

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Pada percobaan dengan menggunakan media dengan kondisi keracunan alumunium, peubah yang diamati adalah daya berkecambah benih, kecepatan berkecambah, indeks vigor, panjang akar, panjang plumula, dan bobot kering kecambah normal. Penyajian analisis data untuk rekapitulasi respons benih terhadap bahan pelapis dan bahan aditif disajikan pada Tabel 1. Pada tabel tersebut dapat dilihat pengaruh masing-masing bahan pelapis maupun bahan aditif pada setiap peubah pengamatan.

Tabel 1. Rekapitulasi pengaruh berbagai bahan pelapis benih dan bahan aditif pada viabilitas dan vigor benih padi (*oryza sativa* l.) dalam kondisi media keracunan alumunium

Peubah Pengamatan	Bahan Pelapis (C)	Bahan Aditif (A)	C*A
Daya Berkecambah (%)	*	ns	ns
Indeks Vigor (%)	*	ns	ns
Kecepatan Tumbuh (%/hari)	ns	ns	ns
Panjang Akar (cm)	*	ns	ns
Panjang Plumula (cm)	*	ns	ns
BKKN (g)	ns	ns	ns

Keterangan: * = Berpengaruh pada taraf 5%.
ns = Tidak berbeda pada taraf 5%.

Penggunaan bahan pelapis benih yang berbeda dapat memberikan pengaruh yang berbeda pada beberapa peubah yang diamati. Hasil uji statistik (uji BNT pada taraf 5%) pada percobaan media dengan kondisi keracunan alumunium memperlihatkan bahwa penggunaan bahan pelapis benih berupa CMC memberikan pengaruh pada peubah daya berkecambah, panjang akar, panjang plumula, dan indeks vigor pada Tabel 2, sebagai berikut:

Tabel.2. Pengaruh bahan pelapis pada viabilitas dan vigor benih padi yang ditanam dengan kondisi keracunan alumunium.

Bahan Pelapis	DB (%)	IV (%)	KCT (%/Hari)	PA (cm)	PP (cm)	BKKN (g)
Arabic Gum	73,86b	48,68b	26,99a	1,78b	4,55b	0,098a
CMC	80,77a	41,82a	27,19a	2,21a	4,74,a	0,108a
BNT 0,05	6,073	3,739	0,501	0,388	0,152	0,011

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%.

Keterangan :

DB = Daya Berkecambah Benih (%),

IV = Indeks Vigor Benih (%),

KCT = Kecepatan Tumbuh Benih (%/hari),

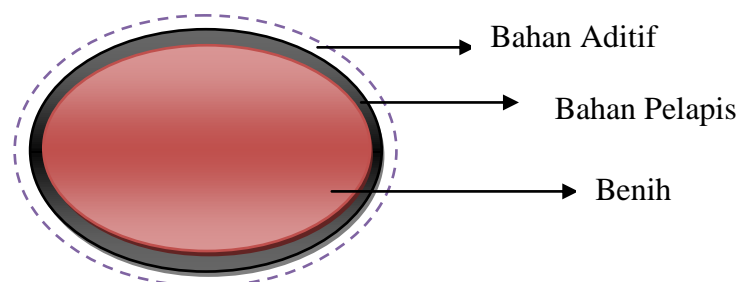
PA = Panjang Akar Primer Kecambah (cm),

PP = Panjang Plumula Kecambah (cm), dan

BKKN = Berat Kering Kecambah Normal (g).

4.2. Pembahasan

Penelitian pengujian benih yang sudah dilapisi dilakukan pada media kertas merang yang diberi $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0,1 M. Percobaan ini dilakukan dengan menggunakan media kertas merang asam dengan kisaran pH 4,2 sampai dengan 4,5. Pada penelitian ini terlihat bahwa pada pelapisan benih tidak tergantung dari penambahan bahan aditif. Hal ini diduga karena bahan aditif berupa kapur tidak mampu larut (menyatu) dengan larutan pelapis benih. Sehingga saat dilakukan pelapisan pada benih, akan terbentuk dua lapisan pada permukaan benih. Lapisan pertama adalah lapisan bahan pelapis benih kemudian bahan aditif akan menempel pada permukaan bahan pelapis benih. Ketika dikecambahkan, saat benih akan berimbibisi bahan aditif mengalami dispersi terlebih dahulu dibandingkan dengan bahan pelapisnya, sehingga aluminium pada daerah perkecambahan mulai terikat oleh bahan aditif dan air dapat masuk ke dalam benih untuk berkecambah. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1, sebagai berikut:



Gambar 1. Lapisan yang terbentuk setelah pelapisan dan penambahan bahan aditif.

4.3.1. Pengaruh Penambahan Berbagai Bahan Aditif Pada Viabilitas dan Vigor Benih Padi.

Berdasarkan uji statistik yang didapat, penggunaan kapur sebagai bahan aditif tidak memberikan pengaruh pada semua peubah pengamatan kecambah benih. Pada penelitian ini digunakan $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ sebagai bahan untuk menyesuaikan pH media dan memberikan pengaruh Al pada media perkecambahan. Pada dasarnya keasaman media tanam umumnya tercermin dari pH tanah. Prasetyo dan Suriadikarta (2006), menjelaskan bahwa kendala tanah dengan kemasaman yang tinggi adalah rata-rata pH kurang dari 4,5 dengan kejenuhan Al yang tinggi serta mengalami defisiensi air. Menurut Hanafiah (2007), salah satu usaha yang harus dilakukan untuk mengurangi kandungan Al pada media tanam adalah dengan pengapuran. Sehingga bahan kapur (talk, gipsum, dolomit dan kaptan) digunakan sebagai aditif.

Alumunium mampu menghambat berbagai proses pertumbuhan benih. Selain itu keberadaan Al didalam media tanam dapat menyebabkan air (H_2O) terikat dan tidak tersedia bagi benih. Selain itu, $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ pada media akan terdisosiasi dan mengalami reaksi sebagai berikut:



Dengan demikian, jumlah Al yang tinggi akan menyebabkan semakin meningkatnya jumlah proton H^+ pada media meningkat (Hanafiah, 2007).

Hal ini menyebabkan pH pada media akan menurun (asam), akan tetapi proton berupa H^+ sangat sedikit dalam memberikan pengaruh terhadap perkecambahan benih. Keberadaan proton logam berupa Al yang dapat menyebabkan gangguan pada proses perkecambahan benih. Berdasarkan hasil penelitian, keberadaan Al pada media perkecambahan tidak meracuni benih. Benih tetap mengalami perkecambahan yang menunjukkan bahwa Al diduga tidak masuk ke dalam benih. Hal ini ditunjukkan oleh munculnya akar dan plumula pada kecambah, namun Al dapat bersifat racun pada saat komponen kecambah sudah mulai muncul.

Al diduga berada pada daerah perkecambahan benih dan menempel pada kulit benih, sehingga saat benih dikecambahkan Al yang berada di sekitar benih akan meracuni komponen perkecambahan (akar dan plumula). Sehingga akar kecambah akan terhambat dan pertumbuhan plumula juga terganggu. Gupta (2005) menjelaskan bahwa Al diketahui dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan akar, tunas mengalami abnormalitas, dan membuat kekeringan pada tanaman (kecambah).

Penambahan bahan aditif tidak memberikan pengaruh terhadap berbagai peubah pengamatan yaitu daya berkecambah, persentase indeks vigor, kecepatan tumbuh benih, berat kering kecambah normal, panjang akar primer dan panjang plumula kecambah. Dolomit dengan kandungan utamanya adalah CaO (kalsium dioksida yang merupakan hasil dari

pemanasan CaCO_3). Reaksi yang terjadi pada media tanam terhadap CaO lebih cepat bila dibandingkan dengan kapur (CaCO_3), Gypsum ($\text{CaCO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) dan talk ($\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$) (Purbayanti *et al.*, 1998). Pada saat dikecambahkan, sebagian bahan aditif pada pelapis benih diduga akan mengalami dispersi pada media perkecambahan dan menetralkan aluminium pada daerah perkecambahan benih sebelum benih mengalami imbibisi. Sehingga Al tidak lagi mengikat air dan tersedia bagi benih untuk berkecambah tanpa terganggu oleh keracunan aluminium.

Kandungan utama dari bahan kapur adalah kalsium dan magnesium. Dalam prosesnya kapur di dalam media tanam akan terhidrolisa dan menghasilkan OH^- yang dapat berikatan dengan Al dalam bentuk $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang menjadi endapan (Purbayanti *et al.*, 1998). Selain itu keberadaan proton H^+ pada media perkecambahan akan terikat oleh ion OH^- . Secara langsung keberadaan Al yang tidak tersedia pada waktu imbibisi dan perkecambahan benih tidak terganggu oleh keberadaan aluminium yang ada pada media tanam. Selain itu, pH pada media perkecambahan akan meningkat.

4.3.2. Pengaruh Berbagai Bahan Pelapis Benih Pada Viabilitas dan Vigor Benih Padi.

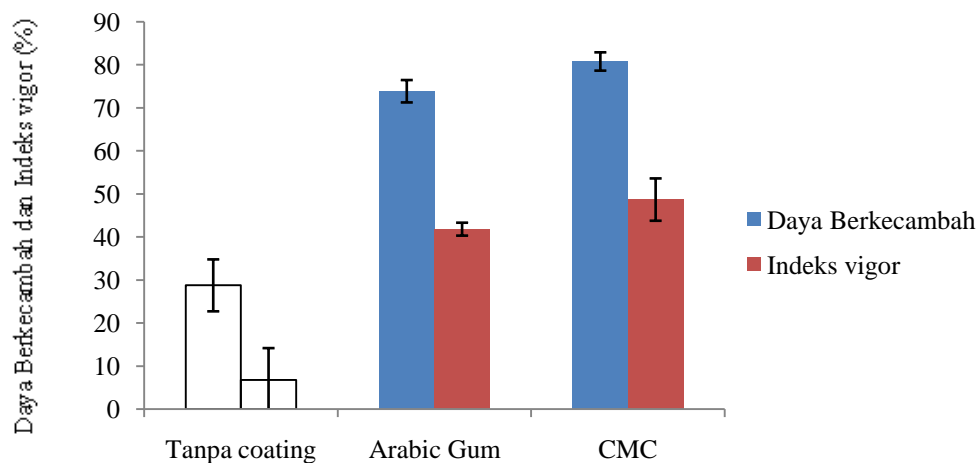
Berdasarkan uji statistika yang dilakukan benih yang diberikan perlakuan pelapisan benih memperlihatkan respons perkecambahan yang berbeda antarperlakuan.

Pada Tabel 2, dapat dilihat bahwa perlakuan pelapisan benih dengan bahan *carboxymethyl cellulose* (CMC) lebih berpengaruh terhadap beberapa peubah pengujian viabilitas dan vigor benih dibandingkan dengan perlakuan arabic gum. Hal ini karena CMC merupakan karbohidrat stabil yang dapat digunakan sebagai zat pembawa yang baik, sehingga mampu melapisi benih secara kompak dan merata (JECF, 2000). CMC mampu mengikat kapur lebih baik daripada arabic gum, dan kapur dengan jumlah yang lebih tinggi ini lebih banyak melepaskan air dari ikatan alumunium. Sehingga daerah perkecambahan banyak menyediakan air dan benih mampu berimbibisi dengan baik dan membentuk kecambah normal dengan indeks vigor dan daya berkecambah yang lebih tinggi.

Kitamura *et al.* (1981) melaporkan bahwa CMC adalah bahan pelapis benih yang baik untuk digunakan karena bahan CMC memiliki ukuran diameter partikel yang sangat kecil yaitu 2,0 mm ϕ sampai dengan 2,5 mm ϕ sehingga kelarutan dalam air dan kekerasan permukaan lapisan baik. Pada penelitian Palupi *et al.* (2012) penggunaan CMC mampu menstabilkan dan menghomogenkan suspensi dengan kekentalan yang baik pada 0,5 sampai dengan 3%.

Larutan arabic gum memiliki viskositas rendah yang diakibatkan oleh struktur padat dan bercabang serta volume hidrodinamik yang rendah (Dauqan dan Abdullah, 2013).

Sedangkan *carboxymethyl cellulose* memiliki viskositas tinggi (Grover, 1993), viskositas tinggi saat dilarutkan akan mengalami peningkatan karena butir CMC akan menyerap air sehingga partikel air dapat terperangkap dalam sistem. Air yang terperangkap akan memperlambat terjadinya pengendapan sehingga larutan yang terbentuk akan stabil dan homogen (Kitamura *et al.*, 1981). Dengan demikian bahan CMC dapat melapisi benih secara keseluruhan. Secara umum dari Gambar 2, diagram persentase dan daya berkecambah, perlakuan kedua bahan memiliki performa yang lebih baik dibandingkan tanpa pelapisan.



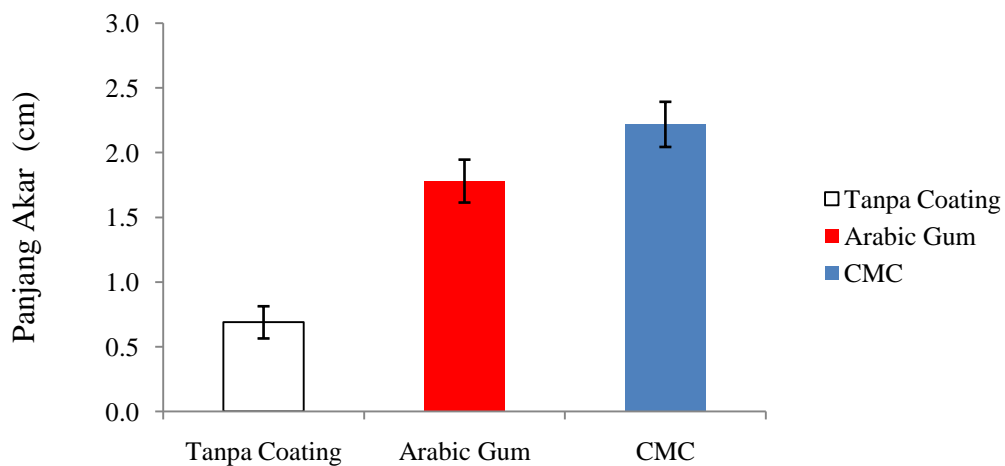
Gambar 2. Diagram daya berkecambah benih dan persentase indeks vigor.

Terlihat pada Gambar 2, masing-masing nilai rata-rata kecambah dengan perlakuan pelapisan lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa pelapisan .

Hal ini terjadi karena benih tanpa pelapisan tidak memiliki perlindungan pada permukaan benihnya sehingga pada saat tumbuh akan langsung bersentuhan dengan Al. Al yang tinggi pada media tanam menghalangi

pertumbuhan dan perkembangan pada kecambah. Hal ini juga dilaporkan oleh Sari *et al.* (2013) bahwa benih memperlihatkan vigor yang lebih baik daripada benih tanpa pelapisan. Giang dan Gowda (2007) menjelaskan hasil penelitian mereka bahwa benih dengan pelapisan yang dikecambahkan memiliki persentase daya berkecambah yang lebih tinggi daripada benih tanpa pelapisan.

Bahan yang digunakan berpengaruh terhadap peubah penunjang yaitu panjang akar kecambah dan panjang plumula kecambah. Benih yang dilapisi menggunakan bahan CMC memiliki akar yang lebih panjang dibandingkan dengan benih yang dilapisi dengan arabic gum. Diduga pemberian $AlCl_3$ pada media kertas merang mempengaruhi pemanjangan akar kecambah. Terlihat pada Gambar 3 bahwa alumunium pada media perkecambahan bersifat meracuni perakaran kecambah. Hal ini juga dibuktikan dengan mengamati panjang akar kecambah dari benih tanpa pelapisan bahwa akar primer pendek dan mengalami penebalan, sedangkan akar sekunder tidak terbentuk. Vitorelo *et al.* (2005) melaporkan bahwa akar kecambah benih tanpa pelapisan memperlihatkan kematian jaringan berupa warna kecoklatan pada permukaan akar. Kematian jaringan ini yang dijelaskan oleh Rengel (1997), dapat menghambat penyerapan hara dan air didalam tanah. Sehingga dapat menyebabkan tanaman mengalami kematian.

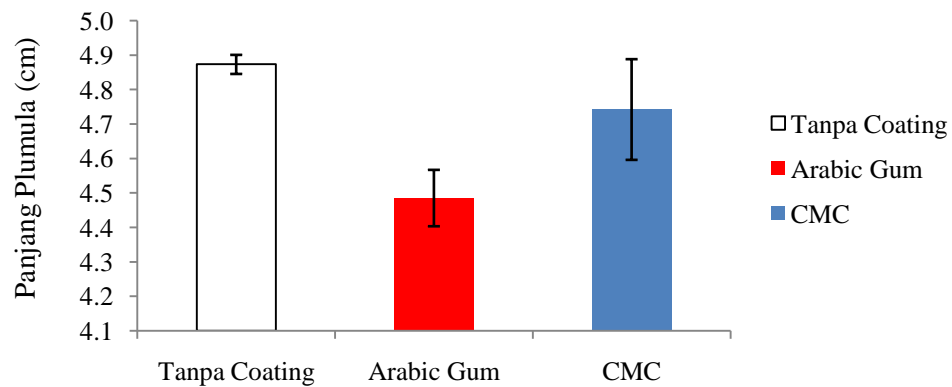


Gambar 3. Diagram panjang akar primer kecambah.

Pada dasarnya pada akar tanaman memiliki lapisan apoplast yang dapat mengeksudasi ion kalsium. Namun dengan keberadaan Al yang terlalu tinggi pada daerah perakaran menyebabkan Ca^{2+} tidak mencukupi untuk menetralkan Al. Dengan demikian Ca^{2+} akan habis, sehingga Al dapat masuk ke jaringan apoplast (Ryan *et al.*, 1997). Al yang masuk ke dalam akar akan menyebabkan pembengkakan dan luka pada akar, sehingga tingkat keracunan akan semakin meningkat (Vitorelo *et al.*, 2005).

Keracunan Al pada akar akan berdampak pada pertumbuhan pucuk tanaman (plumula) (Claudio *et al.*, 2008). Pertumbuhan plumula pada kecambah dengan perlakuan arabic gum dan CMC tumbuh sesuai dengan pertumbuhan akar yang terbentuk (plumula tidak terganggu).

Pada kecambah ini lebih lambat dalam terkena dampak Al. Dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram panjang plumula kecambah.

Pertumbuhan plumula berbeda antarperlakuan namun jika kedua perlakuan dibandingkan dengan kecambah tanpa perlakuan pelapisan benih, plumula yang terbentuk tidak berbeda berdasarkan diagram dengan *standard error of mean*. Diduga pada kecambah benih tanpa pelapisan, Al menghambat pertumbuhan dan pembelahan sel akar sehingga dapat menyebabkan pertumbuhan plumula menjadi abnormal. Abnormalitas yang terjadi berupa plumula yang tumbuh lebih cepat dan memiliki warna yang lebih pekat (Wang *et al.*, 2006). Menurut Vitorelo *et al.* (2005), gejala yang sering muncul akibat keracunan aluminium pada tanaman adalah terjadinya perubahan dalam sel pada bagian dalam daun. Sehingga pada bagian daun juga terganggu.

4.3.3. Respons Benih dalam Viabilitas dan Vigor Benih pada Penambahan Berbagai Bahan Pelapis Terhadap Penambahan Bahan Aditif

Berdasarkan hasil analisis data yang dilakukan, penggunaan bahan pelapis berupa CMC dan arabic gum tidak dipengaruhi oleh penambahan bahan aditif. Hal ini diakibatkan oleh masing masing bahan tidak dapat menjadi suatu larutan homogen. Sehingga dalam pencampuran larutan pada masing-masing perlakuan kedua bahan tidak menjadi satu, yang berarti terbentuk dua lapisan pada permukaan benih.

Menurut Ericsson dan Palm (1966), *carboxymethyl cellulose* merupakan salah satu turunan selulosa yang dapat berkurang performanya pada tekanan dan suhu normal. CMC dapat mengendap menjadi garam kalsium pada saat kandungan kapur yang tinggi, sehingga kualitas CMC pun akan berkurang. Dauqan dan Abdullah (2013); Lelon *et al.* (2013) melaporkan bahwa kandungan utama dari arabic gum adalah kalsium dan magnesium. Arabic gum merupakan bahan yang dapat bereaksi dengan air, namun tidak dapat bereaksi dengan asam, garam kalsium, potassium dan magnesium. Sedangkan bahan aditif yang digunakan adalah kapur yang bahan utamanya adalah kalsium dan magnesium, sehingga tidak dapat memberikan pengaruh pada bahan pelapis arabic gum maupun CMC.

Bahan aditif yang digunakan memiliki bentuk fisik dan unsur kimia penyusun yang berbeda. Umumnya bentuk fisik dan unsur kimia penyusun yang berbeda akan mengakibatkan jumlah masing-masing bahan aditif yang dibutuhkan juga berbeda (Purbayanti *et al.*, 1989). Selain itu bahan kapur tidak dapat larut dalam air. Kapur yang dilarutkan didalam air hanya akan terpecah menjadi partikel dan sebagian di dalam air sehingga bagian lainnya akan mengendap pada dasar larutan pelapis benih.

Bahan pelapis (arabic gum dan CMC) tidak dapat melarutkan kapur. Sehingga pada perlakuan tidak mampu mengikat kapur dalam lapisan luar benih. Pada prinsipnya dengan bahan CMC ataupun arabic gum akan membentuk lapisan tipis pada permukaan benih (Ilyas, 2012). Bahan aditif seperti kapur diduga hanya akan menempel pada bagian terluar. Partikel kapur yang ada dalam larutan pelapis benih tidak mampu menyatu (larut). Hal ini juga dijelaskan oleh Chen *et al.* (2012) pelapisan benih dengan menggunakan beberapa komposisi akan membentuk lebih dari satu lapisan. Lapisan yang pertama biasanya adalah bahan pelapis yang digunakan, lapisan kedua adalah bahan aditif. Sehingga penambahan berbagai bahan aditif ini tidak memberikan pengaruh pada bahan pelapis benih pada saat dikecambahkan pada kondisi media keracunan Al.