



Kesan Nitrogen dan Potassium terhadap Pertumbuhan Akar, Kandungan Nutrien dan Hasil Kacang Munggur (*Vigna radiata* L. Wilczek) dalam Keadaan Berair

ENCIK Amin^{1*}, MA Karim², QA Khalid², MR Islam² dan S. Aktar³

¹Bahagian Penyelidikan Di Ladang, Institut Penyelidikan Pertanian Bangladesh, Gazipur-1701; ²Jabatan Agronomi, Universiti Syekh Mujibur Rahman Bangabandhu, Gazipur-1706; ³Pulse Research sub-station, Institut Penyelidikan Pertanian Bangladesh, Gazipur-1701, Bangladesh

*Pengarang dan E-mel yang sepadan: aminagr70@gmail.com

Diterima: 02 Oktober 2014

Diterima: 06 Jun 2015

abstrak

Satu eksperimen telah dijalankan dengan genotip kacang hijau IPSA-13 di lapangan Bangabandhu Sheikh Mujibur Rahman Agricultural University, Gazipur, Bangladesh sepanjang September, 2012 hingga November, 2012 untuk mengkaji pertumbuhan akar, kepekatan nutrien dan hasil benih kacang hijau yang dipengaruhi oleh N dan K dalam keadaan berair. Bekalan nutrien dalam tanah memberi impak yang besar kepada pemulihan yang lebih baik dalam pembangunan akar tumbuhan berair selama 4 hari. Pembangunan akar adventif adalah salah satu tindak balas penyesuaian genotip kacang mung IPSA-13. Panjang akar berkurangan kerana keadaan anaerobik. Tumbuhan berair selama 4 hari memperuntukkan lebih banyak bahan kering dalam pembangunan akar adventif dan dengan itu isipadu akar lebih tinggi dalam tumbuhan berair. Jumlah akar dalam tumbuhan yang dibanjiri meningkat disebabkan oleh perkembangan akar adventif. Berat kering akar meningkat dengan penggunaan gabungan baja N dan K. Tumbuhan yang dibanjiri dirawat dengan 14 kg N ha menghasilkan TDM dan hasil benih tertinggi, walaupun secara berasingan yang diperolehi apabila tahap N dan K digunakan secara berasingan, serta dengan 1% urea + 25 kg K ha

Kata kunci: Nitrogen dan kalium, pertumbuhan akar, kandungan nutrien, kelembapan tanah, kacang hijau

1. Pengenalan

Pemakanan mineral dalam tanah berair mungkin menghadkan pertumbuhan tumbuhan disebabkan oleh perubahan pengambilan nutrien tumbuhan. Kekurangan nutrien adalah punca utama pertumbuhan tumbuhan yang lemah di dalam tanah berair (Steffens *et al.*, 2005). Penambahan air dilaporkan telah menyebabkan penurunan ketara dalam kandungan nitrogen dalam tumbuhan kerana aktiviti akar berkurangan dan daun menguning (Rao *et al.*, 2002). Tanaman secara amnya gagal menyesuaikan diri dalam keadaan tanah basah disebabkan kuantiti pengumpulan bahan kering yang lebih kecil dalam pucuk dan akar (Drew, 1991; Huang *et al.*, 1995). Islam (2005) memerhatikan bahawa

semasa genangan air dalam kebanyakan genotip kacang hijau, akar adventif telah tumbuh dengan cepat semasa tempoh selepas banjir. Daripada sistem akar adventif, bekalan oksigen yang penting kepada akar banyak tumbuhan dicapai (Glinski dan Stepiewski, 1985; Kozlowski, 1984).

Kacang Munggur (*Vigna radiata* L. Wilczek) ialah salah satu kekacang makanan paling popular yang ditanam secara meluas di kawasan tropika dunia. Kelembapan berlebihan atau genangan tanah didapati menyebabkan kemurungan karakter tumbuhan dan hasil kacang hijau (Hamid *et al.*, 1991; Miah *et al.*, 1991). Sebaliknya, bekalan

ketersediaan di dalam tanah memainkan kesan yang besar terhadap toleransi genangan air tumbuhan (Huang, 2000; Romheld dan Kirkby, 2010). Genangan air menghalang pernafasan akar kerana bekalan oksigen yang tidak mencukupi (Das *et al.*, 2009). Penggunaan eksogen N dalam semak belukar, kacang lembu dan jagung manis (Li *et al.*, 2012) dan K dalam kapas tanah tinggi (Ashraf *et al.*, 2011) dengan berkesan boleh mengurangkan kesan buruk genangan air pada tumbuhan. Habibzadeh *et al.* (2013) melaporkan bahawa kesan penggunaan daun urea, kalsium nitrat dan kalium nitrat boleh mengurangkan kesan perencatan pertumbuhan daripada genangan air pada tumbuhan kanola.

Penggunaan nitrogen pada penghujung tempoh genangan air boleh menjadi kelebihan jika nitrogen digunakan pada atau sejurus selepas pembenihan telah hilang dengan larut lesap atau penyahtindahan seperti yang dilaporkan oleh McFarlane (2012). Daripada penyiasatan fisiologi asas, nitrat yang digunakan boleh masuk secara anaerobik dalam akar yang rosak dengan cara pasif dan dipindahkan ke pucuk seperti yang dilaporkan oleh Trought dan Drew (1981). Genangan air mengurangkan pengudaraan tanah dan jumlah oksigen yang tersedia untuk akar tumbuhan. Dalam keadaan sedemikian, kepekatan K dalam larutan tanah perlu ditingkatkan atau secara lebih praktikal lebih banyak baja potash perlu digunakan di mana terdapat risiko kekurangan oksigen (PPIC, 1989). Suplemen K di bawah genangan air bukan sahaja meningkatkan pertumbuhan tumbuhan, pigmen fotosintesis dan kapasiti fotosintesis, tetapi juga meningkatkan pengambilan dan pengumpulan nutrien tumbuhan (Ashraf *et al.*, 2011). Oleh itu, penggunaan baja gabungan boleh meningkatkan pertumbuhan akar dan pucuk kacang hijau apabila tumbuhan terjejas oleh genangan air semasa tempoh pertumbuhannya.

Kegenangan air adalah masalah dalam penanaman kacang hijau di kawasan tropika dan sub-tropika. Walaupun sebilangan besar laporan mengenai toleransi kelembapan berlebihan bagi banyak tanaman tanah tinggi seperti gandum (Hossain *et al.*, 2011), barli dan oat (Setter dan Waters, 2003) dan jagung (Zaidi *et al.*, 2007) boleh didapati di tempat lain. tetapi kajian sebegini tentang kacang hijau adalah terhad. Diandaikan beg

penggunaan gabungan N dan K yang berlebihan akan melindungi tanaman kacang hijau dengan lebih berkesan daripada kerosakan genangan air daripada yang ditunjukkan secara berasingan. Sedikit maklumat tersedia mengenai pembangunan dan pemulihan akar kacang hijau yang ditanam dalam keadaan berair. Oleh itu, eksperimen ini dijalankan untuk memerhati pertumbuhan akar, potensi penyerapan nutrien dan prestasi hasil kacang hijau berair yang menerima dos pembolehkan baja N dan K yang digunakan.

2. Bahan-bahan dan cara-cara

2.1. Tapak eksperimen dan jenis tanah

Kajian telah dijalankan di bidang Penyelidikan Agronomi Bangabandhu Sheikh Mujibur Rahman Agricultural University, Gazipur-1706, Bangladesh sepanjang September, 2012 hingga November, 2012. Tanah plot eksperimen adalah tanah liat berkelodak Teres Merah Coklat cetek tanah tergolong dalam siri tanah 'Salna' di bawah Madhupur Tract (AEZ 28).

2.2. Reka bentuk eksperimen, rawatan dan susun atur

Eksperimen telah dijalankan dengan genotip kacang hijau IPSA-13. Eksperimen telah disediakan dalam reka bentuk blok lengkap dengan empat replikasi. Lima rawatan ialah: (i) T1= Kawalan (4 hari berair tetapi tidak dibaja selepas penamatan genangan air) (ii) T2= 4 hari berair dan menerima 14 kg N ha disiarkan selepas penamatan genangan air (iii) T3= 4 hari berair dan menerima 25 kg K ha disiarkan selepas penamatan genangan air (iv) T4= 4 hari berair dan menerima 14 kg N ha disiarkan selepas penamatan genangan air (v) T5 = 4 hari berair + semburan daun dengan larutan urea 1% + 25 kg K ha

selepas penamatan genangan air + 25 kg K ha disiarkan selepas penamatan genangan air.

Saiz setiap plot ialah (2m x 2m) = 4 m Benih kacang hijau disemai dengan mengekalkan jarak 30 cm x 10 cm. Di sempadan setiap plot, satu barisan kacang hijau tambahan ditanam untuk mengelakkan kesan sempadan. Apabila anak benih berumur 24 hari, genangan air dengan 3-5 cm

air bertakung dikekalkan secara berterusan di atas permukaan tanah selama 4 hari (96 jam) selama 24-27 hari selepas muncul dan selepas itu air bertakung dikeluarkan. Rawatan baja digunakan sebagai penyiaran dalam bentuk urea dan muriat potash dan larutan urea 1% disemur pada dedaun tumbuhan berikutan penamatan genangan air. Longkang di antara dua plot berair adalah 1.5 m supaya air tidak boleh meresap ke plot jiran.

2.3. Penyediaan tanah, pembajaan dan pengurusan

Tanah ujikaji telah dibajak dengan betul dan pada masa pembajakan pertama, tahi lembu pada 10-1 t @ 40-25⁰ telah digunakan. Satu dos selimut baja @ ke dalam tanah pada masa penyediaan tanah akhir. Penggunaan tahi lembu tidak digunakan selepas penyingkiran air dari plot eksperimen mengikut variasi rawatan (T2-T5) yang dinyatakan di atas.

Biji benih dengan saiz dan bentuk seragam telah diisih dari stoknya dan dirawat dengan Vitavex 200 @ 2 g setiap kg benih. Biji benih direndam dalam air selama 4 jam sebelum disemai dan benih yang diserap dipilih untuk disemai. Kebanyakan anak benih muncul dalam masa 3 hari selepas disemai.

Anak benih ditipiskan selepas satu minggu kemunculan memastikan anak benih sihat pertumbuhan seragam dalam setiap plot. Semasa tempoh pertumbuhan purata suhu maksimum dan minimum masing-masing berjulat antara 31.16 oC dan 22.23 oC. Jumlah hujan di kawasan tersebut semasa eksperimen ialah 229.30 mm. Admire @ air disemur untuk melindungi -1 2.0ml liter tumbuhan daripada serangga. Amalan pengurusan lain telah dilakukan dengan secukupnya untuk mengekalkan pertumbuhan normal anak benih.

2.4. Pengumpulan data

Lima pokok telah dituai dari kawalan berair selama 4 hari dan plot baja berair untuk pengumpulan data. Data dikumpul selepas penamatan genangan air selama 4 hari

bermula dari 28 hari selepas kemunculan dan selepas itu setiap selang 10 hari. Pada setiap persampelan data yang diperlukan iaitu. panjang akar, isipadu akar, berat kering akar, jumlah bahan kering, hari hingga 50% berbunga pertama dan kematangan direkodkan. Tumbuhan yang dituai pada tahap matang dan parameter hasil direkodkan.

Pengumpulan akar: Lima tumbuhan digali perlahan-lahan dari setiap plot eksperimen dengan penyodok menggali kedalaman tanah yang mencukupi, supaya akar tunjang utama dan semua akar sisi dapat dicabut dengan jayanya. Tumbuhan sampel disimpan dalam beg poli yang penuh dengan air dan disimpan selama kira-kira 12 jam. Akar dicuci bersih menggunakan ayak 10 mesh supaya tiada akar yang tinggal dan akarnya mudah dipisahkan.

Panjang akar: Akar setiap tumbuhan dipotong dari pangkal tumbuhan dan akar diletakkan di atas papan persegi (kertas graf bersaiz 1sq. cm) untuk menentukan jumlah pintasan. Jumlah bilangan pintasan akar dengan lengan segi empat sama dikira dan jumlah panjang akar dikira.

Isipadu akar: Isipadu akar kacang hijau diukur mengikut undang-undang Archimedes. Akar tumbuhan tunggal diletakkan di dalam silinder penyukat berisi air. Isipadu akar menggantikan isipadu air yang serupa. Perbezaan antara paras air dalam silinder penyukat sebelum dan selepas meletakkan akar disukat sebagai isipadu akar dalam cm³.

Analisis kimia: Kandungan nitrogen dalam tumbuhan ditentukan mengikut kaedah Mikro Kjeldahl dengan kaedah penghadaman asid sulfurik. Kandungan fosforus ditentukan mencerna sampel tumbuhan dengan campuran diasid (nitrik: asid perklorik = 3:1) dan warna dibangunkan dengan kaedah warna kuning vanadium molibdate. Kandungan kalium ditentukan oleh spektrofotometer serapan atom yang mencerna sampel tumbuhan dengan campuran diasid. Daun kering ketuhar, tumbuhan dan biji benih dikisar halus dan jumlah kepekatan ditentukan melalui kaedah di atas.

Data cuaca: Data cuaca telah dikumpulkan dari stesen meteorologi Bangabandhu Sheikh Mujibur Rahman Agricultural University, Salna, Gazipur.

2.5. Analisis statistik Data

pada parameter berbeza tertakluk kepada analisis statistik. Program perisian Microsoft EXCEL dan MSTAT-C telah digunakan di mana-mana yang sesuai untuk melaksanakan analisis statistik. Semua data yang direkodkan dianalisis menggunakan analisis varians (ANOVA) dan min dibandingkan menggunakan ujian Least Significant Difference (LSD) mengikut Gomez dan Gomez (1984).

3. Keputusan dan perbincangan

3.1. Tempoh pembungaan dan kematangan

Hari hingga 50% berbunga dan matang ditunjukkan dalam Jadual 1. Hari hingga 50% berbunga dalam rawatan kawalan (T1) diperlukan 39 hari selepas kemunculan dan tidak berbeza dengan ketara antara rawatan dibaja berair (T2-T5). Pembungaan terawal diperhatikan dalam rawatan T3 (4 hari berair dan menerima 25 kg K ha -

1) (33 DAE). Rawatan T4 (4 hari tumbuhan berair dan menerima 14 kg N ha 25 kg K ha + (1% semburan urea total + 25 kg K ha adalah serupa secara statistik. Tanah genangan air) (35 HARI)

tertunda berbunga tetapi penggunaan baja N dan K selepas penamatan genangan air mungkin meningkatkan pembungaan awal sebanyak 4 hingga 6 hari berbanding dengan kawalan. Secara amnya, N dalam tumbuhan melambatkan berbunga dan K mempercepatkan kematangan dan kematangan. Rawatan kawalan (69 DAE) dan tumbuhan berbeza berair (66 hingga 68 DAE) berbeza dalam hari hingga matang sebanyak 4-5 hari. Hari-hari untuk matang di kalangan tumbuhan berair dengan atau tanpa pembajaan tidak berbeza dengan ketara.

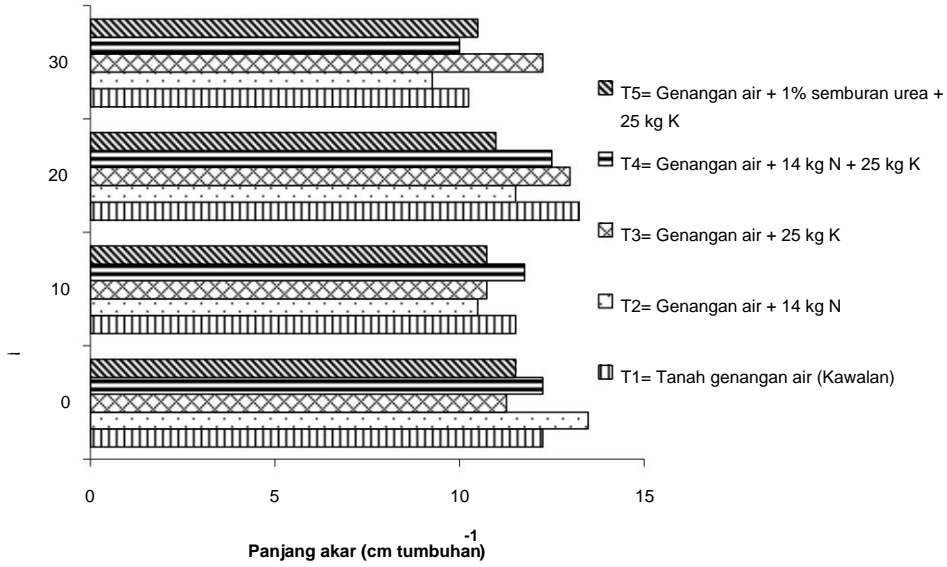
3.2. Pembentukan akar di bawah genangan air

3.2.1. Panjang akar

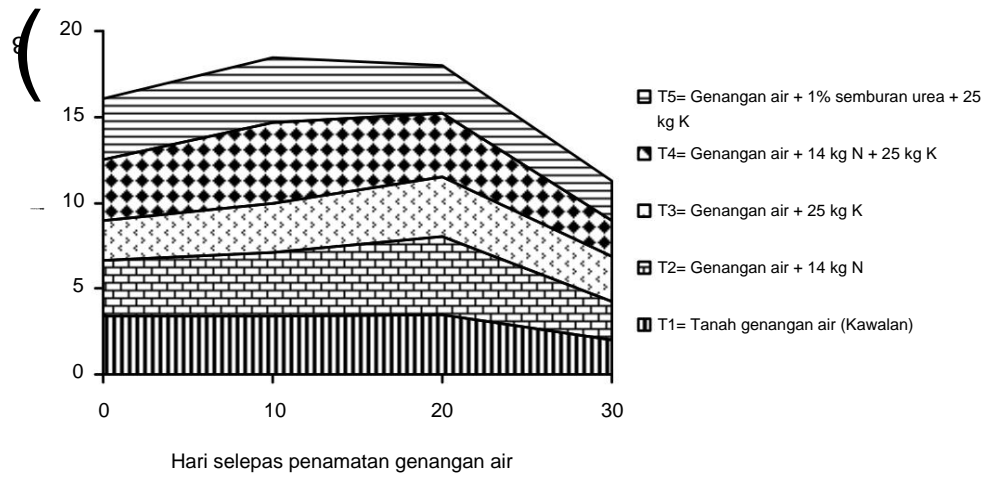
Memandangkan akar tunjang sangat terjejas oleh genangan air, akar tumbuhan berair selama 4 hari dengan penggunaan tunggal atau gabungan dos baja N dan K berubah menjadi dipendekkan seperti yang diperhatikan pada peringkat pertumbuhan kacang hijau yang berbeza (Rajah 1). Keputusan yang sama juga ditemui oleh Davies *et al.* (1999) dalam lupin mudah terdedah kepada air. Panjang akar lebih tinggi selepas penamatan genangan air pada 0 hari selepas penamatan banjir (DTF) dan berkisar antara 11.25 cm hingga 13.50 cm, menurun semasa tempoh pemulihan (10 DTF) antara 10.30 cm hingga 11.50 cm, dan meningkat selepas itu (20 DTF).) berjalat antara 11.00 sm hingga 13.25 sm. Pada masa matang, panjang akar tumbuhan bertekanan air (T2-T5) adalah sama secara statistik dengan atau tanpa persenyawaan (T1).

Jadual 1. Hari hingga 50% berbunga dan kematangan kacang hijau seperti yang dipengaruhi oleh penggunaan N dan K selepas penyingkiran genangan air

Rawatan	Hari hingga 50% berbunga	Hari untuk matang
T1 (Tanah genangan air sebagai kawalan)	39	69
T2 (Genangan air + 14 kg N)	35	68
T3 (Genangan air + 25 kg K)	33	67
T4 (Genangan air + 14 kg N + 25 kg K)	35	67
T5 (Waterlogging + 1% semburan urea + 25 kg K)	35	66
LSD0.05	2.55	2.362
CV (%)	1.394	2.34



Rajah 1. Keganangan tumbuhan kacang hijau kerana dipengaruhi oleh penggunaan N dan K selepas penyingkiran sepanjang akar.



Rajah 2. Isipadu akar tumbuhan kacang hijau yang dipengaruhi oleh penggunaan N dan K selepas penyingkiran genangan air.

3.2.2. Isipadu akar

Isipadu akar (cm IPISA-13³) genotip kacang hijau tidak menunjukkan sebarang perubahan ketara sebelum pembajaan (0 DTF) di kalangan tumbuhan berair (Rajah 2). Isipadu akar dalam tumbuhan berair meningkat dalam tempoh pemulihan 10 hari dan terus meningkat sehingga 20 DTF dan sekali lagi menurun. pada matang (30 DTF) Rawatan T4 (4 hari berair dan menerima 14 kg N ha secara statistik lebih tinggi isipadu akar berbanding rawatan lain yang berbeza dengan ketara dan menghasilkan rawatan berair yang lain. Peningkatan isipadu akar dalam kacang hijau berair mungkin disebabkan oleh perkembangan akar adventif yang mempunyai sel aerenchyma, salah satu mekanisme penyesuaian tumbuhan kacang hijau. Dalam tumbuhan tahan air, pembentukan aerenchyma dan akar adventif dilaporkan sebagai penunjuk kehadiran mekanisme penyesuaian (Kawase, 1981). Apabila matang, isipadu akar tidak disenyawakan dan disenyawakan

tumbuhan berair adalah tidak signifikan secara statistik.

3.2.3. Berat kering akar

Berat kering akar tumbuhan berair meningkat secara beransur-ansur daripada penamatan genangan air sehingga peringkat pengisian buah dan berkurangan apabila matang (Rajah 4). Punca penurunan berat kering akar pada peringkat perkembangan buah adalah mungkin disebabkan oleh penuaan atau pereputan akar seperti yang diperhatikan oleh Saha (2005). Pemulihan pesat dalam berat kering akar dapat dilihat selepas penyingkiran genangan air. Umaharan *et al.* (1997) mendapati bahawa berat kering akar meningkat sebagai tindak balas kepada genangan air semasa fasa vegetatif dalam kacang lembu. Dalam tempoh pemulihan 10 hari, berat kering akar daripada sampel awal dikurangkan dalam rawatan T3 (4 hari berair dan menerima 25 kg K ha rawatan T5 (semburan daun dengan 1% urea). (0.24 g tumbuhan⁻¹) dan

larutan + 25 kg K ha berat (0.29 g tumbuhan⁻¹). akar kering meningkat dengan ketara dalam beberapa rawatan seperti rawatan T2 (0.21 g tumbuhan⁻¹) (4 hari berair dan menerima 14 kg N ha dan rawatan T4 (4 hari berair dan + 25 kg K ha penggunaan gabungan 14 kg N ha

-1 ha) (0.46 g tumbuhan⁻¹). Berat kering akar dalam kawalan) rawatan (T1) adalah hampir dua kali ganda (0.42 g tumbuhan⁻¹) semasa tempoh pemulihan daripada sampel awal (0.23 g tumbuhan⁻¹) dan lebih daripada 10% karbonhidrat ke bahagian bawah tanah apabila tumbuhan mengembangkan akar adventif untuk mengatasi tekanan genangan air.

Laosuwan *et al.* (1994) mencadangkan bahawa berat akar adventif mungkin merupakan indeks terbaik untuk memilih genotip toleran dalam genotip kacang hijau dan blackgram di bawah keadaan genangan air. Berat kering akar meningkat dengan ketara pada 20 DTF apabila kelembapan tanah surut dan tegasan genangan air telah dikeluarkan sepenuhnya. Rawatan T4 (tumbuhan berair 4 hari yang menerima penggunaan gabungan 14 kg N ha + 25 kg K ha

-1) mempunyai berat kering akar tertinggi daripada 0.46 g tumbuhan⁻¹, yang serupa secara statistik tumbuhan kepada rawatan T1 (tidak disenyawakan 4 hari tumbuhan berair) (0.45 g rawatan tumbuhan⁻¹) dan juga T2 (4 hari berair dan menerima 14 kg N ha⁻¹) (0.40 g tumbuhan⁻¹). Rawatan T3 (4- hari berair dan menerima 25 kg K ha g tumbuhan⁻¹ dan menerima atau rawatan T5 (4 hari berair- 25 kg K ha -¹) (0.35 g tumbuhan⁻¹) menghasilkan berat kering akar yang lebih rendah daripada N tumbuhan berair yang dirawat.

3.3. Jumlah bahan kering (TDM)

Jumlah bahan kering genotip kacang hijau dipengaruhi dengan ketara oleh genangan air dan variasi TDM sebagai tindak balas kepada dos pembolehubah N atau K atau kombinasinya adalah jelas (Jadual 2). Selepas penamatan banjir (0 DTF) sehingga tempoh pemulihan 10 hari, TDM tumbuhan yang dibanjiri (T2-T5) dengan atau tanpa pembajaan (T1) tidak membuat sebarang perbezaan yang ketara. TDM meningkat sedikit dalam rawatan T4 (4 hari berair dan menerima penggunaan gabungan + 25 kg K ha

14 kg N ha⁻¹ (0.35 g tumbuhan⁻¹). TDM terendah dihasilkan dalam rawatan kawalan T1 (tanaman berair 4 hari tetapi tidak dibaja).

Penggunaan baja N dalam kacang hijau dalam keadaan pertumbuhan normal meningkatkan TDM seperti yang dilaporkan oleh Akhtaruzzaman (1998). Dalam peringkat pertumbuhan berturut-turut, diperhatikan bahawa

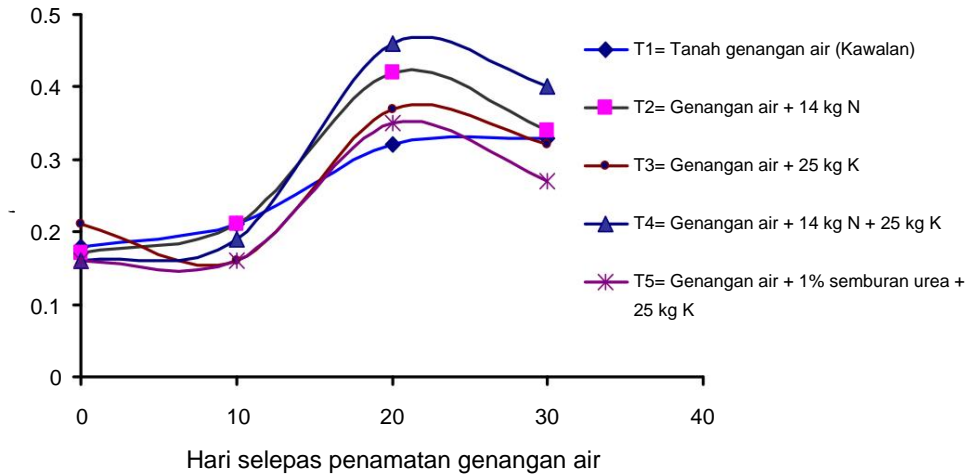
rawatan T4 (4 hari berair dan gabungan penggunaan $14 \text{ kg N ha}^{-1} + 25 \text{ kg K ha}^{-1}$) menunjukkan prestasi yang lebih baik daripada pengisian pod peringkat (20 DTF) dan juga pada peringkat matang (30 DTF). Peningkatan dalam bahan kering dengan kombinasi nutrien mungkin disebabkan oleh bilangan pembentukan pod yang lebih tinggi tumbuhan⁻¹ yang menyumbang tumbuhan hasil biji yang tinggi -¹.

3.4. Kandungan nutrien

3.4.1. Kandungan nitrogen

Kandungan nitrogen dalam tumbuhan berair 4 hari diserap dengan kadar berubah-ubah N dan K mempengaruhi pengambilan N semasa penuaian (Jadual 3). Kandungan N lebih tinggi dalam rawatan T4 (4 hari

berair dan menerima permohonan gabungan sebanyak $14 \text{ kg N ha}^{-1} + 25 \text{ kg K ha}^{-1}$) (3.39 %) diikuti dengan rawatan T2 (4 hari berair dan menerima 14 kg N ha^{-1}) (3.18%). N yang lebih rendah kandungan direkodkan dalam rawatan T5 (foliar sembur dengan larutan urea 1% + 25 kg K ha^{-1}) (2.94 %) dan dalam T1 (kawalan berair) (2.54%). Secara visual, ia diperhatikan bahawa 4 hari tumbuhan berair mengalami kekurangan N sehingga 10 DTF dan selepas itu menjadi hijau. ini tersirat bahawa kelembapan tanah yang berlebihan mengganggu aktiviti penetapan N₂ kacang hijau dan terutama sekali, kecenderungan tumbuhan untuk menyimpan N yang terhad untuk masa depan dilaporkan oleh Trung *et al.* (1985).



Rajah 4. Berat kering akar genotip kacang hijau (IPSA-13) yang dipengaruhi oleh aplikasi N dan K selepas penyingkiran genangan air

Jadual 2. Jumlah bahan kering kacang hijau yang dipengaruhi oleh penggunaan N dan K selepas penyingkiran banjir

Rawatan	Jumlah bahan kering (g tumbuhan ⁻¹)			
	0 *DTF	10 DTF	20 DTF	30 DTF
T1 (Tanah genangan air sebagai kawalan)	1.56	0.84	3.25	4.43
T2 (Genangan air + 14 kg N)	1.30	1.26	3.67	4.74
T3 (Genangan air + 25 kg K)	1.26	1.26	3.78	3.87
T4 (Genangan air + 14 kg N + 25 kg K)	1.60	1.45	4.49	5.62
T5 (Waterlogging + 1% semburan urea + 25 kg K)	1.25	1.33	3.55	4.66
LSD _{0.05}	0.243	0.207	0.706	0.493
CV%	11.45	9.40	9.98	5.68

*DTF=hari selepas penamatan banjir

Jadual 3. Kesan genangan air tanah terhadap kandungan nitrogen, fosforus dan kalium kacang hijau genotip semasa penuaian

Rawatan	Kandungan nutrien		
	N (%)	P (%)	K (%)
T1 (Tanah genangan air sebagai kawalan)	2.542	0.107	1.407
T2 (Genangan air + 14 kg N)	3.183	0.123	1.601
T3 (Genangan air + 25 kg K)	2.360	0.132	1.662
T4 (Genangan air + 14 kg N + 25 kg K)	3.387	0.131	1.639
T5 (Waterlogging + 1% semburan urea + 25 kg K)	2.935	0.111	1.629
LSD0.05	0.350	NS	0.171
CV (%)	8.49	5.63	7.20

3.4.2. Kandungan fosforus

Kandungan fosforus dalam tumbuhan ditentukan daripada sampel komposit dan secara statistik tidak signifikan antara rawatan (Jadual 3). Genangan air selama 4 hari tidak menjejaskan kandungan P yang tersedia tanpa mengira rawatan apabila tumbuhan telah dibaja dengan kadar berubah-ubah dan kaedah nutrien N atau K. Devitt *et al.* (2012) melaporkan bahawa dalam tumbuhan, Zn tidak terjejas dan nitrogen, kalium, kalsium, magnesium, dan natrium berkurangan akibat genangan air tanah.

3.4.3. Kandungan kalium

Kandungan kalium dalam tisu tumbuhan adalah terjejas oleh genangan air (Jadual 3). Digenangi air tumbuhan (T2-T5) mempunyai lebih tinggi dan serupa secara statistik Kandungan K berbanding dengan tumbuhan yang ditanam di bawah genangan air tanpa pembajaan (T1). Kandungan K tertinggi dicatatkan dalam rawatan T3 (4 hari berair dan menerima 25 kg K ha⁻¹) (1.662 %). Kandungan K paling rendah (1.407 %) direkodkan dalam T1 (4 hari tumbuhan berair di mana tidak ada baja digunakan). Sarder (1990) memerhatikan K pengambilan tumbuhan kacang hijau yang ditanam di bawah tanah rendah rejim kelembapan.

3.5. Komponen hasil dan hasil

Hasil benih dan sifat-sifat hasil kacang hijau ditanam dalam keadaan berair 4 hari dipengaruhi oleh kadar pembolehubah baja N dan K

(Jadual 4). Ketinggian tumbuhan IP5A-13 semasa penuaian berubah dengan ketara disebabkan penggunaan N dan Baja K dalam tumbuhan berair 4 hari. tanah pembalakan air mengurangkan ketinggian tumbuhan tetapi tidak berbeza dengan ketara antara tumbuhan yang berair dengan (T2-T5) atau tanpa persenyawaan (T1). The bilangan tumbuhan daun adalah sama secara statistik antara kawalan (T1) berair dan tumbuhan yang dibaja berair (T2-T5) semasa menuai. Tabiat bercabang kacang hijau mungkin dikawal secara genetik. Tumbuhan berair jarang menghasilkan tumbuhan dahan tunggal. Tariq *et al.* (2001) memerhatikan bahawa penggunaan P dan K bersama-sama dengan N₁ meningkat ketinggian dan bilangan tumbuhan tumbuhan dahan

Bilangan pokok buah⁻¹ merupakan hasil yang penting watak yang menyumbang kepada hasil benih yang lebih tinggi. Bilangan pokok pod tidak berbeza dalam baja dirawat tumbuhan berair. Rawatan T1 (tumbuhan berair 4 hari tanpa persenyawaan) menghasilkan bilangan buah yang paling sedikit tumbuhan (3.10). Akhtaruzzaman (1998) melaporkan bahawa N baja kacang hijau yang dihasilkan meningkat bilangan pokok buah. Bilangan biji bawah dalam tumbuhan yang tidak disenyawakan air adalah sama secara statistik antara rawatan baja (T2-T5). Biji pod kacang hijau adalah positif berkorelasi dengan hasil benih yang ditanam dalam keadaan bertekanan air (Islam, 1994). K telah kesian yang ketara ke atas bilangan buah benih dilaporkan oleh Abbas *et al.* (2011).

Jadual 4. Kesan aplikasi N dan K ke atas hasil dan ciri penyumbang hasil tanah kacang hijau berair

Rawatan	Tumbuhan ketinggian (cm)	Daun nombor tumbuhan ⁻¹	Cawangan ⁻¹ tumbuhan	Di bawah ⁻¹ tumbuhan	Benih ⁻¹ bawah	1000 biji berat (g)	Hasil benih ⁻¹ (g tumbuhan ⁻¹)	% hasil relatif untuk mengawal				
T1	25.00	3.95	0.20	3.10	8.41	56.64	1.41					
T2	28.05	3.85	0.25	4.22	8.24	59.71	2.11	49.7				
T3	25.30	4.20	0.20	3.63	8.20	60.60	2.11	49.7				
T4	27.40	27.95	T5	LSD	0.05	3.65	0.20	4.58	8.33	60.68	2.34	66.0
(%)	10.77	NS	CV	4.15	0.20	4.22	7.97	60.20	2.07	46.8		
		NS	0.067	0.943	NS	2.969	0.626					
		13.84	14.85	14.23	6.97	3.28	17.54					

1000 biji berat tumbuhan yang dibaja berair (T2-T5) tidak berbeza secara statistik dan terkecil dihasilkan dalam T1 (4 hari berair tetapi tidak menerima sebarang baja). Ini menunjukkan kesan kebaikan baja N dan K dalam

tumbuhan berair pada perkembangan biji benih kacang hijau. Hasilnya adalah bersetuju dengan itu dilaporkan oleh Ardeshtna *et al.* (1993) dan Fatma *et al.* (2001).

Tumbuhan hasil benih⁻¹ berbeza dengan ketara apabila tumbuhan tidak dibaja (T1) berair adalah berbanding dengan tumbuhan berbaja berair (T2-T5) (Jadual 4). Rawatan T4 (4 hari berair dan menerima penggunaan gabungan sebanyak 14 kg N ha⁻¹ + 25 kg K ha⁻¹) cenderung menghasilkan lebih tinggi hasil biji benih (2.34 g tumbuhan⁻¹) daripada yang lain baja dirawat tumbuhan berair tetapi perbezaan tidak ketara. Benih paling rendah hasil (1.41 g tumbuhan⁻¹) dihasilkan dalam kawalan rawatan T1 (4 hari berair dan tidak menerima sebarang baja). Nutrien tumbuhan (N dan K) mungkin memainkan peranan penting dalam penambahbaikan hasil biji benih dalam keadaan berair tumbuhan yang terjejas. N tumbuhan kacang hijau yang dirawat menghasilkan hasil yang lebih baik daripada yang tidak dirawat kawalan seperti yang diperhatikan oleh Akhtaruzzaman (1998). Tariq *et al.* (2001) mendapati bahawa penggunaan 30:30.8: 58.10 kg ha⁻¹ NPK meningkatkan pengeluaran daripada tumbuhan buah⁻¹. Berat 1000 biji dan dapatkan hasil bijirin tertinggi (876.32 kg ha⁻¹) daripada kacang hijau. Menurut Li *et al.* (2012) a

baja kering berbutir biasa, seperti 10 N-10 P2O5-10 K2O, juga boleh digunakan untuk berair tanaman, tetapi ia tidak berkesan seperti daun dan baja cecair.

4. Kesimpulan

Rawatan T4 (4 hari berair dan menerima 14 kg N ha⁻¹ + 25 kg K ha⁻¹) dipertingkatkan pertumbuhan akar dan mempunyai kepekatan N yang lebih tinggi tetapi rawatan T3 (4 hari berair dan menerima 25 kg K ha⁻¹) mempunyai kepekatan K yang lebih tinggi daripada tumbuhan selepas penyingkiran genangan air. Tumbuhan berair apabila dirawat dengan gabungan penggunaan N dan K (T4) dihasilkan maksimum berat kering akar, jumlah bahan kering dan hasil biji benih daripada kacang hijau. Penggunaan tambahan nitrogen dan kalium @ 14 kg N ha⁻¹ dan 25 kg K ha⁻¹, masing-masing secara berasingan atau gabungan, dan 1% urea + 25 kg K ha⁻¹ selepas penamatan banjir, didapati dapat mengurangkan genangan air kerosakan genotip IPISA-13. Oleh itu, N dan K hendaklah digunakan apabila air bertakung surut dari ladang kacang hijau.

5. Pengakuan

Penyelidikan ini disokong oleh geran operasi daripada Projek Teknikal Pertanian Negara (NATP: Fasa-I), Pertanian Bangladesh Majlis Penyelidikan, Farmgate, Dhaka-1215, Bangladesh.

Rujukan

- Abbas, G., Aslam, M., Malik, AU, Abbas, M. A. dan Hussain, F. 2011. Kesan kalium sulfat ke atas pertumbuhan dan hasil kacang hijau (*Vigna radiata* L.) di bawah iklim gersang. *Int. J. Agric. Appl. Sci.*, 3 (2): 72-75.
- Aktaruzzaman, MA 1998. Pengaruh kadar baja nitrogen dan fosforus terhadap produktiviti kacang hijau (*Vigna radiata* (L.) Wilczek.) *Ph.D. tesis*. Universiti Pertanian Bangabandhu Sheikh Mujibur Rahman. Bangladesh. 1-181 ms.
- Ardehshna, RB, Modhwadia., MM, Khanpara, VD dan Patel, JC 1993. Tindak balas greengram (*Phaseolus radiatus*) kepada inokulasi nitrogen, fosforus dan *Rhizobium*. *Indian J. Agron.*, 38 (3): 490- 492.
- Ashraf, MA, Ahmad, MSA, Ashraf, M., Al Qurainy, F. and Ashraf, MY 2011. Pengurangan tekanan genangan air dalam kapas tanah tinggi (*Gossypium hirsutum* L.) dengan aplikasi eksogen kalium dalam tanah dan sebagai semburan daun. *Tanaman Padang Rumput Sci.*, 62: 25-38.
- Das, KK, Panda, D., Sarkar, SK, Reddy, JN dan Ismail, AM 2009. Toleransi tenggelam berhubung dengan air banjir berubah-ubah keadaan dalam beras. *alam sekitar. Exp. Bot.*, 66: 425-434.
- Davies, CL, Turner, DW, Dracup, M. dan Hill, GD 1999. Toleransi genangan air bagi lupin kuning (*Lupinus luteus*). *Prosiding Persidangan ke Lupin Antarabangsa* 8, 11-16 Mei, 1996, Asilomar, California, Amerika Syarikat.
- Devitt, AC dan Francis, CM 2012. Kesan genangan air pada nutrien mineral Sains pengeluaran Haiwan *Trifolium* . kandungan *sunterraneum*. *Jurnal Eksperimen dan Pertanian dan Haiwan Australia*
- Penternakan. Penerbitan CSIRO. 12(59): 614-617.
- Drew, MC 1991. Kekurangan oksigen dalam persekitaran akar dan pemakanan tumbuhan. Dalam: Jackson et al. (ed.) *Kehidupan Tumbuhan di bawah Kekurangan Oksigen Akademik* . Penerbitan, Belanda Acad. Pub., The Hague. 303-316 hlm.
- Fatma, AA, Fardoas, RH dan Rizk, WM 2001. Kesan persenyawaan kalium ke atas kacang hijau (*Vigna radiata* L.) Wilczek, *Mesir. J. Appl. Sci.*, 16: 156-167.
- Glinski, J. dan Stepniewski, W. 1985. Pengudaraan tanah dan peranannya untuk tumbuhan. CRC. Tekan. 137-171 hlm.
- Gomez, KA dan Gomez, AA 1984. Statistik prosedur untuk Penyelidikan Pertanian. 2 edn. nd John Wiley dan Sons. Singapura, 680 hlm.
- Habibzadeh, F., Sorooshzadeh, A., Pirdashti, H. dan Modarres-Sanavy, SAM 2013. Mengurangkan kerosakan genangan air dengan penggunaan daun sebatian nitrogen dan tricyclazole dalam kanola. *Aust. J. Tanaman. Sci.*, 7(3): 401-406.
- Hamid, A., Agata, W., Moniruzzaman, AFM and Miah, AA 1991. Aspek fisiologi peningkatan hasil dalam kacang hijau. ms 87-94. Dalam: *Prosiding Bengkel Kebangsaan Kedua mengenai Nadi*, 6-8 Jan, 1989, Joydebpur, Bangladesh.
- Hossain, MA dan Uddin, SN 2011. Mekanisme toleransi genangan air dalam gandum: penyesuaian morfologi dan metabolik di bawah hipoksik atau anoksia. *Sains Tanaman J. Australia*, 5(9): 1094- 1101.
- Huang, B., DS Nesmith, DC Bridges dan JW Johnson. 1995. Respons quash terhadap kemasinan, genangan air, dan saliran seterusnya. II. Pertumbuhan akar dan pucuk. *J. Nutri Tumbuhan*, 18: 141-152.

- Huang, B. 2000. Tindak balas genangan air dan interaksi dengan suhu, kemasinan dan nutrien. dalam: *Interaksi Tumbuhan-Persekitaran*, (ed.) RE Wilkinson, New York, Marcel Dekker, 1994. 263-282 ms.
- Islam, MR, Hamid, A., Karim, MA Ahmed, J. U, Khaliq, QA and Haque, M.M. 2005. Tindak balas kacang hijau terhadap banjir pada peringkat vegetatif I. Pertumbuhan akar dan pucuk. *Bang. Agron. J.*, 11 (1&2): 1-9.
- Islam, MT, F. Kubota dan W. Agata. 1994. Pertumbuhan, struktur kanopi dan hasil biji kacang hijau yang dipengaruhi oleh air. *J. Fac. Agr.*, Kyushu Univ., 38 (3-4): 231- 224.
- Kawsae, M.1981. Penyesuaian anatomi dan morfologi tumbuhan terhadap genangan air. *Hort. Sci.*, 16(1): 30-34.
- Kozlowski, TT 1984. Tindak balas tumbuhan terhadap banjir. *BioSains* 34: 162-167. *Dalam:* Rubio *et al. Oecologia* (1995) 102:102-105.
- Laosuwan, P., Mekanawakul, M. dan Thonsomsri, A. 1994. Kesan genangan air terhadap perkembangan pertumbuhan dan hasil kacang hijau. *Suranaree J. Sci. Tek.*, 1(1): 9- 14.
- Li, Y., Rao, R. and Reed, S. 2012. Pengurusan air untuk pengeluaran sayuran. Penerbitan no. SL 206/SS425. AS Jabatan Pertanian, Perkhidmatan Sambungan Koperasi, Universiti Florida, IFAS, Florida. <http://edis.ifas.ufl.edu>.
- McFarlane, D. dan Glencross, R. 2012. Menguruskan genangan air dan penenggelaman di padang rumput. Nota ladang 79/93. Jabatan Pertanian. dan Makanan Kerajaan dari Australia Australia http://www.agric.wa.gov.au/PC_92777.htm
- Miah, AA, Moniruzzaman, AFM and Rahman, MM 1991. Masalah dan prospek pengeluaran nadi. Pp. 87-94. *Prosiding Bengkel Kebangsaan Nadi Kedua*, 6-8 Jan, 1989, Joydebpur, Bangladesh.
- PPIC (Institut Kalium dan Fosfat Kanada). 1989. Buku kecil tentang Potash: keperluan dan kegunaannya dalam pertanian moden. Institut Potash dan Fosfat Kanada. Canada Saskatchewan, Kanada. 1-44 ms.
- Rao R., Li, Y. dan Bryan, HH 2002. Penilaian semburan daun untuk mengurangkan kecederaan banjir dalam jagung (*Zea mays* L.). *Proc. Fla State Hort Soc.*, 115: 208-211.
- Romheld, V. dan Kirkby, EA 2010. Penyelidikan tentang kalium dalam pertanian: Keperluan dan prospek. *Tanah Tumbuhan*, 335:155–180.
- Saha, RR 2005. Aspek fisiologi hasil dan kualiti benih kacang hijau. (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). *Ph. D. Tesis*. Bangabandhu Sheikh Mujibur Rahman Agricultural University, Gazipur, Bangladesh.
- Sarder, NA 1990. Teknik pembentukan kacang hijau (*Vigna radiata* L.) dan bijan (*Sesamum indicum* L.) selepas padi tanah lembap tadah hujan. *Ph. D. Tesis*. UPLB, Los Banos, Filipina.
- Setter, TL, Waters, I., Sharma, SK, Singh, K. N., Kulshreshtha, N., Yaduvanshi, NP S., Ram, PC, Singh, BN, Rane, J., McDonald, G., Khabaz-Saberi, H., Biddulph, TB, Wilson, R., Barclay, I., McLean, R. dan Cakir, M 2009. Kajian semula penambahbaikan gandum untuk toleransi genangan air di Australia dan India: kepentingan anaerobiosis dan ketoksikan unsur yang dikaitkan dengan tanah yang berbeza. *Ann. Bot.*, 103 (2): 221-235.
- Steffens, D., Hütsch, BW, Eschholz, T., Losak T. dan Schubert S. 2005. Waterlogging mungkin menghalang pertumbuhan tumbuhan terutamanya oleh kekurangan nutrien dan bukannya ketoksikan nutrien. *Persekitaran Tanah Tumbuhan.*, 51: 545–552.
- Tariq, M., Khaliq, A. dan Umar, M. 2001. Kesan aplikasi fosforus dan kalium ke atas pertumbuhan dan hasil kacang hijau. *Dalam talian J. Biol. Sci.*, 1(6): 427-428.

- Trought, MC dan Drew, MC 1981. Pengurangan kecederaan pada tumbuhan gandum muda dalam kultur larutan anaerobik dan kaitan dengan bekalan nitrat dan nutrien tak organik lain. *J. Expt. Bot.*, 32: 509-522.
- Trung, NC, Yoshida, S. dan Kobayashi, Y. 1985. Pengaruh kelembapan tanah yang berlebihan terhadap pemakanan nitrogen dan produktiviti bijian kacang hijau. *Jepun J. Crop Sci.*, 54(1): 79-83.
- Umaharan P., Ariyanayagam, R. P. and Haque, S. 1997. Kesan penggenangan air jangka pendek digunakan pada pelbagai fasa pertumbuhan pada pertumbuhan, perkembangan dan hasil dalam *Vigna unguiculata*. *J. Agril. Sci.*, Cambridge. 128: 189-198.
- Zaidi, PH, Maniselvan, P., Yadav, PAK, Singh, F., Sultana, R., Dureja. P., Singh, RP dan Srinivasan, G. 2007. Perubahan penyesuaian tekanan dalam jagung tropika (*Zea mays* L.) di bawah tekanan lembapan yang berlebihan. *Maydica*, 52: 159-171.