

**KANDUNGAN ASAM *p*-HIDROKSIBENZOAT DAN *p*-KUMARAT AKAR PADI VARIETAS INPARA DAN PENGARUHNYA TERHADAP PERTUMBUHAN *Echinochloa crus-galli***

***p*-HIDROXYBENZOIC AND *p*-COUMARIC ACID CONTENT IN RICE ROOT OF INPARA VARIETIES AND THEIR EFFECT ON THE GROWTH OF *Echinochloa crus-galli***

Sujinah\*, Swisci Margaret, Indrastuti Apri Rumanti, Nurwulan Agustiani

Pusat Riset Tanaman Pangan, Organisasi Riset Pertanian dan Pangan,  
Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)  
Jl. Raya Jakarta-Bogor No. KM 46, Cibinong, Bogor 16911

Korespondensi: [sujinah@brin.go.id](mailto:sujinah@brin.go.id)

Diterima : 24 Februari 2023 / Disetujui : 31 Mei 2023

**ABSTRAK**

Senyawa asam *p*-hidroksibenzoat dan *p*-kumarat merupakan alelokimia yang diproduksi oleh tanaman dan dapat bersifat fitotoksik terhadap tanaman lain. Alelokimia dapat dimanfaatkan sebagai bioherbisida dalam pengendalian gulma. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan *p*-hidroksibenzoat dan *p*-kumarat pada akar padi, serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan jajagoan (*Echinochloa crus-galli*). Analisis kandungan senyawa *p*-hidroksibenzoat dan *p*-kumarat dilakukan dengan menggunakan HPLC. Pengujian terhadap pertumbuhan *E. crus-galli* terdiri dari dua tahap dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap tiga ulangan. Tahap pertama adalah pengujian senyawa dengan berbagai konsentrasi (100, 300, 500, 700 ppm) dan tahap kedua adalah pengujian ekstrak akar padi dengan konsentrasi 0,5 g ml<sup>-1</sup> pada beberapa varietas Inpara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan asam *p*-hidroksibenzoat dan *p*-kumarat tertinggi terdapat pada Inpara 9, dan yang terkecil pada Inpara 6. Penghambatan pertumbuhan *E. crus-galli* (panjang tajuk, akar, dan berat kering) terbesar pada konsentrasi 700 ppm. Ekstrak akar padi mampu menghambat pertumbuhan *E. crus-galli* dengan tingkat penghambatan yang bervariasi. Inpara 3, 4, 7, 8, dan 10 memiliki kemampuan menekan pertumbuhan *E. crus-galli* lebih tinggi dari rata-rata 10 varietas yang digunakan.

Kata kunci: Alelokimia, *Echinochloa crus-galli*, Fenolik, Padi

**ABSTRACT**

Compounds of *p*-hydroxybenzoic and *p*-coumaric acids are allelochemicals produced by plants and can be phytotoxic to other plants. Allelochemicals can be used as bioherbicides in weed control. The objective of this research was to determine the content of *p*-hydroxybenzoic and *p*-coumaric in rice roots, and their effect on the growth of barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*). Analysis of the content of *p*-hydroxybenzoic and *p*-coumaric compounds was carried out using HPLC. The experiment on *E. crus-galli* growth consisted of two phases using a completely randomized design with three replications. The first phase was testing of compounds with various concentrations (100, 300, 500, 700 ppm), and the second phase was testing of rice root extracts 0.5 g ml<sup>-1</sup> on several Inpara varieties. The result showed that the highest content of *p*-

ISSN : [2407-7933](https://doi.org/10.15575/24280)

57

**Cite this as:** Sujinah., Margaret, S., Rumanti, I. A. & Agustiani, N. (2023). Kandungan asam *p*-Hidroksibenzoat dan *p*-Kumarat akar padi varietas inpara dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan *Echinochloa crus-galli*. *Jurnal Agro*, 10(1), 57-67. <https://doi.org/10.15575/24280>

hydroxybenzoic and *p*-coumaric acids was found in Inpara 9, and the lowest was in Inpara 6. The greatest inhibition of *E. crus-galli* growth (shoot and root length, dry weight) was observed at 700 ppm concentration. Rice root extracts inhibit the growth of *E. crus-galli* with varying degrees. Inpara 3, 4, 7, 8, and 10 had the ability to suppress *E. crus-galli* growth higher than the average of 10 Inpara varieties used.

Key words : Allelochemical, *Echinochloa crus-galli*, Phenolic, Rice

## PENDAHULUAN

Padi merupakan tanaman serealia yang menjadi makanan pokok hampir seluruh penduduk Indonesia. Produksi padi di tahun 2021 mencapai 54,42 juta t GKG (gabah kering giling), atau mengalami penurunan 0,3% dibanding tahun 2020 (BPS, 2022). Sementara itu, berdasarkan data dari Direktorat Jenderal Kependudukan dan Pencatatan Sipil, Kementerian Dalam Negeri jumlah penduduk Indonesia per Juni 2021 mencapai 272 juta jiwa. Oleh karena itu, sangat diperlukan adanya peningkatan produksi padi untuk memenuhi kebutuhan pangan yang terus meningkat.

Gulma *Echinochloa crus-galli* menjadi salah satu faktor yang memengaruhi produksi padi. Berdasarkan beberapa penelitian, gulma ini menyebabkan penurunan hasil yang beragam. Hasil penelitian Marchesi & Chauhan (2018), *E. crus-galli* menurunkan produksi gabah sebesar 40% pada sistem tanam benih langsung, sedangkan hasil penelitian Sujinah *et al.* (2022) menunjukkan penurunan hasil yang lebih rendah, yaitu 15% pada sistem pindah tanam. Beberapa metode pengendalian gulma di antaranya adalah secara mekanik, fisik, biologi, dan juga kimia. Pengendalian gulma dengan herbisida kimia banyak digunakan petani karena lebih cepat, menghemat waktu, dan efektif. Namun demikian, penggunaan herbisida kimia dalam jangka panjang dapat mencemari

lingkungan, baik tanah maupun air (Aktar *et al.*, 2009).

Alelopati merupakan fenomena biologis dan ekologis dari suatu tanaman untuk menghasilkan senyawa kimia yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman atau organisme lain (Cheng & Cheng, 2015). Alelopati ini dapat dijadikan salah satu metode pengendalian gulma jangka panjang yang ramah lingkungan. Tanaman padi diketahui memiliki potensi alelopati menghambat pertumbuhan gulma (Chung *et al.*, 2001; Kato-Noguchi *et al.*, 2010; Alam *et al.*, 2018). Kemampuan tanaman padi menghambat pertumbuhan gulma karena mengandung alelokimia. Beberapa senyawa yang terkandung dalam tanaman padi di antaranya adalah senyawa volatil (steroid, asam lemak) (Sujinah *et al.*, 2021), golongan fenolik (*protocatechuic, p-hydroxybenzoic, ferulic, cinnamic, vanillic, syringic, salicylic*) (Zhang *et al.*, 2020), dan momilactone (Kato-Noguchi & Peters, 2013).

Senyawa fenolik merupakan golongan alelokimia penting dalam tanaman, yang terikat langsung dengan hidrokarbon aromatik dan memiliki berbagai fungsi ekologis. Salah satu fungsi senyawa fenolik adalah alelopati sebagai herbisida dalam bidang pertanian. Alelokimia memiliki fitotoksitas terhadap tanaman lain / gulma dengan cara menghambat jalur fotosintesisnya, mengganggu aktivitas enzim metabolisme, menghambat proses mitosis,

meningkatkan stress oksidatif, menghambat pembelahan sel, dan menonaktifkan sintesis protein (Li *et al.*, 2010; Wang *et al.*, 2014; Anwar *et al.*, 2021). Senyawa alami dari tanaman, termasuk tanaman padi dianggap sebagai alternatif bioherbisida yang berkelanjutan. Selain itu, varietas padi yang memiliki potensi alelopati lebih besar diharapkan dapat mengurangi penggunaan herbisida pada budidaya padi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan *p*-hidroksibenzoat dan *p*-kumarat pada akar padi, dan juga untuk mengetahui pengaruh kedua senyawa dan ekstrak akar padi terhadap pertumbuhan *E. crus-galli*.

## BAHAN DAN METODE

### Analisis Kandungan Asam *p*-Hidroksibenzoat dan *p*-Kumarat

Analisis ini dilaksanakan di Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro, Semarang dari bulan November 2020 sampai Januari 2021. Bahan yang digunakan adalah akar padi yang ditanam di rumah kaca Balai Besar Penelitian Tanaman Padi (BB Padi) pada fase berbunga dari 10 varietas (Inpara 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10). Analisis ini mengacu pada Chung *et al.* (2000), sampel akar yang telah kering dihaluskan dan dimaserasi dengan metanol (MeOH), kemudian disaring dengan kertas Whatman No. 42. Ekstrak akar diuapkan dengan *rotary evaporator*, residu disuspensikan dalam air, kemudian diekstraksi dengan etil acetat (EtOAc) dan disaring.

Sampel dianalisis menggunakan *high performance liquid chromatography* (HPLC) dengan RID-10A *refractive index detector* (Shimadzu). Kolom yang digunakan adalah YMC–Triat C18 dengan suhu kolom 40°C dan ukuran partikel 5 µm. Fase gerak menggunakan air dan metanol dengan

perbandingan 70% (v/v): 30% (v/v), laju alir 1 ml/menit dengan volume injeksi 10 µl. Kandungan senyawa dihitung berdasarkan ketinggian puncak kromatogram sampel dengan standar.

### Pengujian Penghambatan Senyawa terhadap Pertumbuhan *Echinochloa crus-galli*

Percobaan dilakukan di Laboratorium Tanah dan Tanaman, Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga ulangan. Pengujian ini berupa senyawa *p*-hidroksibenzoat dan *p*-kumarat pada berbagai konsentrasi (100, 300, 500, 700 ppm) yang diaplikasikan pada benih *E. crus-galli*. Benih *E. crus-galli* direndam dengan asam sulfat (98%) selama 15 menit, kemudian dibilas dengan air. Penggunaan asam sulfat ini untuk mengatasi dormansi pada benih gulma berdasarkan hasil penelitian Sadeghloo *et al.* (2013). Sebanyak 10 benih dimasukkan dalam petridish yang sudah dilapisi dengan kertas merang. Benih dalam petridish disiram dengan masing-masing perlakuan sebanyak 3 ml, dan sebagai kontrolnya adalah aquadest. Pengamatan dilakukan pada 7 hari setelah aplikasi dengan mengukur panjang radikula, plumula, dan berat kering kecambah.

### Pengujian Ekstrak Akar Padi terhadap Pertumbuhan *Echinochloa crus-galli*

Pengujian ini mengacu pada Chung *et al.* (2001) dengan modifikasi. Akar padi yang telah kering dan dihaluskan (50 g) dimaserasi dengan 1.000 ml metanol (MeOH) 80% selama 24 jam. Ekstrak disaring dan diuapkan dengan *rotary evaporator* pada suhu 40°C. Sebanyak 0,5 g ekstrak akar dilarutkan pada aquadest 1 ml. Benih *E. crus-*

*galli* direndam dengan asam sulfat (98%) selama 15 menit, kemudian dibilas dengan air. Benih *E. crus-galli* (10 biji) dimasukkan dalam petridish yang dilapisi kertas merang. Ekstrak akar disiramkan pada benih dalam petridish, dan sebagai kontrol adalah aquadest. Peubah pengamatan adalah panjang radikula dan plumula, serta berat kering kecambah.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kandungan Asam *p*-Hidroksibenzoat dan *p*-Kumarat Akar Padi

Berdasarkan analisis menggunakan HPLC, kandungan *p*-hidroksibenzoat dan *p*-kumarat pada akar padi bervariasi, tergantung varietas (Tabel 1). Inpara 9 mengandung *p*-hidroksibenzoat terbesar, sedangkan terkecil terdapat pada Inpara 6. Kandungan *p*-hidroksibenzoat akar Inpara 9 sebesar 4,5 kali dari Inpara 6. Selain memiliki kandungan *p*-hidroksibenzoat yang tinggi, akar Inpara 9 juga memiliki kandungan *p*-kumarat yang tinggi, mencapai 62,094 ppm. Kandungan senyawa ini 2,5 kali lebih besar dibanding Inpara 6.

Berdasarkan hasil penelitian Patni *et al.* (2019), kandungan *p*-hidroksibenzoat pada 3 akar padi dengan varietas yang berbeda menunjukkan lebih rendah dibanding dengan hasil penelitian ini. Konsentrasi *p*-hidroksibenzoat dari ketiga varietas tidak mencapai 40 ppm. Namun demikian, kandungan *p*-kumarat relatif sama yang berkisar 27-65 ppm. Kedua senyawa yang dianalisis pada penelitian ini merupakan golongan fenolik yang memiliki struktur dan cara kerja yang berbeda dalam aktivitas fitotoksiknya (Wang *et al.*, 2017). Faktor genetik berperan penting dalam mengendalikan sintesis senyawa asam fenolik. Ekspresi gen seperti OsPAL, OsKSL4,

OsCPS4, dan OsMYB57 diketahui terlibat dalam metabolisme fenilpropanoid dalam biosintesis asam fenolik (Xu *et al.*, 2012; Fang *et al.*, 2020). Hal inilah yang kemungkinan menyebabkan kandungan kedua senyawa ini berbeda antarvarietas.

Tabel 1. Kandungan asam *p*-hidroksibenzoat dan *p*-kumarat akar padi pada beberapa varietas

Varietas	Konsentrasi (ppm)	
	<i>p</i> -hidroksibenzoat	<i>p</i> -kumarat
Inpara 1	464,768	35,293
Inpara 2	535,486	39,249
Inpara 3	724,219	50,745
Inpara 4	656,368	53,428
Inpara 5	519,833	38,527
Inpara 6	219,496	24,339
Inpara 7	506,778	34,669
Inpara 8	346,843	28,305
Inpara 9	1006,492	62,094
Inpara 10	583,227	51,412

### Penghambatan Asam *p*-Hidroksibenzoat dan *p*-Kumarat terhadap Pertumbuhan *Echinochloa crus-galli*

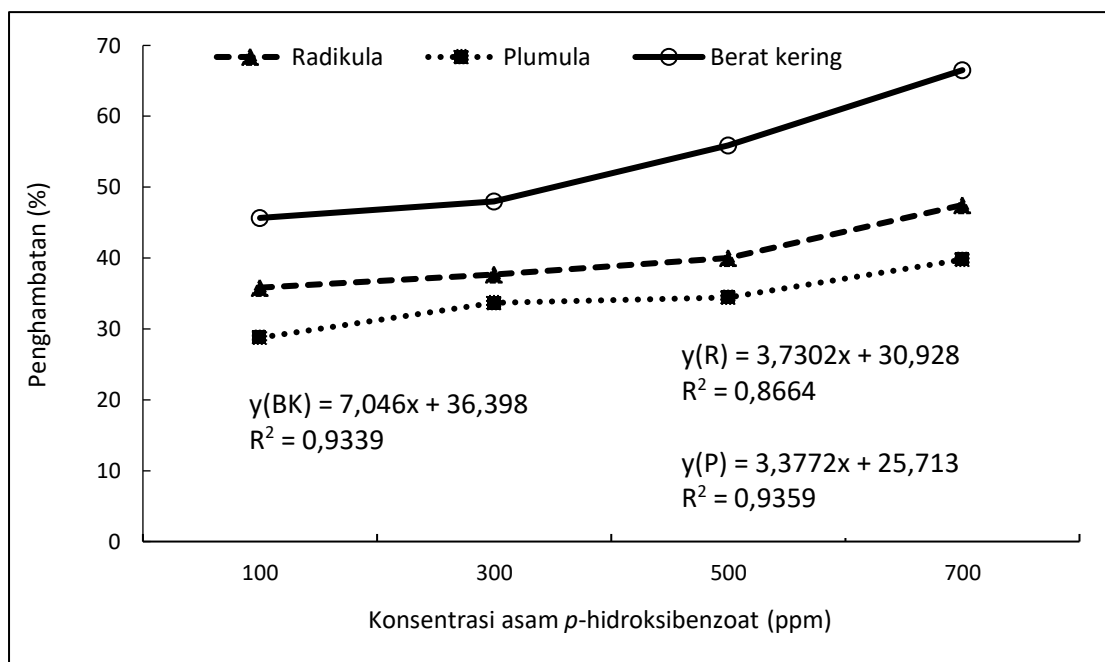
Asam *p*-hidroksibenzoat dengan konsentrasi 100-700 ppm mampu menghambat pertumbuhan radikula, plumula, maupun berat kering *E. crus-galli* (Gambar 1). Semakin tinggi konsentrasi *p*-hidroksibenzoat, maka tingkat penghambatannya juga semakin besar, terutama pada penghambatan berat kering *E. crus-galli*.

Pada konsentrasi 100 ppm, penghambatan berat kering *E. crus-galli* sebesar 46%, dan pada konsentrasi 700 ppm meningkat 45%. Berdasarkan hasil penelitian Hussain *et al.* (2015), asam *p*-hidroksibenzoat 0,5-1,5 mM menurunkan berat daun dan akar *Dactylis glomerata*. Lebih lanjut, *p*-hidroksibenzoat juga diketahui berkorelasi positif dengan

penghambatan panjang tajuk pada *Bromus diandrus* (Bouhaouel *et al.*, 2019).

Gambar 2 menunjukkan asam *p*-kumarat menghambat pertumbuhan *E. crus-galli* pada semua peubah pengamatan. Pada konsentrasi 100 ppm, penghambatan radikula dan plumula relatif sama, yaitu sebesar 28%, sedangkan besarnya penghambatan radikula dan berat kering *E.*

*crus-galli* relatif sama pada konsentrasi 300 ppm. Asam *p*-kumarat pada konsentrasi  $\geq 0,5$  mM dapat menginduksi berhentinya pertumbuhan akar kedelai dengan cara merubah jalur metabolisme fenilpropanoid. Perubahan metabolisme ini menyebabkan produksi monolignol yang berlebihan sehingga pertumbuhan akar terganggu (Zanardo *et al.*, 2009).



Gambar 1. Pengaruh asam *p*-hidroksibenzoat pada beberapa konsentrasi terhadap pertumbuhan *E. crus-galli*

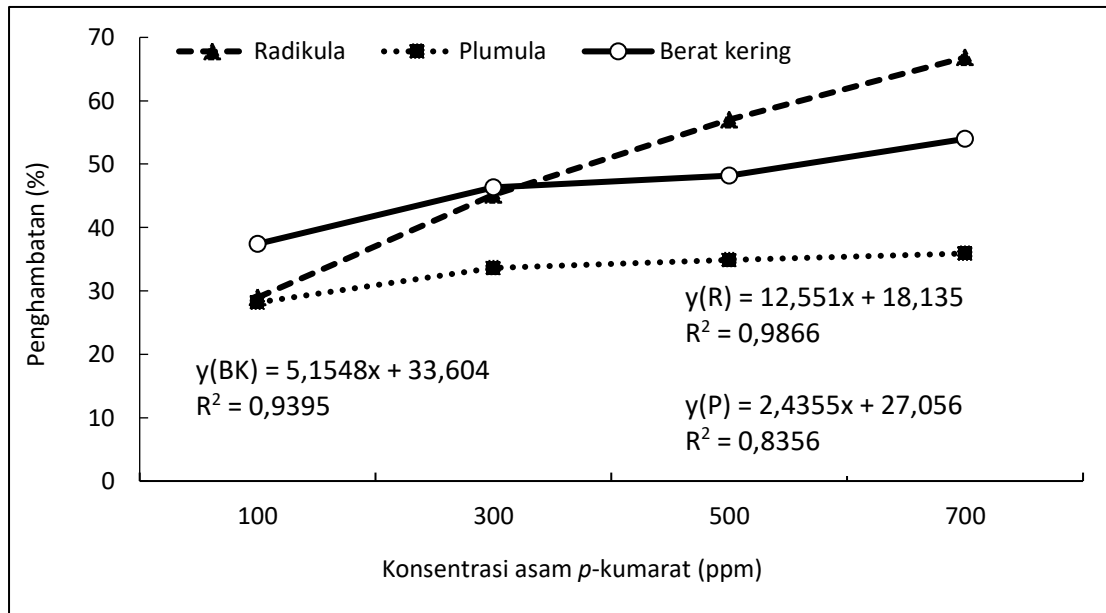
Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa radikula lebih sensitif terkena pengaruh kedua senyawa dibanding plumula. Hal ini berkaitan dengan alelokimia yang bersifat toksik untuk perkecambahan, yang menyebabkan penekanan aktivitas metabolisme perkecambahan seperti pembelahan dan perpanjangan sel, terutama yang terjadi pada akar. Pada proses perkecambahan, ketika benih mengalami imbibisi yang mengandung alelokimia, maka pertumbuhan akar yang akan mengalami pengaruh langsung pertama. Alelokimia dapat menyebabkan

kegagalan perkecambahan ataupun pertumbuhan awal yang tidak normal. Menurut Sujinah *et al.* (2021), penghambatan pertumbuhan akar akan mengganggu fungsi fisiologis pertumbuhan, yang terlihat dari penurunan berat kering tanaman uji.

Hasil ini sejalan dengan penelitian Ho *et al.* (2020) yang menunjukkan beberapa senyawa dari golongan fenolik (asam salisilat, vanilat, benzoat, *p*-kumarat, sinamat) menyebabkan penghambatan pada akar sawi hijau lebih besar dibandingkan tajuk. Lebih lanjut, penghambatan berat kering yang disebabkan oleh *p*-

hidroksibenzoat lebih besar dibandingkan radikula pada konsentrasi 100-700 ppm. Namun demikian, *p*-kumarat menyebabkan penghambatan berat kering lebih tinggi pada

konsentrasi rendah (100 ppm), sedangkan pada konsentrasi > 300 ppm penghambatan berat keringnya lebih rendah dari radikula.



Gambar 2. Pengaruh asam *p*-kumarat pada beberapa konsentrasi terhadap pertumbuhan *E. crus-galli*

**Penghambatan Ekstrak Akar Padi terhadap Pertumbuhan *Echinochloa crus-galli***

Pertumbuhan panjang radikula, plumula, dan berat kering *E. crus-galli* pada perlakuan ekstrak akar padi tertera pada Tabel 2. Pada perlakuan kontrol menunjukkan pertumbuhan radikula dan plumula yang lebih tinggi dibanding yang diberi ekstrak akar padi. Penurunan radikula yang besar disebabkan oleh Inpara 3 dan 4 yang mencapai 50%, sedangkan penurunan terkecil disebabkan oleh Inpara 9 (27%). Beberapa varietas terlihat memiliki kemampuan menghambat panjang radikula di atas rata-rata dari 10 varietas yang digunakan, yaitu Inpara 3, 4, 7, dan 10.

Panjang plumula yang diberi ekstrak akar padi dengan perbedaan varietas menunjukkan tidak berbeda nyata, yaitu berkisar 2,30-3,40 cm. Namun demikian,

penurunan panjang radikula terhadap kontrol relatif bervariasi dengan penurunan terbesar terjadi pada Inpara 7 (53%). Empat varietas memiliki kemampuan menghambat radikula di atas 40%, yaitu Inpara 4, 8, 9, dan 10.

Berat kering *E. crus-galli* yang diberi ekstrak akar padi juga terlihat lebih rendah dibanding kontrol, kecuali pada Inpara 1, 2, 6, dan 9 yang menunjukkan tidak berbeda nyata. Penghambatan berat kering kurang dari 20% disebabkan oleh Inpara 1, dan yang lebih 30% terjadi pada Inpara 3, 4, 5, dan 7. Lima varietas lainnya memiliki kemampuan menghambat berat kering antara 20-30%.

Kemampuan ekstrak akar padi menghambat pertumbuhan *E. crus-galli* menunjukkan adanya potensi alelopati padi. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa beberapa padi dari

Banglades dan Malaysia memiliki potensi alelopati dalam menghambat pertumbuhan *E. crus-galli* (Rahaman *et al.*, 2021). Kemampuan perbedaan ekstrak akar padi menghambat pertumbuhan *E. crus-galli* kemungkinan disebabkan oleh jenis dan konsentrasi alelokimia. Salah satu alelokimia padi adalah senyawa kimia dari golongan asam fenolik (Patni *et al.*, 2019; Ho *et al.*, 2020).

Tabel 2. Pengaruh ekstrak akar padi terhadap panjang radikula, plumula, dan berat kering *E. crus-galli*

Varietas	Panjang (cm)		Berat kering (mg)
	Radikula	Plumula	
Inpara 1	1,13 b	3,05 b	1,94 ab
Inpara 2	1,12 b	3,08 b	1,84 ab
Inpara 3	0,90 b	3,19 b	1,56 b
Inpara 4	0,91 b	2,49 b	1,61 b
Inpara 5	1,12 b	3,13 b	1,64 b
Inpara 6	1,25 b	3,40 b	1,85 ab
Inpara 7	0,95 b	2,30 b	1,57 b
Inpara 8	1,14 b	2,55 b	1,71 b
Inpara 9	1,34 b	2,79 b	1,79 ab
Inpara 10	1,08 b	2,80 b	1,72 b
Kontrol	1,83 a	4,91 a	2,38 a

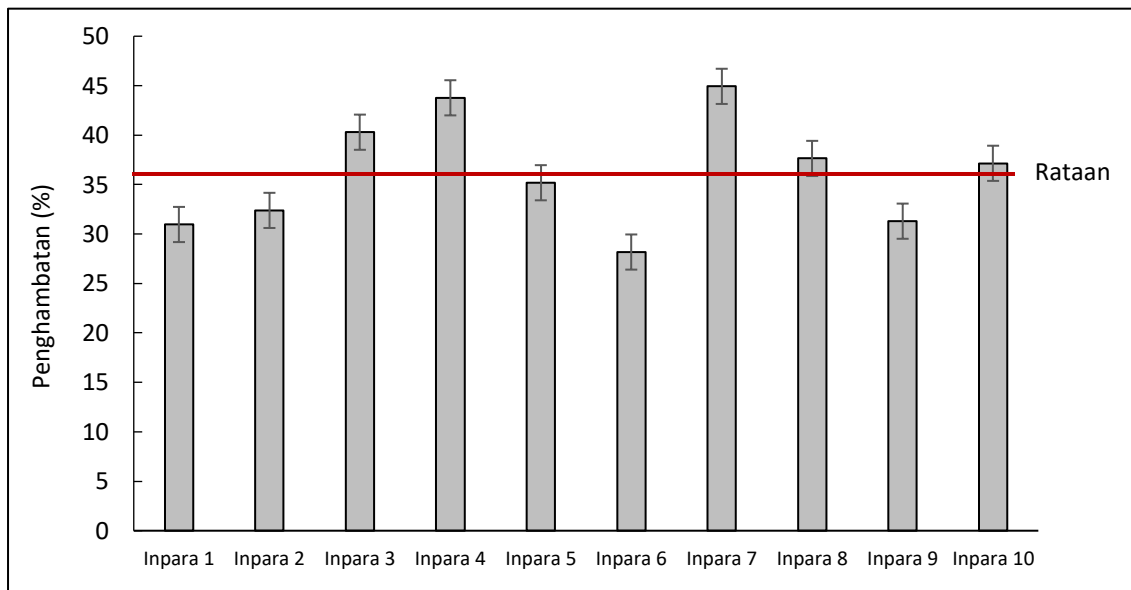
Data yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada uji DMRT5%

Asam fenolik dapat meningkatkan spesies oksigen reaktif (ROS) dengan mengurangi aktivitas enzim antioksidan dalam sel (Inderjit *et al.*, 2002). Lebih lanjut, alelokimia memengaruhi proliferasi sel dan sintesis DNA pada jaringan meristem yang dapat menghambat pemanjangan sel (Nishida *et al.*, 2005), serta mempengaruhi proses fisiologis lainnya yang berdampak pada efek fenotipik (Gomes *et al.*, 2017). Gen-gen yang berperan dalam alelopati padi diantaranya adalah *OsCP4S* (*copalyl diphosphate synthase 4*) dan *OsKSL4* (*kaurene synthase*

*like 4*) yang berkaitan dengan sintesis diterpen yang ditemukan pada biosintesis momilactone. Senyawa ini dapat menekan pertumbuhan *E. crus-galli* yang tumbuh di sekitar pertanaman padi (Xu *et al.*, 2012).

Meskipun semakin besar konsentrasi *p*-hidroksibenzoat menyebabkan tingkat penghambatan yang besar pula (Gambar 1), namun dari pengujian ekstrak akar tidak menunjukkan hasil yang sama. Akar Inpara 9 yang mengandung *p*-hidroksibenzoat tinggi justru kemampuan penghambatannya lebih rendah dari kelima varietas (Gambar 3). Hal ini mengindikasikan bahwa *p*-hidroksibenzoat bukan satu-satunya senyawa yang memengaruhi penghambatan pertumbuhan *E. crus-galli*. Lebih lanjut, kemungkinan terdapat senyawa-senyawa lain yang belum terdeteksi ikut berperan dalam penghambatan. Bouhaouel *et al.* (2019) menyatakan bahwa campuran beberapa senyawa lebih efektif menghambat pertumbuhan *Bromus diandrus* daripada masing-masing senyawa pada tanaman barley.

Pada hasil penelitian ini, kandungan *p*-kumarat pada ekstrak akar lebih rendah dibanding dengan konsentrasi pengujian, sehingga belum dapat dipastikan apakah konsentrasi yang lebih rendah dari 100 ppm dapat menghambat pertumbuhan *E. crus-galli*. Oleh karena itu, masih diperlukan pengujian lebih lanjut dengan menggunakan konsentrasi yang lebih rendah (< 100 ppm) untuk memastikan pengaruh *p*-kumarat terhadap pertumbuhan *E. crus-galli*. Namun demikian, berdasarkan hasil penelitian Chen *et al.* (2019), *p*-kumarat 1 mM dapat menghambat perkecambah padi dengan cara menginduksi gen *OsABA8'ox2/3* melakukan upregulasi sehingga meningkatkan kandungan asam absisat (ABA).



Gambar 3. Rata-rata penghambatan pertumbuhan *E. crus-galli* pada perbedaan ekstrak akar padi

Berdasarkan rata-rata penghambatan pertumbuhan dari ketiga peubah pengamatan, terdapat 5 varietas yang menghasilkan ekstrak dengan tingkat penghambatannya di atas rata-rata (Gambar 3). Penghambatan tertinggi terdapat pada Inpara 7 (45%), sedangkan terendah pada Inpara 6 (28%). Tingginya kemampuan Inpara 7 menghambat pertumbuhan *E. crus-galli* terlihat dari kemampuannya yang tinggi dalam menghambat ketiga peubah pengamatan. Rata-rata penghambatan oleh Inpara 3 yang tinggi didukung oleh kemampuannya yang tinggi dalam menghambat radikula, sedangkan penghambatan plumula di bawah rata-rata. Sebaliknya, pada Inpara 8 memiliki kemampuan tinggi menekan plumula, namun kemampuannya menekan radikula masih di bawah rata-rata. Fase pertumbuhan tanaman akan memengaruhi kandungan metabolit yang dihasilkan. Pada penelitian ini, ekstrak akar yang digunakan berasal dari

pertanaman padi pada fase berbunga sesuai hasil penelitian dari Khanh *et al.* (2009), aktivitas alelopati padi mencapai maksimum pada fase berbunga. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang diuji pada gulma *E. crus-galli* dan *M. vaginalis* pada fase bibit yang menunjukkan kelima varietas (Inpara 3, 4, 7, 8, dan 10) juga memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan gulma yang lebih tinggi dari rata-rata (Sujinah *et al.*, 2021). Hasil pada pengujian alelopati di lapang memberikan hasil yang sedikit berbeda. Inpara 6 mampu menekan pertumbuhan gulma (*E. crus-galli* dan *M. vaginalis*) lebih besar dibanding Inpara 10 pada penghambatannya terhadap jumlah anakan dan berat kering gulma (Sujinah *et al.*, 2023). Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan adanya potensi alelopati padi varietas Inpara yang dapat digunakan sebagai pengendalian gulma *E. crus-galli* dengan memanfaatkan eksudasi akarnya.



## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kandungan asam *p*-hidroksibenzoat dan *p*-kumarat bervariasi antarvarietas, dengan kandungan tertinggi pada Inpara 9.
2. Semakin tinggi konsentrasi asam *p*-hidroksibenzoat dan *p*-kumarat, maka penghambatan pertumbuhan *E. crus-galli* semakin besar.
3. Ekstrak akar padi menghambat pertumbuhan *E. crus-galli* sebesar 28-45%.
4. Inpara 3, 4, 7, 8, dan 10 mampu menghambat pertumbuhan *E. crus-galli* lebih besar dari rata-rata.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai DIPA BB Padi tahun 2020 dan Kementerian Keuangan melalui LPDP di bawah koordinasi Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) tahun 2020 melalui program Prioritas Riset Nasional (PRN). Kami mengucapkan terima kasih kepada BB Padi atas bantuan fasilitas penelitian dan semua pihak yang telah membantu dalam penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aktar, M.W., Sengupta, D. & Chowdhury, A. (2009). Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. *Interdisciplinary Toxicology*, 2(1), 1-12. doi: 10.2478/v10102-009-0001-7
- Alam, M.A., Hakim, M.A., Juraini, S.A., Rafii, M.Y., Hasan, M.M. & Aslani, F. (2018). Potential allelopathic effects of rice plant aqueous extracts on germination and seedling growth of some rice field common weeds. *Italian Journal of Agronomy*, 13(1066), 134-140. doi:10.4081/ija.2018.1066
- Anwar, S., Naseem, S., Karimi, S., Asi, M.R., Akrem, A. & Ali, Z. (2021). Bioherbicide activity and metabolic profiling of potent allelopathic plant fractions against major weeds of wheat-wheat forward to lower the risk of synthetic herbicides. *Frontiers in Plant Science*, 12,1-19. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.632390>
- Bouhaouel, I., Richard, G., Fauconnier, M.L., Ongena, M., Franzil, L., Gfeller, A., Amara, H.S. & du Jardin, P. (2019). Identification of barley (*Hordeum vulgare* L. subsp. *vulgare*) root exudates allelochemicals, their autoallelopathic activity and against *Bromus diandrus* Roth. germination. *Agronomy*, 9(345), 1-18. doi:10.3390/agronomy9070345
- Badan Pusat Statistik. (2022). *Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia (Angka Tetap)*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Chen, B.X., Peng, Y.X., Gao, J.D., Zhang, Q., Liu, Q.J., Fu, H. & Liu, J. (2019). Coumarin induced delay of rice germination is mediated by suppression of abscisic acid catabolism and reactive oxygen species production. *Frontiers in Plant Science*, 10, 1-12. doi: 10.3389/fpls.2019.00828
- Cheng, F. & Cheng, Z. (2015). Research progress on the use of plant allelopathy in agriculture and the physiological and ecological mechanisms of allelopathy. *Frontiers in Plant Science*, 6(1020), 1-16. doi: 10.3389/fpls.2015.01020
- Chung, I.M., Ahn, J.K., Kim, J.T. & Kim, C.S. (2000). Assessment of allelopathic potentiality and identification of allelopathic compounds on Korean local rice varieties. *Korean Journal of Crop Science*, 45(1), 44-49.

- Chung, I.M., Ahn, J.K. & Yun, S.J. (2001). Assessment of allelopathic potential of barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*) on rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. *Crop Protection*, 20, 921-928. doi:10.1016/S0261-2194(01)00046-1.
- Chung, I.M., ahn, J.K. & Yun, S.J. (2001). Identification of allelopathic compounds from rice (*Oryza sativa* L.) straw and their biological activity. *Canadian Journal of Plant Science*, 81(4), 815-819. doi:10.4141/P00-191.
- Fang, C., Yang, L., Chen, W., Li, L., Zhang, P., Li, Y., He, H. & Lin, W. (2020). MYB57 transcriptionally regulates MAPK11 to interact with PAL2;3 and modulate rice allelopathy. *Journal of Experimental Botany*, 71(6), 2127-2142. doi:10.1093/jxb/erz540
- Gomes, M.P., Garcia, Q.S., Barreto, L.C., Pimenta, L.P.S., Matheus, M.T. & Figueredo, C.C. (2017). Allelopathy: An overview from micro to macroscopic organisms, from cells to environments, and the perspectives in a climate-changing world. *Biologia*, 72(2), 113-129. doi: 10.1515/biolog-2017-00019
- Ho, T.L., Nguyen, T.T.C., Nguyen, N.Y., Nguyen, T.T.T., Phong, T.N.H., Nguyen, C.T., Lin, C.H., Lei, Z., Sumner, L.W. & Le, V.V. (2020). Allelopathic potential of rice and identification of published allelochemicals by cloud-based metabolomics platform. *Metabolites*, 10(244), 1-20. doi:10.3390/metabo10060244
- Hussain, M.I., Reigosa, M.J. & Al-Dakheel, A.J. (2015). Biochemical, physiological and isotopic responses to natural product p-hydroxybenzoic acid in Cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.). *Plant Growth Regulation*, 75(3), 783-792. doi: 10.1007/s10725-014-9981-1
- Inderjit, Streibig, J.C. & Olofsdotter, M. (2002). Joint action of phenolics acid mixture and its significance in allelopathy research. *Physiologia Plantarum*, 114, 422-428.
- Kato-Noguchi, H. & Peters, R.J. (2013). The role of momilactones in rice allelopathy. *Journal of Chemical Ecology*, 39(2), 175-185. Doi: 10.1007/s10886-013-0236-9
- Kato-Noguchi, H., Ino, T. & Kujime, H. (2010). The relation between growth inhibition and secretion level of momilactone B from rice root. *Journal of Plant Interactions*, 5(2), 87-90. doi: 10.1080/17429141003632592
- Khanh, T.D., Cong, L.C., Chung, I.M., Xuan, T.D. & Tawata, S. (2009). Variation of weed-suppressing potential of Vietnamese rice cultivars against barnyardgrass (*Echinochloa crus-galii*) in laboratory, greenhouse, and field screenings. *Journal of Plant Interactions*, 4(3): 209-218. <https://doi.org/10.1080/17429140902807727>
- Li, Z.H., Wang, Q., Ruan, Q., Pan, C.D. & Jiang, D.A. (2010). Phenolics and plant allelopathy. *Molecules*, 15, 8933-8952. doi:10.3390/molecules15128933
- Marchesi, C. & Chauhan, B.S (2018). The efficacy of chemical options to control *Echinochloa crus-galli* in dry-seeded rice under alternative irrigation management and field layout. *Crop Protection*, 118, 72-78. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2018.12.016>
- Nishida, N., Tamotsu, S., Nagata, N., Saito, C. & Sakai, A. (2005). Allelopathic effects of volatile monoterpenoids produced by *Salvia leucophylla*: inhibition of cell proliferation and DNA synthesis in the root apical meristem of *Brassica campestris* seedlings. *Journal of Chemical Ecology*, 31(5), 1187-1203. doi: 10.1007/s10886-005-4256-y
- Patni, B., Guru, S.K., Iriti, M. & Vitalini, S. (2019). Elicitation of the allelopathic potential of rice by methyl salicylate

- treatment. *Applied Science*, 9(4881), 1-12. doi:10.3390/app9224881
- Rahaman, F., Juraimi, A.S., Rafii, M.Y., Uddin, M.K., Hassan, L., Chowdhury, A.K. & Bashar, H.M.K. (2021). Allelopathic effect of selected rice (*Oryza sativa*) varieties against barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*). *Plants*, 10, 1-20. <https://doi.org/10.3390/plants10102017>
- Sadeghloo, A., Asghari, J. & Ghaderi-Far, F. (2013). Seed germination and seedling emergence of velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) and barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*). *Planta Daninha*, 31(2), 259-266.
- Sujinah, Guntoro, D. & Sugiyanta. (2021). Identifikasi senyawa metabolit ekstrak akar padi dan potensi alelopati terhadap gulma *Echinochloa crus-galli* dan *Monochoria vaginalis*. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 5(2), 99-108. <http://dx.doi.org/10.21082/jpntp.v5n2.2021.p99-108>
- Sujinah, Guntoro, D. & Sugiyanta. (2022). Competitiveness of swamp rice against *Echinochloa crus-galli* and *Monochoria vaginalis* weeds. *Australian Journal of Crop Science*, 16(04), 522-530. doi: 10.21475/ajcs.22.16.04.p3537
- Sujinah, Guntoro, D. & Sugiyanta. (2023). Allelopathic herbicidal potential and quantification of allelochemicals from swap rice field. *Allelopathy Journal*, 58(2): 121-134. <https://www.allelopathyjournal.com/10.26651/2023-58-2-1424>
- Xu, M., Galhano, R., Wiemann, P., Bueno, E., Tiernan, M., Wu, W., Chung, I.M., Gershenzon, M., Tudzynski, B., Sesma A. & Peters, R.J. (2012). Genetic evidence for natural product-mediated plant-plant allelopathy in rice (*Oryza sativa*). *New Phytologist*, 193, 570-575. doi: 10.1111/j.1469-8137.2011.04005.x
- Wang, C.M., Chen, H.T., Li, T.C., Weng, J.H., Jhan, Y.L., Lin, S.X. & Chou, C.H. (2014). The role of pentacyclic triterpenoids in the allelopathic effects of *Alstonia scholaris*. *Journal of Chemical Ecology*, 40, 90-98. doi: 10.1007/s10886-013-0376-y
- Wang, R.L., Liu, S.W., Xin, X.W., Peng, G.X., Su, Y.J. & Song, Z.K. (2017). Phenolic acids contents and allelopathic potential of 10-cultivars of alfalfa and their bioactivity. *Allelopathy Journal*, 40(1), 63-70.
- Zanardo, D.L., Lima, R.B., Ferrarese, M.L.L., Bubna, G.A. & Ferrarese-Filho, O. (2009). Soybean root growth inhibition and lignification induced by *p*-coumaric acid. *Environmental and Experimental Botany*, 66, 25-30. doi: 10.1016/j.envexpbot.2008.12.014
- Zhang, Q., Zhang, Q., Lin, S., Wang, P., Li, J., Wang, H. & He, H. (2020). Dynamics analysis on weeds inhibition and phenolic acids of allelopathic rice in field test. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 67(13): 1809-1821. <https://doi.org/10.1080/03650340.2020.1811973>