

ISSN:2087-1570

Prosiding SEMINAR NASIONAL

Pekanbaru, 2-3 Agustus 2010
Kampus Raja Ali Haji
UIN Sultan Syarif Kasim Riau



Tema:

*"Integrasi Pertanian dan Peternakan
Menuju Swasembada Pangan"*

Keynote Speaker

Prof. Dr. Sriani Sujprihati, M.Si.
(Institut Pertanian Bogor)

Prof. Dr. Lily Warly
(Universitas Andalas)

Prof. Madya. Maizirwan, M.Sc.
(International Islamic University Malaysia)

Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

Jl. H.R. Soebrantas Km 15 Simpang Baru Panam Pekanbaru 28293



bankriau

SANBE
Where Quality Counts.



ROMINDO
PRIMA SYSDOM
Sistem Manajemen yang Terbaik

Infovet



Riau Pos



**PROSIDING SEMINAR NASIONAL
FAKULTAS PERTANIAN DAN PETERNAKAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU**

Penanggung Jawab

Dekan Fakultas Pertanian dan Peternakan
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

Dewan Redaksi

Dewi Febrina
Elfawati
M. Irfan
Dewi Ananda Mucra
Rosmaina
Anwar Efendi Harahap
Ahmad Taufiq Arminudin
Syukria Ikhsan Zam

Penerbit

Fakultas Pertanian dan Peternakan
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

Alamat Redaksi

Fakultas Pertanian dan Peternakan
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Kampus Raja Ali Haji Jln. HR Soebrantas KM. 16 Pekanbaru 28293 PO. Box 1004
Telp. 0761-562051 Fax. 0761-562052
E-mail: semnasfapertapet@gmail.com

DAFTAR ISI

No

Halaman

I. MAKALAH UTAMA

1.	Peran Pemuliaan Tanaman dalam Meningkatkan Daya Saing Produk Pertanian <i>Sriani Sujiprihati</i>	A-1
2.	Potensi Produksi dan Nilai Nutrisi Pakan Lokal dalam Mendukung Pola Integrasi Ternak dengan Tanaman Menuju Swasembada Daging Nasional <i>Lily Warly</i>	B-1
3.	A Potential of Indonesian Renewable Energy from Agro Industrial Waste <i>Maizirwan Mel</i>	C-1

II. MAKALAH PENDUKUNG

Kelompok Sosial Ekonomi

1.	Integerasi Tani Ternak melalui Program Pengelolaan Hutan Bersama Masyarakat (PHBM) Kaitannya dengan Peran Perempuan <i>Munandar Sulaeman dan Siti Homzah</i>	1
2.	Pemberdayaan Masyarakat Pesisir melalui Pengembangan Peternakan Terpadu (Kasus di Desa Karangjaladri, Kabupaten Ciamis) <i>Unang Yunasaf</i>	6
3.	Kajian Tingkat Kompetensi Profesional Penyuluh Bidang Peternakan di Kabupaten Bandung Barat <i>Sugeng Winaryanto; Syahrul Alim dan Unang Yunasaf</i>	13
4.	Integrasi Usahaternak Sapi Perah dalam Sistem Usahatani melalui Peran Perempuan Kaitannya dengan Peningkatan Pendapatan Rumah Tangga <i>Siti Homzah dan Munandar Sulaeman</i>	22
5.	Sustainable Livestock Development : Masalah Integerasi Pertanian - Peternakan <i>M. Hafil Abbas</i>	30
6.	Studi Penelusuran Pengetahuan Petani tentang Pestisida di Sentra Produksi Sayuran Kartama Pekanbaru Riau <i>Rachmiwati Yusuf; Ali Jamil dan Indra Fuadi</i>	42

7.	Kajian Adopsi Teknologi Pengaturan Tata Air dan Pola Tanam serta Aspek yang Mempengaruhinya terhadap Pendapatan Petani pada Usahatani Padi Sawah Pasang Surut di Provinsi Riau	49
8.	Analisis Struktur Ongkos Komoditas Strategis di Propinsi Riau	58
9.	Peningkatan Pendapatan Masyarakat Sekitar Hutan Adat Rumbjo di Kabupaten Kampar melalui Pola Diversifikasi Perkebunan, Tanaman Pangan dan Ternak	69
10.	Prospek, Tantangan dan Pengembangan Sistem Integrasi Sapi di Lahan Perkebunan Kelapa Sawit di Provinsi Jambi	75
11.	Presepsi Petani terhadap Teknologi Pengolahan Pakan di Kecamatan Kerinci Kanan Kabupaten Siak	89
12.	Perilaku Permintaan Daging Broiler oleh Konsumen Rumahtangga di Wilayah Perkotaan Kota Padang	95
13.	Persepsi Peternak Skala Rakyat terhadap Gangguan Kesehatan Reproduksi Sapi di Kelurahan Rejosari dan Sail Kecamatan Tenayan Raya Kota Pekanbaru	107
14.	Proses Diseminasi Pemuka-pemuka Tani terhadap Teknologi Model Farm di Kelurahan Air Tiris Kabupaten Kampar	113
15.	Kemampuan Peternak dalam Mengelola Reproduksi Kerbau di Kabupaten Kampar	122
16.	Respon Peternak Sapi Potong terhadap Pemanfaatan Pelepeh Kelapa Sawit sebagai Pakan di Desa Bukit Harapan Kecamatan Kerinci Kanan Kabupaten Siak	128

Kelompok Agronomi

1.	Pemuliaan dan Corak Penurunan Sifat Warna Tanaman Roselle (<i>Hibiscus Sabdariffa</i>).....	138
----	---	-----

2.	Efficacy of <i>Sarcocystis singaporensis</i> as Biorodenticide and Its Effect on Breeding Success of Barn Owl <i>Tyto alba javanica</i> Gmel in Malaysia <i>Mohd. Naim; Hafidzi M.N.; Jikel, T.; Azhar, K.; and Jalila, A.</i>	142
3.	Sistem Usahatani Padi Pandanwangi yang Berkelanjutan <i>Atikah Nurhayati</i>	153
4.	Penggunaan Mutagen Sinar Gamma untuk Induksi Mutasi pada Nenas (<i>Ananas comosus</i> (L.) Merr.) secara <i>In Vitro</i> <i>Erni Suminar; Agus Purwito dan Sobir</i>	163
5.	Seleksi Ketahanan terhadap AI di Tanah Masam dan Keragaman Genetika Berdasarkan Penanda SSR pada Galur-galur Jagung <i>P.K.D. Hayati; G.B. Saleh; J. Shamshuddin dan S. Napis</i>	173
6.	Keragaan Pertumbuhan dan Hasil Uji Beberapa Varietas Unggul Baru Padi Sawah di Lokasi Prima Tani Rokan Hulu Riau <i>Rachmiwati Yusuf dan Jakoni</i>	182
7.	Penampilan Varietas Unggul Baru Padi Silugonggo Mendukung Program Operasi Pangan Riau Makmur di Provinsi Riau <i>Ali Jamil; Rizqi Sari Anggraini; Rathi Frima Zona dan Ida Nur Istina</i>	188
8.	Analisis Tanah sebagai Dasar Penentuan Rekomendasi Pemupukan Tanaman di Kabupaten Simalungun, Sumatera Utara <i>Ali Jamil</i>	194
9.	Rekomendasi dan Efisiensi Pemupukan Padi Varietas Cihayang di Kabupaten Rokan Hilir Provinsi Riau <i>Nurhayati; Yunizar dan Ali Jamil</i>	202
10.	Pengelolaan Pupuk pada Polatanam Padi-Kedelai pada Lahan Potensial Rimba Melintang Riau <i>Yunizar dan Ali Jamil</i>	212
11.	Mikropropagasi Ubi Jalar (<i>Ipomoea batatas</i> L. KV. Cilembu) sebagai Upaya Penyediaan Bibit Bebas Penyakit <i>Murgayanti dan Erni Suminar</i>	220
12.	Efikasi Profenofos terhadap Perumbuhan dan Produksi Bayam <i>Anis Fahri</i>	229
13.	Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (<i>Elaeis guinensis</i> Jacq) dengan Pemberian EM-4 Aktif <i>Siti Fatmah dan Rintyasning Maya Sari</i>	233
14.	Pertumbuhan Bunga Betina pada Tanaman Melon (<i>Cucumis melo</i> L.) dengan Pemberian Giberelin <i>Dyah Iriani dan Siti Fatmah</i>	237

15.	Keragaan Sistem Budidaya Sayuran di Daerah Kartama Kota Pekanbaru Riau <i>Rachmiwati Yusuf</i>	245
16.	Pertumbuhan Lidah Buaya (<i>Aloe vera</i> var. <i>chinensis</i>) pada Berbagai Jenis Tanah <i>Siti Fatonah; Sujarwati dan Zurry Ebtasari</i>	254
17.	Optimalisasi Pemberian Pupuk Organik dan Sulfur terhadap Pertumbuhan dan Produksi Rumpun Raja (<i>Pennisetum purpuphoides</i>) pada Defoliiasi Kedua <i>Muhakka</i>	261
18.	Aplikasi <i>Tithonia Diversifolia</i> sebagai Bahan Substitusi N dan K Pupuk Buatan dan Pemberian Kapur dalam Memperbaiki Sifat Kimia Tanah Ultisol <i>Oksana dan NurhujatiHakim</i>	268
19.	Variasi Beberapa Asemi Rosella (<i>Hibiscus sabdariffa</i> , Linn) Berdasarkan Karakter Morfologi <i>Zulfahmi dan Rosmaina</i>	280
20.	Efektivitas TDZ dan NAA terhadap Multiplikasi Tunas Nenas (<i>Ananas comosus</i> L. Merr) <i>In Vitro</i> <i>Rosmaina</i>	288
21.	Tantangan Entomologi Pertanian dalam Integrasi Pertanian dan Peternakan <i>Ahmad Taufiq Arminudin</i>	296
22.	Pengendalian Hayati Penyakit Layu (<i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht) pada Tanaman Caisin (<i>Brassica campestris</i> var. <i>chinensis</i>) <i>Indra Fuadi</i>	304

Kelompok Unggas

1.	Efek Macam Olahan Tepung Bulu Ayam terhadap Kecernaan Bahan Kering dan Organik pada Ayam Broiler <i>Denny Rusmana; Rachmat Wiradimadja dan Diki Ahmad Jaman</i>	312
2.	Bobot dan Kolesterol Kuning Telur Itik yang Diberi Ransum Mengandung Tepung Daun Katuk (<i>Sauropus androgynus</i> L. Merr.) <i>Rachmat Wiradimadja; Denny Rusmana dan Wardan Sidik</i>	319
3.	Kualitas Protein Limbah Susu Campur Tepung Onggok Terfermentasi oleh <i>Aspergillus niger</i> sebagai Sumber Protein pada Ransum Ayam Broiler <i>Eulis Tanti Marlina; Udju D. Rusdi dan Tjitjah Aisjah</i>	322

4.	Identifikasi Jamur Gudang Penyimpanan Benih dan Pengaruhnya terhadap Ternak Unggas yang Mengkonsumsi	329
	<i>Yunel Venita</i>	
5.	Pengaruh Pemberian Probiotik dalam Ransum terhadap Kualitas Karkas dan Daging Itik Jantan	332
	<i>Haris Lukman</i>	
6.	Penggunaan Konsentrat Protein Bungkil Inti Sawit Terfortifikasi (BISPLUS) dalam Ransum terhadap Produksi dan Kualitas Telur Puyuh	338
	<i>Yatno, N. Ramli, P. Hardjosworo, A. Setiyono, dan T. Purwadaria</i>	
7.	Pengaruh Penggunaan Lumpur Sawit Hasil Fermentasi dengan <i>Rhizopus sp</i> terhadap Energi Termetabolis Semu Ransum pada Ayam Broiler	346
	<i>W. A. Sumadja; E. Hendalia dan R.M. Tampubolon</i>	
8.	Pengaruh Luas Kandang dan Sistem Pemberian Pakan terhadap Beberapa Gambaran Darah Itik Bayang	357
	<i>Arif Rahmat</i>	
9.	Hubungan antara Praktek Manajemen Pemeliharaan dengan Kejadian <i>Avian Influenza</i> pada Peternakan Ayam Pedaging di Sektor 3 Milik Mitra PT. Duta Technovet di DIY Selama 1 Siklus Pemeliharaan	366
	<i>Sadarman</i>	

Kelompok Ruminansia

1.	Metode Pengeringan Daun Kaliandra dan Efek Penggunaannya dalam Ransum terhadap Performans Produksi Sapi Perah	376
	<i>U. Hidayat Tanuwiria; W. Djaja dan S. Kuswaryan</i>	
2.	Pendugaan Parameter Genetik Bobot Sapih Domba Wanaraja sebagai Dasar Seleksi Bibit Berkelanjutan	387
	<i>Dedi Rahmat</i>	
3.	Pengaruh Lama Perebusan terhadap Kandungan Protein Kasar, Serat Kasar, Lignin dan Tanin pada Kulit Kopi	394
	<i>Rizki Palupi; Muhakka dan Juli Ramadhan</i>	
4.	Penggunaan Urea sebagai Sumber Nitrogen pada Proses Biodegradasi Substrat Lumpur Sawit oleh Jamur <i>Phanerochaete chrysosporium</i>	400
	<i>Noferdinan dan Ahmad Yani</i>	

5.	Pemanfaatan Kapang (<i>Phanerochaete chrysosporium</i>) dalam Perubahan Kandungan Bahan Kering, Protein Kasar dan Serat Kasar Limbah Pertanian Fermentasi sebagai Bahan Pakan Ternak Ruminansia	408
	<i>Afnur Imsya dan Rizki Palupi</i>	
6.	Sintesis Mikroba dan Profil Cairan Rumen pada Ransum yang Berbeda Kandungan Energi dan Protein serta Sinkron Pelepasan N-Protein dan Energi dalam Rumen	413
	<i>Hermon</i>	
7.	Neraca Air pada Domba Ekor Gemuk dan Kambing Kacang di Bawah Penyinaran Matahari dan Keterbatasan Air	421
	<i>D.P. Rahardja; A. L. Toleng; V. S. Lestari dan M. Hatta</i>	
8.	Komposisi Kimia Daun Kelapa Sawit yang Difermentasi dengan Feses Sapi dan Feses Kerbau	432
	<i>Dewi Ananda Mucra dan Azriani</i>	
9.	Inventarisasi dan Identifikasi Hijauan Pakan di Desa Sei Simpang Dua Kecamatan Kampar Kiri Hilir Kabupaten Kampar	441
	<i>Elfwati; Israk Wahyudi dan Dewi Febrina</i>	

Kelompok Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian-Peternakan dan Ilmu Perikanan

1.	Isolasi dan Identifikasi Bakteri dan Jamur yang Berperan pada Proses Pengomposan Campuran Feses Sapi Potong dan Sampah Organik	453
	<i>TB. Benito A. K.; Yuli Astuti Hidayati dan Ellin Harlia</i>	
2.	Pengaruh Imbangan Feses Sapi Potong dan Sampah Organik pada Proses Pengomposan terhadap Kandungan Unsur Ca, Mg dan Nilai Kapasitas Tukar Kation	457
	<i>Yuli Astuti Hidayati; Eulis Tanti Marlina dan TB. Benito</i>	
3.	Produksi Perikanan Kabupaten Kutai Kartanegara sebagai Sumber Pangan Hewani Nasional	462
	<i>Handayani Boa dan Tahrir Aulawi</i>	
4.	Penawaran dan Pemasaran Ikan Laut Segar di Samarinda Seberang...	475
	<i>Handayani Boa dan Tahrir Aulawi</i>	
5.	Status Gizi, Perkembangan Mental dan Motorik Anak di Wilayah Perkotaan, Pertanian dan Perairan Propinsi Riau	490
	<i>N. Herawati</i>	
6.	Status Gizi dan Mutu Konsumsi Anak di Wilayah dengan Tipologi Perkotaan, Pertanian dan Perairan di Propinsi Riau	502
	<i>N. Herawati dan Tahrir Aulawi</i>	

7.	Ekstraksi dan Reologi Properties dari Gelatin Ceker Ayam Tua (Afkir) (<i>Gallus tarsicus</i>) dan Halal Gelatin	511
	Zulfikar,, A. S. Babji dan W. M. Wan Aida	
8.	Penentuan Kapasitas Air Terikat, Kadar Air Kritis dan Pendugaan Umur Simpan Makanan Pendamping ASI Bubur Garut (<i>Maranta arundinaceae</i> Linn) Instan dengan Metode Isothermi Sorpsi Air (ISA)..	521
	Irdha Mirdhayati	
9.	Sifat Organoleptik Daging Ayam Cemani yang Direndam dalam Larutan Asam Sitrat	534
	Endah Purnamasari	
10.	Deteksi Logam Berat Plumbum dan Kadmium pada Hati Kelinci	541
	E Harlia; D Suryanto; Y Astuti; E Marlina dan R. B. Hamdani	

SELEKSI KETAHANAN TERHADAP AL DI TANAH MASAM DAN KERAGAMAN GENETIKA BERDASARKAN PENANDA SSR PADA GALUR-GALUR JAGUNG

(Selection for Tolerance to Al on Acid Soil and Genetic Diversity Based on SSR Markers of Maize Inbred Lines)

P.K.D. HAYATI^{1,2*}; G.B. SALEH²; J. SHAMSHUDDIN³ DAN S. NAPIS⁴

¹Dept. of Agrotechnology, Fac. of Agriculture, University of Andalas, Padang, 25163, West Sumatera, Indonesia.

²Dept. of Crop Science, ³Dept. of Land Management, Fac. of Agriculture, ⁴Dept. of Cell and Molecular Biology, Fac. of Biotechnology and Biomolecular Sciences, Universiti Putra Malaysia, 43400 UPM Serdang, Selangor, Malaysia.

*E-mail: pkdewihayati@yahoo.com

ABSTRACT

The existence of genetic variability of Al tolerance among maize inbred lines is necessary towards development of hybrid varieties tolerant to acid soils. Eighteen maize inbred lines were evaluated in field. The evaluation was carried out using Split Plots arranged in a RCB Design with three replications, where soil acidity conditions were assigned to the main-plots and maize inbred lines were assigned to the sub-plots. The objectives of the study were to select inbred lines tolerant to acid soils and to estimate heritability of tolerance to Al, and to assess genetic diversity among maize inbred lines based on SSR markers. The results obtained from evaluation in the field showed a distinctive genotypic variability of maize inbred lines to Al toxicity. Inbred lines SM 7-11 and IPB-12 were consistently tolerant to Al toxicity. Estimates of heritability for tolerance to Al were moderate, indicating that there was a substantial amount of genetic variation in the control of tolerance to Al among the inbred lines population evaluated. Based on SSR markers, genetic distance among the inbred lines ranged from 0.29 and 0.82, while the average PIC value was 0.64, indicating that the inbred lines population used in this study were highly diverse.

Keywords : maize, inbred lines, tolerance to Al, acid soil, heritability, genetic variability, genetic diversity, SSR markers

PENDAHULUAN

Diperkirakan bahwa lahan masam meliputi sekitar 30% atau 3950 juta ha dari total daratan di permukaan bumi dan sekitar 1730 juta ha di antaranya merupakan lahan yang berpotensi sebagai areal pertanian (Wright, 1989; Sumner, 2004). Di Malaysia saja, tanah masam yang tergolong ke dalam Ultisol dan Oxisol terdapat sekitar 72% atau 23.7 juta ha (IBSRAM, 1985). Sebagai lahan pertanian, tanah masam ini memiliki beberapa masalah seperti rendahnya pH (di bawah 5.0 ($H_2O:tanah=1:1$)), kapasitas tukar kation (KTK) dan kation basa terutama Ca dan Mg, dan tingginya kandungan aluminium (Tessens and Shamshuddin, 1983). Di antara semua permasalahan ini, keracunan aluminium (Al) dianggap sebagai masalah utama yang membatasi produksi tanaman di lahan masam, termasuk jagung (Shamshuddin *et al.*, 1991; Ismail *et al.*, 1993).

Penambahan kapur pada dasarnya dapat mengatasi permasalahan yang terdapat pada tanah masam. Akan tetapi penambahan kapur yang tinggi pada tanah masam yang mengalami tingkat pencucian yang tinggi menimbulkan kerusakan struktur tanah dan penurunan ketersediaan P dan beberapa hara mikro (Kamprath, 1971), mahal dan susah dalam penerapannya (Foy *et al.*, 1978), dan sulit bagi kapur mencapai lapisan sub soil (Singer and Munns, 1996). Efek positif yang dihasilkan oleh pengapuran juga hanya berlangsung di lapisan top soil (Shamshuddin *et al.*, 1998). Oleh karena itu, penanaman hibrida jagung bersama dengan penerapan budidaya yang saling berkelanjutan merupakan cara yang efektif untuk peningkatan produktifitas jagung di negara ini.

Sejumlah fakta menunjukkan bahwa penampilan hibrida lebih baik dibandingkan varietas bersari bebas pada kondisi cekaman lingkungan (Dass *et al.*, 1997; Vasal *et al.*, 1997; Tsiftaris, 1999). Dengan demikian, keberadaan variabilitas genetika ketahanan terhadap AI di antara galur-galur jagung sangat penting bagi pengembangan varietas hibrida jagung yang tahan terhadap tanah masam. Pemilihan galur yang tepat yang akan dijadikan sebagai tetua dalam persilangan memainkan peranan yang penting bagi keberhasilan program perakitan hibrida jagung yang diinginkan.

Sejumlah metode skrining untuk memilih populasi jagung yang tahan terhadap AI telah dilakukan dengan menggunakan AI di larutan hara, pewarnaan hematoxylin dan tanah masam dalam pot. Metode di atas memiliki kelebihan dan kelemahan masing-masing sehingga penggabungan beberapa metode skrining memberikan informasi yang lebih baik dalam memilih galur yang tahan terhadap keracunan AI di tanah masam (Hayati *et al.*, 2006). Pada akhirnya, informasi tersebut perlu diuji di lapangan, dimana pemilihan lebih di dasarkan pada penampilan agronomis dan potensi hasil secara langsung.

Informasi mengenai hubungan dan keragaman genetika di antara galur-galur yang ada sangat penting bagi memaksimalkan efisiensi dari program pemuliaan jagung hibrida melalui pemanfaatan fenomena heterosis. Di samping itu, informasi tersebut diperlukan baik untuk mempertahankan keberadaan keragaman genetika maupun untuk meningkatkan pengelolaan sumber daya genetika yang ada (Johnson, 2007). Untuk tujuan tersebut, keragaman genetika galur-galur jagung telah dipelajari menggunakan berbagai penanda baik penanda morfologi maupun penanda DNA. SSRs (Simple Sequence Repeats) atau mikrosatelit merupakan salah satu penanda DNA yang banyak dipilih karena ia dapat memberikan polimorfisme yang tinggi pada galur-galur jagung yang memiliki kekerabatan erat, dengan tingkat kepercayaan dan pengulangan yang tinggi (Smith *et al.*, 1997; Gethi *et al.*, 2002; Xia *et al.*, 2004a; 2004b).

Penelitian ini bertujuan untuk memilih galur-galur jagung yang tahan terhadap keracunan AI di tanah masam dan menentukan heritabilitas ketahanan terhadap AI, serta untuk menilai keragaman genetika di antara populasi galur-galur jagung berdasarkan penanda SSR.

METODOLOGI

Sebanyak 18 galur jagung (Tabel 1) yang memperlihatkan variabilitas ketahanan terhadap keracunan AI dipilih dari beberapa tahapan skrining sebelumnya (Hayati *et al.*, 2006). Evaluasi galur-galur di lapangan dilaksanakan dari bulan Juni sampai Desember 2006 di ladang percobaan UPM Serdang yang terletak pada 3°01' U dan 101°71' T dengan ketinggian 46 m dpl.

Kapur dalam bentuk GML (Ground Magnesium Limestone) dengan takaran 2 ton/ha diaplikasikan dengan tangan diikuti oleh pembajakan tanah dengan kedalaman 15-30 cm. Pengapuran dilakukan 30 hari sebelum penanaman. Sebelum dan setelah 30 hari pemberian kapur, dilakukan pengambilan contoh tanah dari setiap replikasi yang diambil secara terpisah baik pada plot yang dikapuri maupun yang tidak. Setiap plot terdiri atas empat baris tanaman sepanjang 4 m dengan kerapatan tanam $0.75 \times 0.25 \text{ m}^2$. Pemupukan diberikan pada takaran 180 kg/ha N, 120 kg/ha P_2O_5 dan 140 kg/ha K_2O . Hasil biji (GY) (kg/ha) merupakan berat biji total pada kadar air 15% yang diambil dari keluasan 4.5 m^2 *harvest area* dan dikonversikan ke dalam ha. Indeks ketahanan kemasaman tanah (SATI) dan indeks adaptasi kemasaman tanah (SAAI) digunakan menurut Howeler (1987) dengan formula sebagai berikut:

Tabel 1. Galur-galur jagung yang dievaluasi, populasi asal dan negara/institusi asal

Inbred line	Source population	Country/Institution of origin
CML-1	Introduced line	CIMMYT
CML-2	Introduced line	CIMMYT
CML-5	Introduced line	CIMMYT
CML-6	Introduced line	CIMMYT
MT-13	Metro	Indonesia
SW-2	Suwan 1	Thailand
SW-9	Suwan 1	Thailand
SM 5-4	SMC 305	Philippines
SM 5-5	SMC 305	Philippines
SM 7-6	SMC 317	Philippines
SM 7-11	SMC 317	Philippines
IPB-8	Introduced line	Indonesia
IPB-9	Introduced line	Indonesia
IPB-11	Introduced line	Indonesia
IPB-12	Introduced line	Indonesia
IPB-14	Introduced line	Indonesia
IPB-19	Introduced line	Indonesia
IPB-20	Introduced line	Indonesia

$$\text{SATI} = \frac{\text{Hasil tanpa kapur}}{\text{Hasil dengan kapur}}$$

$$\text{SAAI} = \frac{\text{Hasil tanpa kapur} \times \text{Hasil dengan kapur}}{\text{Rata-rata hasil dengan kapur} \times \text{Rata-rata hasil dengan kapur}}$$

GY dari semua galur dievaluasi menggunakan Petak Terpisah yang diatur dalam Rancangan Acak Kelompok dengan tiga ulangan. Kemasaman tanah (tanpa dan dengan kapur) merupakan petak utama, sedangkan 18 galur merupakan anak petak. Analisis varians dengan prosedur GLM dilaksanakan menggunakan SAS software version 9.1 (SAS Institute Inc., 2003). Beda Nyata Terkecil (LSD), pada selang kepercayaan 5% digunakan untuk membandingkan nilai tengah hasil galur-galur yang diuji. Heritabilitas (h_b) untuk GY pada setiap kondisi kemasaman tanah, SATI dan ASAI diduga dari hasil analisis komponen varians dan dihitung berdasarkan formula dari Singh dan Chaudhary (1979).

DNA tanaman dari setiap galur diekstraksi menggunakan kit dari Qiagen. Sebanyak 10 μL campuran reaksi PCR yang terdiri atas 0.5U of *Taq* DNA polymerase (InvitrogenTM), 2 mM MgCl_2 , 1X PCR buffer, 0.25 mM each dNTPs (InvitrogenTM), 1.25 μM reverse dan forward primers (Sigma-AldrichTM) dan 50 ng templat DNA diamplifikasi menggunakan Biometra[®] thermal cycler. Campuran PCR tersebut diamplifikasi sebanyak 30 siklus yang terdiri atas: *Initial denaturation* pada 94°C selama 8 menit, diikuti oleh *touchdown profile* sebagaimana yang dilakukan Senior *et al.* (1998) dan Ninamango-Cardenas *et al.* (2003) dengan sedikit modifikasi. Reaksi dimulai dengan *denaturation* pada 94°C selama 30 detik, diikuti oleh *annealing* pada 65°C selama 60 detik dan *extension* pada 72°C selama 90 detik. Suhu *annealing* kemudian diturunkan 1°C per siklus sampai suhu *annealing* mencapai 56°C. Tahapan yang terakhir diulangi sebanyak 20 x, disudahi oleh *final elongation* pada 72°C selama 10 menit, dan diakhiri pada 4°C. Produk PCR yang telah teramplifikasi dipisahkan menggunakan 12% gel poliakrilamid dan diwarnai menggunakan metode pewarnaan perak. Fenotip SSR diskor sebagai data biner. Nilai *Polimorphism Information Content* (PIC) dihitung berdasarkan Smith *et al.* (1997) sedangkan jarak genetika dihitung berdasarkan Nei dan Li (1979). Untuk menampilkan jarak genetika di antara galur-galur yang diuji pada gambar dua dimensi, *Principle Coordinate Analysis* (PCoA) dilakukan menggunakan NTSYS software version 2.1 (Rohlf, 2000).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemberian 2 t/ha kapur pada tanah masam meningkatkan pH dan menurunkan Al³⁺ di bawah batas kritis (Tabel 2) sebagaimana yang telah dilaporkan oleh Shamshuddin *et al.* (1998) pada tanah masam Ultisol di Malaysia. Karena ketidakmampuan CML-1 untuk tumbuh baik pada plot tanpa dan dengan kapur, analisis data hanya dilakukan pada 17 galur jagung.

Hasil dari analisis varians menunjukkan interaksi yang nyata antara kemasaman tanah dan galur terhadap GY, mengindikasikan bahwa peringkat hasil dari setiap galur akan berbeda pada setiap kondisi kemasaman tanah yang berbeda. Terdapat variasi yang besar dari galur-galur yang dievaluasi di lapangan terhadap SATI dan SAAI ketika penampilan SATI dan SAAI setiap galur dianalisis.

Tabel 2. Karakteristik kimia tanah yang digunakan dalam percobaan di lapangan

Soil condition	Depth (cm)	pH (H ₂ O) (1:1)	K Na Ca Mg Al					Al Saturation (%)
			(cmol _c /kg)					
Unlimed	0 - 15	4.6	0.05	0.24	0.28	0.00	1.73	75
	16 - 30	4.5	0.04	0.12	0.24	0.00	2.13	84
Limed	0 - 15	5.0	0.08	0.29	0.64	0.06	0.42	28
	16 - 30	4.8	0.05	0.17	0.32	0.02	0.53	47

Galur-galur yang dievaluasi di lapangan memiliki hasil yang bervariasi baik pada tanah masam yang dikapur maupun yang tidak dikapur. Hal ini disebabkan terdapatnya interaksi yang tinggi antara kemasaman tanah dan galur yang diuji. Semua galur menunjukkan penurunan GY pada tanah masam akibat tingginya keracunan Al (Tabel 3). Beberapa galur seperti IPB-19, IPB-14, IPB-12 dan SM 7-11 memiliki GY yang tinggi pada tanah masam yang tidak dikapuri. Walaupun CML-5 menunjukkan penurunan GY yang paling rendah, tetapi GY galur tersebut tergolong rendah. IPB-19 dan CML-6 masing-masing memberikan hasil yang paling tinggi dan paling rendah pada tanah masam yang tidak dikapur (985 dan 60 kg/ha). Sebaliknya pada tanah masam yang dikapur, IPB-9 memberikan hasil tertinggi (4181 kg/ha), sedangkan CML-5 memberikan hasil terendah (460 kg/ha).

Untuk ketahanan terhadap tanah masam, CML-5 memberikan SATI (0.74) tertinggi, diikuti oleh IPB-11, IPB-19, MT-13, SM 7-11 dan IPB-12. Sementara itu, CML-6 memberikan SATI terendah (0.18). Adapun untuk indeks adaptabilitas terhadap kemasaman tanah, IPB-12 menunjukkan SAAI tertinggi (1.59), diikuti oleh IPB-9 dan SM 7-11. Sementara itu, SAAI terendah diberikan oleh CML-5 (0.06). Dengan demikian, hanya galur SM7-11 dan IPB-12 yang menunjukkan hasil yang tinggi pada tanah masam serta ketahanan dan adaptabilitas yang relatif tinggi terhadap kemasaman tanah. Galur-galur yang dikarakterisasi sebagai tahan terhadap kemasaman tanah tersebut adalah galur yang telah dikembangkan dan diseleksi di Malaysia atau di Indonesia. Hal inilah yang menjadi alasan mengapa adaptabilitas dari galur-galur tersebut lebih baik daripada galur-galur CML yang didatangkan dari CIMMYT.

Varians genotipik GY pada tanah masam yang tidak dikapur lebih rendah dari pada tanah masam yang dikapur (Table 4). Hal yang sama juga dilaporkan oleh Allen *et al.* (1978) pada kedelai dan gandum yang dievaluasi dalam kondisi cekaman dan tanpa cekaman lingkungan. Nilai duga heritabilitas GY pada kondisi tanah masam lebih rendah (0.22) daripada

GY pada kondisi tanah masam yang dikapur (0.59), mengindikasikan bahwa pengaruh lingkungan lebih menonjol pada kondisi tanah masam.

Tabel 3. GY pada tanah yang dikapur dan tidak dikapur, SATI dan SAAI dari 17 galur jagung

Inbred line	GY (kg/ha)			SATI	SAAI
	Limed	Unlimed	Reduction [†] (%)		
MT-13	2440	869	64.4 **	0.55	1.16
SM 5-4	3082	767	75.1 **	0.43	1.29
SM 5-5	3036	719	76.3 **	0.40	1.20
SM 7-6	3052	569	81.4 **	0.40	0.95
SM 7-11	2880	901	68.7 **	0.55	1.42
SW-2	3076	661	78.5 **	0.41	1.11
SW-9	2961	724	75.6 **	0.48	1.17
CML-2	2449	567	76.8 **	0.46	0.76
CML-5	460	244	46.9	0.74	0.06
CML-6	1927	60	96.9 **	0.18	0.06
IPB-8	3318	574	82.7 **	0.39	1.04
IPB-9	4181	682	83.7 **	0.39	1.56
IPB-11	1754	699	60.2 **	0.57	0.67
IPB-12	3176	915	71.2 **	0.49	1.59
IPB-14	2645	921	65.2 **	0.48	0.99
IPB-19	2539	985	61.2 **	0.56	1.37
IPB-20	3610	479	86.7 **	0.36	0.95
Mean	2740	667	73.6	0.46	1.05
LSD _(0.05)	788.2			0.17	0.84

[†]Reduction is the difference of values between unlimed and limed soils expressed as percentages of the values on limed soil.

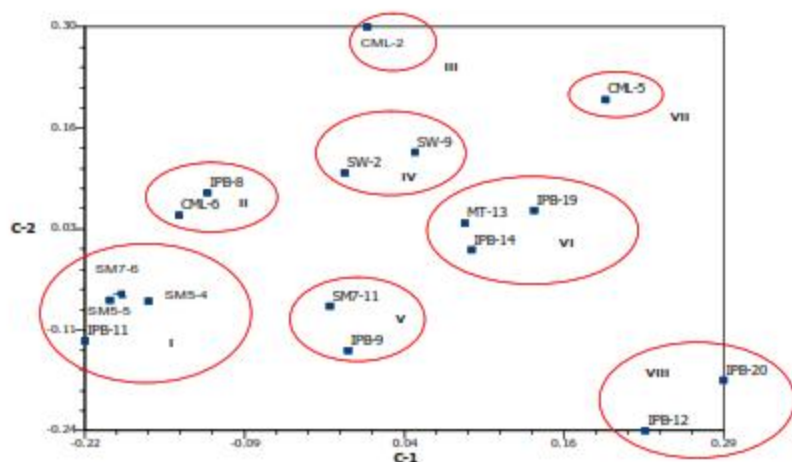
**,* significant reduction at p<0.01 and p<0.05, respectively, based on t-test.

Hasil percobaan ini menegaskan apa yang dilaporkan oleh Rosielle dan Hamblin (1988) dan Bänziger *et al.* (1997), bahwa pendugaan heritabilitas pada populasi yang berada dalam kondisi cekaman lebih rendah dari pada yang tidak berada dalam kondisi cekaman lingkungan. Nilai duga heritabilitas yang moderat untuk ketahanan dan adaptabilitas terhadap kemasaman tanah, mengindikasikan bahwa terdapat variasi genetik yang cukup besar dalam pengaturan ketahanan terhadap Al di antara populasi galur yang dievaluasi. Seleksi ketahanan terhadap kemasaman tanah berdasarkan SATI memiliki tingkat keberhasilan yang lebih baik dari pada jika dilakukan berdasarkan SAAI disebabkan karena faktor genetik lebih dominan dalam penampilan galur-galur di lapangan.

Tabel 4. Varians genotipik (σ^2_G), varians lingkungan (σ^2_o) dan nilai duga heritabilitas (h^2_B) GY pada setiap kondisi kemasaman tanah, SATI dan SAAI dari 17 populasi galur jagung

Trait	σ^2_G	σ^2_o	h^2_B
GY (limed)	542214.1	369535.3	0.59
GY (unlimed)	18048.5	63624.6	0.22
SATI	70.7	83.3	0.46
SAAI	934	2076.1	0.31

Hasil analisis keragaman genetik menggunakan penanda SSR menunjukkan bahwa secara umum pengelompokan yang dihasilkan menggunakan PCoA sesuai dengan silsilah atau populasi asal galur-galur yang dievaluasi, walaupun terdapat beberapa ketidaksesuaian seperti pengelompokan CML-6 yang didatangkan dari CIMMYT dengan IPB-8 yang didatangkan dari Indonesia (Gambar 1). Jarak genetik galur-galur yang dianalisis berkisar dari 0.29 (antara SM 7-6 dan SM 5-5) dan 0.82 (antara CML-2 dengan IPB-20) (Tabel 5).



Gambar 1. Gambar dua dimensi PcoA yang menggambarkan pengelompokan 17 galur jagung berdasarkan penanda SSR

Tabel 5. Jarak genetik di antara 17 galur jagung yang diuji dalam penelitian ini

Inbred line	CML-2	CML-5	CML-6	SW-9	SW-2	SM 5-5	SM 5-4	SM 7-6	SM 7-11	MT-13	IPB-8	IPB-9	IPB-11	IPB-12	IPB-14	IPB-19	IPB-20	
CML-5	0.49																	
CML-6	0.47	0.62																
SW-9	0.53	0.59	0.50															
SW-2	0.32	0.64	0.46	0.39														
SM 5-5	0.52	0.57	0.42	0.48	0.47													
SM 5-4	0.56	0.71	0.48	0.54	0.40	0.36												
SM 7-6	0.50	0.63	0.38	0.43	0.48	0.29	0.30											
SM 7-11	0.52	0.74	0.52	0.40	0.36	0.45	0.47	0.40										
MT-13	0.45	0.61	0.45	0.35	0.41	0.53	0.49	0.39	0.35									
IPB-8	0.57	0.59	0.50	0.37	0.56	0.39	0.40	0.33	0.46	0.48								
IPB-9	0.66	0.50	0.45	0.45	0.47	0.43	0.53	0.34	0.51	0.57	0.52							
IPB-11	0.57	0.69	0.45	0.57	0.49	0.31	0.39	0.35	0.47	0.55	0.51	0.46						
IPB-12	0.72	0.61	0.65	0.62	0.53	0.57	0.67	0.62	0.51	0.57	0.69	0.39	0.62					
IPB-14	0.65	0.77	0.64	0.52	0.53	0.56	0.49	0.55	0.66	0.59	0.56	0.70	0.55	0.67				
IPB-19	0.66	0.61	0.71	0.59	0.70	0.67	0.78	0.62	0.57	0.70	0.55	0.54	0.65	0.64	0.73			
IPB-20	0.62	0.68	0.74	0.68	0.76	0.69	0.70	0.72	0.67	0.63	0.79	0.67	0.61	0.45	0.49	0.71		

Nilai *PIC* yang diperoleh dalam penelitian ini berkisar dari 0.11 dan 0.87 dengan rata-rata 0.64. Hal ini mengindikasikan bahwa umumnya primer yang digunakan memberikan kemampuan yang tinggi dalam menggambarkan keragaman genetik galur-galur yang diuji. Lebih tingginya nilai *PIC* yang diperoleh jika dibandingkan dengan nilai yang diperoleh oleh Smith *et al.* (1997), Senior *et al.* (1998) dan Warburton *et al.* (2002) (*PIC* berturut-turut 0.62, 0.58

dan 0.55) memperlihatkan keberadaan keragaman genetik yang tinggi dari populasi galur yang digunakan dalam penelitian ini.

Berdasarkan pengelompokan dan jarak genetik di antara 17 galur yang diuji, maka pemilihan galur-galur untuk dijadikan sebagai tetua dalam persilangan dapat dilakukan dari kelompok yang berbeda sebagaimana yang disarankan sebelumnya oleh He (1991). Pemilihan juga dapat dilakukan pada galur-galur yang saling memiliki jarak genetik yang besar. Pemilihan galur dengan cara seperti yang diterangkan di atas akan memaksimalkan heterosis yang terdapat pada hibrida atau hasil persilangan galur-galur tersebut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Galur-galur jagung SM 7-11 dan IPB-12 tahan terhadap keracunan Al berdasarkan SATI dan SAAI. Berdasarkan nilai duga heritabilitas, seleksi ketahanan terhadap Al di tanah masam menggunakan SATI lebih efektif dari pada SAAI. Berdasarkan penanda SSR yang digunakan untuk meneliti keragaman genetik di antara galur-galur, populasi galur yang digunakan dalam studi ini memiliki keragaman genetik yang tinggi. Pemilihan galur dari kelompok yang berbeda atau yang memiliki jarak genetik yang besar disarankan untuk mendapatkan hibrida dengan heterosis yang tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada MOSTI Malaysia melalui IRPA Grant yang dimiliki oleh penulis kedua, pemerintah daerah propinsi Sumatera Barat melalui Rektor Universitas Andalas dan SEARCA melalui one-year PhD Research Scholarship yang diterima oleh penulis pertama dan telah mendanai studi S3 dan sebagian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, F.L., R.E. Comstock and D.C. Rasmusson. 1978. Optimal environments for yield testing. *Crop Sci.* 18:747-751
- Bänziger, M., F.J. Betrán and H.R. Lafitte. 1997. Efficiency of high-nitrogen selection environments for improving maize for low nitrogen target environments. *Crop Sci.* 37:1103-1109.
- Ninamango-Cárdenas, F.E., C.L. Guimarães, P.R. Martins, S.N. Parentoni, N.P. Carneiro, M.A. Lopes, J.R. Moro and E. Paiva. 2003. Mapping QTLs for aluminum tolerance in maize. *Euphytica* 130:223-232.
- Dass, S., Y.P. Dang, A.K. Dhawan, N.N. Singh and S. Kumar. 1997. Morpho-physiological basis for breeding drought and low-N tolerant maize genotypes in India. In *Developing Drought- and Low N-Tolerant Maize*. Eds. G.O. Edmeades, M. Bänziger, H.R. Mickelson and C.B. Pena Valdina. pp.106-111. Proc. of a Symposium, March 25-29, 1996. CIMMYT, El Batán, Mexico. Mexico, D.F. CIMMYT.
- Foy, C.D., R.L. Chaney and M.C. White. 1978. The physiology of metal toxicity in plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 29:511-566.
- Gethi, J.G., J.A. Labate, K.R. Lamkey, M.E. Smith and S. Kresovich. 2002. SSR variation in important U.S. maize inbred lines. *Crop Sci.* 42:951-957.
- Hayati, P.K.D., G.B. Saleh, J. Shamshuddin and S. Napis. 2006. Screening and selection of acid soil tolerance inbred lines in maize (*Zea mays* L.). In *Agriculture for Life and Wealth Creation*. Eds. Z. Omar *et al.* pp.200-203. Proc. Agriculture Congress, held at Putrajaya, Malaysia, 12-15 December 2006.

- He, Z.H. 1991. An investigation of the relationship between the F_1 potential and the measures of genetic distance among wheat lines. *Euphytica* 58:165-170.
- Howeler, R.H. 1987. Effective screening techniques for tolerance to aluminum toxicity. In Sorghum for Acid Soils. Eds. L.M. Gourley and J.G. Salinas. pp.173-196. Proc. Workshop on Evaluating Sorghum for Tolerance to Al-toxic Trop. Soils in Latin America, held in Cali, Columbia, 28 May-2 June 1984.
- IBSRAM, 1985. Report of the Inaugural Workshop and Proposal for Implementation of the Acid Tropical Soils Management Network. Bangkok. International Board for Soil Research and Management. 40p.
- Ismail, H., J. Shamshuddin and S.R. Syed Omar. 1993. Alleviation of soil acidity in Ultisol and Oxisol for corn growth. *Plant and Soil* 151: 55-65.
- Johnson, G.R. 2007. Corn breeding in the twenty-first century. In Breeding Major Food Staples. Eds. M.S. Kang and P.M. Priyadarshan. Blackwell Pub. p.227-244.
- Kamprath, E.J. 1971. Potential detrimental effects from liming highly weathered soils to neutrality. *Soil&Crop Sci.Soc. Florida-Proc.* 31:200-204.
- Nei, M. and W.H. Li. 1979. Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases. Proc. of the National Acad. of Sci. USA. 76:5269-5273.
- Rohlf, E.J. 2000. *NTSYSpc. Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System*. Version 2.1. User Guide. Applied Biostatistics Inc.
- Rosielle, A.A. and J. Hamblin. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Sci.* 21:943-946.
- SAS Institute Inc., 2003. *SAS/STAT® User's Guide*. Version 9.1. SAS Institute Inc. Cary, NC.
- Singer, M. and D. Munns. 1996. *Soils: An Introduction*. Third Edition. Prentice Hall. New Jersey. 480p.
- Senior, M.L., J.P. Murphy, M.M. Goodman and C.W. Stuber. 1998. Utility of SSRs for determining genetic similarities and relationships in maize using an agarose gel system. *Crop Sci.* 38:1088-1098.
- Shamshuddin, J., I. Che Fauziah and H.A.H. Sharifuddin. 1991. Effects of limestone and gypsum applications to a Malaysian Ultisol on soil solution composition and yields of maize and groundnut. *Plant and Soil* 34:45-52.
- Shamshuddin, J., H.A.H. Sharifuddin and L.C. Bell. 1998. Longevity of ground magnesium limestone applied to an Ultisol. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 26(9&10):1299-1313.
- Singh, J. and L.B. Chaudhary. 1979. *Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis*. Revised Ed. Kalyani Publishers. Ludhiana. New Delhi. 304p.
- Smith, J.S.C., E.C.L. Chin, H. Shu, O.S. Smith, S.J. Wall, M.L. Senior, S.E. Mitchell, S. Kresovich and J. Ziegler. 1997. An evaluation of utility of SSR loci as molecular markers in maize (*Zea mays* L.): Comparisons with data from RFLPs and pedigree. *Theor. Applied Genet.* 95:163-173.
- Sumner, M.E. 2004. Food production on acid soils in the developing world: Problems and solutions. Proc. The 6th International Symposium on Plant-Soil Interactions at Low pH. August 1-5, 2004. Sendai. Jepang.
- Tessens E., and J. Shamshuddin, 1983. Quantitative Relationships between Mineralogy and Properties of Tropical Soils. Universiti Pertanian Malaysia, Serdang, Malaysia. 190p.
- Tsaftaris, S.A., M. Kafka, A. Polidoros and E. Tani. 1999. Epigenetic change in maize DNA and heterosis. In The Genetics and Exploitation of Heterosis in Crops. Eds. J.G. Coors and S. Pandey. ASA, CSS and SSSA. Madison, Wisconsin, USA. pp.186-195.
- Vasal, S.K., G. Srinivasan, J. Crossa and D.L. Beck. 1992. Heterosis and combining ability of CIMMYT's subtropical early and temperate early-maturing maize germplasm. *Crop Sci.* 32:884-890.
- Warburton, M.L., X. Xia, J. Crossa, J. Franco, A.E. Melchinger, M. Frisch, M. Bohn and D. Hoisington. 2002. Genetic characterization of CIMMYT maize inbred lines and open pollinated populations using large scale fingerprinting methods. *Crop Sci.* 42:1832-1840.

- Wright, R.J. 1989. Soil aluminum toxicity and plant growth. *Commun. In Soil Sci.Plant Anal.* 20(15&16):1479-1497.
- Xia, X.C., J.C. Reif, D.A. Hoisington, A.E. Melchinger, M. Frisch and M.L. Warburton. 2004a. Genetic diversity among CIMMYT maize inbred lines investigated with SSR markers: I. Lowland tropical maize. *Crop Sci.* 44:2230-2237.
- Xia, X.C., J.C. Reif, A.E. Melchinger, M. Frisch, D.A. Hoisington, D. Beck, K. Pixley and M.L. Warburton. 2004b. Genetic diversity among CIMMYT maize inbred lines investigated with SSR markers: II. Subtropical, tropical midaltitude, and highland maize inbred lines and their relationships with elite U.S. and European maize. *Crop Sci.* 45:2573-2582.