khusus yaitu tanaman berasa pahit karena mengandung alkaloid dan terpenoid, berbau tidak enak, dan berasa agak pedas. Oleh

karena sifat khusus tanaman tersebut maka tanaman tersebut jarang diserang oleh hama. Sehingga pada pertanian organik dapat dimanfaatkan biopestisida dalam bentuk ekstrak.

Bahan alami yang dapat dipakai untuk biopestisida adalah bawang putih, daun pangi, tembakau, cengkih, dan gondorukem (Salaki et al., 2012, Fitri & Migunani, 2014), (Harismah et al., 2016), (Kusumawardani et al., 2021). (Kusumawardani et al., 2021), (Fadlilah and Harismah, 2022). Oleh Rizky et al., (2022) telah membuat pestisida nabati dari bawang putih dengan penambahan sabun cuci piring.

Bawang putih (*Allium sativum*) adalah nama tanaman dari genus *Allium* sekaligus nama dari umbi yang dihasilkan. Allicin, zat yang terkandung dalam bawang putih dikenal karena memiliki potensi yang cukup luas. Pada kesehatan, bawang putih dianggap berfungsi untuk mencegah penyakit kardiovaskular, dan kanker pencernaan. Beberapa penelitian juga mengungkap bahwa bawang putih dapat digunakan sebagai bahan untuk pembuatan insektisida, fungisida, akarisisida, bakterisida dan nematisida (Nwachukwu and Asawalam, 2014)

Pangi (*Pangium edule* Reinw.) tumbuh secara liar atau dipelihara di pinggir sungai atau hutan jati, sering ditemukan tumbuh di daerah kering, tergenang air, tanah berbatu ataupun tanah liat. Kandungan yang terdapat pada daun pangi yaitu asam sianida, ion besi, beta-karoten, asam hidnokarpat dan asam glorat. Pangi juga memiliki potensi sebagai Biopestisida untuk menggantikan pestisida sintetis yang berdampak merugikan bagi manusia jika taraf penggunaannya berlebih dalam jangka waktu yang cukup lama (Sakul et al., 2012).

Tembakau (*Nicotiana tabacum*) adalah tanaman musiman yang tergolong dalam tanaman perkebunan. Pemanfaatan tanaman tembakau terutama pada daunnya yaitu untuk pembuatan rokok. Kandungan nikotin yang ada dalam tembakau merupakan golongan alkaloid yang terdapat dalam famili *Solanaceae*. Kadar nikotin berkisar antara 0,6 – 3,0% dari berat kering tembakau, dimana proses biosintesisnya terjadi di akar dan terakumulasi pada daun tembakau. Nikotin terjadi dari biosintesis unsur N pada akar dan terakumulasi pada daun. Nikotin yang berfungsi sebagai bahan kimia antiherbivora dan adanya kandungan neurotoksin yang sangat sensitif bagi serangga menyebabkan nikotin dapat digunakan sebagai pestisida (Fitri and Migunani, 2014).

Maserasi merupakan metode ekstraksi dengan proses perendaman bahan dengan pelarut yang sesuai dengan senyawa aktif yang akan diambil dengan pemanasan rendah atau tanpa adanya proses pemanasan. Faktor-faktor yang mempengaruhi ekstraksi antara lain waktu, suhu, jenis pelarut, perbandingan bahan dan pelarut, dan ukuran partikel (Chairunnisa, et al., 2019). Berdasarkan uraian di atas telah dilakukan pembuatan biopestisida dengan membuat kombinasi bahan alami dari tembakau, bawang putih, dan daun pangi,

## Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia jurusan Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan tiga formulasi (F1, F2, dan F3) yang berbeda dari tembakau, bawang putih, dan daun pangi, setiap perlakuan dilakukan tiga kali pengulangan.

Bahan penelitian: tembakau dan bawang putih dibeli dari pasar Kleco Surakarta, daun pangi dari kebun desa Kletekan, kecamatan Jogorogo, kabupaten Ngawi. Belalang kembara (*Locusta migratoria*) diperoleh dari persawahan desa Glonggong, kecamatan Nogosari, kabupaten Boyolali. Etanol, aluminium foil, akuades, dan reagen untuk uji fenolik dan saponin dari laboraorium Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta. Alat penelitian: blender, oven, labu ukur, *rotary evaporator*, alat gelas, kemasan plastik, *hand sprayer*, tabung reaksi, pipet tetes, pipet volume, karet hisap, ember.

### 1. Formulasi Biopestisida

Pembuatan biopestisida dari tembakau, bawang putih, dan daun pangi divariasikan berdasarkan formulasi standar pembuatan biopestisida.

Tabel 1. Formulasi Biopestisida

Bahan	F1	F2	F3
Tembakau (g)	20	20	20
Bawang Putih (g)	20	20	40
Daun Pangi (g)	20	40	60
Etanol 96% (mL)	200	200	200

Langkah pertama yaitu mensterilkan seluruh alat dan mengeringkan semua bahan, setelah kering bahan dihaluskan menggunakan blender agar memudahkan proses maserasi. Setelah itu semua masing-masing bahan daun tembakau, bawang putih, dan daun pangi ditimbang sesuai formulasi masing-masing yaitu F1, F2, dan F3. Kemudian ketiga bahan tersebut dimasukkan ke dalam gelas beaker sesuai formulasinya untuk dilakukan maserasi dengan menambahkan masing-masing 200mL etanol 96%. Kemudian menutup gelas beaker dengan aluminium foil. Masing-masing maserasi dilakukan selama 3 hari dengan pengadukan setiap 8 jam sekali. Hasil dari maserasi disaring mendapatkan filtrat yang kemudian pelarut diuapkan menggunakan *rotary evaporator*, diperoleh ekstrak biopestisida alami.

## 2. Pengujian Biopestisida.

- a. Uji bebas etanol  
Uji bebas etanol dilakukan dengan mengambil sampel sebanyak 4 mL dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Kemudian bahan ditambahkan kalium dikromat sebanyak 2 mL dan asam sulfat sebanyak 1 mL. lalu bahan dihangatkan dengan spirtus yang dibakar di bawah tabung reaksi. Terindikasi bau ester jika masih terdapat ethanol di bahan.
- b. Uji fenol  
Uji fenolik dilakukan dengan mengambil sampel sebanyak 4 mL dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Kemudian bahan ditambahkan  $\text{FeCl}_3$  sebanyak 2-3 mL dan air hangat sebanyak 3 mL. Apabila terjadi perubahan warna menjadi biru tua, hijau tua atau hitam maka diindikasikan terdapat kandungan fenol pada bahan.
- c. Uji pH  
Pengukuran pH dilakukan dengan cara memasukan pH meter yang telah dikalibrasi ke dalam sediaan, kemudian didiamkan beberapa saat sehingga didapat pH yang tetap.
- d. Uji saponin  
Uji kandungan saponin dilakukan dengan mengambil sampel sebanyak 4 mL dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Kemudian bahan ditambahkan 2 mL aquades. Kemudian sampel dikocok. Akan timbul buih pada permukaan jika terdapat saponin pada sampel.

## 3. Aplikasi Biopestisida

Memasukkan pada wadah plastik sebanyak 10 belalang sawah dengan ukuran yang tidak sama, kemudian dilakukan penyemprotan menggunakan biopestisida masing-masing formulasi sebanyak 1mL kemudian dilarutkan dengan 3mL air. Penyemprotan pada belalang dilakukan dengan jarak 7 cm. Amati jumlah belalang yang mati setelah penyemprotan setiap 60 menit.

## Hasil dan Pembahasan

### Uji Bebas Etanol

Uji bebas etanol dilakukan untuk mengetahui kadar etanol yang tersisa pada biopestisida setelah melalui pemurnian di *rotary evaporator*.

Tabel 2. Hasil Uji Bebas Etanol

Formulasi	Hasil	Indikasi
F1	-	Tidak ada bau ester
F2	-	Tidak ada bau ester
F3	-	Tidak ada bau ester

Dari Tabel 2 diperoleh hasil bahwa semua formulasi F1, F2, dan F3 tidak menunjukkan adanya sisa etanol. Hal ini terlihat bahwa tidak terindikasi adanya bau ester.

### Uji Fenol

Fenolik merupakan senyawa turunan dari flavanoid yang bersifat *antifeedant*, yaitu senyawa organik yang disintesis oleh tanaman yang berfungsi untuk menghambat serangga. Tabel 3 menunjukkan uji fenol kontrol masing-masing bahan biopestisida. Sedangkan Tabel 4 uji fenolik masing-masing perlakuan.

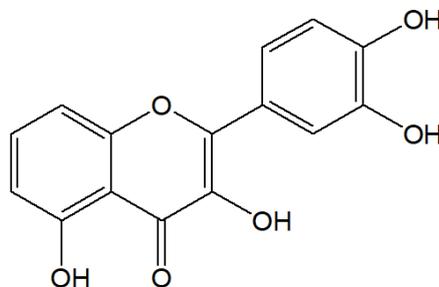
Tabel 3. Hasil Uji Fenol

Bahan Kontrol	Hasil	Indikasi Fenolik
Pangi	Hijau → Hijau Tua	+
Tembakau	Coklat → Coklat Tua	+
Bawang Putih	Putih → Putih kekuningan	-

Pada Tabel 3 menunjukkan daun pangi dan tembakau terindikasi hasil fenol positif sedangkan pada bawang putih tidak mengandung senyawa fenolik. Hal ini bertentangan dengan (Poernomo and Ma'ruf, 2020) pada bawang putih menunjukkan adanya senyawa aktif antara lain flavonoid, alkaloid, fenolik dan tanin. Gambar 3 menunjukkan salah satu senyawa fenolik.

Tabel 4. Hasil Uji Fenolik

Formulasi	Perubahan Warna	Indikasi Fenolik
F1	Perubahan warna hijau → Hijau Tua	+
F2	Perubahan warna hijau → Hijau Tua	+
F3	Perubahan warna hijau → Hijau Tua	+

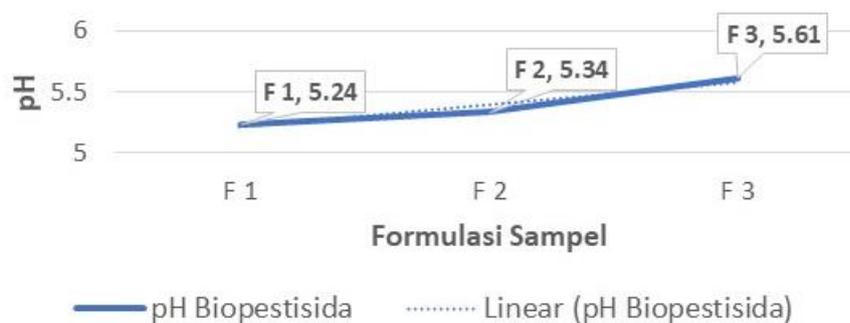


Gambar 1. Senyawa fenolik

Setelah dilakukan formulasi hasil uji kandungan senyawa fenolik pada F1, F2, dan F3 semuanya mengandung senyawa fenolik. Hal ini terlihat pada hasil uji senyawa fenolik terjadi perubahan warna dari hijau menjadi hijau tua. Hal tersebut menunjukkan bahwa semua bahan biopestisida yaitu tembakau, bawang, dan daun pangi mengandung senyawa fenolik (Upadhyay, 2016, Lee et al., 2017, Manoppo, 2017). Ditambahkan oleh Rizky *et al.* (2022) bahwa pada perbedaan dalam menambahkan sabun cuci piring terhadap kematian semut terlihat kian bertambah banyak. Sama halnya juga terjadi ketika waktu perendaman dengan biopestisida terhadap jumlah kematian serangga semut semakin bertambah banyak. Hal ini disebabkan karena biopestisida banyak mengandung senyawa fenolik yaitu flavonoid.

### Uji pH

Pengukuran pH dilakukan untuk mengindikasikan bahwa biopestisida aman untuk konstruktur tanah, pH yang mendekati pH netral, maka semakin baik biopestisida terhadap lingkungan.



Gambar 2. pH biopestisida

Berdasarkan hasil uji pH dari masing-masing formulasi disajikan pada Gambar 2. Hasil uji pH tersebut diperoleh nilai masing-masing formulasi F1, F2, dan F3 yaitu 5,24; 5,34; dan 5,61. Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa semakin banyak bahan biopestisida yang ditambahkan maka pH semakin naik.

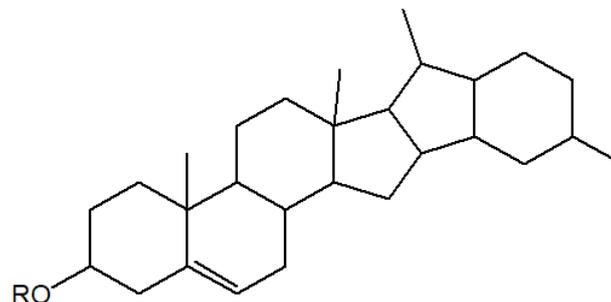
### Uji Saponin

Saponin merupakan senyawa yang bersifat *antifeedant* dan juga dapat digunakan sebagai insektisida maupun fungisida. Di sisi lain saponin mempunyai sifat sebagai surfaktan dimana aktivitas antibakteri senyawa saponin dapat mengubah tegangan permukaan dan mengikat lipid pada sel bakteri oleh karenanya lipid dapat keluar dari dinding sel yang mengakibatkan permeabilitas membran bakteri menjadi terganggu (Wardhani and Sulistyani, 2012). Cara kerja senyawa saponin tersebut dapat menyebabkan rusaknya sel membran sitoplasma pada jamur dengan melakukan menaikan permeabilitas membran sel jamur.

Tabel 5. Hasil Uji Senyawa Saponin

Formulasi	Hasil	Indikasi
F1	+	Adanya gelembung
F2	+	Adanya gelembung
F3	+	Adanya gelembung

Pada Tabel 5 menunjukkan hasil uji kandungan senyawa saponin pada semua formulasi. Hasilnya menunjukkan bahwa ketiga formulasi biopestisida F1, F2, dan F3 terindikasi mengandung senyawa saponin yang ditunjukkan dengan adanya buih atau gelembung. Hal ini sesuai pada tembakau dan daun pangi yang mengandung senyawa saponin (Lee et al., 2017, Manoppo, 2017). Gambar 3 menunjukkan struktur senyawa saponin.

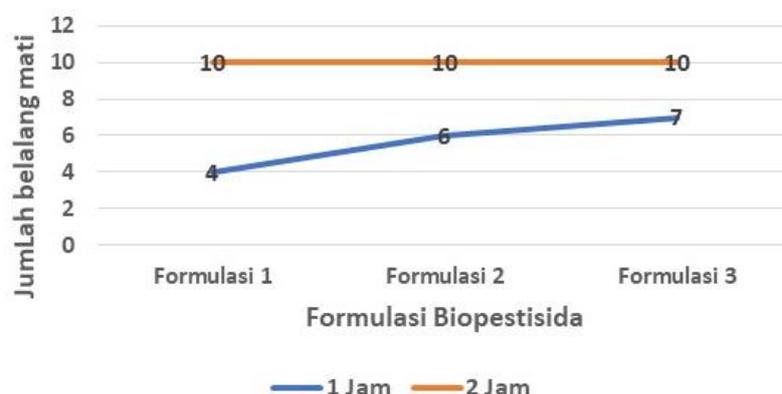


Gambar 3. Senyawa saponin

Menurut Salaki, et.al. (2012) menyatakan bahwa tanaman pangi khususnya pada bagian daun pangi segar yang telah diekstrak dengan pelarut heksana dapat menjadi antifeedant (menghambat nafsu atau selera makan) untuk *Plutella xylostella* atau hama ulat pada tanaman kubis. Senyawa *antifeedant* mempunyai efek hanya untuk menahan selera makan dari serangga. Perlakuan dengan menggunakan ekstrak heksana daun pangi pada konsentrasi 10% mempunyai pengaruh nyata terhadap larva *Plutella xylostella* dalam penghambatan aktivitas makan. Dengan demikian senyawa *antifeedant* dapat mencegah dan melindungi tanaman pangan dari serangan hama tanaman. Ditambahkan oleh Nawir et.al. (2017) bahwa masyarakat Desa Watu Toa Kabupaten Soppeng memanfaatkan daun pangi sebagai biopestisida. Mereka memanfaatkan daun pangi dengan kebiasaan menggosokkan daun pangi pada suatu tanaman yang terkena hama misalnya berupa semut rangrang atau semut angkrang (*Oecophylla smaragdin*) dan jenis serangga lainnya. Namun demikian masyarakat Desa Watu Toa belum mengusahakan daun pangi untuk menjadi produk biopestisida yang dapat menghasilkan nilai ekonomi.

**Uji Mortalitas Hama**

Belalang kembara dipakai pada uji mortalitas hama tanaman padi. Pada pengujian ini menggunakan metode dari Amrullah and Herdiati (2020), dengan tahapan yang dilakukan yaitu pertama mencampurkan formulasi bahan dan kedua penyemprotan pada belalang kembara (Saudale and Suatu, 2020) sebanyak 10 ekor, kemudian belalang diamati setiap menit.



Gambar 4. Pengujian Biopestisida pada Belalang

Pada Gambar 4 menunjukkan bahwa waktu penyemprotan biopestisida setelah 1 (satu) jam formula F1 menghasikan 4 ekor belalang mati, formula F2 terdapat 6 belalang mati, dan formula F3 diperoleh 7 ekor belalang mati. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak konsentrasi bahan biopestisida yang ditambahkan maka semakin banyak kematian belalang dalam arti mempunyai potensi sebagai pembasmi hama belalang. Setelah waktu 2 (dua) jam semua perlakuan formulasi F1, F2, dan F3 menunjukkan sebanyak 10 ekor belalang mati semuanya. Tetapi pada menit keberapa kepastian kematian belalang tersebut pada setiap formulasi tidak dicatat dengan teliti. Hasil tersebut didukung oleh Rizky *et al.* (2022) bahwa semakin lama perendaman serangga dengan biopestisida bawang putih dan sabun maka semakin banyak serangga yang mati.

Terkait dengan tanaman pangi, dapat ditambahkan bahwa berdasarkan Nawir *et al.* (2017) di Desa Watu Toa Kabupaten Soppeng, pemanfaatan tanaman pangi terutama daunnya dipakai sebagai biopestisida terutama di Dusun Masumpu dan Dusun Jampu-jampu. Inovasi biopestisida yang dihasilkan dari penelitian ini apabila dilihat dari SNI 6729:2016 tentang Sistem Pertanian Organik (Badan Standarisasi Nasional Indonesia, 2016) maka dapat dikategorikan sebagai bahan yang dibolehkan untuk pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT).

### Kesimpulan

Dari penelitian yang sudah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa formulasi F3 memperoleh hasil yang paling baik untuk mengendalikan hama belalang kembara dengan jumlah hama belalang yang mati pada 1 (satu) jam pertama adalah 7 ekor. Kemudian jumlah belalang yang mati pada 2 (dua) jam adalah 10 ekor. Hasil uji pH juga mengindikasikan pH pada formulasi F3 adalah sebesar 5,61 yang paling mendekati pH netral. Serta setelah serangkaian uji, diketahui formulasi F3 ini mengindikasikan adanya senyawa fenolik, saponin, dan bebas dari kadar etanol. Dengan demikian membuat biopestisida formula F3 dapat diproduksi secara umum tanpa memiliki dampak negatif bagi lingkungan terutama tanah, air, dan manusia.

### Daftar Pustaka

- Amrullah, S. H. and Herdiati (2020) 'Efektivitas Ekstrak Biji dan Daun Sirsak untuk Pengendalian Hama Walang Sangit pada Tanaman Padi', *Cokroaminoto Journal of Biological Science*, 2(1), pp. 26–32. Available at: <https://science.e-journal.my.id/cjbs/article/view/23>.
- Asikin, S., Melhanah and Lestari, Y. (2021) 'Aplikasi Insektisida Nabati Berbahan Tanaman Rawa Untuk Mengendalikan Hama Ulat Grayak (Spodoptera litura) di Lahan Rawa Pasang Surut.', *Jurnal AGRI PEAT*, 22(1), pp. 2620–6935.
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia (2016) *SNI Sistem Pertanian Organik, Badan Standarsasi Nasional*. Indonesia. Available at: <https://nasih.staff.ugm.ac.id/wp-content/uploads/SNI-6729-2016-sistem-pertanian-organik.pdf>.
- BPS (2022) *Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia 2021 (Angka Sementara), Berita Resmi Statistik*. Jakarta.
- Chairunnisa, S., Wartini, N. M. and Suhendra, L. (2019) 'Pengaruh Suhu dan Waktu Maserasi terhadap Karakteristik Ekstrak Daun Bidara (*Ziziphus mauritiana* L.) sebagai Sumber Saponin', *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 7(4), p. 551. doi: 10.24843/jrma.2019.v07.i04.p07.
- Fadlilah, N. and Harismah, K. (2022) 'Pemanfaatan Bahan Alam Anchor sebagai Bahan Konservasi Fosil di Sangiran Utilization of Anchor Natural Materials as Fossil Conservation Materials in Sangiran', 9, pp. 47–54.
- Fitri, M. and Migunani, S. (2014) 'Pembuatan Pestisida Menggunakan Tembakau', *Inovasi Dan Kewirausahaan*, 3(2), pp. 68–71.
- Harismah, K. *et al.* (2016) 'Diversifikasi Minyak Sereh dan Minyak Cengkeh Sebagai Bahan Repellent Pembuatan Tinta Anti Nyamuk', in *The 4 th Univesity Research Coloquium 2016*. Yogyakarta, pp. 526–531. Available at: [https://publikasiilmiah.ums.ac.id/xmlui/bitstream/handle/11617/7825/MIPA\\_DAN\\_KESEHATAN\\_67.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://publikasiilmiah.ums.ac.id/xmlui/bitstream/handle/11617/7825/MIPA_DAN_KESEHATAN_67.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- K. Siadi (2012) 'Ekstrak Bungkil Biji Jarak Pagar (*Jatropha curcas*) sebagai Biopestisida yang Efektif dengan Penambahan Larutan NaCl', 35(1), pp. 77–83.
- Kusumawardani, I. M. *et al.* (2021) 'Pembuatan Sabun Padat Antibakteri dari Ekstrak Daun Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) dan Bunga Cengkeh', in *Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Saintek (SNPBS) ke-VI*. Surakarta, pp. 307–311. Available at: <https://proceedings.ums.ac.id/index.php/snpbs/article/view/62>.

- Lee, M. S. *et al.* (2017) 'Nicotine, aerosol particles, carbonyls and volatile organic compounds in tobacco- and menthol-flavored e-cigarettes', *Environmental Health: A Global Access Science Source*, 16(1), pp. 1–10. doi: 10.1186/s12940-017-0249-x.
- Manoppo, J. S. S. (2017) 'Potential Extracts of *Pangium edule* Reinw and *Derris elliptica* Wallich as Botanical Molluscicides for Management of Golden Apple Snail *Pomacea canaliculata* Lamarck', *Agrotech Journal*, 2(2), pp. 14–20. doi: 10.31327/atj.v2i2.243.
- Nawir, M., Taskirawati, I. and Baharuddin, B. (2017) 'Pemanfaatan Tanaman Pangi (*Pangium edule* Reinw) pada Lahan Agroforestri Desa Watu Toa Kecamatan Marioriwawo Kabupaten Soppeng', *Jurnal Hutan dan Masyarakat*, 9(2), p. 123. doi: 10.24259/jhm.v9i2.3039.
- Nwachukwu, I. D. and Asawalam, E. F. (2014) 'Evaluation of freshly prepared juice from garlic (*Allium sativum* L.) as a biopesticide against the maize weevil, *Sitophilus zeamais* (Motsch.) (Coleoptera: Curculionidae)', *Journal of Plant Protection Research*, 54(2), pp. 132–138. doi: 10.2478/jppr-2014-0021.
- Poernomo, H. and Ma'ruf, M. T. (2020) 'Pengaruh Gel Ekstrak Bawang Putih (*Allium sativum* L.) terhadap Jumlah Sel Makrofag pada Penyembuhan Luka Insisi Gingiva Marmut (*Cavia porcellus*)', *Interdental Jurnal Kedokteran Gigi (IJKG)*, 16(2), pp. 34–39. doi: 10.46862/interdental.v16i2.1065.
- Rizky, R. *et al.* (2022) 'Pembuatan pestisida nabati dari bawang putih dengan penambahan sabun cuci piring', *Chemical Engineering Journal Storage*, 2(1), pp. 12–22. Available at: <https://ojs.unimal.ac.id/cejs/article/view/4599/pdf>.
- Sakul, E. H. *et al.* (2012) 'Pengendalian Hama Kumbang Logong (*Sitophilus oryzae* L.) dengan Menggunakan Ekstrak Biji Pangi (*Pangium edule* Reinw.)', *Eugenia*, 18(3). doi: 10.35791/eug.18.3.2012.4094.
- Salaki, C. L., Paendong, E. and Pelealu, J. (2012) 'Biopestisida dari ekstrak daun pangi (*Pangium* sp.) terhadap serangga *Plutella xylostella* di Sulawesi Utara', *Eugenia*, 18(3), pp. 171–178. Available at: <https://ojs.unimal.ac.id/cejs/article/view/4599/pdf>.
- Saudale, F. Z. and Suatu, I. R. S. (2020) 'Pemodelan Homologi Komparatif Fabp Belalang Kembara (*Locusta migratoria*) Dengan Phyre2 Dan Skrining Virtual Inhibitor Potensial', 7(2), pp. 127–140.
- Siswoyo, E., Masturah, R. and Fahmi, N. (2018) 'Bio-Pestisida Berbasis Ekstrak Tembakau dari Limbah Puntung Rokok untuk Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum*)', *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 15(2), pp. 94–99. doi: 10.14710/presipitasi.v15i2.94-99.
- Upadhyay, R. K. (2016) 'Garlic: A potential source of pharmaceuticals and pesticides: A review', *International Journal of Green Pharmacy*, 10(1), pp. S1–S28.
- Wardhani, L. K. and Sulistyani, N. (2012) 'Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etil Asetat Daun Binahong (*Anredera scandens* (L.) Moq.) terhadap *Shigella flexneri* Beserta Profil Kromatografi Lapis Tipis', *Jurnal Ilmiah Kefarmasian*, 2(1), pp. 1–16.