

PAIR/P.256/1987

PENENTUAN FIKSASI N_2 -UDARA DENGAN
METODE PERBEDAAN DAN METODE ^{15}N
PADA TANAMAN KEDELAI

Elsje L. Sisworo

K.P. 578

PENENTUAN FIKSASI N₂-UDARA DENGAN METODE PERBEDAAN DAN METODE ¹⁵N PADA TANAMAN KEDELAI*²

Elsje L. Sisworo **

ABSTRAK

¹⁵N PENENTUAN FIKSASI N₂-UDARA DENGAN METODE PERBEDAAN DAN METODE ¹⁵N PADA TANAMAN KEDELAI. Sebuah percobaan menggunakan rancangan acak kelompok berulang empat telah dilaksanakan untuk menentukan kadar (%) dan kandungan (mg N/tanaman) N berasal dari fiksasi (N-bdf) pada tanaman kedelai. Metode yang digunakan dalam penentuan N-bdf ialah metode perbedaan dan metode ¹⁵N. Hasil penentuan dengan kedua metode tersebut saling dibandingkan. Data percobaan ini menunjukkan bahwa kedua metode ini dapat digunakan, akan tetapi untuk keadaan tertentu metode ¹⁵N acapkali lebih menguntungkan.

ABSTRACT

DETERMINATION OF ATMOSPHERIC N₂ FIXATION BY DIFFERENCE METHOD AND ¹⁵N METHOD IN SOYBEAN PLANT. An experiment using a randomized block design with four replicates has been carried out to determine the percentage (%) and content (mg N/plant) of N derived from fixation (N-dffix) of soybean. The method used were the difference method and the ¹⁵N method. The result of both methods were compared to each other. Data from this experiment showed that methods could be used to determine atmospheric N₂ fixation, but in certain circumstances the ¹⁵N method is superior to the difference method.

PENDAHULUAN

Metode yang tepat untuk mengukur kemampuan fiksasi N₂- udara oleh tanaman kacang-kacangan pada saat ini sangat dibutuhkan (1). Keadaan ini menurut TABLOT dkk (1) adalah karena pada dekade-dekade akhir ini

* Disajikan pada Kongres Biologi Nasional VIII, 8-10 Oktober 1987, di Purwokerto.

** Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN.

penelitian mengenai fiksasi N_2 simbiotik banyak dilakukan orang, dan penelitian ini memang dibutuhkan.

Peningkatan kemampuan menfiksasi N_2 -udara merupakan salah satu sifat tanaman kacang-kacangan yang dikehendaki dalam program pemuliaan tanaman (2). Kemampuan fiksasi N_2 -udara ini hanya dapat ditentukan bila N dalam tanaman yang berasal dari fiksasi dapat ditentukan secara kuantitatif. Selain itu kemampuan menghitung fiksasi N_2 -udara dapat digunakan untuk menentukan takaran pupuk N yang sesuai bagi tanaman kacang-kacangan. Besar takaran pupuk N perlu ditentukan agar kemampuan fiksasi N_2 -udara dari tanaman dapat ditingkatkan seoptimal mungkin.

Metode untuk mengukur fiksasi N_2 suatu tanaman secara kuantitatif dapat dilakukan dengan berbagai cara, antara lain (a) cara perbedaan, yaitu dengan menghitung selisih kandungan N-total atau bobot kering antara tanaman yang menfiksasi N_2 dengan yang tidak; (b) dengan metode reduksi asetilen; dan (c) dengan metode ^{15}N . Ketiga cara ini masing-masing memiliki keuntungan dan kerugian. Secara garis besar dapat dikatakan bahwa cara pertama sangat sederhana dan mudah dilakukan yang diperlukan hanya data bobot kering dan kadar N-total tanaman. Kelemahan cara pertama ini terletak pada hasil pengukuran fiksasi N_2 -udara ditentukan secara tidak langsung. Cara ini tidak dapat memisahkan kandungan N dalam tanaman yang berasal dari tanah, pupuk, atau udara (3). Cara kedua yaitu reduksi asetilin, bila diterapkan di lapangan akan menimbulkan banyak hambatan (4). Hambatan yang akan ditemui antara lain fiksasi N_2 -udara hanya dapat ditentukan pada satu saat saja, yaitu saat pengukuran. Keuntungannya cara

ini tidak memerlukan banyak biaya dan mudah dilaksanakan. Pada cara ketiga, fiksasi N_2 -udara dapat diukur lebih akurat karena N dalam tanaman dapat dibedakan dengan jelas antara N yang berasal dari tanah, pupuk, atau fiksasi. Namun, cara ini juga memiliki kelemahan karena mahalnnya biaya untuk pupuk bertanda ^{15}N dan peralatan deteksinya. Namun, perlu diingat bila dilakukan dengan benar cara manapun yang akan digunakan dapat memberikan gambaran tentang kemampuan fiksasi N_2 -udara suatu tanaman.

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilaksanakan di rumah kaca dari Oktober 1985 sampai mei 1986. Bahan tanaman yang digunakan ialah varietas Clark berbintil (V1) dan isolin varietas Clark yang tidak berbintil (V2). Biji kedelai dkecambahkan dalam pot berisi pasir steril. Untuk kedelai V1, sebelum dkecambahkan, biji diolesi terlebih dahulu dengan bubuk *Rhizobium*. Pada saat berumur lima hari, dipindahkan ke dalam pot plastik berisi enam kilogram tanah kering udara (kadar air 7,4%). Selama pertumbuhan kadar air tanah dipertahankan pada 75% air tersedia yang ditentukan dengan cara gravitasi. Panen dilakukan dua kali, yaitu pada saat pembentukan polong (R4) dan pada saat biji masak (R8).

Persentase N-total, N-berasal dari pupuk (N-bdp) dan N-berasal dari fiksasi (N-bdf) ditentukan untuk berbagai komponen tanaman. Untuk R4, hal ini ditentukan terhadap akar, batang, daun dan polong. Sedangkan untuk R8 dilakukan terhadap akar, batang, kulit polong dan biji. Data N tanaman untuk setiap komponen tanaman digunakan untuk menentukan kandungan N-total dan N-bdf tanaman total yang dinyatakan

dalam satuan bobot, serta digunakan untuk menentukan kadar N-total dan N-bdf tanaman total yang dinyatakan dalam persen.

Pada metode perbedaan, N-bdf ditentukan dengan menentukan selisih kandungan N-total antara V1 dan V2 pada keadaan pemberian pupuk dengan takaran sama. N-bdf ditentukan terhadap setiap komponen tanaman. Pada metode ^{15}N digunakan perhitungan yang diajukan oleh HADARSON dan ZAPATA (30), yaitu :

1. Bila V1 dan V2 menerima takaran pupuk yang sama, maka

$$\% \text{ N-bdf} = \left(1 - \frac{\% \text{ e.a. V1}}{\% \text{ e.a. V2}} \right) \times 100 \%$$

2. Bila V1 dan V2 menerima takaran pupuk yang tidak sama, maka

$$\% \text{ N-bdf} = \left(1 - \frac{\gamma \times \% \text{ N-bdp V1}}{\% \text{ N-bdp V2}} \right) \times 100\% + (\% \text{ N-bdp V1} \times (-1))$$

Keterangan :

% e.a. : % eksek atom ^{15}N contoh tanaman yang ditentukan dengan

Emission Spectrometer YASCO Model N1A-1

V1 : tanaman berfiksasi (dalam percobaan ini varietas Clark)

V2 : tanaman tak berfiksasi (dalam percobaan ini isoline Clark)

γ : $\frac{\text{takaran N-pupuk pada V1}}{\text{takaran N-pupuk pada V2}}$

$$\% \text{ N-bdp} = \frac{\% \text{ e.a. contoh tanaman}}{\% \text{ e.a. pupuk } ^{15}\text{N}} \times 100 \%$$

Rancangan percobaan yang digunakan ialah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 6 perlakuan dan empat ulangan. Perlakuan percobaan diringkaskan dan disajikan pada Tabel 1.

dengan metode perbedaan (perlakuan A) di mana V1 dan V2 diberi pupuk setara dengan 0 kg/ha. Kadar N-bdf pada perlakuan A ini juga berbeda dengan N-bdf pada perlakuan F (metode ^{15}N) di mana V1 dan V2 secara berturut-turut dipupuk dengan 20 dan 100 kg N/ha. Menurut beberapa peneliti (5, 6) tanaman kedelai dapat dipacu kemampuannya untuk menfiksasi N_2 -udara bila diberi pupuk N takaran rendah. Keadaan ini tidak terlihat pada perlakuan B (metode perbedaan) di mana V1 dan V2 dipupuk dengan takaran sama, yaitu 20 kg N/ha. Bahkan pemberian N takaran rendah (perlakuan B) tampak berakibat kepada menurunnya kemampuan fiksasi N_2 -udara kedelai bila dibandingkan dengan kedelai yang tidak diberi pupuk N (Tabel 2 dan 3). Ini mungkin karena pada keadaan tanpa pupuk N (0 kg N/ha) kedelai tak berbintil memiliki pertumbuhan yang jauh lebih buruk daripada kedelai berbintil (V1). Pada keadaan tanpa pupuk N kedelai berbintil (V1) masih dapat memenuhi sebagian kebutuhan N-nya dari fiksasi N_2 -udara di samping dari tanah. Akan tetapi, penyediaan kebutuhan N tanaman kedelai tak berbintil (V2) hanya bergantung sepenuhnya kepada N-tanah yang tampaknya tidak cukup untuk menyokong pertumbuhan yang baik. Keadaan ini diduga sebagai penyebab adanya perbedaan yang cukup besar antara kandungan N-total tanaman V1 dengan tanaman V2 (Tabel 4), sehingga pada keadaan tanpa N, nilai N-bdf yang diperoleh menjadi lebih besar daripada $\sqrt{\text{tanaman yang dipupuk N}}$. Pada metode ^{15}N penentuan N-bdf tanaman didasarkan pada perbandingan antara eksese atom ^{15}N dalam tanaman V1 dan V2. Oleh karena jumlah N-tanah yang tersedia baik untuk tanaman V1 maupun V2 adalah sama, maka persen eksese atom ^{15}N dalam tanaman V1 dan V2 hanya dipengaruhi oleh N_2 -udara yang dapat diserap tanaman. Berdasarkan alasan ini maka dapat dinyatakan bahwa penentuan N-bdf tanaman dengan metode ^{15}N

ini maka dapat dikemukakan bahwa penggunaan metode ^{15}N untuk penentuan kemampuan fiksasi N_2 tanaman kedelai lebih baik daripada metode perbedaan.

Metode ^{15}N memiliki suatu keunggulan yang tidak dijumpai pada metode perbedaan, yaitu kebutuhan tanaman kedelai baik yang berbintil maupun yang tidak berbintil akan pupuk N dapat dipenuhi sesuai dengan kebutuhan. Tanaman kedelai tak berbintil memerlukan takaran pupuk N yang lebih tinggi daripada kedelai berbintil, yaitu 100 kg N/ha, sedangkan kedelai berbintil hanya memerlukan 20 - 40 kg N/ha. Pupuk N takaran tinggi diperlukan oleh kedelai tak berbintil karena pertumbuhan tanaman semata-mata hanya bergantung kepada N-tanah atau N-pupuk, sedang untuk kedelai berbintil pupuk N hanya dibutuhkan sebagai pemacu pada awal pertumbuhan dan selanjutnya kebutuhan N dapat dipenuhi dari fiksasi N_2 -udara. Dengan demikian jika dalam penentuan N-bdf harus digunakan takaran 20 kg N/ha untuk kedelai berbintil dan 100 kg N/ha untuk yang tidak berbintil, maka metode perbedaan tidak dapat digunakan lagi. Syarat yang diperlukan bagi pemakaian metode perbedaan untuk penentuan daya fiksasi N tanaman ialah kondisi lingkungan harus sama. Pada metode ^{15}N penggunaan takaran N yang sama atau pun berbeda bagi tanaman berbintil dan tidak berbintil menghasilkan nilai kadar N-bdf yang tidak berbeda. Hal ini ditunjukkan oleh hasil pengamatan perlakuan D dan F (Tabel 2 dan 3).

KESIMPULAN

Dari percobaan ini dapat disimpulkan bahwa metode ^{15}N maupun metode perbedaan dapat digunakan. Namun metode ^{15}N seringkali mampu memberikan gambaran yang lebih baik tentang N-bdf daripada metode perbe-

daan, terutama bila pupuk N terpaksa perlu diberikan dengan takaran yang tinggi. Kerap kali metode perbedaan memberikan nilai nol untuk kadar N-bdf. Pada keadaan tersebut tanaman masih memfikasi N_2 dari udara.

Keuntungan menggunakan metode ^{15}N yang paling menonjol adalah bahwa untuk kedelai berbintil atau pun yang tidak berbintil dapat memperoleh sejumlah pupuk N yang tidak sama takarannya sesuai dengan kebutuhan tanaman. Dengan takaran N yang tidak sama, metode perbedaan tidak dapat digunakan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Saudara Havid Rasjid, Karaliani, Halimah dan Amrin Jawanas yang telah ikut membantu pelaksanaan percobaan ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. TABLOT, H.J., KENWORTHY, W.J., and LEGG, J.O., Field comparison of the nitrogen-15 and difference methods of measuring nitrogen fixation, *Agron. J.* 74 (1982) 799.
2. RENNIE, J., DUBETZ, J.B., BOLE, J.B. and MUENDEL, H.H., Dinitrogen fixation measured by ^{15}N isotope dilution in two Canadian soybean cultivars, *Agron. J.* 74 (1982) 725.
3. HADARSON, G. and ZAPATA, F., Field evaluation of symbiotic nitrogen fixation by rhizobia using ^{15}N methodology, *Plant and Soil* 82 (1984) 365.
4. FRIED, M., DANSO, S.K. and ZAPATA, F., The methodology of measurement of N_2 fixation by non legumes as inferred from field experiments by legumes, 2nd Int. Symp. on N_2 Fixation by non legumes, *Can. J. Microbiol.* 29 (1983) 1053.

Tabel 2. Kadar N-bdf tanaman kedelai dihitung dengan metode perbedaan dan metode ^{15}N

Perlakuan	Panen I		Panen II	
	X	X	X	X
	----- % -----			
A	31,93	32,23 abde	31,47	34,12 abd
B	14,29	24,63 ab	22,64	26,97 ab
C	5,33	4,87 c	3,73	7,92 c
D	40,70	39,59 de	43,47	41,12 d
E	13,75	21,81 ab	17,36	24,47 ab
F	35,62	36,49 abde	31,78	34,24 abd
BNT 5%		14,94		10,43
K K (%)		37,92		25,32

Keterangan : X = Nilai rata-rata 4 ulangan dari data asli
 Y = Nilai rata-rata 4 ulangan dari data transformasi Arcsin %.
 Nilai yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda pada BNJ 5%.

Tabel 3. Kandungan N-bdf tanaman kedelai

Perlakuan	Panen I		Panen II	
	X	X	X	X
	----- mg N -----			
A	157,23	11,5100 ac	151,64	12,3008 ad
B	100,03	9,7336 a	177,18	12,4242 ad
C	39,42	3,6746 b	30,98	4,3051 b
D	285,00	16,7737 c	320,80	17,8478 c
E	129,99	10,7291 a	142,74	11,8884 ad
F	245,51	15,4906 ac	244,25	15,5033 adc
BNJ 5%		5,9458		2,0690
K K (%)		35,91		25,86

Keterangan : X = Nilai rata-rata 4 ulangan dari data asli.
 Y = Nilai rata-rata 4 ulangan dari data transformasi $x + \frac{1}{2}$.
 Nilai yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda pada BNJ 5%.

Tabel 4. Kandungan N-total tanaman total (mg N/tanaman

Perlakuan	U. l a n g a n				Rata-rata	
	I	II	III	IV		
----- mg N -----						
<u>Panen I</u>						
V1	N1	422,48	552,84	440,90	509,61	481,46
	N2	740,36	692,37	571,84	717,75	680,58
	N3	523,56	710,21	694,25	739,69	666,93
V2	N1	414,20	332,55	204,82	345,33	324,23
	N2	557,76	625,98	519,98	618,48	580,55
	N3	793,93	788,44	809,77	582,01	743,54
<u>Panen II</u>						
V1	N1	432,29	505,09	579,09	409,44	481,60
	N2	627,95	796,67	903,45	702,25	757,58
	N3	825,58	752,15	883,21	837,97	824,73
V2	V1	306,12	342,67	396,31	274,74	329,96
	V2	606,05	472,67	737,39	505,61	580,40
	V3	762,49	981,49	913,82	777,13	858,73