

IDENTIFIKASI RHIZOBAKTERI UNTUK CEKAMAN GENANGAN

Eko Hary Pudjiwati¹, Agnes Pongliku²

¹Dosen Universitas Borneo Tarakan, Fakultas Pertanian,

²Alumni Universitas Borneo Tarakan, Fakultas Pertanian,

E-Mail: inok3959@gmail.com

ABSTRAK

Cekaman genangan merupakan cekaman abiotik utama yang mempengaruhi pertumbuhan, perkembangan dan kelangsungan hidup tanaman. Genangan mempengaruhi produksi etilen di dalam tanaman. Konsentrasi etilen yang tinggi dapat menginduksi proses *senescence* sehingga menghambat pertumbuhan akar dan batang. Pertumbuhan akar yang terhambat akan mempengaruhi penyerapan hara dan berakibat menurunnya performa tanaman. Rhizobakteri diketahui ada yang memiliki kemampuan mendegradasi etilen melalui enzim ACC deaminase. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi rhizobakteri yang dapat mengatasi cekaman genangan pada fase vegetatif tanaman jagung sebagai indikator. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok dengan 7 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan terdiri dari K+ (genangan), K- (tanpa genangan), B1 (genangan + isolat B₃₍₁₆₎), B2 (genangan + isolat B₄₍₁₂₎), B3 (genangan + isolat B₄₍₁₃₎), B4 (genangan + isolat B₅₍₄₎) dan B5 (genangan + isolat B₅₍₈₎). Hasil penelitian menunjukkan kelima isolat rhizobakteri dapat mengatasi cekaman genangan terlihat dari pertumbuhan vegetatif tanaman jagung dengan aplikasi rhizobakteri tidak berbeda nyata dengan perlakuan tanpa genangan pada parameter jumlah daun, panjang daun, jumlah akar dan berat kering tanaman. Semua perlakuan rhizobakteri memberikan nilai rata-rata jumlah akar lebih tinggi dari perlakuan tanpa genangan, begitu juga untuk jumlah daun kecuali perlakuan B2 (isolat B₄₍₁₂₎). Rata-rata jumlah akar meningkat sampai 24,4% pada perlakuan B3 (isolat B₄₍₁₃₎) dan jumlah daun meningkat 5,9% pada perlakuan B1 (isolat B₃₍₁₆₎).

Kata kunci: rhizobakteri, cekaman, genangan, etilen

PENDAHULUAN

Faktor lingkungan akan mempengaruhi fungsi fisiologis tanaman yang berdampak pada pertumbuhan tanaman. Pada kondisi lingkungan yang tercekam laju proses fisiologi tanaman menurun. Menurut Rejeb *et al.* (2014) cekaman abiotik dapat mengganggu proses metabolisme tanaman > 50%. Salah satu cekaman lingkungan abiotik adalah genangan, yang dapat terjadi baik bersifat temporer atau berlangsung dalam waktu yang lama. Pada kondisi cekaman genangan akan terjadi defisiensi oksigen, yang dapat meningkatkan asam absisat pada daun sehingga stomata menutup (Hapsari dan Adie, 2010), produksi etilen juga meningkat (Visser *et al.*, 2003). Penutupan stomata berakibat pada menurunnya laju fotosintesis dan translokasi fotosintat berkurang. Efek lain cekaman genangan adalah respirasi akar

terhenti yang berakibat pertumbuhan akar terhenti dan penyerapan hara terganggu. Pengaruh negatif cekaman genangan terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman dapat diatasi dengan beberapa cara antara lain perakitan varietas toleran cekaman genangan dan aplikasi bakteri yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan mengatasi stress.

Beberapa penelitian melaporkan bahwa bakteri ada yang memproduksi *enzim 1-aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC) deaminase*, yaitu enzim yang mampu mendegradasi ACC. Pada kondisi tercekam tanaman akan memproduksi ACC yaitu prekursor etilen. Konsentrasi etilen yang tinggi dapat menghambat pertumbuhan, klorosis bahkan dapat menyebabkan tanaman mati. ACC deaminase yang dihasilkan bakteri dapat mengkatalisis ACC menjadi ammonia dan α - ketobutyrate sehingga dapat menurunkan etilen (Sasidharan *et al.*, 2017).

Akar tanaman yang tergenang memproduksi ACC synthase yang akan mengkonversi S-adenosyl-L-methionine (SAM) menjadi ACC dalam jumlah yang besar (Glick, 2014). Pada cekaman genangan ACC yang diproduksi di akar tidak dikonversi menjadi etilen karena tidak ada oksigen, ACC ini dikirim ke tunas dan dikonversi menjadi etilen oleh enzim ACC oksidase. Hal ini menyebabkan tanaman yang tergenang memproduksi etilen 20 kali lebih tinggi dibandingkan kondisi normal (Sasidharan *et al.*, 2017). ACC yang diproduksi di akar sebagian dilepaskan ke rhizosfer, apabila tidak terdapat bakteri yang mendegradasi ACC, maka terjadi reabsorpsi ACC oleh akar yang akan dikirim ke tunas dan dikonversi menjadi etilen. Aplikasi bakteri penghasil ACC deaminase dapat memecah ACC dan menggunakan sebagai sumber karbon dan nitrogen (Penrose *et al.*, 2001), sehingga konsentrasi ACC di jaringan tanaman dan rhizosfer menjadi rendah.

Beberapa rhizobakteri dengan aktivitas ACC deaminase yang diisolasi dari tanah yang berbeda adalah *Achromobacter*, *Pseudomonas* (Govindasamy *et al.*, 2008), *Azospirillum* (Li *et al.*, 2005), *Bacillus* (Ghosh *et al.*, 2003), *Enterobacter* (Li dan Glick, 2001) dan *Rhizobium* (Duan *et al.*, 2009). Penggunaan bakteri penghasil ACC deaminase dapat menurunkan stress etilen 60 – 90%, sehingga berperan penting bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman pada kondisi tergenang (Saleem *et al.*, 2007). Grinchko dan Glick (2001) menginokulasi biji tomat menggunakan *Enterobacter cloacae* dan *Pseudomonas putida* dan terjadi peningkatan ketahanan tanaman tomat pada kondisi tergenang selama 9 hari. Penelitian lain yang dilakukan oleh Ghosh *et al.* (2003) menunjukkan bahwa aplikasi *Bacillus* dapat menstimulasi pemanjangan akar tanaman *Brassica campestris*.

Hasil penelitian sebelumnya telah mendapatkan 5 isolat bakteri dari 35 isolat yang memberikan pertumbuhan lebih baik pada tanaman jagung dengan kondisi normal (tanpa cekaman genangan). Pada penelitian ini kelima bakteri diuji untuk mengetahui kemampuannya dalam mengatasi cekaman genangan pada tanaman jagung sebagai salah satu tanaman yang tidak tahan genangan.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Perlindungan Tanaman dan Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Borneo Tarakan pada bulan Maret – Mei 2019. Isolat bakteri yang digunakan merupakan koleksi Laboratorium Perlindungan

Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Borneo Tarakan. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok dengan 7 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan terdiri dari: K- (perlakuan tanpa genangan), K+ (perlakuan genangan tanpa isolat bakteri), B1 (genangan + isolat B₃₍₁₆₎), B2 (genangan + isolat B₄₍₁₂₎), B3 (genangan + isolat B₄₍₁₃₎), B4 (genangan + isolat B₅₍₄₎) dan B5 (genangan + isolat B₅₍₈₎).

Pelaksanaan penelitian dimulai dengan persiapan media tanam dan persiapan inokulum. Media tanam yang digunakan sebanyak 2 kg yang berasal dari campuran tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 2:1 kemudian media tanam dimasukkan ke dalam plastik tahan panas untuk disterilisasi. Suspensi dibuat dengan menuangkan media NB 0,8% ke dalam botol kaca sebanyak 40 mL (untuk perendaman benih) dan 80 ml (untuk *soil drenching*), kemudian dimasukkan ke dalam autoklaf untuk disterilisasi. Media NB yang telah steril kemudian diinokulasi isolat rhizobakteri sesuai perlakuan.

Sebelum penanaman, benih direndam selama 2 jam dengan air dan dilanjutkan perendaman sesuai perlakuan selama 2 jam. Pada perlakuan K+ dan K-, benih direndam dengan air, untuk perlakuan isolat benih direndam dengan suspensi bakteri dengan kerapatan 10⁸ cfu/ml. Perlakuan *soil drenching* dilakukan pada saat tanaman jagung berumur 3 MST dengan cara menyiramkan suspensi bakteri (sesuai perlakuan) sebanyak 10 ml dengan kerapatan 10⁸ cfu/ml (Yanti et al., 2013). Perlakuan genangan dilakukan selama 10 hari pada umur 32 – 42 HST dengan cara menjaga tinggi genangan 2 cm (Barnawal et al., 2012).

Pengamatan dilakukan umur 50 HST pada parameter tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun, jumlah akar, panjang akar, berat basah dan berat kering tanaman jagung. Data yang diperoleh dianalisis dengan Analisis Varian (ANOVA) dan dilanjutkan dengan Uji DMRT 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan isolat rhizobakteri yang diaplikasikan, secara statistik tidak berbeda nyata dengan perlakuan tanpa genangan (K-), pada sebagian besar parameter yang diamati (Tabel 1). Berdasarkan nilai rata-rata, perlakuan tanpa genangan memberikan nilai rata-rata tertinggi pada parameter tinggi tanaman, panjang daun, panjang akar, berat basah dan berat kering, untuk parameter jumlah daun perlakuan B1 (genangan + isolat B₃₍₁₆₎) memberikan nilai rata-rata tertinggi (13,5 helai). Sedangkan pada parameter jumlah akar, nilai rata-rata tertinggi (21 cm) diperoleh dari perlakuan B3 (genangan + isolat B₄₍₁₃₎). Pada kondisi tergenang suplai oksigen terhambat, menyebabkan respirasi akar juga menurun sehingga mempengaruhi proses metabolisme tanaman. Hal ini yang menyebabkan menurunnya pertumbuhan tanaman pada kondisi tergenang. Hasil penelitian Ferreira *et al.* (2007), juga menunjukkan pada cekaman genangan terjadi penurunan tinggi tanaman. Pada kondisi tergenang pemanjangan akar juga terhambat. Perlakuan isolat memberikan nilai rata-rata yang lebih rendah dari perlakuan K+ untuk parameter panjang akar. Menurut Susilawati et al. (2012) rendahnya oksigen pada saat penggenangan menyebabkan energi yang dihasilkan akar rendah dan mengakibatkan pertumbuhan akar terhambat.

Tabel 1. Hasil Uji DMRT pertumbuhan jagung pada kondisi tanpa genangan dan cekaman genangan

Perlakuan	Tinggi Tanaman	Jumlah Daun	Panjang Daun	Jumlah Akar	Panjang Akar	Berat Basah	Berat Kering
K- 296,88 a	129 a 26,88 a	12,75 abc	65,49 a	16,88 ab	20,97 a		
K+ 152,50 c	85,78 b 17,50 c	12 c	60,60 a	14,63 b	14,15 b		
B1 201,88 b	99,08 b 23,13 abc	13,5 a	59,57 a	20,13 ab	10,80 b		
B2 190 bc	95,93 b 21,25 bc	12,63 bc	61,66 a	20,38 ab	12,59 b		
B3 183,13 bc	99,84 b 20 c	13,25 ab	63,79 a	21 a	12,44 b		
B4 212,50 b	104,31 b 25,63 ab	12,75 abc	61,17 a	20,13 ab	13,62 b		
B5 195,63 bc	96,09 b 21,88 abc	13,25 ab	63,07 a	19,38 ab	11,11 b		

Aplikasi isolat rhizobakteri secara umum meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung dibandingkan dengan perlakuan genangan (K+), kecuali pada parameter panjang akar. Hal ini berarti isolat rhizobakteri dapat mengurangi pengaruh cekaman genangan, meskipun nilai rata-rata ini lebih rendah dari perlakuan tanpa genangan (K-), kecuali parameter jumlah daun dan jumlah akar. Penurunan dan peningkatan nilai rata-rata parameter pertumbuhan jagung yang diberi perlakuan isolat rhizobakteri dibandingkan perlakuan K- terdapat pada Tabel 2. Perlakuan isolat rhizobakteri yang memberikan penurunan terendah dari perlakuan K- untuk setiap parameter yaitu perlakuan B4 untuk tinggi tanaman (19,14%), panjang akar (35,05%), berat basah (28,42%), berat kering (4,65%) dan perlakuan B3 untuk panjang daun (2,6%). Pada parameter jumlah daun perlakuan B1 meningkatkan sampai 5,9%, sedangkan perlakuan B3 meningkatkan jumlah akar 24,4% dari perlakuan tanpa genangan (K-).

Tabel 2. Penurunan dan peningkatan rata-rata parameter tanaman jagung terhadap perlakuan tanpa genangan

Perlakuan	Tinggi Tanaman	Jumlah Daun	Panjang Daun	Jumlah Akar	Panjang Akar	Berat Basah	Berat Kering
K+	-33,5 %	-5,9 %	-7,47 %	-13,33 %	-32,52 %	-48,63 %	-34,9 %
B1	-23,2 %	5,9 %	-9,04 %	19,25 %	-48,5 %	-32,0 %	-13,95 %

B2	-25,64 %	-1 %	-5,85 %	20,74 %	-39,96 %	-36,0 %	-20,95 %
B3	-22,6 %	3,92 %	-2,6 %	24,4 %	-40,68 %	-38,32 %	-25,6 %
B4	-19,14 %	0 %	-6,6 %	19,25 %	-35,05 %	-28,42 %	-4,65 %
B5	-25,51 %	3,92 %	-3,7 %	14,81 %	-47,02 %	-34,11 %	-18,6 %

Keterangan: nilai negatif berarti terjadi penurunan nilai rata-rata dibandingkan nilai perlakuan tanpa genangan (K-)

Cekaman genangan selain mengurangi ketersediaan oksigen di dalam tanah juga meningkatkan jumlah etilen di dalam tanaman. Etilen pada umumnya ditemukan di dalam jaringan tanaman dalam konsentrasi yang rendah ($0,01 \mu\text{L/L}$) dan berperan mengatur pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Pada kondisi cekaman genangan jumlah etilen yang meningkat dapat menyebabkan menurunnya laju pertumbuhan dan perkembangan tanaman, menghambat pemanjangan akar, mengurangi kandungan klorofil, merangsang pengguguran daun dan meningkatkan proses senescence (Singh *et al.*, 2015). Pada penelitian ini terjadi penurunan semua parameter yang diamati pada perlakuan genangan (K+) dibandingkan perlakuan tanpa genangan (K-).

Aplikasi rhizobakteri dapat menurunkan stress etilen pada tanaman dalam kondisi tergenang. Akar tanaman akan memproduksi ACC (prekursor etilen) sebagai respon terhadap cekaman genangan, ACC akan diekskresikan oleh akar ke tanah. Apabila ada bakteri yang menghasilkan enzim ACC deaminase maka ACC akan diuraikan menjadi ammonia dan α -ketobutyrate, sehingga kandungan etilen di dalam jaringan tanaman tidak meningkat (Nascimento *et al.*, 2018). Rhizobakteri yang digunakan dalam penelitian ini dapat mengurangi pengaruh cekaman genangan. Hal ini diduga rhizobakteri memiliki kemampuan menghasilkan enzim ACC deaminase.

Pada penelitian ini rhizobakteri yang digunakan selain menghasilkan enzim ACC deaminase, juga diduga mampu menghasilkan hormon auksin, terlihat dari parameter jumlah akar, dimana semua perlakuan isolat rhizobakteri memberikan nilai rata-rata yang lebih tinggi dari perlakuan tanpa genangan (K-). Auksin dapat menstimulasi pemanjangan sel pada pucuk dan merangsang terbentuknya primordia akar (Artanti, 2007). Masing-masing isolat rhizobakteri memiliki kemampuan yang berbeda dalam menghasilkan ACC deaminase dan auksin, hal ini yang menyebabkan perbedaan dalam mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Isolat rhizobakteri tertentu memberikan nilai rata-rata lebih tinggi di bandingkan isolat rhizobakteri yang lain, tetapi secara statistik tidak berbeda nyata.

KESIMPULAN

Isolat rhizobakteri yang digunakan mampu memperbaiki pertumbuhan tanaman jagung pada kondisi cekaman genangan, yaitu meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun, jumlah akar, berat basah dan berat kering tanaman. Semua isolat rhizobakteri dapat meningkatkan jumlah akar dan 3 isolat meningkatkan jumlah daun melebihi perlakuan tanpa genangan. Isolat B₃₍₁₆₎ meningkatkan jumlah daun 5,9% dan isolat B₄₍₁₃₎ meningkatkan jumlah akar sampai 24,4%.

DAFTAR PUSTAKA

- Artanti, F.Y. 2007. Pengaruh Macam Pupuk Organik Cair dan Konsentrasi IAA terhadap Pertumbuhan Setek Tanaman Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni M0. Skripsi S1 FP UNS Surakarta.
- Barnawal D, Bharti N, Maji D, Chanotiya CS, Kalra A. 2012. 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) deaminase-containing rhizobacteria protect *Ocimum sanctum* plants during waterlogging stress via reduced ethylene generation. *Plant Physiology and Biochemistry* 58: 227-235.
- Duan, J., Jiang, W., Cheng, Z., Heikkila, J.J., and Glick, B.R. 2013. The complete genome sequence of the plant growth-promoting bacterium *Pseudomonas* sp. UW4. *Plos ONE* 8: e58640.
- Ferreira, J.L., Coelho, C.H.M., Magalhaes, P.C., e Gama, E.E.G., and Borem, A. 2007. Genetic variability and morphological modification in flooding tolerance in maize, variety BRS-4154. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 7: 314-320.
- Ghosh, S., Penterman, J.N., Little, R.D., Chavez, R., Click, B.R. 2003. Three newly isolated plant growth-promoting bacilli facilitate the seedling growth of canola, *Brassica campestris*. *Plant Physiol. Bioch.* 41: 277-281.
- Glick, B.R. 2014. Bacteria with ACC deaminase can promote plant growth and help to feed the world. *Microbiol. Res.* 169: 30-39.
- Grichko VP, Glick BR. 2001. Amelioration of flooding stress by ACC deaminase-containing plant growth promoting bacteria. *Plant Physiology and Biochemistry.* 39: 11-17.
- Govindasamy, V., Senthilkumar, M., Gaikwad, K., Annapurna, K. 2008. Isolation and characterization of ACC deaminase gene from two plant growth-promoting rhizobacteria. *Curr. Microbiol.* 57: 312-317.
- Hapsari, R.T., dan Adie, M.M. 2010. Peluang Perakitan dan Pengembangan Kedelai Toleran Genangan. *Jurnal Litbang Pertanian*, 29 (2) : 50-57.
- Li, J., and Glick, B.R. 2001. Transcriptional regulation of the *Enterobacter cloacae* UW4 1-Aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC) deaminase gene (*acdS*). *Can. J. Microbiol.* 47: 359-367.

- Li, Q., Saleh-Lakha, S., Click, B.R. 2005. The effect of native and ACC deaminase-containing *Azospirillum brasilense* Cdl843 on the rooting of carnation cuttings. *Can. J. Microbiol.* 51: 511-514.
- Nascimento, F.X., Rossi, M.J., and Glick, B.R. 2018. Ethylene and 1-Aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC) in plant-bacterial interactions. *Front. Plant Sci.* 9: 114.
- Penrose, D. M., Moffatt, B.A., and Glick, B.R. 2001. Determination of 1-Aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) to assess the effects of ACC deaminase-containing bacteria on roots of canola seedlings. *Can. J. Microbiol.* 47: 77-80.
- Rejeb, I. B., Pastor, V., and Mauch-Mani, B. 2014. Plant responses to simultaneous biotic and abiotic stress: molecular mechanisms. *Plants* 3: 458-475.
- Saleem, M., Arshad, M., Hussain, S., and Bhatti, A.S. 2007. Perspective of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) containing ACC deaminase in stress agriculture. *J. Indus. Microbiol. Biotechnol.* 34: 635-648.
- Sasidharan, R., Hartman, S., Liu, Z., Martopawiro, S., Sajeev, N., van Veen, H. 2017. Signal dynamics and interactions during flooding stress. *Plant Physiol.* 176: 1106-1117.
- Singh, R.P., Shelke, G. M., Kumar, A., and Jha, P. N. 2015. Biochemistry and genetics of ACC deaminase: a weapon to "stress ethylene" produced in plants. *Front. Microbiol.* 6: 937.
- Susilawati, Suwignyo RA, Munandar, Hasmeda M. 2012. Karakter agronomi dan fisiologi varietas cabai merah pada kondisi cekaman genangan. *Journal of Agronomy. Indonesia.* 40(3): 196-203.
- Visser, E.J.W., Voeselek, L.A.C.J., Vartapetian, B.B., dan Jackson, M.B. 2003. Flooding and Plant Growth. *Ann. Bot.* 91: 107-109.
- Yanti Y, Habazar T, Resti Z, Suhaila D. 2013. Penapisan isolat rhizobakteri dari perakaran kedelai yang sehat untuk pengendalian penyakit pustul bakteri (*Xanthomonas axonopodis* pv. *Glycines*). *Jurnal Hama dan Penyakit Tanaman Tropika.* 13(1): 24-34.