

# PEREMBESAN SENYAWA NITROGEN DARI BINTIL AKAR KEDELAI (*Glycine max* (L) Merrill)<sup>1)</sup>

(Release of Nitrogen from Root Nodules of Soybean,  
*Glycine max* (L) Merrill)

Zainal Mahmud, F. Rumawas, H. Suseno, J. Koswara, M. Anwar Nur,  
dan S. Solahuddin<sup>2)</sup>

## ABSTRACT

Nitrogen fixation resulting from the symbiosis between legumes and *Rhizobium* sp. as well as being of value to the host plant is also of benefit to other plants growing alongside or after it. The benefit to other plants appears to arise from the release of nitrogen (N) from roots and from the availability of released by dead and decaying plant parts. The type and amount of released N is dependent on legume and *Rhizobium* sp. and strains, plant growth condition, the growth medium and the stage of plant development. The purpose of the present research was to determine the effects of plant age, *Rhizobium* strains, level of N in the growth medium, and soybean variety on the release of N from roots and root nodules, including the effect of N release on other plants grown with soybean. To achieve this end, four consecutive experiments were conducted, namely, (1) Testing of methods of growing soybean in sterile and non-sterile sand medium free of N; (2) Pattern of N release from soybean roots; (3) Pattern of N release from soybean root nodules; and (4) Use of released N by maize interplanted with soybean. The results indicated that soybean releases some N from its roots. The amount of N released was influenced by, among other factors, variety, age, inoculum, and the level of N in the growth medium. Some N release was in the form of free amino acids, namely, aspartate, serine, glutamate, glycine, and alanine. Nitrogen release from root nodules of the soybean var. Clark 63 was 2.245 kg/ha., a level too low to be of value to another crop interplanted with soybean. It will be different if the soybean plants were cut and buried before the other crops were grown. Cutting and burying of two weeks old soybean plants prior to maize planting will increase the N content of the maize to 19.7 mg N/2 plants.

## PENDAHULUAN

Kebutuhan pupuk N terus meningkat, baik di negara maju maupun berkembang. Pembuatannya memerlukan masukan energi tinggi dari gas dan minyak bumi. Kebijakan hemat energi membuat orang berusaha mencari/memilih sumberdaya lain yang relatif murah dan dapat diperbarui. Sehingga perhatian kembali ditujukan kepada sumberdaya biologis. Dalam kaitan ini, kebijakan yang ditempuh untuk pertanian di Indonesia waktu ini dan mendatang adalah meningkatkan pendayagunaan simbiosis leguminosa-*Rhizobium* dan *Azolla-Anabaena* (Anon., 1981).

<sup>1)</sup> Bagian dari disertasi Penulis Pertama, di biayai oleh Badan Litbang Pertanian.

<sup>2)</sup> Berturut-turut adalah mahasiswa S<sub>3</sub> (Sekarang Staf Peneliti Balitri, Litbang Deptan; Manado) dan Komisi Penasehat pada Fakultas Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

Nitrogen-fiksasi hasil simbiosis leguminosa-*Rhizobium* selain digunakan untuk keperluan sendiri juga bermanfaat bagi tanaman lain yang tumbuh bersama atau setelahnya (Buckman dan Brady, 1964). Pada tumpang-sari dengan leguminosa, sumbangan N-fiksasi untuk non-leguminosa terutama berasal dari mineralisasi akar dan bintil akar, di samping perembesan dari perakaran. Hasil mineralisasi akar dan bintil akar yang rontok atau mati dimanfaatkan oleh tanaman berumur panjang, sedang yang berumur pendek memanfaatkan perembesan senyawa N dari bintil akar (Walker, Orchiston, dan Adams, 1954).

Jenis dan jumlah senyawa-senyawa yang dirembeskan oleh perakaran tanaman tergantung pada spesies, kondisi tumbuh, medium tumbuh, dan tingkat perkembangan tanaman. Jenis senyawa yang dirembeskan antara lain adalah asam amino, gula, asam organik, protein, polisakarida, zat tumbuh, dan penghambat tumbuh (Hale, Moore, dan Griffin, 1978). Hasil perhitungan Hale, Foy, dan Shay (1971) pada beberapa varietas tanaman, jumlah perembesan asam amino dan gula berkisar 0.3-3.0  $\mu$  g dan 4.0-41.0  $\mu$  g per tanaman per minggu.

Beberapa penelitian di luar dan dalam negeri menunjukkan bahwa perembesan N-fiksasi dapat diukur (Virtanen, Hausen, dan Laine, 1937; Agboola dan Fayemi, 1972), tetapi juga ada yang tidak terukur (Wilson dan Wyss, 1938; Mahmud, 1979; Mimy Mokhtar, 1980).

Bertitik tolak dari hasil-hasil penelitian tersebut maka dirancang beberapa percobaan yang merupakan penelitian lanjutan dari hasil penelitian Mahmud (1979) dan Mimy Mokhtar (1980). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh umur dan sumber inokulan terhadap perembesan senyawa nitrogen dari perakaran kedelai, dan pengaruh kandungan N di dalam medium tumbuh dan varietas kedelai terhadap perembesan senyawa N dari bintil akar, serta manfaat perembesan senyawa N tersebut bagi tanaman lain yang ditumpang-sarikan dengan kedelai.

## METODOLOGI

Empat percobaan dilaksanakan berturut-turut di rumah kaca Bagian Fisiologi Tumbuh-tumbuhan, Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor, dari bulan Juni 1980 sampai dengan bulan Nopember 1982.

### **Percobaan I. Pengujian Metode Penumbuhan Kedelai pada Medium Pasir Secara Aseptik dan Non-aseptik**

Percobaan ini merupakan percobaan pendahuluan. Tujuannya adalah untuk mendapatkan suatu metode penumbuhan tanaman kedelai secara aseptik dan non-aseptik yang akan dipakai untuk mengukur perembesan senyawa N dari perakaran dan bintil akar kedelai.

Untuk penumbuhan secara aseptik dicoba memodifikasi metode Vincent (1970) dan untuk non-aseptik memodifikasi metode Agboola dan Fayemi (1972).

Pengamatan dilakukan terhadap jumlah dan warna daun trifoliat, waktu tanaman mulai berbunga dan berbunga penuh, serta jumlah dan efektivitas dari inokulan.

### **Percobaan II. Pola Perembesan Senyawa N dari Perakaran Kedelai**

Tujuan dari percobaan ini adalah untuk mengetahui saat yang tepat dalam mengamati perembesan senyawa N dari perakaran kedelai yang berbintil akar dan pengaruh beberapa sumber inokulan terhadap perembesan, sumber inokulan terbaik akan dipakai untuk percobaan berikutnya.

Percobaan dilakukan secara aseptik dan non-aseptik pada medium pasir bebas N. Kedelai yang digunakan adalah var. Clark 63, 2 tanaman/botol secara aseptik, dan 7 tanaman/pot secara non-aseptik. Sumber inokulan adalah isolat *Rhizobium japonicum* dari bintil akar kedelai var. Clark 63, var. Americana, dan var. Galunggung, diberikan sebanyak  $10^4$  *Rh. japonicum*/benih, dalam bentuk cair.

Rancangan yang digunakan adalah Acak Lengkap dengan perlakuan tiga sumber inokulan, dua ulangan. Pengamatan pada umur 3, 4, 5, 6, dan 7 minggu dilakukan terhadap kandungan N dan kandungan asam amino, di samping pengukuran tinggi dan berat kering tanaman. Prosedur pengukuran kandungan N-perembesan, N-total, asam amino bebas, dan asam amino protein disajikan pada Lampiran 1.

### **Percobaan III. Perembesan Senyawa N dari Bintil Akar Kedelai**

Percobaan III ini terdiri dari dua percobaan, yaitu: percobaan pemberian N (percobaan IIIa) dan percobaan varietas (percobaan IIIb). Tujuannya adalah untuk mengetahui pengaruh kandungan N medium dan varietas kedelai yang berbeda terhadap perembesan senyawa N-fiksasi.

#### ***Percobaan IIIa. Pengaruh Pemberian N terhadap Perembesan Senyawa N dari Bintil Akar Kedelai***

Percobaan dilakukan secara aseptik dan non-aseptik pada medium pasir bebas N. Jumlah tanaman/botol atau per pot, varietas kedelai, dan jumlah inokulan yang diberikan sama dengan percobaan II. Sumber inokulan adalah isolat dari bintil akar kedelai var. Clark 63. Sumber nitrogen adalah larutan  $\text{KNO}_3$ .

Rancangan yang digunakan Faktorial  $5 \times 2$  dalam Acak Lengkap dengan tiga ulangan untuk penumbuhan secara aseptik, lima ulangan untuk penumbuhan secara non-aseptik. Perlakuan lima taraf N: 0, 40, 80, 120, dan 160 ppm N. Perlakuan inokulasi: diinokulasi dan tidak diinokulasi. Pengamat-

an dilakukan pada saat tanaman kedelai berbunga penuh atau umur lima minggu. Data yang diamati adalah kandungan N dan asam amino, di samping tinggi dan berat kering tanaman. Prosedur pengukuran kandungan N-perembesan, N-total, N-fiksasi, asam amino bebas dan asam amino protein sama dengan percobaan II.

#### ***Percobaan IIIb. Pengaruh Varietas terhadap Perembesan Senyawa N dari Bintil Akar Kedelai***

Percobaan dilakukan secara non-aseptik pada medium pasir bebas N.

Rancangan yang digunakan adalah Faktorial  $2 \times 2$  dalam Acak Lengkap, lima ulangan. Perlakuan varietas : var. Clark 63 dan var. Americana. Perlakuan inokulasi : diinokulasi dan tidak diinokulasi. Inokulan diberikan sebanyak  $10^4$  *Rhizobium japonicum*/benih, dalam bentuk cair dari isolat bintil akar kedelai var. Clark 63. Saat pengamatan dan data yang diamati sama dengan percobaan IIIa, ditambah dengan pengukuran kandungan asam amino bebas di dalam bintil akar.

#### **Percobaan IV. Pemanfaatan N-perembesan oleh Tanaman Jagung yang Ditumpangsarikan dengan Kedelai**

Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui manfaat N-perembesan terhadap tanaman jagung yang ditumpangsarikan dengan kedelai pada medium tumbuh tanah.

Percobaan dilakukan secara non-aseptik pada tanah latosol dari Kebun Percobaan IPB Darmaga, Bogor. Sebelumnya tanah diberi 10 ton  $\text{CaCO}_3$ , 500 kg TSP, dan 500 kg ZK, kemudian ditanam sorgum untuk menguras N-tanah, hasil analisa tanah lihat Tabel Lampiran 1. Kedelai var. Clark 63 ditanam 4 tanaman/pot, jagung 2 tanaman/pot berasal dari hibrida percobaan ( $19 \times 16$ ) hasil persilangan oleh Dr. Jajah Koswara. Inokulan adalah NITRAGIN butiran, diberikan 0.5 mg/benih.

Rancangan adalah Faktorial  $4 \times 2$  dalam Acak Lengkap, empat ulangan. Perlakuan empat kombinasi tanaman : jagung monokultur; jagung (kedelai), yaitu jagung monokultur ditanam setelah kedelai berumur 2 minggu dipotong dan dibenamkan; jagung+kedelai, yaitu jagung ditumpangsarikan dengan kedelai; dan kedelai monokultur. Tanaman jagung untuk semua perlakuan ditanam setelah kedelai berumur 2 minggu. Pengamatan dilakukan pada saat tanaman kedelai berbunga penuh atau berumur 5 minggu, sedang tanaman jagung berumur 3 minggu. Data yang diamati adalah tinggi tanaman, berat kering, dan kandungan N bagian-bagian tanaman.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### **Percobaan I. Pengujian Metode Penumbuhan Kedelai pada Medium Pasir Secara Aseptik dan Non-aseptik**

Jumlah daun trifoliat, waktu berbunga dan berbunga penuh tanaman kedelai var. Clark 63 yang dicoba menunjukkan bahwa tanaman tumbuh normal sesuai dengan kriteria yang dikemukakan oleh Hanway dan Thomson (1967). Umur 4 minggu, tanaman mulai berbunga dengan 4-5 daun trifoliat terbuka, pada umur 5 minggu tanaman berbunga penuh dengan 6-7 daun trifoliat terbuka. Polong mulai terbentuk pada umur 6 minggu. Demikian pula hasil yang diperoleh dari pemberian inokulan. Pemberian inokulan cair sebanyak  $10^4$  *Rhizobium japonicum*/benih berperan dengan baik sesuai kriteria yang dikemukakan oleh Carlson (1973) dan Vest, Weber, dan Sloger (1973). Bintil akar mulai kelihatan pada umur 9-11 hari. Pada umur 4 minggu daun tanaman yang diinokulasi berwarna hijau dan tanaman tumbuh lebih besar dibandingkan dengan yang tidak diinokulasi. Tanaman yang tidak diinokulasi tumbuh kerdil dan klorosis, terlihat gejala kekurangan nitrogen.

Berdasarkan hasil tersebut di atas maka metode Vincent (1970) yang dimodifikasi layak dipakai untuk penumbuhan kedelai secara aseptik dan modifikasi metode Agboola dan Fayemi (1972) untuk penumbuhan secara non-aseptik, pada medium pasir bebas N.

### **Percobaan II. Pola Perembesan Senyawa N dari Perakaran Kedelai**

#### ***Penumbuhan Secara Aseptik***

Pengamatan pertama sewaktu tanaman berumur 3 minggu, tanaman kedelai yang ditumbuhkan secara aseptik dan diinokulasi tidak membentuk bintil akar, sehingga dinyatakan gagal. Hal ini diduga karena suhu medium tumbuh pada penumbuhan secara aseptik cukup tinggi. Suhu medium tumbuh mencapai 40°C pada minggu pertama tanaman berada di rumah kaca, sehingga mungkin menghambat aktivitas infeksi bulu akar dan pembentukan bintil akar oleh *Rhizobium japonicum*. Gibson (1967) menemukan pada tanaman *clovers* bahwa suhu di atas 33°C akan menghambat infeksi bulu akar oleh *Rhizobium trifolii*. Selanjutnya Marshall (1964 dan 1967) menemukan pula bahwa pada suhu tinggi *Rhizobium trifolii* lebih peka terhadap medium tumbuh pasir dibandingkan medium tanah.

#### ***Penumbuhan Secara Non-aseptik***

Pada penumbuhan secara non-aseptik, tanaman kedelai tumbuh normal memenuhi kriteria yang dipakai pada percobaan I. Namun demikian, kandungan asam amino bebas dan asam amino protein di dalam medium tumbuh tidak terukur, walau uji ninhidrin hasilnya positif. Tidak terukurnya kandungan asam amino tersebut mungkin karena kandungannya sangat rendah.

### ***Kandungan N-perembesan dan N-total***

Hasil analisa statistik menunjukkan bahwa interaksi antara umur tanaman dengan sumber inokulan berpengaruh nyata terhadap kandungan N-perembesan dan N-total (Tabel Lampiran 2). Kandungan N-perembesan dan N-total terendah pada kombinasi umur 3 minggu dengan isolat Galunggung, tertinggi pada kombinasi umur 7 minggu dengan isolat Clark 63. Selanjutnya pada Gambar 1 dan Tabel Lampiran 3 terlihat bahwa sampai dengan umur 6 minggu kandungan N-perembesan (Np) meningkat secara linier, kandungan N-total (Nt) secara kuadratik. Kandungan Np berkorelasi positif dengan Nt. Kemudian pada umur 7 minggu Np meningkat dengan cepat, sedang Nt menurun.

Kandungan N-medium tumbuh sampai dengan umur 6 minggu diduga merupakan perembesan senyawa N dari perakaran tanaman kedelai, sedang pada umur 7 minggu merupakan campuran hasil perembesan dengan mineralisasi akar/bintil akar yang rontok atau mati.

Pengaruh ketiga sumber inokulan terhadap pola perembesan senyawa N dan N-total kedelai var. Clark 63 ternyata hampir sama antar isolat Clark 63 dengan isolat Americana dan sedikit berbeda dengan isolat Galunggung. Dari segi efisiensi memfiksasi N maka isolat Clark 63 lebih tinggi dibandingkan kedua isolat lainnya karena isolat Clark 63 menghasilkan N-total yang lebih banyak.

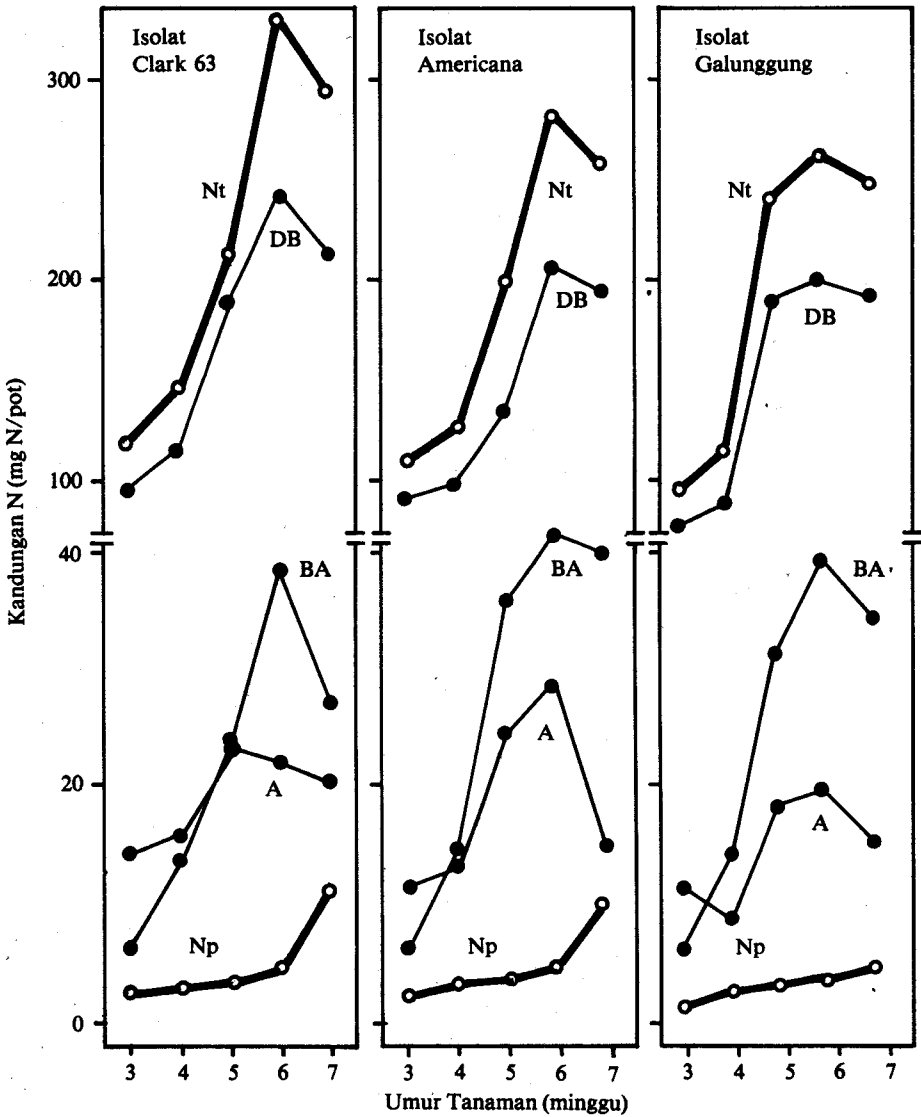
Berdasarkan hasil yang diperoleh dari percobaan II ini maka untuk pengukuran Np dari bintil akar kedelai var. Clark 63 sebaiknya dilakukan pada saat tanaman berbunga penuh atau umur 5 minggu dengan isolat Clark 63.

### **Percobaan III. Perembesan Senyawa N dari Bintil Akar**

Pada percobaan III ini tanaman kedelai tumbuh normal memenuhi kriteria yang dipakai pada percobaan I, baik pada penumbuhan secara aseptik maupun non-aseptik untuk percobaan pemberian N dan secara non-aseptik untuk percobaan varietas.

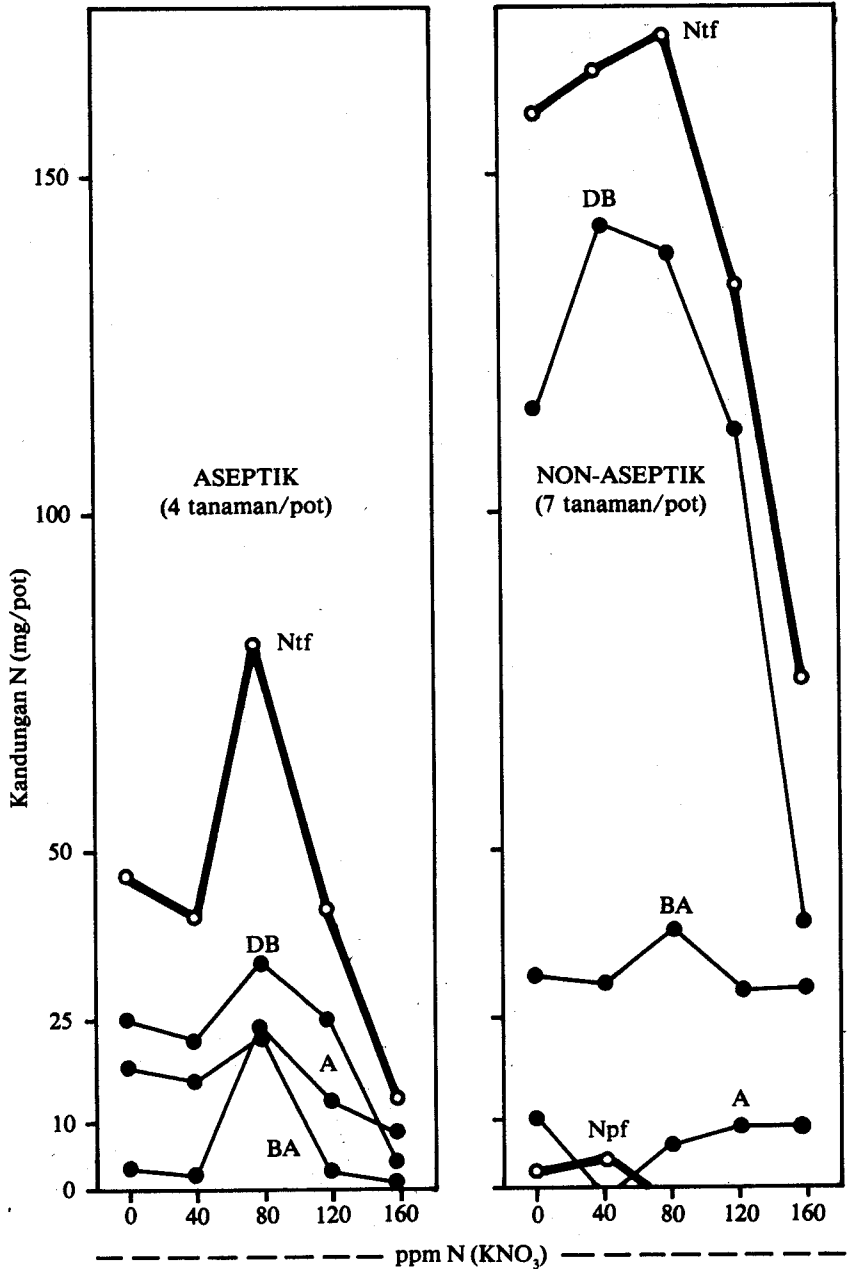
#### ***Percobaan IIIa. Pengaruh Pemberian N terhadap Perembesan Senyawa N dari Bintil Akar Kedelai***

Pemberian N pada medium tumbuh mempengaruhi jumlah perembesan N-fiksasi (Npf) dan total N-fiksasi (Ntf). Pada Gambar 2 dan Tabel Lampiran 4 terlihat bahwa Npf untuk penumbuhan secara aseptik tidak terjadi karena kandungan N di dalam medium tumbuhnya tidak terukur, baik pada tanaman yang diinokulasi maupun yang tidak diinokulasi. Sedang pada penumbuhan secara non-aseptik, pemberian 40 ppm N meningkatkan Npf menjadi hampir dua kali lipat dibandingkan dengan pada 0 ppm N. Pemberian N selanjutnya menurunkan jumlah Npf dan pada 80 ppm N perembesan N-fiksasi tidak terjadi.



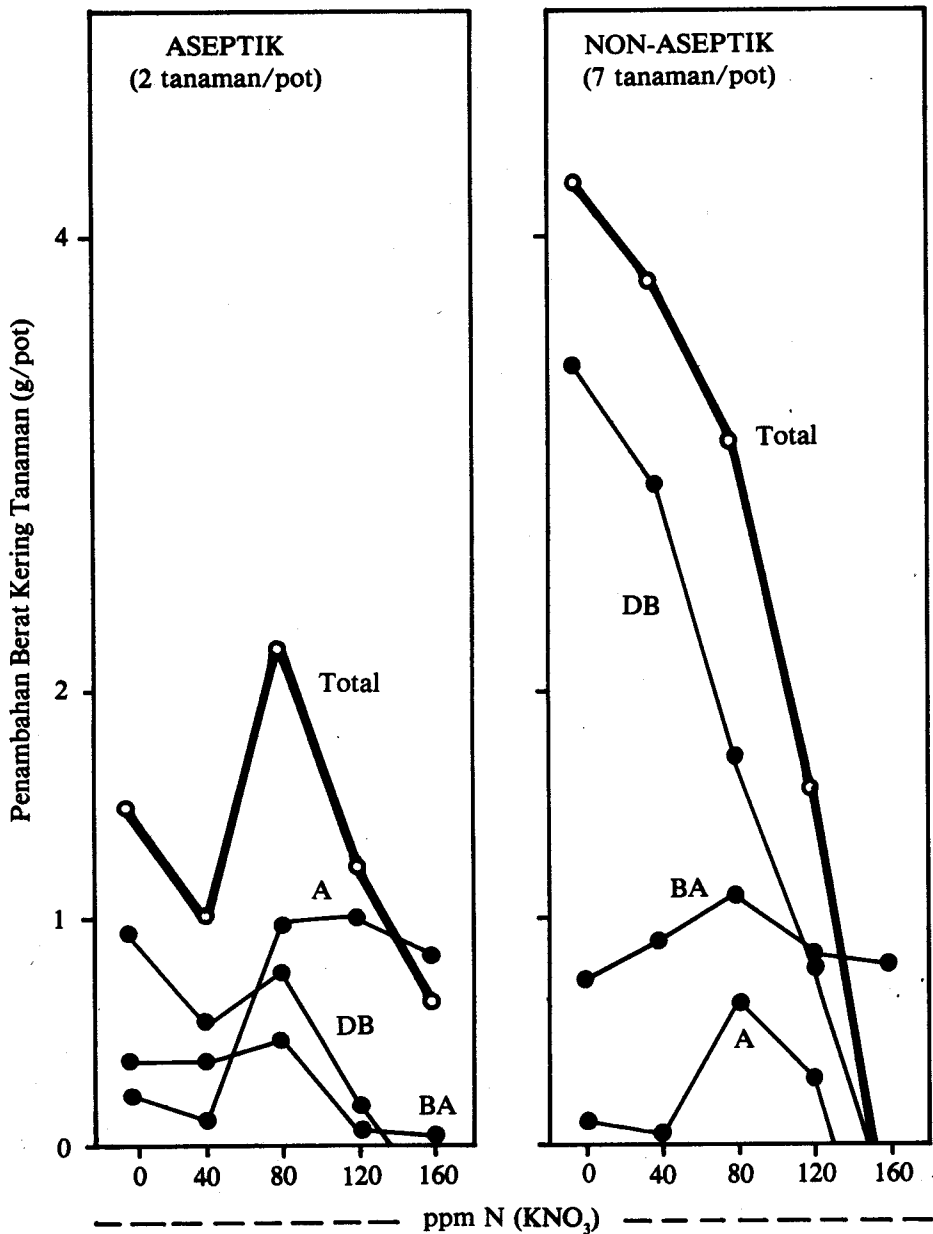
Gambar 1. Pola Perembesan Senyawa N dari Perakaran Kedelai var. Clark 63 (Np) pada Tiga Sumber Inokulan, serta Kandungan N-total (Nt), Daun+ Batang (DB), Bintil Akar (BA) dan Akar (A).





Gambar 2. Pola Perembesan N-fiksasi (Npf), Total N-fiksasi (Ntf), Daun + Batang (DB), Bintil Akar (BA) dan Akar (A) Kedelai var. Clark 63 pada Kandungan N Medium Tumbuh yang Berbeda-beda, pada Saat Tanaman Berbunga Penuh.





Gambar 3. Pola Penambahan Berat Kering Tanaman Kedelai var. Clark 63 Sebagai Hasil Sumbangan dari N-fiksasi pada Kandungan N Medium Tumbuh yang Berbeda-beda (DB = Daun + Batang, BA = Bintil Akar dan A = Akar).

Berbeda dengan Npf, pemberian N sampai dengan 80 ppm masih meningkatkan Ntf pada penumbuhan secara non-aseptik, kemudian baru menurun. Sedang pada penumbuhan secara aseptik pemberian 40 ppm N menurunkan Ntf, kemudian naik pada pemberian 80 ppm N dan terus menurun pada 120 ppm dan 160 ppm N.

Pola pengaruh pemberian N pada penumbuhan secara aseptik terhadap Ntf dan total penambahan berat kering tanaman sebagai sumbangan N-fiksasi hampir sama, sedang pada penumbuhan secara non-aseptik berbeda (Gambar 2 dan 3). Pada Gambar 3 terlihat bahwa total penambahan berat kering tanaman tertinggi diperoleh pada taraf 0 ppm N di dalam medium tumbuh. Pemberian N akan menurunkan penambahan berat kering. Sedang terhadap Ntf jumlah tertinggi diperoleh pada pemberian 80 ppm N kemudian menurun pada penambahan N selanjutnya (Gambar 2).

Berdasarkan konversi luas permukaan medium tumbuh per pot terhadap luas permukaan per hektar maka diperoleh perkiraan jumlah Npf/ha dan Ntf/ha (Tabel Lampiran 5). Perembesan N-fiksasi (Npf) tertinggi adalah 2.245 kg N/ha atau 2.4% dari total N-fiksasi (Ntf), sedang Ntf tertinggi adalah 95.85 kg N/ha atau 39.3% dari N-total. Jumlah perembesan Npf hasil percobaan ini berbeda dan lebih rendah dibandingkan dengan hasil yang diperoleh Agboola dan Fayemi (1972), di Ibadan Nigeria, pada *Phaseolus aureus* berumur 7 minggu (saat berbunga penuh) sebesar 6.7 kg N/ha atau 3.0% dari Ntf.

### **Percobaan IIIb. Pengaruh Varietas terhadap Perembesan Senyawa N dari Bintil Akar Kedelai**

Jumlah perembesan N-fiksasi (Npf) kedelai var. Clark 63 pada percobaan IIIb ini lebih rendah dibandingkan dengan hasil yang diperoleh dari percobaan IIIa, sedang total N-fiksasi (Ntf) memberikan hasil yang sebaliknya (Tabel 1).

Tabel 1. Perkiraan Jumlah Perembesan N-fiksasi (Npf) dan Total N-fiksasi (Ntf) Kedelai var. Clark 63 dan Americana Percobaan IIIb Non-aseptik, pada Saat Berbunga Penuh.

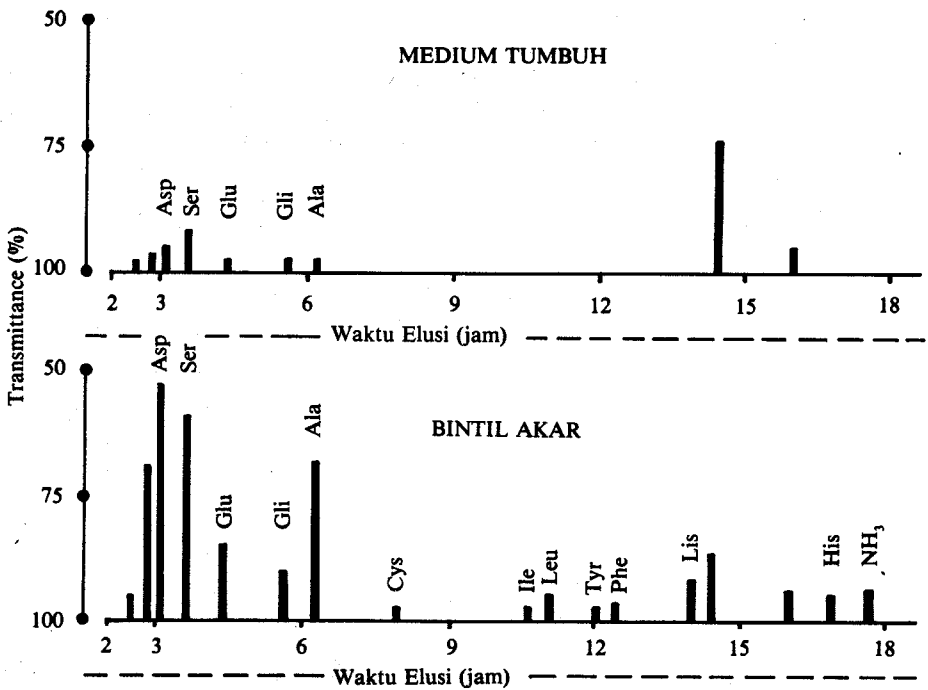
Varietas	Jumlah per pot		Perkiraan per hektar	
	Npf	Ntf	Npf	Ntf
	----- mg N -----		----- kg N -----	
Clark 63	1.539	186.781	0.841	105.718
Americana	1.423	174.387	0.801	98.703

Kedelai var. Clark 63 dengan 4 tanaman/pot pada penumbuhan secara non-aseptik merembeskan N-fiksasi sebanyak 0.841 kg N/ha atau 0.8% dari total N-fiksasi. Jumlah Npf tersebut lebih rendah dibandingkan dengan hasil yang diperoleh pada percobaan IIIa, yaitu sebanyak 1.192 kg N/ha atau 1.4% dari Ntf. Hal ini memperkuat alasan tidak terukurnya kandungan N medium

tumbuh pada percobaan IIIa secara aseptik antara lain karena jumlah tanaman persatuan penumbuhan terlalu sedikit (2 tanaman/satuan penumbuhan).

Dugaan tidak terukurnya kandungan asam amino bebas di dalam medium tumbuh pada percobaan II dan IIIa karena jumlahnya terlalu sedikit ternyata benar. Dengan pemekatan gabungan empat contoh menjadi satu maka jumlah dan jenis asam amino bebas di dalam medium tumbuh percobaan IIIb dapat ditentukan dengan *Amino Acid Analyzer (Technicon Auto Analyzer)*.

Dari hasil analisa, di dalam bintil akar ditemukan 12 jenis asam amino yang dapat diidentifikasi dan empat jenis tidak, sedang di dalam medium tumbuh ditemukan lima jenis yang dapat diidentifikasi dan tiga jenis tidak (Gambar 4).



Gambar 4. Susunan Asam Amino Bebas di Dalam Bintil Akar dan Medium Tumbuh Kedelai var. Clark 63 pada Aminogram *Technicon Auto Analyzer*.

Dibandingkan dengan hasil yang diperoleh Meeks, Wolk, Schilling, dan Schaffer (1978) pada kedelai var. Hark dan Pate, Atkins, Hamel, McNeil, dan Layzel (1979) pada lupin (*Lupinus albus* L.) maka jenis asam amino bebas yang diperoleh pada percobaan ini di dalam bintil akar kedelai var. Clark 63 lebih banyak jenisnya. Demikian pula jenis yang ditemukan pada medium tumbuh. Virtanen *et al.* (1937) hanya menemukan asam aspartat di dalam medium tumbuh, sedang pada percobaan ini diperoleh asam aspartat, serin, glutamat, glisin, dan alanin.

#### Percobaan IV. Pemanfaatan N-perembesan oleh Tanaman Jagung yang Ditumpangsarikan dengan Kedelai

##### Kandungan N-tanaman

Interaksi antara kombinasi tanaman dengan inokulan berpengaruh nyata terhadap total N-tanaman. Pada Tabel 2 terlihat bahwa untuk tanaman jagung, kombinasi jagung (kedelai) yang diinokulasi mempunyai total N-tanaman yang tertinggi dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Sedang untuk tanaman kedelai, pengaruh kombinasi tanaman dan inokulan tidak berbeda nyata terhadap N-total.

Tabel 2. Kandungan Total N-tanaman Jagung dan Kedelai Percobaan IV, pada saat Tanaman Kedelai Berbunga Penuh atau Tanaman Jagung Berumur Tiga Minggu.

Kombinasi Tanaman	Jagung		Kedelai	
	Diinok.	Tdk. Diinok.	Diinok.	Tdk. Diinok.
	-----mg N/2 tan-----		-----mg N/4tan-----	
Jagung	64.210	60.095	—	—
Jagung (kedelai)*	83.951	64.241	—	—
Jagung + kedelai**	56.546	53.883	263.524	262.546
Kedelai	—	—	322.246	301.705
BNJ .05	12.997		99.532	

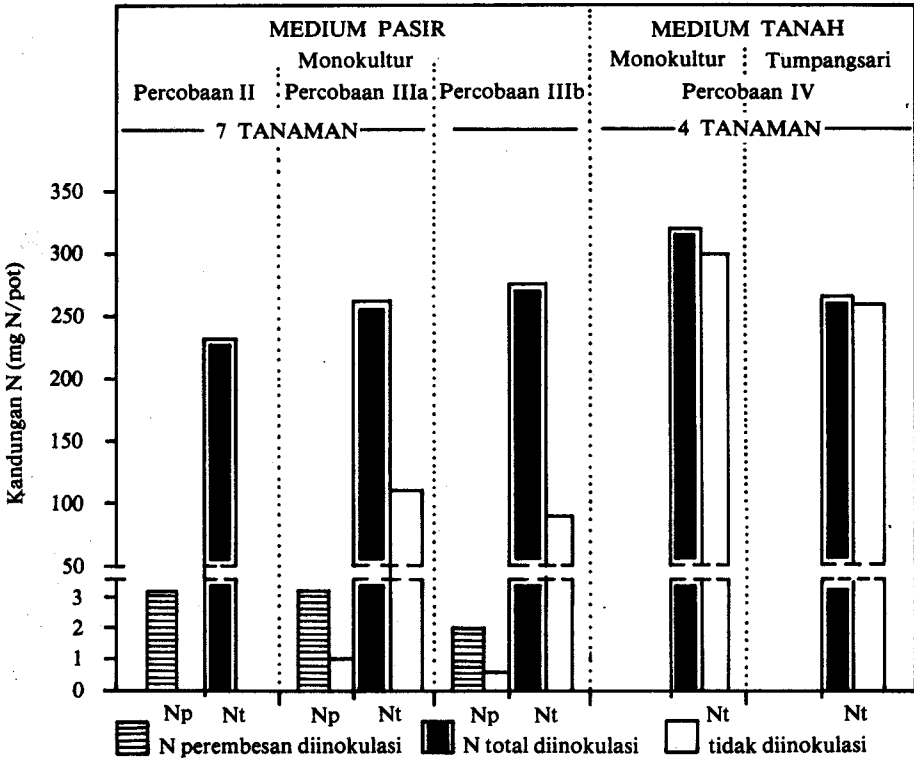
\* Jagung monokultur ditanam setelah kedelai berumur 2 minggu dipotong dan ditanamkan.

\*\* Jagung ditumpangsarikan dengan kedelai.

Tidak berpengaruhnya pemberian inokulan terhadap total N-tanaman kedelai adalah karena tanaman kedelai yang tidak diinokulasi juga membentuk bintil akar. Pembentukan bintil akar pada tanaman kedelai yang tidak diinokulasi mungkin disebabkan berperannya kembali *Rhizobium japonicum* yang ada di dalam tanah. Oleh karena itu, manfaat perembesan senyawa N dari bintil akar kedelai oleh tanaman jagung pada percobaan ini tidak dapat dihitung.

**Kandungan N-perembesan dan N-total Kedelai var. Clark 63 Percobaan II, III, dan IV pada Penumbuhan Secara Non-aseptik, pada Saat Berbunga Penuh**

Pada Gambar 5 terlihat bahwa kandungan N-perembesan (Np) dari kedelai yang diinokulasi pada percobaan II dan IIIa relatif sama, sedang kandungan N-total (Nt) percobaan IIIa dan IIIb hampir sama dan lebih tinggi dibandingkan dengan hasil yang diperoleh pada percobaan II. Selanjutnya, medium tumbuh yang berbeda mempengaruhi kandungan N-total yang dihasilkan. Kandungan Nt pada medium tumbuh tanah lebih tinggi dari pada kandungan Nt medium pasir. Hal ini mungkin karena medium tumbuh tanah masih mengandung sejumlah N (Tabel Lampiran 1), sehingga walaupun sedikit dapat menunjang pertumbuhan awal dari tanaman. Tumpangsari kedelai dengan jagung menurunkan kandungan Nt tanaman kedelai.



Gambar 5. Kandungan N-perembesan (Np) dan N-total (Nt) Tanaman Kedelai var. Clark 63 Percobaan II, III, dan IV, Non-aseptik, pada Saat Berbunga Penuh.

## KESIMPULAN

Tanaman kedelai (*Glycine max* (L) Merril) merembeskan sejumlah senyawa N dari perakarannya. Jumlah N yang dirembeskan antara lain dipengaruhi oleh varietas, umur, inokulan, dan kandungan N di dalam medium tumbuh.

Kedelai var. Clark 63 merembeskan N lebih banyak dari pada var. Americana. Pertambahan umur sampai 6 minggu meningkatkan jumlah perembesan senyawa N secara linier dan berkorelasi positif dengan kandungan N-total (N-medium tumbuh + N-tanaman kedelai). Pemberian inokulan yang berasal dari isolat bintil akar varietas kedelai yang sama menghasilkan perembesan senyawa N yang lebih tinggi dibandingkan dengan dari isolat varietas lain. Peningkatan kandungan N di dalam medium tumbuh dari 0 ppm ke 40 ppm meningkatkan jumlah perembesan senyawa N dari bintil akar (N-fiksasi) dari 1.192 kg N/ha menjadi 2.245 kg N/ha, hampir dua kali lipat. Peningkatan N selanjutnya menurunkan perembesan dari bintil akar, menjadi nol sebelum kandungan N dalam medium mencapai 80 ppm.

Salah satu bentuk ikatan senyawa N yang dirembeskan dari perakaran tanaman kedelai adalah asam amino bebas. Aspartat, serin, glutamat, glisin, dan alanin, diduga merupakan asam amino bebas yang dirembeskan dari bintil akar kedelai var. Clark 63.

Perembesan senyawa N dari bintil akar kedelai var. Clark 63 sebesar 2.245 kg N/ha adalah merupakan jumlah yang terlalu kecil untuk dapat dimanfaatkan oleh tanaman lain yang ditumpangsarikan dengan kedelai. Lain halnya bila tanaman kedelai ditanam sewaktu tanaman lain akan ditanam. Pemotongan dan penbenaman kedelai umur 2 minggu sebelum tanaman jagung ditanam meningkatkan kandungan N tanaman jagung sebesar 19.7 mg N/2 tanaman.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agboola, A.A. and A.A. Fayemi. 1972. Fixation and excretion of nitrogen by tropical legumes. *Agron J.* 58: 46-49.
- Anonimus. 1981. Peningkatan pendayagunaan penambatan nitrogen bebas secara hayati. Lampiran II dari laporan mengenai lokakarya terbatas untuk penyusunan program nasional penelitian dan pengembangan penambatan N<sub>2</sub> bebas secara hayati di Bogor.
- Buckman, H.C. and N.C. Brady. 1964. The nature and properties of soils. The MacMillan Co., New York. 567 p.
- Carlson, J.B. 1973. Morphology, pp. 17-95. In B.E. Caldwell, ed. Soybean: improve, production, and uses. *Agron. Ser. no. 16.* Amer. Soc. Agron., Madison, Wis.
- Gibson, A.H. 1967. Physical environment and symbiotic nitrogen fixation. IV. Factors affecting the early stage of nodulation. *Aust. J. Biol. Sci.* 20: 1087-1104.

- Hale, M.G., L.D. Moore and G.J. Griffin. 1978. Root exudates and exudation, pp. 163-203. *In* Y.R. Dommergues and S.V. Krupa, *ed.* Interactions between non-pathogenic soil microorganisms and plants. Elsevier Sci. Publishing Co., Amsterdam.
- , C.L. Foy and F.J. Shay. 1971. Factors affecting root exudation, *Adv. Agron.* 24: 89-109.
- Hanway, J.J. and H.E. Thompson. 1963. How a soybean plant develops. Special Report 53, Iowa State Univ. 17 p.
- Mahmud, Z. 1979. Perembesan nitrogen dari bintil akar *Rhizobium japonicum*. Tesis MS, IPB, Bogor. 84 p.
- Marshall, K.C. 1964. Survival of root nodule bacteria in dry soils exposed to high temperature. *Aust. J. Agric. Res.* 15: 273-281.
- . 1967. Methods of study and ecological significance of *Rhizobium*-clay interactions, pp. 107-110. *In* J. Phillipson, *ed.* Methods of study in soil ecology. Proc. UNESCO/IBP symposium, Paris.
- Meeks, J.C., C.P. Wolk, N. Schilling and P.W. Schaffer. 1978. Initial organic products of fixation of (<sup>13</sup>N) dinitrogen by root nodules of soybean (*Glycine max*). *Plant Physiol.* 61: 980-983.
- Mimy Mokhtar. 1980. Kontribusi N-fiksasi kedelai pada jagung. Laporan masalah khusus, IPB, Bogor. 39 p.
- Pate, J.S., C.A. Atkins, K. Hamel, D.L. McNeil and D.B. Layzell. 1979. Transport of organic solutes in phloem and xylem of nodulated legume. *Plant Physiol.* 63: 1002-1088.
- Vest, G., D.F. Weber and C. Sloger. 1973. Nodulation and nitrogen fixation, pp. 353-390. *In* B.E. Caldwell, *ed.* Soybean: improve, production, and uses. Agron. Ser. no. 16. Amer. Soc. Agron. Madison, Wis.
- Vincent, J.M. 1970. A manual for the practical study of the root nodule bacteria. IBP. Handbook no. 15, London. 164 p.
- Virtanen, A.I., S. von Hausen and T. Laine. 1937. Investigations on the root nodules bacteria of leguminous plants: XX. Excretion of nitrogen in associated cultures of legumes and non-legumes. *J. Agron. Sci* 27: 584-610.
- Walker, T.W., H.D. Orchiston and A.F.R. Adams. 1954. The nitrogen economy of legumes association. *J. Brit. Grassl. Soc.* 9: 219-274.
- Wilson, P.W. and O. Wyss. 1938. Mixed cropping and the excretion of nitrogen by leguminous plants. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 2: 289-297.