

## Perkecambahan Biji Dan Pertumbuhan Kecambah Varietas Sorgum (*Sorghum bicolor* L.) Pada Cekaman Krom Heksavalen

Sri Kasmiyati<sup>1,3\*</sup>, Santosa<sup>1</sup>, Irfan Dwidja Priyambada<sup>2</sup>, Kumala Dewi<sup>1</sup> dan Rintawati Sandradewi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

<sup>2</sup>Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

<sup>3</sup>Fakultas Biologi Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga, Indonesia

\*Penulis untuk korespondensi: 0298-321212; fax: 0298-321433; e-mail: kas@staff.uksw.edu

### Abstract

In contrast to other toxic trace metals, Cr has received little attention. Since valence level of chromium determines its toxicity, chromium is categorized as unique heavy metal. Chromium hexavalent ( $\text{Cr}^{6+}$ ) has the biggest toxicity among other valence levels. Seed germination and seedling growth are sensitive to heavy metal stresses. This research aimed to find out the responses of seed germination and seedling growth of 12 sorghum varieties toward  $\text{Cr}^{6+}$ . Seed germination and seedling growth experiment was done on 12 sorghum varieties (Badik, UPCA-1, Keris, Keris M3, hegari Genjah, Gambela, Selayer, Sangkur, Mandau, Batari, Kawali, dan Numbu), planted in petridishes with  $\text{Cr}^{6+}$  treatment in form of chromate ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ) and dichromate ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) compounds with 0, 50 and 500 mg of Cr/l concentration for a week. The parameters measured were the number of seeds germinate each day; the length of radicle and plumule, and fresh and dry weight at the end of experiment. The results showed that higher concentration of  $\text{Cr}^{6+}$  both in form of dichromate and chromate, significantly decreased the length of radicle and plumule, fresh and dry weight, and SVI (seedling vigor index) value. However, index germination (GI) value and percentage of germination of the 12 varieties sorghum significantly increased in the treatment of 50 mg Cr/l  $\text{Cr}^{6+}$  in form of dichromate and chromate. The treatment of dichromate compound showed bigger effect than chromate toward variables of seed germination and seedling growth of sorghum. It was noticed that 12 sorghum varieties possessed an integrated complex of adaptation to cope with the range of form of compound and concentration of  $\text{Cr}^{6+}$ . Based on the responses of seed germination and seedling growth, Kawali, Hegari, Keris, Keris M3, Mandau, and Selayer varieties was more susceptible toward  $\text{Cr}^{6+}$  toxicity, and Sangkur, Selayer, Batari, and Numbu was more tolerant than other varieties.

**Keywords :** chromate, dichromate, *Sorghum bicolor*, seedling, hexavalent chromium

### PENDAHULUAN

Polutan logam berat Cr di lingkungan mendapat perhatian serius karena bersifat persisten dan tidak dapat didegradasi, sehingga mengancam kehidupan tumbuhan, hewan, mikroorganisme dan bahkan kesehatan manusia (Gheju *et al.* 2009). Krom (Cr) merupakan salah satu logam berat toksik bagi tumbuhan, yang memiliki kelimpahan berkisar antara 10-50 mg/kg di tanah, 0,1-117  $\mu\text{g/l}$  di air tawar, dan 0,2-50  $\mu\text{g/l}$  pada air laut (Shanker *et al.* 2005). Keberadaan Cr lingkungan dapat bersumber dari alam maupun aktivitas antropogenik. Kelimpahan Cr di lingkungan cenderung mengalami peningkatan dari waktu ke waktu, karena meningkatnya aktivitas manusia di bidang industri terutama penyamakan kulit, pelapisan logam (penyepuhan), tekstil, cat, tinta, pengawetan kayu, industri baja,

pemakaian fungisida, dan instalasi pendinginan air (Kotas & Stasicka, 2000).

Krom merupakan logam berat unik dibandingkan yang lain, karena tingkat valensi yang berbeda, terutama krom trivalen ( $\text{Cr}^{3+}$ ) dan krom heksavalen ( $\text{Cr}^{6+}$ ), menunjukkan perbedaan yang menyolok dalam hal mobilitas, kelarutan, reaktivitas dan toksisitas (Yu & Gu, 2007). Ion  $\text{Cr}^{6+}$  bersifat lebih toksik dibandingkan  $\text{Cr}^{3+}$ , karena toksisitasnya 10-100 kali lebih tinggi dibandingkan  $\text{Cr}^{3+}$ . Bartlett (1991) menyatakan bahwa  $\text{Cr}^{6+}$  dalam bentuk kromat dan dikromat memiliki kelarutan sangat tinggi di dalam air, sedangkan  $\text{Cr}^{3+}$  kurang bersifat larut di dalam air dan dibutuhkan oleh hewan dalam jumlah yang sangat sedikit dalam bentuk nutrisi anorganik.

Krom heksavalen merupakan bentuk krom yang sangat toksik karena berada dalam bentuk

paling teroksidasi, reaktif, bersifat karsinogenik, mutagenik, dan teratogenik (Bartlett, 1991; Choppala *et al.* 2010).  $\text{Cr}^{6+}$  juga merupakan oksidan kuat yang dapat mengubah permeabilitas membran dan mengoksidasi sel organisme, serta mampu serta mampu diserap 3-5 kali lebih banyak oleh organisme dibandingkan  $\text{Cr}^{3+}$  (Njoku & Nweeze, 2009; Aquilar *et al.* 2008; James, 2002). Spesies krom heksavalen yang paling banyak dilaporkan toksisitasnya terhadap berbagai jenis tumbuhan adalah  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  (Mei *et al.* 2002; Zou *et al.* 2006; Ganesh *et al.* 2008; Gupta *et al.* 2009; Dubey *et al.* 2010; Malmir, 2011; Ali *et al.* 2011). Senyawa krom heksavalen lain yang juga telah diteliti efek toksiknya terhadap tumbuhan adalah  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  (Tripathi *et al.* 2011; Sharma *et al.* 2011),  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$  (Vasquez *et al.* 1987),  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (Subrahmanyam, 2008) dan  $\text{CrO}_3$  (Verma *et al.* 2009).

Seperti logam berat lain, penyerapan dan akumulasi Cr dalam jaringan tumbuhan akan mempengaruhi pertumbuhan dan aktivitas fisiologis. Salah satu proses pertumbuhan yang dipengaruhi adalah perkecambahan. Toksisitas krom menyebabkan penghambatan perkecambahan dan pertumbuhan kecambah, pertumbuhan dan perkembangan akar, batang dan daun (Shanker *et al.* 2005). Krom telah dilaporkan mempengaruhi perkecambahan biji pada 8 kultivar dari *Vigna radiata* (Rout *et al.* 1997) dan pada beberapa kultivar padi (Gyawali dan Lekhak, 2006).

Tanaman *Sorghum bicolor* merupakan anggota famili Poaceae yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan dan pakan. Sorgum juga dapat dimanfaatkan bahan baku untuk media jamur merang, industri alkohol, industri gula, asam amino, monosodium glutamat (MSG), bahan baku etanol, bahan baku untuk lem, dan sapu (Yusro, 2001; Sirappa, 2003). *Sorghum* memiliki adaptasi agroekologi luas, dapat ditanam pada hampir semua jenis lahan, baik subur maupun lahan kering (marjinal), memiliki daya adaptasi tinggi terhadap berbagai kondisi cekaman, seperti kekeringan, suhu tinggi, salinitas, genangan. Oleh karena itu tanaman sorgum sangat potensial untuk diteliti responnya terhadap cekaman logam berat, salah satunya logam berat krom, karena menurut Jamali *et al.* (2008) dan Revathi *et al.* (2011) melaporkan

*Sorghum bicolor* merupakan salah satu jenis tanaman akumulator logam berat Cr. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui respon perkecambahan dan pertumbuhan kecambah dari 12 varietas sorgum yang ada di Indonesia terhadap cekaman Cr heksavalen ( $\text{Cr}^{6+}$ ).

## BAHAN DAN METODE

### Penyiapan Benih Sorgum dan Perlakuan Cr

Penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan rancangan acak lengkap dengan 3 faktor yaitu bentuk senyawa  $\text{Cr}^{6+}$ , konsentrasi  $\text{Cr}^{6+}$  dan varietas sorgum. Ada 2 bentuk senyawa  $\text{Cr}^{6+}$  yang digunakan perlakuan yaitu  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  dan  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , dengan 3 aras konsentrasi Cr yaitu 0 (kontrol), 50 dan 500 mg Cr/l. Perlakuan varietas terdiri dari 12 varietas sorgum. Sepuluh varietas diperoleh dari BB Biogen (Bogor) meliputi Badik, UPCA-1, Keris, Keris M3, Hegari Genjah, Gambela, Selayer, Sangkur, Mandau, dan Batari, sedangkan 2 varietas dari Balitsereal (Maros, Sulawesi Selatan) yaitu Kawali dan Numbu. Respon perkecambahan dan pertumbuhan kecambah dari 12 varietas sorgum terhadap perlakuan  $\text{Cr}^{6+}$  diamati dengan cara mengecambahkan biji selama 1 minggu. Sebanyak 50 biji untuk tiap varietas, disterilisasi menggunakan larutan pemutih komersial mengandung natrium hipoklorid ( $\text{NaClO}$ ) 0,5% selama 10 menit, dibilas dengan akuades steril sebanyak 3 kali, selanjutnya direndam dalam akuades steril selama 4-5 jam untuk mempercepat perkecambahan biji. Perlakuan krom diberikan bersama-sama dengan larutan Hoagland yang digunakan untuk membasahi benih sebanyak 20 ml pada awal perkecambahan dan ditambah 5 ml setiap hari selama 7 hari, dan larutan Hoagland tanpa perlakuan Cr digunakan sebagai kontrol. Komposisi media Hoagland yang digunakan mengandung  $\text{KNO}_3$  606,6,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  1270,  $\text{NaCl}$  58,4,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  272,2,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  492,8,  $\text{MnCl}_2$  1,158,  $\text{ZnSO}_4$  0,123,  $\text{H}_3\text{BO}_3$  2,86,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  0,08,  $\text{H}_2\text{MoO}_4$  0,017 dan Fe-EDTA 5,0. Setiap perlakuan dengan 5 ulangan.

### Uji Perkecambahan Biji Sorgum

Sebanyak 10 biji tiap varietas dikecambahkan di dalam cawan petri yang telah diberi alas kertas merang dan dijaga agar selalu

tetap basah dengan setiap hari diberi penambahan larutan Cr sesuai perlakuan dan akuades pada perlakuan kontrol dengan volume konstan per harinya. Perkecambahan biji dilakukan dalam kondisi gelap, pada suhu  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ . Parameter yang diamati setiap hari adalah banyaknya jumlah biji yang berkecambah selama 7 hari. Biji dikatakan berkecambah bila radikulanya telah tumbuh memanjang sebesar  $\pm 2$  mm. Pertumbuhan kecambah meliputi panjang radikula, panjang

plumula, panjang kecambah, berat basah dan berat kering kecambah diukur pada akhir perkecambahan. Hasil penghitungan jumlah biji yang berkecambah setiap hari dan pengamatan pertumbuhan kecambah pada akhir perkecambahan digunakan untuk menentukan persentase perkecambahan, indeks perkecambahan (GI, *Germination Index*), dan indeks vigor kecambah (SVI, *Seedling Vigor Index*) dengan rumus seperti yang tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1 Rumus untuk penghitungan nilai indeks parameter perkecambahan

Parameter Perkecambahan	Rumus	Keterangan	Referensi
Persentase perkecambahan (PKC)	$\frac{\sum Bk}{\sum TB} \times 100$	$\sum Bk$ = jumlah biji berkecambah $\sum TB$ = jumlah total biji	Talukdar (2011)
Indeks perkecambahan (GI)	$Gt / Tt$	$\sum Gt$ = jumlah total biji berkecambah pada hari t $\sum Tt$ = jumlah total hari perkecambahan pada hari t	Carpici <i>et al.</i> (2009)
Indeks vigor kecambah (SVI)	$PKC \times PjK$	PKC = % perkecambahan PjK = panjang kecambah (cm)	Jahangir <i>et al.</i> (2009)

### Analisis Data

Data pengamatan dianalisis secara statistik dengan analisis sidik ragam (ANOVA) menggunakan program SAS. Hasil analisis varian dari parameter yang berbeda nyata diuji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) taraf uji 5% untuk mengetahui beda nyata di antara rerata perlakuan atau kombinasi perlakuan.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis sidik ragam terhadap variabel perkecambahan dan pertumbuhan kecambah dari 12 varietas sorgum ditampilkan pada Tabel 2. Ada 8 variabel yang dianalisis meliputi panjang akar, panjang plumula, panjang kecambah, berat basah kecambah, berat kering kecambah, nilai SVI, persentase perkecambahan, dan indeks perkecambahan.

Tabel 2. Analisis sidik ragam variabel perkecambahan

Sumber keragaman	db	F hitung							
		PjR	PjP	PjK	BBK	BKK	SVI	PKC	GI
Varietas	11	16,51**	16,61**	11,58**	32,26**	17,21**	15,96**	37,39**	63,74**
PCr	2	1239,43**	482,81**	943,60**	434,89**	229,02**	807,99**	0,13 ns	0,94 ns
Varietas*PCr	22	9,96**	3,46**	5,02**	8,70**	6,58**	9,16**	2,79**	2,55**
KONS	1	150,46**	580,48**	390,77**	156,24**	253,42**	105,3**1	16,76**	133,01**
Varietas*KONS	11	2,75 ns	4,32**	1,89*	1,67 ns	3,25**	2,04*	1,63 ns	1,34 ns
PCr*KONS	1	1,45 ns	22,53**	10,57**	0,81 ns	0,33 ns	0,40 ns	13,42**	12,85**
Varietas*PCr*KONS	11	0,82 ns	1,45 ns	0,62 ns	0,82 ns	1,44 ns	0,74 ns	2,64**	1,57 ns
Galat	240								
Total	299								
Koefisien keragaman		37,79%	23,09%	26,41%	17,75%	28,57%	45,88%	14,90%	18,62%

Keterangan : \*\*, \*, dan tn masing-masing adalah sangat nyata pada batas peluang 0,01; nyata pada batas peluang 0,05 dan tidak nyata; db= derajat bebas, PCr= perlakuan bentuk senyawa  $\text{Cr}^{6+}$ , KONS= konsentrasi  $\text{Cr}^{6+}$ , PjR= panjang radikula, PjP= panjang plumula, PjK= panjang kecambah, BBK= berat basah kecambah, BKK= berat kering kecambah, SVI= *seedling vigor index*, PKC= persentase perkecambahan, GI= *germination index*

Lingkungan tumbuh mempengaruhi secara nyata perkecambahan sorgum. Varietas sorgum yang diuji menunjukkan respon perkecambahan dan pertumbuhan kecambah yang berbeda terhadap perlakuan  $\text{Cr}^{6+}$  baik dalam bentuk senyawa dikromat ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) maupun kromat ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ) pada konsentrasi 50 dan 500 mg Cr/l, hal ini ditunjukkan adanya interaksi antara varietas dengan perlakuan bentuk senyawa dan konsentrasi  $\text{Cr}^{6+}$ . Interaksi secara nyata tersebut ditunjukkan pada variabel panjang akar, panjang plumula, panjang kecambah, berat basah kecambah, berat kering kecambah, nilai SVI, persentase perkecambahan, maupun nilai indeks perkecambahan. Peralta *et al.* (2001) berdasarkan hasil penelitiannya melaporkan bahwa fase perkecambahan biji merupakan proses fisiologis pertama yang dipengaruhi oleh logam berat Cr, dan kemampuan biji untuk berkecambah di dalam media mengandung Cr dapat digunakan sebagai indikator tingkat toleransinya terhadap logam tersebut.

Hasil penelitian (Tabel 3 dan Gambar 1) menunjukkan bahwa faktor varietas, bentuk senyawa dan konsentrasi  $\text{Cr}^{6+}$ , mempengaruhi secara nyata perkecambahan dan pertumbuhan

kecambah dari varietas sorgum yang diuji. Semakin tinggi konsentrasi  $\text{Cr}^{6+}$  yang diberikan baik dalam bentuk dikromat maupun kromat maka panjang akar, panjang plumula, panjang kecambah, berat basah kecambah, berat kering kecambah, dan nilai SVI akan semakin menurun. Namun pada variabel persentase dan nilai indeks perkecambahan, perlakuan  $\text{Cr}^{6+}$  terutama pada konsentrasi 50 mg Cr/l tidak selalu menurunkan nilai kedua variabel tersebut pada kedua belas varietas sorgum, sebaliknya cenderung meningkatkan. Hasil ini diperkuat oleh Zayed dan Terry (2003) yang menyatakan bahwa Cr dalam konsentrasi tinggi dapat menghambat perkecambahan biji dan pertumbuhan kecambah. Efek penghambatan Cr terhadap perkecambahan biji lebih kecil dibandingkan pertumbuhan kecambah. Corradi *et al.* (1993) melaporkan bahwa perkecambahan biji *Salvia sclarea* secara *in vitro* tidak dipengaruhi oleh Cr dalam bentuk  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  (dikromat), namun radikula yang muncul dan terpapar oleh Cr dalam media mengalami penghambatan pertumbuhan.

Tabel 3 Nilai rata-rata variabel perkecambahan dan pertumbuhan kecambah dari 12 varietas sorgum pada perlakuan bentuk senyawa dan konsentrasi  $\text{Cr}^{6+}$

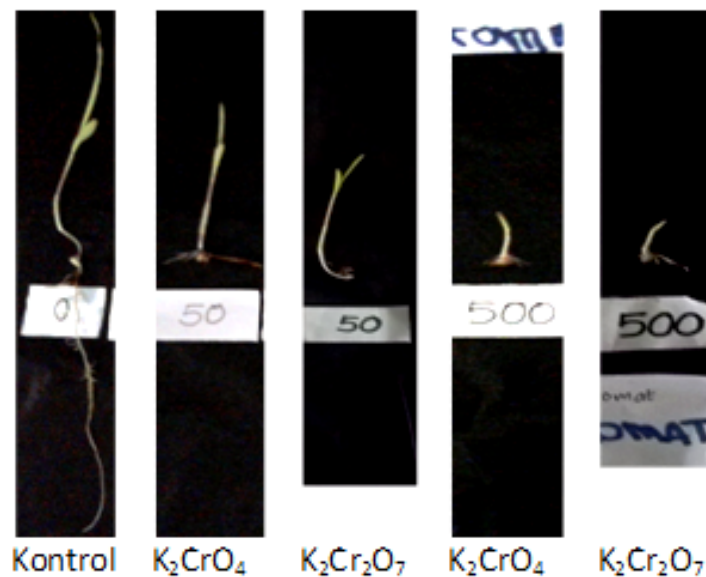
PERLAKUAN	Pj R cm	PjP cm	PjK cm	BBK g	BKK g	SVI	PKC	GI
<b>Varietas</b>								
UPCA	2,39 e	4,80 ef	7,18 c	0,989 b	0,057 de	197,69 de	80,25 cd	13,46 de
Badik	2,52 e	5,33 cde	7,85 bc	0,874 c	0,062 bcd	210,18 cde	84,01 bc	12,53 e
Keris	2,63 e	5,67 cd	8,30 bc	0,772 d	0,064 bcd	239,39 cd	87,68 ab	15,01 bc
Keris M3	4,85 a	5,00 de	9,84 a	0,998 b	0,062 bcd	435,71 a	91,38 a	16,44 a
Hegari	2,68 e	4,80 ef	7,48 c	0,796 cd	0,063 bcd	181,10 de	64,82 e	8,52 f
Sangkur	2,87 de	5,33 cde	8,21 bc	0,848 cd	0,058 cde	241,38 cd	75,14 d	14,02 cd
Mandau	3,89 bc	4,09 f	7,98 bc	1,002 b	0,081 a	321,59 b	79,37 cd	16,15 ab
Numbu	3,42 cd	6,42 ab	9,84 a	1,320 a	0,069 b	277,95 bc	79,47 cd	13,75 cde
Gambela	2,44 e	5,76 bc	8,21 bc	1,005 b	0,068 bc	213,76 cde	84,84 abc	15,64 ab
Kawali	1,36 f	3,07 g	4,43 d	0,608 e	0,024 f	93,83 f	62,43 e	9,56 f
Selayar	3,07 de	6,50 a	9,57 a	0,791 cd	0,049 e	237,82 cd	74,35 d	9,09 f
Batari	4,12 b	4,80 ef	8,92 ab	0,767 d	0,050 e	157,17 e	40,73 f	4,38 g
<b>Konsentrasi Cr (mg Cr/l)</b>								
0	9,58 p	9,35 p	18,93 q	1,440 p	0,100 p	732,40 p	77,92 p	14,04 p
50	2,28 q	5,92 q	8,20 q	0,890 q	0,066 q	180,41 q	77,07 p	13,68 p

500	0,48 r	2,24 r	2,71 r	0,634 r	0,031 r	38,32 r	71,98 q	10,25 q
Bentuk Senyawa Cr								
K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	4,17 x	6,05 x	10,21 x	0,999 x	0,068 x	320,32 x	75,45 x	12,56 x
K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	1,30 y	3,76 y	5,05 y	0,745 y	0,045 y	104,44 y	75,21 x	12,11 x

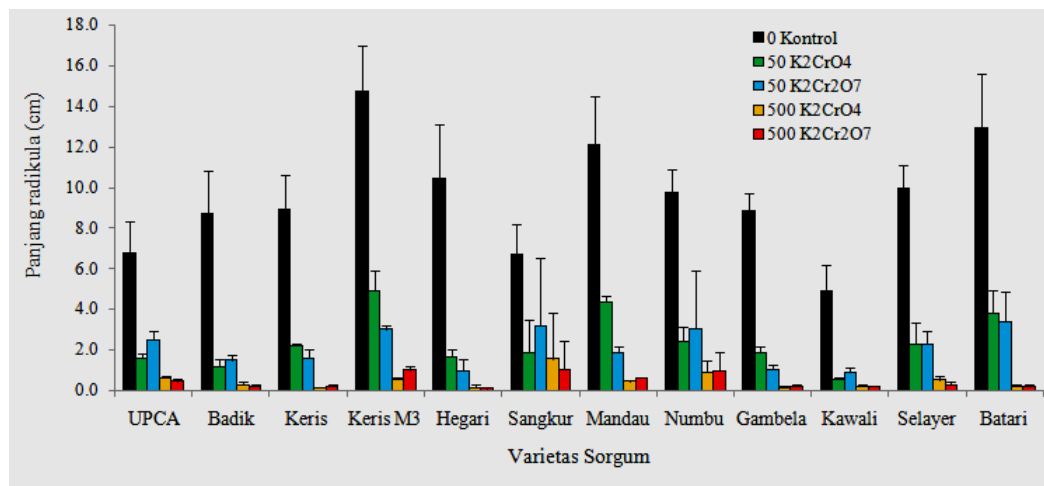
Keterangan: angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada tiap kolom untuk tiap parameter dan perlakuan menunjukkan tidak beda nyata pada uji Duncan dengan tingkat signifikansi 5%, PjR= panjang radikula, PjH= panjang plumula, PjP= panjang kecambah, BBK= berat basah kecambah, BKK= berat kering kecambah, SVI= *seedling vigor index*, PKC= persentase perkecambahan, GI= *germination index*

Senyawa Cr<sup>6+</sup> dalam bentuk dikromat (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) menunjukkan efek lebih besar terhadap variabel perkecambahan dan pertumbuhan kecambah, apabila dibandingkan kromat (K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>), kecuali terhadap variabel persentase dan indeks

perkecambahan. Hasil ini didukung oleh Samantaray *et al.* (1998) yang menyatakan bahwa urutan toksisitas Cr berdasarkan bentuk ionnya adalah sebagai berikut kromit < kromat < dikromat



Gambar 1. Respon pertumbuhan kecambah dari varietas sorgum terhadap perlakuan bentuk senyawa (K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> dan K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) dan konsentrasi Cr<sup>6+</sup> (50 dan 500 mg Cr/l)



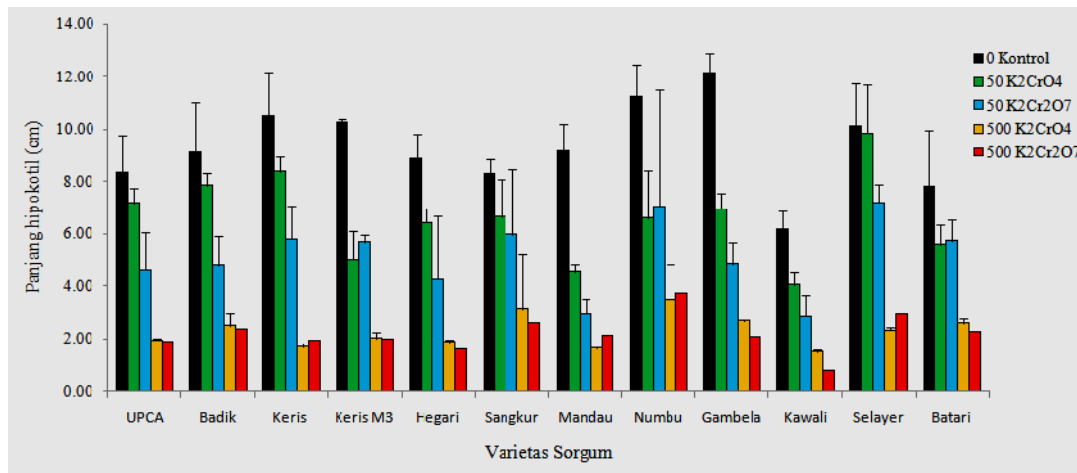
Gambar 1. Panjang radikula dari 12 varietas sorgum pada perlakuan bentuk dan konsentrasi Cr<sup>6+</sup> (K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> dan K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>)

Keduabelas varietas sorgum yang diuji menunjukkan panjang radikula beragam pada perlakuan bentuk senyawa dan konsentrasi Cr<sup>6+</sup> (Gambar 1). Pada perlakuan Cr<sup>6+</sup> sebesar 50 mg Cr/l, baik senyawa kromat maupun dikromat menurunkan secara nyata panjang radikula dibandingkan kontrol, dengan penurunan rata-rata mencapai 77 % (berkisar antara 52,1 – 90,5%). Pada perlakuan kromat 50 mg Cr/l, varietas yang paling besar mengalami penurunan panjang radikula adalah Kawali (88,64%), dan paling kecil adalah varietas Mandau (64,22%). Perlakuan dikromat 50 mg Cr/l menurunkan panjang radikula paling besar pada varietas Hegari mencapai 90,45%, paling kecil pada Sangkur (52,09%). Rata-rata penurunan panjang radikula keduabelas varietas sorgum pada perlakuan kromat dan dikromat sebesar 500 mg Cr/l mencapai 95% (berkisar antara 76,6 - 98,9%). Varietas Sangkur mengalami penurunan panjang radikula paling kecil pada perlakuan kromat dan dikromat 500 mg Cr/l yaitu berturut-turut sebesar 76,57 dan 84,33%, sedangkan varietas Hegari mengalami penurunan

paling besar yaitu sebesar 98,57 dan 98,95%. Efek Cr<sup>6+</sup> terhadap penghambatan pertumbuhan radikula dilaporkan juga pada *Cucumis sativus* (Verma et al., 2009), *Oryza sativa* (Gyawali dan Lekhak, 2006) dan *Triticum aestivum* (Datta et al. 2011)

Perlakuan Cr<sup>6+</sup> baik dalam bentuk kromat maupun dikromat sebesar 50 dan 500 mg Cr/l menurunkan secara nyata panjang plumula pada 12 varietas sorgum yang diuji (Gambar 2). Panjang plumula di antara varietas menunjukkan perbedaan secara nyata. Penurunan panjang plumula di antara 12 varietas juga beragam. Pada perlakuan konsentrasi Cr<sup>6+</sup> (kromat dan dikromat) sebesar 50 mg Cr/l, rata-rata penurunan panjang plumula dari 12 varietas mencapai 36,72% yaitu berkisar antara 2,7 – 67,7%, sedangkan pada konsentrasi 500 mg Cr/l mencapai 76,01% (berkisar antara 62,3 – 87,6%). Senyawa dikromat menurunkan panjang plumula lebih besar dan berbeda nyata dengan kromat baik pada konsentrasi 50 maupun 500 mg Cr/l.





Gambar 2. Panjang plumula dari 12 varietas sorgum pada perlakuan bentuk dan konsentrasi Cr<sup>6+</sup> (K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> dan K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>)

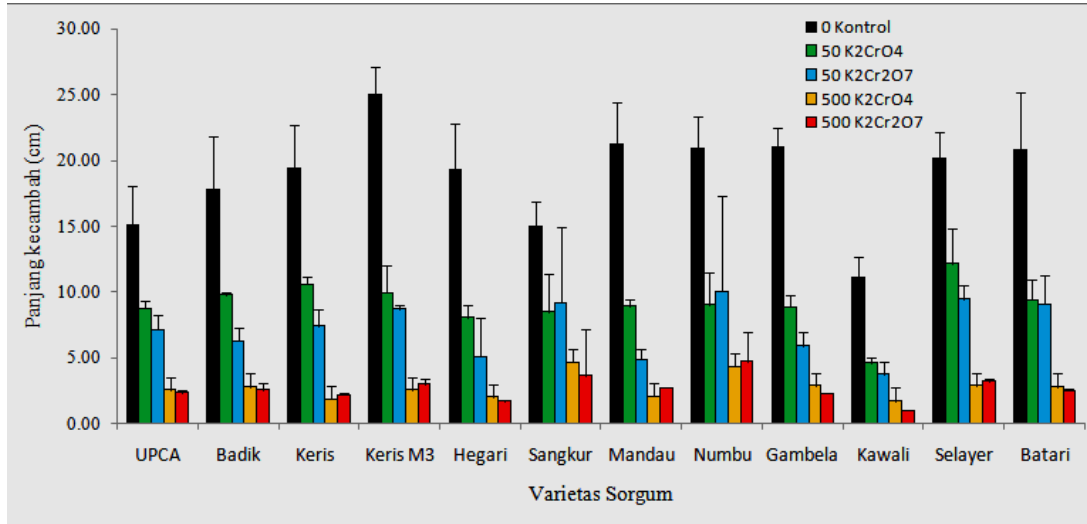
Respon panjang plumula varietas Selayer dan Batari menunjukkan penurunan paling kecil berturut-turut pada perlakuan kromat dan dikromat 50 mg Cr/l, dengan persentase penurunan sebesar 2,71 dan 27,03%. Sedangkan varietas yang mengalami penurunan paling besar adalah Keris M3 (50,99%) dan Mandau (67,68%), berturut-turut pada perlakuan kromat dan dikromat. Pada perlakuan Cr sebesar 500 mg Cr/l, varietas Sangkur memiliki penurunan paling kecil (62,33%) dan varietas Keris mengalami penurunan paling besar (83,44%) pada perlakuan senyawa kromat. Sedangkan pada perlakuan senyawa dikromat, penurunan panjang plumula paling besar dijumpai pada varietas Kawali (87,61%) dan paling kecil pada varietas Numbu (66,83%). Selain menurunkan panjang radikula, Cr juga menghambat pertumbuhan plumula. Bishnoi *et al.* (1993) melaporkan bahwa perlakuan Cr<sup>6+</sup> dalam bentuk dikromat pada konsentrasi lebih besar dari 0,5 mM menghambat secara nyata baik pertumbuhan radikula maupun plumula.

Berdasarkan hasil pada Gambar 3 ditunjukkan bahwa respon panjang kecambah dari 12 varietas sorgum yang diuji berbeda nyata antara kontrol dengan perlakuan Cr<sup>6+</sup>. Perlakuan Cr<sup>6+</sup> baik dalam bentuk kromat maupun dikromat sebesar 50 dan 500 mg Cr/l menurunkan secara nyata panjang kecambah pada 12 varietas sorgum yang diuji. Keduabelas varietas sorgum

menunjukkan penurunan panjang kecambah beragam pada perlakuan bentuk senyawa dan konsentrasi Cr<sup>6+</sup>. Perlakuan Cr<sup>6+</sup> (kromat dan dikromat) sebesar 50 mg Cr/l, rata-rata penurunan panjang plumula dari 12 varietas mencapai 56,40% dengan kisaran antara 38,7 – 77,2%, sedangkan pada konsentrasi 500 mg Cr/l mencapai 68,72% (berkisar antara 68,7 – 91,2%). Pada perlakuan Cr<sup>6+</sup> sebesar 50 mg Cr/l menyebabkan penurunan panjang kecambah paling besar pada varietas Keris M3 (kromat) dan Mandau (dikromat) masing-masing berturut-turut sebesar 60,14 dan 77,17%. Penurunan paling kecil dijumpai pada varietas Selayer (kromat) dan Sangkur, berturut-turut sebesar 39,70 dan 38,72%. Pada perlakuan Cr sebesar 500 mg Cr/l penurunan panjang kecambah paling besar dijumpai pada varietas Keris (kromat) dan Kawali (dikromat) yaitu berturut-turut sebesar 90,43 dan 91,24%, serta paling kecil dijumpai pada varietas Sangkur (perlakuan kromat dan dikromat) yaitu berturut-turut sebesar 68,72 dan 75,53%. Penurunan pertumbuhan panjang kecambah akibat perlakuan Cr<sup>6+</sup> disebabkan Cr merupakan logam berat non essential yang bersifat toksik. Menurut Verma *et al.* (2009) kecambah yang terpapar logam dalam konsentrasi tinggi akan mengalami penghambatan metabolisme dan pertumbuhan sebagai akibat adanya penghambatan penyerapan nutrisi oleh radikula. Liu *et al.* (1993) melaporkan bahwa

penghambatan pertumbuhan kecambah dapat juga disebabkan oleh adanya penghambatan

pembelahan dan pemanjangan sel akibat terjadinya aberasi kromosom.

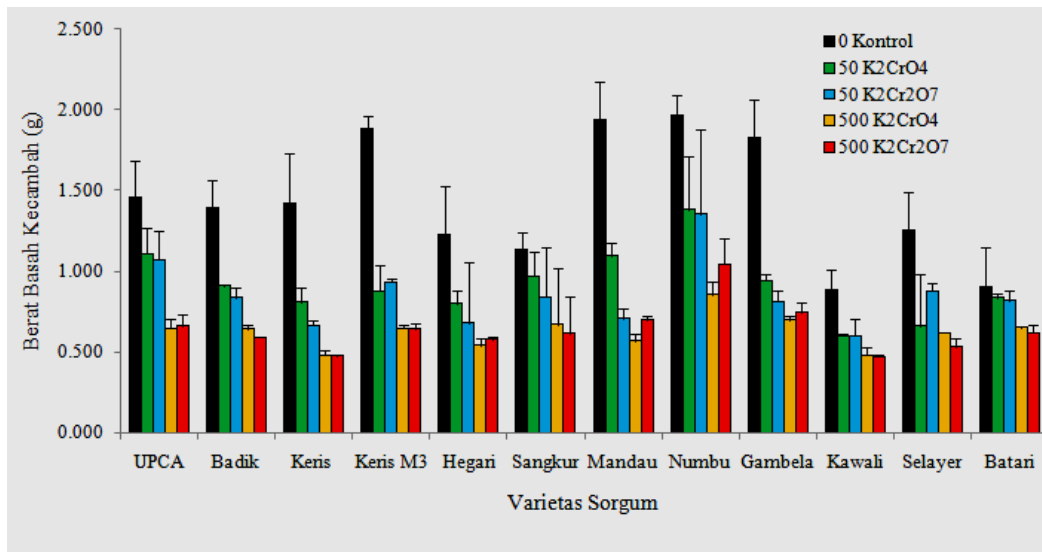


Gambar 3. Panjang kecambah dari 12 varietas sorgum pada perlakuan bentuk dan konsentrasi  $\text{Cr}^{6+}$  ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$  dan  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ )

Respon 12 varietas sorgum terhadap perlakuan  $\text{Cr}^{6+}$  (kromat dan dikromat) pada konsentrasi 50 dan 500 mg Cr/l juga ditunjukkan oleh adanya penurunan biomassa kecambah baik basah (Gambar 4) maupun kering (Gambar 5). Penurunan biomassa basah dan kering kecambah paling tinggi pada perlakuan Cr sebesar 500 mg Cr/l dengan rata-rata mencapai 54,07% (berat basah) dan 31,08% (berat kering). Pada konsentrasi 50 mg Cr/l, rata-rata penurunan

biomassa dari 12 varietas sorgum mencapai 36,36% (berat basah) dan 31,08% (berat kering). Senyawa  $\text{Cr}^{6+}$  dalam bentuk kromat pada konsentrasi 50 mg Cr/l menurunkan rata-rata biomassa basah dan kering kecambah 12 varietas sorgum lebih tinggi dibandingkan dikromat, sebaliknya pada konsentrasi 500 mg Cr/l, dikromat menurunkan biomassa basah dan kering kecambah lebih tinggi dibandingkan kromat.

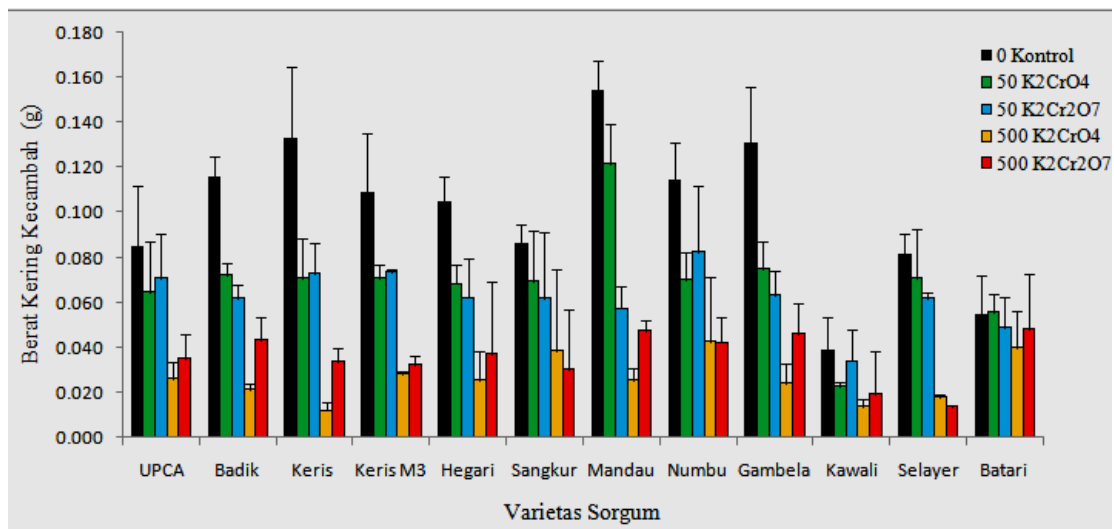




Gambar 4. Berat basah kecambah dari 12 varietas sorgum pada perlakuan bentuk dan konsentrasi  $\text{Cr}^{6+}$  ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$  dan  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ )

Di antara 12 varietas sorgum yang diuji, Batari menunjukkan penurunan biomassa basah dan kering kecambah paling kecil dibandingkan varietas lain, pada perlakuan  $\text{Cr}^{6+}$  dalam bentuk kromat maupun dikromat sebesar 50 dan 500 mg  $\text{Cr}/\text{l}$ . Pada perlakuan  $\text{Cr}$  sebesar 50 mg  $\text{Cr}/\text{l}$ , penurunan berat basah paling besar dijumpai pada

varietas Keris M3 sebesar 53,24% (perlakuan kromat) dan Mandau sebesar 62,74% (perlakuan dikromat), sedangkan berat kering mengalami penurunan paling besar pada varietas Keris sebesar 46,54% (perlakuan kromat) dan Mandau sebesar 62,74 (perlakuan dikromat).

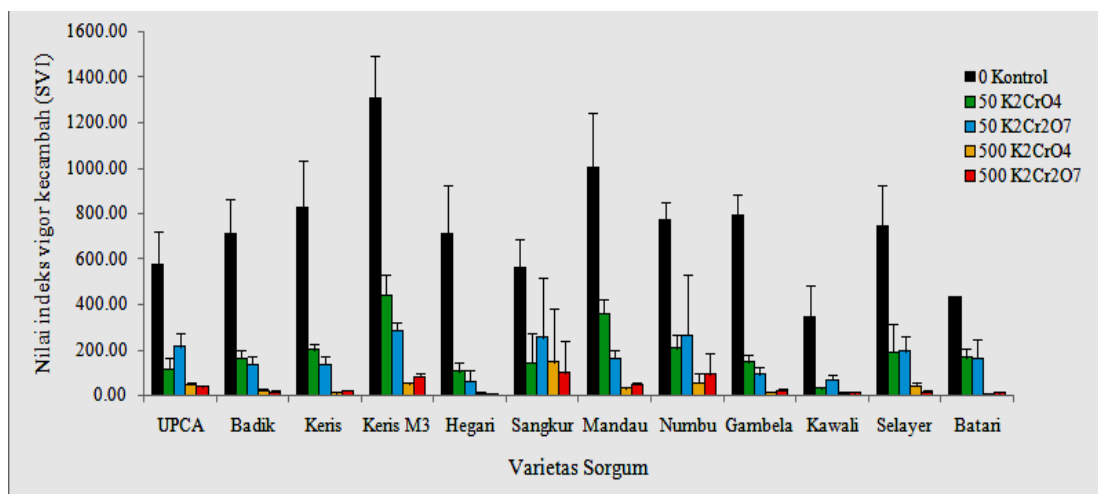


Gambar 5. Berat kering kecambah dari 12 varietas sorgum pada perlakuan bentuk dan konsentrasi  $\text{Cr}^{6+}$  ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$  dan  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ )

Pada perlakuan Cr sebesar 500 mg Cr/l, penurunan berat basah kecambah paling besar ditunjukkan pada varietas Mandau sebesar 70,72% (pada perlakuan kromat) dan varietas Keris sebesar 66,32% (pada perlakuan dikromat). Penurunan berat kering kecambah pada perlakuan Cr sebesar 500 mg Cr/l paling besar ditunjukkan pada Keris sebesar 90,96% (pada perlakuan kromat) dan varietas Selayer sebesar 82,67% (pada perlakuan dikromat). Menurut Sharma *et al.* (2003) penurunan biomassa kecambah baik berat basah maupun kering disebabkan oleh terjadinya perubahan metabolisme karbohidrat dan nitrogen, penurunan sintesis protein dan rendahnya reaksi fotosintetik. Penurunan biomassa basah dan kering kecambah akibat perlakuan  $\text{Cr}^{6+}$ , juga dilaporkan pada *Cucumis sativus* oleh Verma *et al.* (2009), namun senyawanya berbeda yaitu dalam bentuk  $\text{CrO}_3$ .

Nilai indeks vigor kecambah dari 12 varietas sorgum yang diuji mengalami penurunan pada perlakuan bentuk (kromat dan dikromat) dan konsentrasi  $\text{Cr}^{6+}$  (50 dan 500 mg Cr/l). Perlakuan kromat dan dikromat menyebabkan rata-rata penurunan nilai SVI dengan nilai yang tidak berbeda nyata baik pada konsentrasi 50 maupun 500 mg Cr/l. Perlakuan  $\text{Cr}^{6+}$  (kromat dan

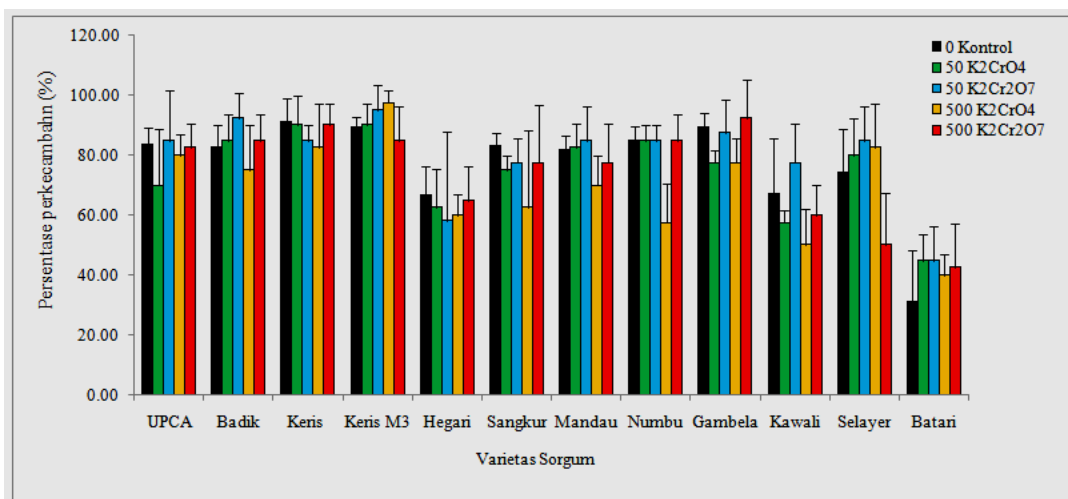
dikromat) menurunkan nilai SVI dari 12 varietas dengan rata-rata mencapai 75,36% dengan kisaran antara 54,9 – 91,3%, sedangkan pada konsentrasi 500 mg Cr/l mencapai 94,5% (berkisar antara 73,9 – 98,9%). Varietas yang mengalami penurunan nilai SVI paling besar adalah pada perlakuan  $\text{Cr}^{6+}$  sebesar 50 mg Cr/l adalah Hegari sebesar 91,25% (perlakuan dikromat) dan Kawali sebesar 90,60% (perlakuan kromat). Pada perlakuan  $\text{Cr}^{6+}$  500 mg Cr/l, varietas Hegari menunjukkan penurunan nilai SVI paling besar baik pada perlakuan dikromat maupun kromat, sedangkan varietas Sangkur mengalami penurunan paling kecil. Penurunan nilai indeks vigor kecambah akibat perlakuan  $\text{Cr}^{6+}$  sangat berkaitan dengan faktor yang mempengaruhi pertumbuhan memanjang kecambah dan besarnya persentase perkecambahan. Semakin rendah pertumbuhan memanjang kecambah dan semakin kecil persentase perkecambahan, maka nilai indeks vigor kecambah juga akan semakin kecil. Oleh karena itu, faktor yang menurunkan pertumbuhan panjang kecambah dan persentase perkecambahan akan juga menurunkan nilai indeks vigor kecambah.



Gambar 6. Nilai indeks vigor kecambah (SVI) dari 12 varietas sorgum pada perlakuan bentuk dan konsentrasi  $\text{Cr}^{6+}$  ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$  dan  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ )

Berbeda dengan variabel yang lain, interaksi antara varietas dan perlakuan bentuk senyawa serta konsentrasi  $\text{Cr}^{6+}$  menunjukkan pengaruh tidak nyata terhadap persentase dan nilai indeks perkecambahan. Perlakuan bentuk senyawa (kromat dan dikromat) pada konsentrasi 50 dan 500 mg Cr/l tidak selalu menurunkan persentase dan nilai indeks perkecambahan pada 12 varietas sorgum yang diuji. Pada perlakuan  $\text{Cr}^{6+}$  sebesar 50 mg Cr/l baik dalam bentuk kromat maupun dikromat cenderung meningkatkan persentase dan

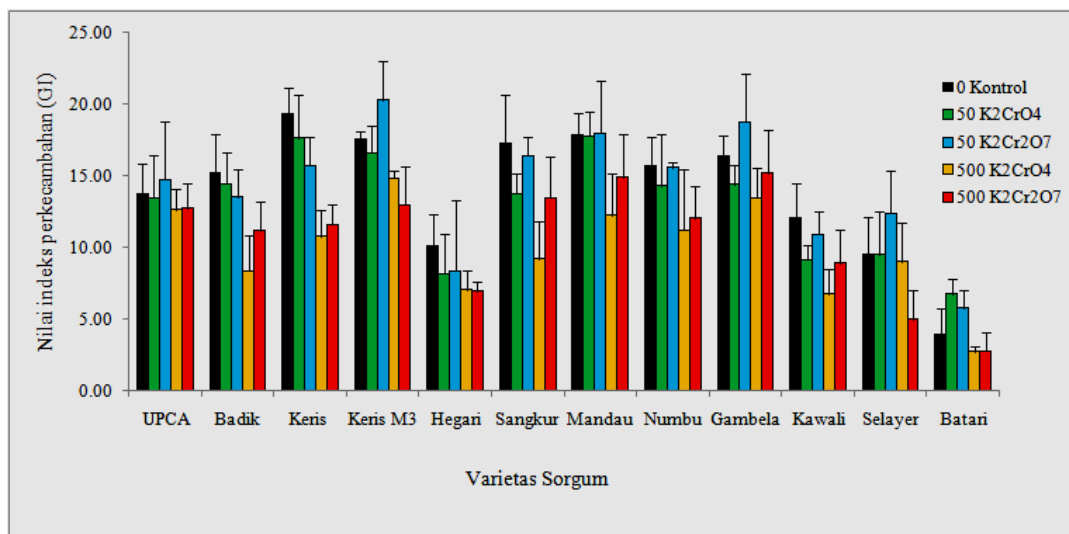
nilai indeks perkecambahan, yaitu rata-rata sebesar 2,77% (pada persentase perkecambahan) dan 0,93% (pada nilai indeks perkecambahan) pada 12 varietas yang diuji. Penurunan persentase dan nilai indeks perkecambahan pada 12 varietas sorgum dengan perlakuan  $\text{Cr}^{6+}$  sebesar 500 mg Cr/l lebih rendah dibandingkan variabel yang lain, yaitu hanya mencapai rata-rata sebesar 4,84% (pada persentase perkecambahan) dan 27,03% (pada nilai indeks perkecambahan).



Gambar 7. Persentase perkecambahan dari 12 varietas sorgum pada perlakuan bentuk dan konsentrasi  $\text{Cr}^{6+}$  ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$  dan  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ )

Di antara 12 varietas sorgum yang diuji, varietas Kawali menunjukkan peningkatan persentase perkecambahan baik pada perlakuan senyawa kromat dan dikromat dengan konsentrasi 50 dan 500 mg Cr/l. Sedangkan untuk nilai indeks perkecambahan, varietas Batari menunjukkan nilai paling besar hanya pada perlakuan kromat dan

dikromat sebesar 50 mg Cr/l. Kawali mengalami penurunan persentase dan nilai indeks perkecambahan paling besar pada perlakuan kromat sebesar 50 mg Cr/l, sedangkan Selayer pada perlakuan dikromat sebesar 500 mg Cr/l.



Gambar 8. Nilai indeks perkecambahan (GI) dari 12 varietas sorgum pada perlakuan bentuk dan konsentrasi Cr<sup>6+</sup> (K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> dan K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>)

Rendahnya penurunan persentase perkecambahan biji sorgum (< 50%) akibat perlakuan Cr<sup>6+</sup>, didukung oleh hasil penelitian yang telah ada. Persentase perkecambahan biji gulma *Echinochloa colona* hanya mengalami penurunan sebesar 25% pada perlakuan Cr 200 μM (Rout *et al.*, 2000). Peralta *et al.* (2001) juga melaporkan bahwa biji *Medicago sativa* cv. Malone hanya mengalami penurunan sebesar 23% pada perlakuan Cr 4 ppm. Bahkan perlakuan Cr<sup>6+</sup> dalam bentuk senyawa dikromat (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>), dilaporkan tidak mempengaruhi perkecambahan biji *Salvia sclarea* (Corradi *et al.*, 1993) dan *Pisum sativum* (Bishnoi *et al.*, 1993). Terjadinya penurunan persentase perkecambahan biji pada kondisi cekaman Cr dilaporkan oleh Zeid (2001), merupakan akibat adanya efek penghambatan Cr pada aktivitas enzim amilase, serta adanya hambatan transpor gula hasil hidrolisis cadangan makanan dalam endosperm ke bagian embrio.

### KESIMPULAN DAN SARAN

Terdapat perbedaan respon perkecambahan dan pertumbuhan kecambah di antara 12 varietas sorgum terhadap cekaman Cr<sup>6+</sup> dalam bentuk senyawa kromat (K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>) dan K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> sebesar 50 dan 500 mg Cr/l. Cekaman Cr<sup>6+</sup> baik dalam bentuk kromat maupun dikromat menurunkan secara nyata panjang akar, panjang plumula, panjang

kecambah, berat basah kecambah, berat kering kecambah, dan nilai SVI dari 12 varietas sorgum yang diuji. Penurunan pertumbuhan kecambah sorgum semakin meningkat sejalan dengan meningkatnya konsentrasi Cr<sup>6+</sup>. Senyawa Cr<sup>6+</sup> dalam bentuk dikromat (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) menunjukkan efek lebih besar terhadap variabel perkecambahan dan pertumbuhan kecambah sorgum, apabila dibandingkan kromat (K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>). Persentase dan indeks perkecambahan 12 varietas sorgum mengalami peningkatan pada perlakuan Cr<sup>6+</sup> dalam bentuk kromat dan dikromat sebesar 50 mg Cr/l. Terdapat 6 varietas sorgum memiliki penurunan pertumbuhan kecambah tergolong tinggi dibanding yang lain, yaitu Kawali, Hegari, Keris, Keris M3, Mandau, dan Selayer, sedangkan 4 varietas yang lain menunjukkan penurunan lebih rendah (Sangkur, Selayer, Batari dan Numbu). Varietas Batari dan Selayer menunjukkan peningkatan persentase dan nilai indeks perkecambahan paling besar pada perlakuan kromat dan dikromat 50 mg Cr/l.

### DAFTAR PUSTAKA

Aguilar, F.J.A., Wrobel, K., Lokits, K., Caruso, J.A., Alonso, A.C., Corona, J.F.G., and Wrobel, K. 2008. Analytical speciation of chromium in in-vitro culture of chromate-

- resistant filamentous fungi. *Anal. Bioanal. Chem.* 392:269-276
- Ali, S., Zeng, F., and Zhang, G. 2011. The effect of chromium and aluminium on growth, root morphology, photosynthetic parameters and transpiration of the two barley cultivars. *Biologia Plantarum* 55(2):291-296
- Bartlett, R.J. 1991. Chromium cycling in soil and water: links, gaps, and methods. *Environmental Health Perspectives.* 92:17 – 24
- Bishnoi, N.R., Anita, D., Gupta, V.K., and Shawaney, S.K. 1993. Effect of chromium on seed germination, seedling growth and yield of peas. *Agriculture Ecosystems and Environment.* 47:47-57
- Choppala, G., Bolan, N., Mallavarapu, M., and Chen, Z. 2010. Sorption and mobility of chromium species in a range of soil types, World Congress of Soil Science, Soil Solutions or a Changing World, Brisbane Australia
- Carpici, E.B., Celik, N., and Bayram, G. 2009. Effects of salt stress on germination of some maize (*Zea mays* L.) cultivars. *African Journal of Biotechnology.* 8(19):4918-4922
- Corradi, M.G., Bianchi, A., and Albasini, A. 1993. Chromium toxicity in *Salvia sclarea*. I. Effects of hexavalent chromium on seed germination and seedling development. *Environmental Experimental Botany.* 3(3):405-413
- Dubey, S., Mishra, P., Dwivedi, S., Chatterjee, S., Bag, S.K., Mantri, S., Asif, M.H., Rai, A., Kumar, S., Shri, M., Tripathi, P., Tripathi, R.D., Tivedi, P.K., Cakrabarty, D., and Tuli, R. 2010. Transcriptomic and metabolomic shifts in rice roots in response to Cr(VI) stress. *BMC Genomic.* 11:648.
- Ganesh, K.S., Baskaran, L., Rajasekaran, S., Sumathi, K., Chidambaram, A.L.A., and Sundaramoorthy, P. 2008. Chromium stress induced alterations in biochemical and enzyme metabolism in aquatic and terrestrial plants. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces.* 63(2):159-163
- Gheju, M., Balcu, I., and Ciopec, M. 2009. Analysis of hexavalent chromium uptake by plants in polluted soils. *Ovidius University Annals of Chemistry.* 20(1):127-131
- Gupta, S., Srivastava, S. and Saradhi, P.P. 2009. Chromium increases photosystem 2 activity in *Brassica juncea*. *Biologia Plantarum.* 53(1):100-104
- Gyawali, R. dan Lekhak, H.D. 2006. Chromium tolerance of rice (*Oryza sativa*) cultivar from Kathmandu Valley. *Scientific World.* 4(4): 102-106
- Jahangir, M.M., Amjad, M., Afzal, I., Iqbal, Q., and Nawaz, A. 2009. Lettuce achene invigoration through osmopriming at supraoptimal temperature. *Pak. J. Agric. Sci.* 46(1):1-5
- James, B.R. 2002. Chemical Transformations of chromium in soils: relevance to mobility, bio-availability and remediation, The Chromium File from the International Chromium Development Association.
- Jamali, M.K., Kazi, T.G., Arain, M.B., Afridi, H.I., Jalbani, N., Baig, J.A., and Niaz, A. 2008. Effect of liming on the distribution of heavy metals in untreated industrial sewage sludge produced in Pakistan for the cultivation of *Sorghum bicolor* (L.). *Environmentalist.* 28:366-375
- Kotas, J. and Stasicka, Z. 2000. Commentary: chromium occurrence in the environment and methods of its speciation. *Environ. Poll.* 107:263-283
- Malmir, H.A. 2011. Comparison of antioxidant enzyme activities in leaves, stems and roots of *Sorghum bicolor* L.) exposed to chromium (VI). *African Journal of Plant Science* 5(8):436-444.
- Mei, B., Puryear, J.D., and Newton, R.J, 2002, Assessment of Cr tolerance and accumulation in selected plant species, *Plant and Soil.* 247:223-231
- Njoku dan Nweeze, 2009. Physiochemical Influence of soil minerals on the organic reduction of soil chromium, *Lebanese Science Journal.* 10(1):87-98

- Peralta, J.R., Gardea Torresdey, J.L., Tiemann, K.J., Gomes, E., Arteaga, S., and Parsons, J.G. 2001. Uptake and effects of five heavy metals on seed germination and plant growth in alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 66(6):727-734
- Revathi, K., Haribabu, T.E., and Sudha, P.N. 2010. Phytoremediation of chromium contaminated soil using Sorghum plant, *International Journal of Environmental Sciences.* 2(2):417-428
- Rout, G.R., Samantaray, S., and Das, P. 1997. Differential chromium tolerance among eight mung bean cultivars grown in nutrient culture. *J. Plant.Nutr.* 20: 341-347
- Rout, G.R., Sanghamitra, S., and Das, P. 2000. Effects of chromium and nickel on germination and growth in tolerant and non-tolerant populations of *Echinochloa colona* (L.). *Chemosphere.* 40:855-859
- Samantaray, S., Rout G.R., and Das, P. 1998. Role of chromium on plant growth and metabolism. *Acta Physiol. Plant* 20(2):201–212
- Shanker, A.K., Cervantes, C., Loza-Tavera, H., and Avudainayagam, S. 2005. Chromium toxicity in plants. *Environment International.* 31:739-753.
- Sharma, D.C., Sharma, C.P., and Tripathi, R.D. 2003. Phytotoxic lesions of chromium in maize. *Chemosphere.* 51(1):63-68
- Sharma, I., Pati, P.K., dan Bhardwaj, R. 2011. Effect of 28-homobrassinolide on antioxidant defence system in *Raphanus sativus* L. under chromium toxicity. *Ecotoxicology.* 20:862–874
- Sirappa, M.P. 2003. Prospek pengembangan sorghum di Indonesia sebagai komoditas alternatif untuk pangan, pakan dan industri, *Jurnal Litbang Pertanian.* 22(4):133-140
- Subrahmanyam, D. 2008. Effects of chromium toxicity on leaf photosynthetic characteristics and oxidative changes in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Photosynthetica* 46: 339-345
- Talukdar, D. 2011. Effect of arsenic-induced toxicity on morphological traits of *Trigonella foenum-graecum* L. and *Lathyrus sativus* L. during germination and early seedling growth. *Current Research Journal of Biological Sciences.* 3(2):116-123
- Vazquez, M.D., Poschenrieder, CH., and Barcello, J. 1987. Chromium VI induced structural and ultrastructural changes in bush bean plants (*Phaseolus vulgaris* L.). *Annals of Botany.* 59: 427-438
- Verma, A., Kumar, R., dan Sharma, Y.K. 2009. Effect of chromium on seed germination, seedling growth and its remediation with zinc in cucumber (*Cucumis sativus*). *Res. Environ. Life Sci.* 2(3) 153-156
- Yu, X.Z. and Gu, J.D. 2007. Accumulation and distribution of trivalent chromium and effects on hybrid willow (*Salix matsudana* Koidz x *S.alba* L.) metabolism. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 52:503-511
- Yusro, 2001. Pengelompokan varietas/galur sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) berdasarkan ciri-ciri morfologinya, Skripsi, Jurusan Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, IPB, Bogor
- Zayed, A.M. and Terry, N. 2003. Chromium in the environment: factor affecting biological remediation, *Plant and Soil* 249:139-156
- Zeid, I.M. 2001. Responses of *Phaseolus vulgaris* to chromium and cobalt treatments. *Biol. Plant.* 44:111-115
- Zou, J., Wang, M., Jiang, W., and Liu, D. 2006. Chromium accumulation and its effects on other mineral elements in *Amaranthus viridis*. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica.* 48(1):7-12