

HUBUNGAN ANTARA INDEK TOLERANSI DAN HASIL PADA SEMBILAN KULTIVAR KEDELAI (*Glycine max* L. MERRILL) DI LAHAN JENUH AIR

RELATIONSHIP BETWEEN TOLERANCE INDEX AND RESULTS ON NINE SOYBEANS KULTIVAR (*Glycine max* L. MERRILL) ON SATURATED SOIL

MIFTAH DIENI SUKMASARI, UMAR DANI dan ACEP ATMA WIJAYA

Staf Pengajar Fakultas Pertanian, Universitas Majalengka
Jln. .H. Abdul Halim No. 103 Kabupaten Majalengka – Jawa Barat 45418
*Korespondensi : ud_umardani@yahoo.co.id

ABSTRACT

This study aims to evaluate the response of nine cultivars of soybean in saturated water. The research was conducted at Cikalong Village Farmer's Field, Sukahaji District, Majalengka Regency, West Java. The study used Randomized Block Design of nine varieties of soybeans as single factor, among others Grobogan, anjasmoro, argomulyo, pearl 2, dega 1, ringing, detam 1, echo and mitani and repeated three times. The variables observed in this experiment include tolerance index and yield Nine cultivars of soybeans. The results showed that nine cultivars of soybean showed different tolerance indexes in water saturated conditions. The ring cultivars show the most tolerant response when planted in water-saturated conditions compared to other cultivars, and there is a correlation between the tolerance index of the soybean crop.

Key word : Soybean, Saturated soil, Tolerance index

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi respon Sembilan kultivar kedelai pada pertanaman jenuh air serta korelasi indek toleransi dengan hasil tanaman kedelai. Penelitian dilakukan di lahan petani Desa Cikalong, Kecamatan Sukahaji Kabupaten Majalengka, Jawa Barat. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok sembilan varietas kedelai sebagai faktor tunggal antara lain Grobogan, anjasmoro, argomulyo, Mutiara 2, Dega 1, Dering, Detam 1, Gema dan Mitani dan diulang sebanyak tiga kali. Variabel yang diamati pada percobaan ini meliputi indek toleransi dan hasil Sembilan kultivar kedelai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Sembilan kultivar kedelai menunjukkan indek toleransi yang berbeda-beda dalam kondisi jenuh air. Kultivar dering menunjukkan respon paling toleran ketika ditanam pada kondisi jenuh air dibandingkan kultivar lainnya, serta terdapat korelasi antara indek toleransi terhadap hasil tanaman kedelai tersebut.

Kata Kunci : Kedelai, Lahan Jenuh Air, Index Toleransi

PENDAHULUAN

Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) merupakan komoditas tanaman pertanian di Indonesia yang dibutuhkan dalam jumlah cukup besar karena dibutuhkan sebagai bahan

makanan manusia, pakan ternak, maupun bahan baku industri pangan. Apalagi jumlah penduduk Inodensia yang selalu meningkat setiap tahun menyebabkan permintaan Kedelai tiap tahun juga selalu meningkat. Tetapi

permintaan Kedelai yang tinggi tiap tahun tidak diimbangi dengan produksi yang dimiliki, sehingga Indonesia harus mengimpor Kedelai ke negara lain dalam jumlah yang cukup tinggi. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2013, produksi kedelai lokal hanya 851.286 ton atau 29 % dari total keseluruhan pasokan kedelai. Indonesia harus mengimpor kedelai sebesar 2.087.986 ton untuk memenuhi 71 % kebutuhan kedelai dalam negeri (Suara Pembaruan, 2013).

Upaya meningkatkan produksi kedelai salah satunya dengan jalan perluasan areal panen kedelai yang biasanya ditanam pada lahan-lahan kering atau lahan-lahan bekas pertanaman padi yang areanya kini semakin terbatas akibat dari program alih fungsi lahan dan pembangunan infrastruktur sehingga berdampak pada area pertanaman kedelai yang semakin sempit. Disamping itu, budidaya kedelai di Indonesia biasanya dilakukan pada musim-musim kemarau yang artinya hanya dilakukan satu kali panen setiap tahun yang jelas akan berdampak pada produksi kedelai per tahun yang tidak maksimal.

Berkaitan dengan fenomena tersebut, salah satu alternatif yang bisa dilakukan dalam mengatasi permasalahan tersebut salah satunya dapat dilakukan dengan penanaman kedelai pada lahan –lahan jenuh air yang potensinya cukup besar di Indonesia atau dengan tidak hanya melakukan penanaman pada musim tanam ke-3 atau MK 1 saja, tetapi dengan melakukan penanaman pada musim hujan untuk memenuhi permintaan kedelai. Akan tetapi, penanaman kedelai diluar musim tanam ke-3 atau pada lahan-lahan jenuh air akan sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan yaitu keadaan lahan yang masih terdapat banyak air atau jenuh air sehingga pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai akan berkurang (Sumarno, 1986) sehingga perlu dibarengi dengan penerapan inovasi teknologi yang bisa mengatasi permasalahan tersebut.

Pemakaian kultivar unggul kedelai yang mampu beradaptasi pada keadaan kondisi jenuh air merupakan salah satu alternatif yang bisa dipakai dalam penerapan budidaya kedelai pada kondisi jenuh air. Dengan pemakaian kultivar toleran pada kondisi jenuh air akan mengurangi efek negatif dari kondisi cekaman jenuh air dan memberi keuntungan pada beberapa fase pertumbuhan tanaman.

Hasil penelitian Shannon et al (2005) bahwa menggunakan kultivar yang toleran terhadap kondisi jenuh air penurunan hasil terjadi sekitar 39%, serta 77% terjadi pada penggunaan kultivar yang peka.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini akan dilaksanakan di Desa Leuweunggede Kecamatan Jatiwangi Kabupaten Majalengka. Lahan yang digunakan adalah lahan sawah irigasi. Analisis Laboratorium dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Bandung. Waktu penelitian akan dilaksanakan pada bulan Maret sampai Oktober 2017. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah semua alat yang biasa petani gunakan dalam proses budidaya tanaman kedelai, sedangkan bahan yang dipakai dalam penelitian ini adalah sembilan kultivar unggul kedelai (Anjasmoro, Dering, Argomulyo, Mintani, Gema, Detam 1, Mutiara 2, Dega 1, dan Grobogan), Pupuk Urea, dan NPK Phonska, Pestisida, Fungisida, dan lain-lain.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen di lapangan. Rancangan lingkungan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktor tunggal dan diulang sebanyak tiga kali.

Variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah indek toleran Sembilan kultivar terhadap kondisi jenuh air, hasil dan korelasi antara indek toleransi dan hasil. Data hasil pengamatan dianalisis dengan analisis sidik ragam (Uji F) pada taraf $\alpha = 0,05$. Analisis varians dan uji lanjut dianalisis menggunakan program DSAASTAT (Onofri 2007). Untuk melihat perbedaan rata-rata respons setiap kultivar pada kondisi jenuh air dianalisis dengan menggunakan Uji L

$$LSI = t_{(0,05;db)} \sqrt{\frac{2MSE}{n}}$$

Keterangan:

- $t_{(0,05;db)}$ = nilai t tabel satu arah pada taraf 5%
- MSE = Kuadrat Tengah Galat
- n = Jumlah ulangan

kaidah penentuan keputusan dalam uji LSI adalah sebagai berikut: jika rata-rata kultivar

lebih besar dari nilai $LSI + \bar{y}$ maka kultivar tersebut menunjukkan respons lebih baik dibandingkan rata-rata semua kultivar, namun jika rata-rata kultivar lebih kecil dari nilai $LSI + \bar{y}$ maka respons kultivar tersebut tidak lebih baik dari rata-rata semua kultivar ($\bar{x} \leq LSI + \bar{y}$).

Pendugaan nilai Parameter Genetik diduga berdasarkan:

varians genetik diduga berdasarkan persamaan

$$\sigma_g^2 = \frac{(KT_{perlakuan} - KT_{galat})}{r}$$

varians fenotip diduga dengan menggunakan rumus $\sigma_f^2 = (\sigma_g^2 - \sigma_e^2)$

koefisien keragaman genetik diperoleh dari

$$\text{persamaan } KKG\% = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{\bar{x}} \times 100$$

koefisien keragaman fenotip diperoleh dari

$$\text{persamaan } KKF\% = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{\bar{x}} \times 100$$

nilai heritabilitas diperoleh berdasarkan Allard

$$(1992): h = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_f^2}$$

Tingkat toleransi dihitung berdasarkan persamaan *Stress Tolerance Index* (STI) (Fernandez, 1992) adalah sebagai berikut:

$$STI = \frac{(Y_p)(Y_s)}{(\bar{Y}_p)^2}$$

Keterangan:

Y_p = Hasil kultivar kedelai pada kondisi optimal

Y_s = Hasil kultivar kedelai pada kondisi jenuh air

\bar{Y}_p^2 = Rata-rata hasil kultivar kedelai pada kondisi optimal

Kriteria genotip toleran menurut parameter STI, jika genotip dengan $STI > STI$ rata-rata maka genotip tersebut toleran, dan genotip dengan nilai $STI < STI$ rata-rata termasuk kedalam genotip yang peka (Fernandez, 1992).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai Indeks Toleransi

Perhitungan indeks toleransi dimaksudkan untuk mengetahui kemampuan suatu kultivar untuk mentoleransi perubahan lingkungan tempat tumbuhnya. Parameter ini digunakan untuk perakitan kultivar-kultivar yang adaptif terhadap lingkungan tercekam biotik maupun abiotik. Tanaman kedelai yang ditanam secara jenuh air akan mengalami kelebihan air pada lingkungan perakaran akibat tingkat kandungan air tanah masih tinggi. Hal ini secara tidak langsung akan mempengaruhi hasil tanaman tersebut. Hasil analisis Indeks Toleransi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Indeks Toleransi Sembilan Kultivar Kedelai pada Kondisi Jenuh Air untuk Karakter Bobot per Tanaman (g)

Kultivar	Indeks Toleransi	Kategori
Argomulyo	0.92 a	Peka
Grobogan	0.91 a	Peka
Mutiara 2	1.49 a	Toleran
Dega 1	0.66 a	Peka
Dering	1.91 b	Toleran
Anjasmoro	1.47 a	Toleran
Detam 1	0.58 a	Peka
Gema	0.48 a	Peka
Mitani	0.48 a	Peka
Rata-rata	0.99	

Keterangan: huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji LSI 95%: Peka = STI genotip $<$ STI rata-rata; Toleran = STI genotip $>$ STI rata-rata

Berdasarkan Tabel 1, dapat dilihat bahwa ada tiga kultivar yang toleran pada kondisi jenuh air yaitu kultivar Mutiara 2, kultivar Dering dan kultivar Anjasmoro pada karakter bobot biji per tanaman. kultivar-kultivar tersebut dapat menjadi bahan pertimbangan sebagai tetua persilangan dalam perakitan galur kedelai yang adaptif pada kondisi jenuh air. Marschner (1995) menyatakan bahwa keterbatasan source dan sink dapat menghambat pertumbuhan dan hasil suatu tanaman. Source yang lemah akan menyebabkan pengisian sink lambat, sebaliknya apabila source kuat namun sink lemah juga akan menyebabkan produksi biji yang rendah (Sukmasari et al., 2017). Jumrawati (2008) menyatakan bahwa bobot biji per tanaman mengindikasikan kemampuan tanaman dalam menggunakan asimilat untuk pengisian biji. Indeks toleransi ini menggambarkan bahwa kultivar-kultivar yang toleran pada hasil biji per tanaman berarti kultivar tersebut dapat mengoptimalkan sumber daya yang terbatas akibat adanya cekaman jenuh air. Keragaman dan heritabilitas dapat dijadikan sebagai salah satu parameter dalam menyeleksi suatu genotip tanaman. Hal ini dikarenakan parameter genetik tersebut dapat mempengaruhi keefektifan seleksi. Semakin luas keragaman dan semakin tinggi nilai heritabilitas maka seleksi untuk karakter tersebut akan semakin efektif.

Kefektifan seleksi diharapkan dapat meningkatkan perolehan genotip yang unggul.

Berdasarkan nilai keragaman dan heritabilitas, maka seleksi kultivar kedelai pada kondisi jenuh air dapat didasarkan pada karakter berat kering tajuk, berat kering akar, bobot biji per tanaman, serapan N dan bobot 100 butir. Selain dari hasil parameter genetic tersebut, seleksi dapat dilakukan atas dasar penampilan kultivar pada karakter-karakter tersebut serta nilai indeks toleransi. Berdasarkan kriteria tersebut, maka kultivar yang terseleksi adalah Argomulyo, Anjasmoro, Dering, Mutiara 2, Dega dan Grobogan. Kultivar-kultivar tersebut nantinya dapat dimanfaatkan langsung sebagai kultivar adaptif kondisi jenuh air, maupun untuk dijadikan sumber tetua persilangan untuk perakitan kultivar adaptif kondisi jenuh air.

Hasil Sembilan Kultivar Kedelai

Tabel 2 menunjukkan penampilan Sembilan kultivar kedelai pada karakter jumlah biji per tanaman, jumlah polong isi per tanaman dan jumlah polong hampa per tanaman. Respons Sembilan kultivar menunjukkan respon yang berbeda pada karakter jumlah biji per tanaman, dan jumlah polong isi per tanaman, tetapi menunjukkan respons yang sama pada jumlah polong hampa. Hasil analisis dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Penampilan Sembilan Kultivar Kedelai pada Karakter Jumlah Biji Per Tanaman, Jumlah Polong Isi Per Tanaman dan Jumlah Polong Hampa Per Tanaman.

Kultivar	Jumlah Biji per Tanaman		Jumlah Polong Isi		Jumlah Polong Hampa	
Argomulyo	57.67	a	24.87	a	0.73	a
Grobogan	54.13	a	15.33	a	1.83	a
Mutiara 2	86.87	a	42.53	a	1.13	a
Dega 1	48.13	a	14.07	a	1.29	a
Dering	142.27	b	65.07	b	3.20	a
Anjasmoro	87.00	a	29.80	a	2.89	a
Detam 1	55.87	a	29.40	a	3.00	a
Gema	70.87	a	33.27	a	1.07	a
Mitani	75.80	a	40.33	a	3.60	a
Rata-rata	75.40		32.74		2.08	

Keterangan: huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji LSI 95%.

Tabel 2 menunjukkan bahwa kultivar Dering memberikan penampilan baik terhadap jumlah biji per tanaman dan jumlah polong isi (jumlah biji per tanaman = 142,27 dan jumlah polong isi = 65,07). Hal ini menunjukkan bahwa pembentukan fotosintat akibat keadaan jenuh air pada kultivar Dering tidak secara signifikan terpengaruh. Pada kultivar yang peka pada keadaan kandungan air yang berlebih menyebabkan proses fotosintesis akan terganggu akibat penyerapan hara yang terjadi tidak optimal.

Tabel 2 menunjukkan bahwa kultivar Dering memberikan penampilan baik terhadap jumlah biji per tanaman dan jumlah polong isi (jumlah biji per tanaman = 142,27 dan jumlah polong isi = 65,07). Hal ini menunjukkan bahwa pembentukan fotosintat akibat keadaan jenuh air pada kultivar Dering tidak secara signifikan terpengaruh. Pada kultivar yang peka pada keadaan kandungan air yang berlebih menyebabkan proses fotosintesis akan terganggu akibat penyerapan hara yang terjadi tidak optimal.

Penampilan Sembilan kultivar kedelai pada kondisi jenuh air terhadap bobot 100 butir dan bobot biji per tanaman menunjukkan

respon yang berbeda (Tabel 3). Kultivar Grobogan dan Dega 1 menunjukkan penampilan paling baik pada bobot 100 butir (Grobogan = 19,23, dan Dega 1 = 17,13). Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 3.

Kultivar Dering menunjukkan penampilan paling baik terhadap bobot biji per tanaman (13,98 gram) (Tabel 3). Hal ini sejalan dengan hasil yang diperoleh pada karakter jumlah biji dan jumlah polong isi. Jumlah biji yang banyak akan menyebabkan bobot biji per tanaman akan lebih tinggi. Kondisi jenuh air akan menyebabkan pembentukan bintil akan lebih banyak sehingga fiksasi N yang terjadi oleh bakteri akan lebih banyak sehingga proses pembentukan biji akan optimal (Ghulamahdi, 2011). Pada variabel hasil, terlihat bahwa terdapat korelasi positif antara respon toleran kultivar kedelai dengan hasil. Dari Sembilan kultivar yang diujikan terdapat kultivar dering yang menunjukkan respon toleran pada budidaya jenuh air, dan pada bobot biji pertanaman terlihat bahwa kultivar dering menunjukkan bobot paling baik dibandingkan kultivar yang lain.

Tabel 3. Penampilan Sembilan Kultivar Kedelai pada jenuh air terhadap Karakter Bobot 100 Butir (g), Bobot Biji per Tanaman (g) dan Kandungan Protein Biji (%)

Kultivar	Bobot 100 butir (g)		Bobot Biji per Tanaman (g)	
Argomulyo	14.57	a	9.16	a
Grobogan	19.35	b	9.70	a
Mutiara 2	14.06	a	12.44	a
Dega 1	17.13	b	8.09	a
Dering	9.75	a	13.98	b
Anjasmoro	13.63	a	11.90	a
Detam 1	10.78	a	8.09	a
Gema	10.02	a	6.77	a
Mitani	8.58	a	6.94	a
Rata-rata	13.10		9.67	

Keterangan: huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji LSI 95%.

Korelasi antara Indeks Toleransi dan Hasil Sembilan Kultivar Kedelai

Hasil analisis korelasi pada Tabel 4 menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang

sangat kuat antara kultivar toleran dengan hasil yang diperoleh. Terbukti dari nilai toleransi yang didapat yaitu sebesar 0,99. Nilai kriteria tersebut menunjukkan bahwa

hubungan antara indek toleransi dengan hasil terdapat hubungan yang sangat kuat. Pada kondisi cekaman lingkungan, biasanya tanaman akan menunjukkan gejala-gejala ketahanan, akan tetapi apabila tanaman tersebut tidak mampu beradaptasi pada cekaman lingkungan maka tanaman tersebut juga akan menunjukkan gejala-gejala ketidaktahanan. Hasil analysis indek toleransi menunjukkan bahwa kultivar Dering memiliki

nilai indek toleransi paling tinggi, artinya kultivar tersebut toleran pada kondisi cekaman jenuh air, sehingga akan berdampak pada hasil yang juga menunjukkan hasil paling baik diantara kultivar yang lain.hal ini sejalan dengan pendapat Moosavi et al (2008), bahwa seleksi ketahanan terhadap cekaman sangat berhubungan dengan produksi pada kondisi tercekam.

Tabel 4. Analisis Korelasi antara Indeks Toleransi dengan Hasil Sembilan Kultivar Kedelai

No	Kultivar	Indek Toleransi	Hasil
1	Argomulyo	0.92	9.16
2	Grobogan	0.91	9.7
3	Mutiara 2	1.49	12.44
4	Dega 1	0.66	8.09
5	Dering	1.91	13.98
6	Anjasmoro	1.47	11.9
7	Detam 1	0.58	8.09
8	Gema	0.48	6.77
9	Mitani	0.48	6.94
Toleransi			0.99

Kriteria : 0,00 – 0,199 : Hubungan korelasinya sangat lemah, 0,20 – 0,399 : Hubungan korelasinya lemah, 0,40 – 0,599 : Hubungan korelasinya sedang, 0,60 – 0,799 : Hubungan korelasi kuat, 0,80 – 1,0 : Hubungan korelasinya sangat kuat.

KESIMPULAN

Berdasarkan nilai indeks toleransi didapat tiga kultivar yang toleran terhadap kondisi jenuh air yaitu kultivar Dering. Dan terdapa korelasi positif antara indek toleransi dengan hasil per tanaman. Pada bobot biji pertanaman, hasil terbaik juga ditunjukkan oleh kultivar dering.

DAFTAR PUSTAKA

ADIE MM. 1997. *Pembentukan varietas unggul kedelai*. hlm. 111–142. Laporan Teknis 1977. Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan Dan Umbi-Umbian. Malang. 2016.

FERREIRA, J. L., C. H. M. COELHO, P. C. MAGALHAES, E. E. G. E GAMA, AND A. BORÉM. 2007. *Genetic variability and morphological modification in*

flooding tolerance in maize, variety BRS-4154. Crop Breeding and Applied Biotechnology 7: 314-320.

FISCHER, R. A. AND R. MAURER. 1978. *Drought resistance in spring wheat Cultivars. I grain yield responses*. Aust. J. Agric. Res (29), 897-912.

MAPEGAU, 2006. *Pengaruh Cekaman Air terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (Glycine max L. Merr)*. Jurnal Ilmiah Pertanian KULTURA Vol. 41 No. 1 • Maret 2006. 12 hal.

MARSCHNER, H. 1995. *Mineral nutrition of higher Plants* 2nd edition. Academic Press. New York. USA. p131-183.

MAWARDI, CUT NUR ICHSAN, SYAMSUDDIN. 2016. *Pertumbuhan dan Hasil Beberapa*

- Varietas Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) pada Tingkat Kondisi Kekeringan. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah. Vol.1(1).
- MOOSAVI, SS, SAMADI, BY, NAGHAVI, MR, ZALI, AA, DASHTI, H & POURSHAHBAZ, A. 2008. *Introduction of new indices to identify relative drought tolerance and resistance in wheat genotypes*, Desert, vol. 12, pp. 165-78.
- MUIS, R., M. GHULAMAHDHI, M. MELATI, PURWONO, DAN I. MANSUR. *Kompatibilitas Fungi Mikoriza Arbuskular dengan Tanaman Kedelai pada Budi Daya Jenuh Air*. Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan Vol. 35(3).
- SABU, K.K., M.Z ABDULLAH, L.S. LIN, AND R.WICKNESWARI. 2009. *Analysis of heritability and genetic variability of agronomic ally important trait in Oryza sativa L x O. nifipogon cross*. Agronomy Research 46, 15-26.
- SAGALA D., M. GHULAMAHDHI, DAN M. MELATI. 2011. *Pola serapan hara dan pertumbuhan beberapa varietas kedelai dengan budidaya jenuh air di lahan rawa pasang surut*. Jurnal Agroqua. Vol. 9, No. 1: 1-12.
- SHANNON, G., D. A. SLEPER, H. T. NGUYEN, J. A. WRATHER, W. J. WIEBOLD, R.L. MCGRAW AND W.E. STEVENS. 2005. *Soybeans Breeding and Genetik*. <http://aes.missouri.edu>. (diakses 5 Februari 2016)
- SUMARNO, 1986. *Response of soybean (Glycine max Merr) genotypes to continuous saturated culture*. Indonesia J. Crop Sci. 2(2):71-78.
- SUTARYO. B DAN TRI SUDARYONO. 2010. *Keragaman fenotip dan beberapa parameter genetic hasil dan karakter agronomi enam padi hibrida dilahan kering masam*.
- SUTARYO B. 2014. *Parameter genetic sejumlah genotip padi dilahan sawah berpengairan teknis dan tadah hujan*. Berita Biologi 13(1): 23-30.
- TAUFIK EFFENDI DAN SALAM BUCHTURI. 2010. *Budidaya Kedelai*. Agung Ilmu. Bandung.
- TSAI, SL., AND T.M. CHU. 1992. *Waterlogging effect on nitrogen uotake and metabolism in corn*. p:144-254. In George Kuo (Ed) *Adaptation of food crops to temperature and water stress*. Taiwan Proc. Symp.