

## **PERBAIKAN VARIETAS**

Subandi  
*Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor*

### **PENDAHULUAN**

Jagung merupakan tanaman pangan kedua sesudah padi dengan luas panen berfluktuasi, rata-rata 2,7 juta ha untuk tahun 1973-86. Melalui program intensifikasi, hasil rata-rata nasional meningkat terus dari 1,08 t/ha pada tahun 1973 menjadi 1,94 t/ha pada tahun 1986 (Gambar 1)(18). Meski demikian hasil tersebut masih rendah jika dibandingkan dengan hasil rata-rata 1983-85 sebesar 3,70 t/ha untuk Cina atau 3,40 t/ha untuk seluruh dunia (4).

Varietas-varietas bersari bebas yang dilepas memberi hasil rata-rata percobaan di berbagai tempat dan musim sebesar 3,30-5,40 t/ha, dan di beberapa lingkungan bahkan bisa di atas 6,00 t/ha. Untuk jagung hibrida angka-angka tersebut adalah 5,50-6,20 t/ha dan 8,00 t/ha. Dalam Proyek Opsus "Nusa Makmur" tahun 1981 di Nusa Tenggara Timur yang meliputi areal seluas 40.000-50.000 ha, varietas Arjuna rata-rata menghasilkan 3,00 t/ha atau 71 % dari rata-rata percobaan Balai Penelitian. PT Bright Indonesia Seed Industry (BISI) di Kediri dalam memproduksi benih telah melakukan kerjasama dengan petani. Kerjasama dalam tahun 1984-85 yang meliputi 2.265 petani dengan lahan 760 ha menunjukkan bahwa varietas Arjuna memberi hasil rata-rata 4,29 t/ha sama dengan rata-rata percobaan Balai Penelitian (Banjerd Bosue, komunikasi pribadi). Data survei di lima kabupaten (Banjarnegara, Blora, Bojonegoro, Lumajang, dan Kediri) untuk musim kemarau dan musim hujan 1984/85 di lahan kering, sawah tadah hujan, sawah beririgasi meliputi 91 sampel menunjukkan bahwa Arjuna memberi hasil rata-rata 3,70 t/ha (5).

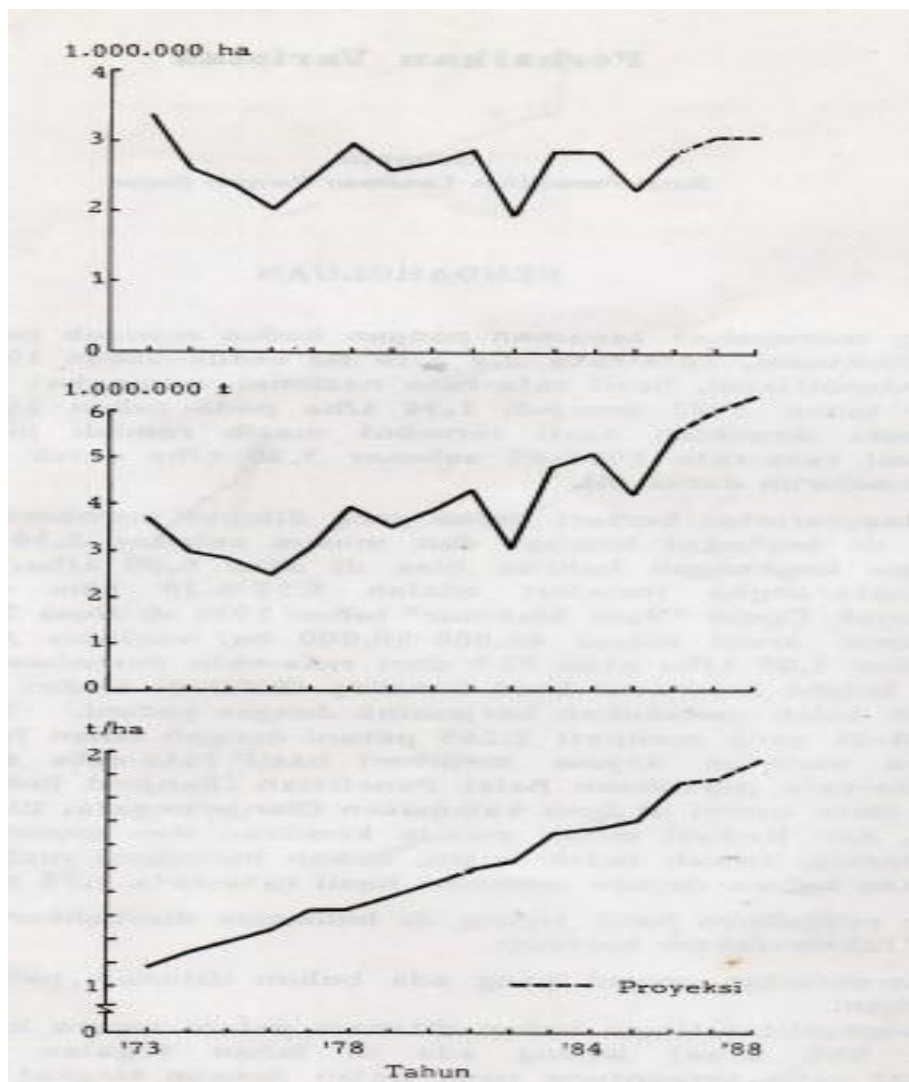
Masih rendahnya hasil jagung di Indonesia disebabkan oleh satu atau lebih dari faktor-faktor berikut:

1. Varietas-varietas unggul yang ada belum ditanam petani seluas yang diharapkan.
2. Benih berkualitas tinggi belum ditanam petani secara luas.
3. Sekitar 59 % areal jagung ada di lahan tegalan (termasuk yang berbukit) yang tergantung pada hujan dengan tingkat kesuburan atau pH yang rendah; 10% ada di lahan sawah tadah hujan yang sering tertimpa banjir (8).

4. Jagung ditanam bersama komoditi lain pada kira-kira 34% dari areal jagung (8).

Pengelolaan tanaman dan lingkungan (cara bercocok tanam, pemupukan, pengendalian hama, penyakit, dan gulma) belum dilaksanakan secara intensif sesuai dengan teknologi yang telah tersedia.

Budidaya jagung memberi keuntungan lebih rendah daripada tanaman pangan lain, sehingga petani kurang terdorong untuk meningkatkan produksi (1, 2). Hal ini berkaitan erat dengan pemasaran, transportasi, pengeringan, penyimpanan, pengolahan, serta penggunaan.



Gambar 1. Luas panen, produksi, dan hasil jagung, 1973-88. (Sumber: Biro Pusat Statistik dan Direktorat Bina Produksi Tanaman Pangan).

## STRATEGI PERBAIKAN VARIETAS

### Pengembangan Varietas Bersari Bebas

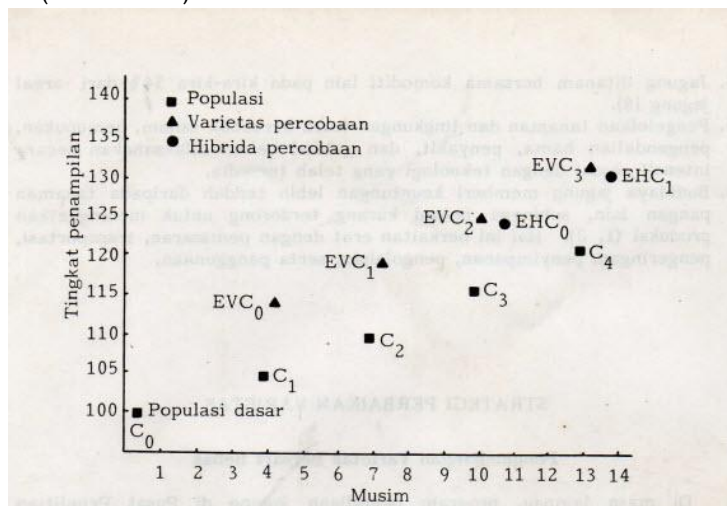
Di masa lampau, program pemuliaan jagung di Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan (Puslitbangtan) menekankan pengembangan varietas bersari bebas karena alasan-alasan berikut:

1. Pembentukan varietas baru memerlukan waktu lebih cepat dan fasilitas lebih sedikit.
2. Dengan populasi heterogen diharapkan akan lebih mudah membentuk varietas yang kurang berinteraksi dengan lingkungan.
3. Produksi benih lebih mudah sehingga harga benih pun menjadi lebih murah.
4. Petani tidak harus membeli benih baru setiap musim.

Pada waktu mendatang, pembentukan varietas bersari bebas diperkirakan akan terus dipertahankan dan akan dilaksanakan secara intensif karena:

1. Diperkirakan budidaya jagung hibrida belum akan berkembang pesat. Varietas bersari bebas tetap akan digunakan di daerah terpencil, di daerah yang petaninya belum mampu membeli benih hibrida atau benih hibrida tidak tersedia, dan di daerah dengan lahan marginal atau penuh risiko.
2. Proses pembentukan varietas non-hibrida menyangkut perbaikan populasi yang juga diperlukan untuk membentuk populasi dasar pada pengembangan hibrida.

Paliwal dan Sprague (10) memberikan gambaran tentang tingkat penampilan yang diharapkan dan waktu yang diperlukan untuk pembentukan varietas bersari bebas dan hibrida dalam perbaikan populasi (Gambar 2).



Gambar 2. Waktu untuk memproduksi varietas dan hibrida (10).

## **Pengembangan Varietas Hibrida**

Peningkatan hasil tertinggi dapat dicapai dengan menggunakan varietas hibrida, karena hibrida memanfaatkan gen non-additif maupun additif. Pertanaman hibrida juga lebih seragam dan menarik daripada non-hibrida. Akan tetapi, pada waktu lampau pengembangan dan penggunaan jagung Hibrida di Indonesia mengalami hambatan karena:

1. Pembentukan hibrida memerlukan waktu lebih lama, tenaga dan fasilitas lebih banyak.
2. Produksi benihnya lebih sukar, terdiri dari:
  - a. mempertahankan dan memperbanyak bahan induk berupa galur inbred dan varietas non-hibrida.
  - b. produksi silang tunggal (single cross), silang tiga galur (three way cross), silang ganda (double cross) atau silang puncak (top cross).
3. Petani harus membeli benih setiap musim yang harganya mahal.

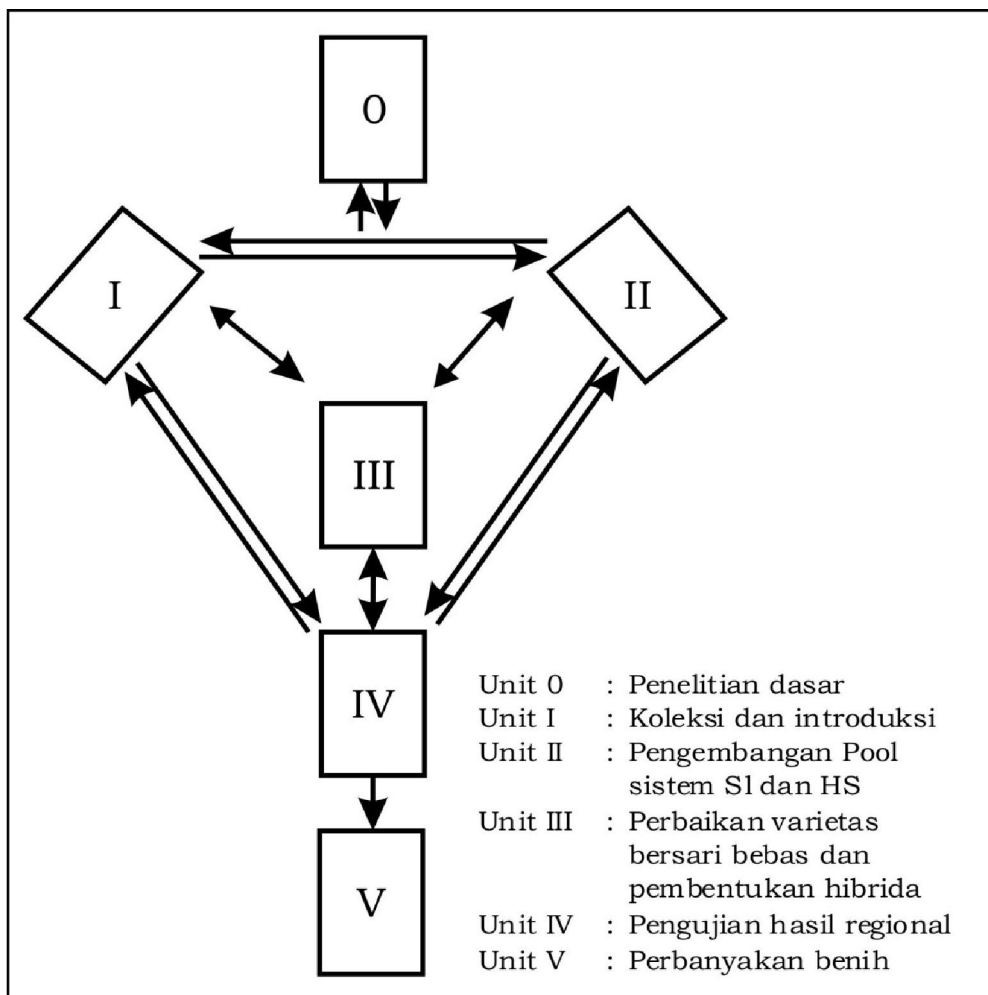
Pembentukan hibrida telah diusahakan sejak tahun lima puluhan, tetapi hanya sebagai program sampingan yang tidak kontinyu. Hibrida yang dibentuk memberi hasil lebih tinggi daripada populasi dasarnya, tetapi tidak lebih tinggi daripada varietas bersari bebas unggul asal introduksi atau galur-galurnya kehilangan daya tumbuh sebelum hibrida direkomendasikan atau dilepas (12, 14). Program hibrida yang lebih baik dimulai dalam tahun 1982/83.

Sejak tahun 1983 Pemerintah Indonesia memberi perhatian berarti pada pengembangan dan penggunaan jagung hibrida. Kebijakan ini didukung oleh unsur-unsur berikut yang semakin berkembang:

1. Organisasi perbenihan.
2. Pengetahuan petani tentang teknologi produksi dan keterampilan menerapkannya.
3. Ketenagaan, fasilitas dan anggaran untuk penelitian dan penyuluhan.
4. Partisipasi perusahaan swasta pada produksi benih hibrida.

## **KEGIATAN PEMULIAAN**

Tujuan pemuliaan ialah untuk membentuk varietas unggul yang semakin tinggi hasilnya, stabil terhadap berbagai perubahan dan tekanan lingkungan serta memenuhi kebutuhan petani. Pengembangan varietas diarahkan semakin spesifik lingkungan dan spesifik guna. Untuk itu disusun program pemuliaan dengan berbagai kegiatan seperti tercantum pada Gambar 3.



Gambar 3. Kaitan kegiatan antar unit program pemuliaan.

### Koleksi dan Introduksi

Koleksi plasma nutfah, baik dari dalam maupun luar negeri, sangat perlu untuk memperbesar keragaman genetik dari bahan yang tersedia. Koleksi varietas lokal memungkinkan pemanfaatan sifat-sifat baik seperti umur pendek, adaptasi, menutupnya kelobot, dan tipe biji dari varietas-varietas yang diintroduksi ratusan tahun lalu yang cocok dengan lingkungan suatu daerah. Pengumpulan dan konservasi varietas lokal perlu diintensifkan karena penyebaran varietas yang dilepas atau penyebaran tak terkendali dari bahan penelitian mungkin telah mengubah susunan genetik varietas lokal melalui persilangan alam tak terelakkan atau bahkan menggantinya.

Introduksi dari luar negeri memungkinkan pengumpulan varietas-

varietas yang masing-masing cocok untuk lingkungan berbeda akibat dari seleksi alam atau seleksi oleh petani setempat. Melalui introduksi, Indonesia juga dapat memanfaatkan kemajuan program pemuliaan yang dicapai oleh negara lain.

### **Pengembangan Gene Pool**

Koleksi plasma nutfah bertambah dengan cepat. Bahan-bahan tersebut memiliki diversitas besar, dan merupakan sumber gen untuk sifat-sifat daya hasil tinggi, ketahanan penyakit bulai (*Peronosclerospora maydis*), umur genjah dan sifat-sifat baik lainnya. Bahan yang tersedia memberi peluang besar untuk perbaikan.

Untuk memanfaatkan plasma nutfah secara menyeluruh, mulai tahun 1980 dikembangkan gene pool. Koleksi dikelompokkan menurut umur dan warna biji sebagai berikut: kuning < 80 hari (Pool 1), 80-90 hari (Pool 2), 90-100 hari (Pool 3), > 100 hari (Pool 4); dan putih 80-100 hari (Pool 5). Masing-masing kelompok disilangkan dengan pejantan Arjuna untuk Pool 1, 2, dan 3; Suwan 1 untuk Pool 4 dan Bromo untuk Pool 5. Metode seleksi pada dasarnya adalah modified half-sib tanpa pengujian hasil dengan rekombinasi dan seleksi berlangsung setiap siklus (1 siklus = 1 generasi). Seleksi terutama dilakukan secara visual. Mulai generasi kedua atau ketiga rekombinasi/seleksi diadakan di dua lokasi atau lebih (termasuk Bogor) dan diikuti dengan rekombinasi/ seleksi bahan terseleksi dari lokasi-lokasi tersebut yang diadakan di Bogor. Rekombinasi/seleksi dilaksanakan berulang dan pada akhir tahun 1985 sampai pada generasi ke 10-12.

Pada tahun 1983, dimulai perbaikan populasi sebagai bagian dari kegiatan menyeluruh. Populasi 42 dikembangkan dari kerabat half-sib terpilih dari Pool 2, dan ditangani dengan seleksi full-sib dengan pengujian hasil. Satu siklus seleksi terdiri dari 3 musim, yaitu pembentukan kerabat full-sib, pengujian hasil berulang dari kerabat full-sib, dan seleksi sifat agronomik dalam kerabat terpilih. Pembentukan dan seleksi dalam full-sib dilakukan di kebun percobaan Balai Penelitian Tanaman Pangan Malang, sedangkan pengujian hasil dikerjakan bersama dengan Balai lain.

Mulai tahun 1986 kegiatan perbaikan populasi disatukan dengan pengembangan gene pool, dan sistem pengembangan gene pool diganti dengan kombinasi seleksi S1 dengan pengujian hasil dan half-sib. Satu siklus seleksi terdiri dari 4 musim (21). Karena Pool 2 umurnya mendekati Pool 1 sedang hasilnya tidak banyak berbeda, dan umur Pool 4 mendekati Pool 3, maka kerabat genjah dari Pool-2 dan kerabat dengan hasil tinggi dari Pool 3 masing-masing diintrogresikan ke dalam Pool 1 dan Pool 4.

Dengan demikian pengembangan diteruskan dengan Pool 1, Pool 4 dan Pool 5, sedangkan Pool 2 dan Pool 3 dipertahankan. Pool 4 ternyata baik untuk dataran tinggi sehingga dataran tinggi dimasukkan sebagai salah satu lingkungan seleksi untuk Pool 4.

Pengembangan gene pool dianggap sebagai pendekatan menguntungkan karena:

1. Pada setiap siklus setelah 3 generasi pertama, varietas baru atau bahan untuk membentuk varietas baru dapat diekstrak dari Pool untuk masing-masing atau seluruh lingkungan seleksi.
2. Sifat-sifat baik yang ada dalam setiap plasma nutfah dapat dimanfaatkan.
3. Ragam genetik dapat dipertahankan karena rekombinasi diperbesar dengan intercrossing antara genotipe terpilih pada setiap siklus, dan di samping mutasi pada setiap siklus dapat diintrogresikan plasma nutfah baru ke dalam pool. Pendekatan ini membantu mengurangi kemungkinan terjadinya erosi genetik dari koleksi yang timbul akibat keterbatasan fasilitas.
4. Frekuensi alel yang baik dapat ditingkatkan secara berangsur.
5. Fleksibel, dalam arti pada setiap tahap seleksi (terlebih pada sistem half-sib) jumlah lokasi seleksi dapat ditambah atau dikurangi sesuai dengan perkembangan ketenagaan, fasilitas, dan biaya.
6. Pool dapat merupakan sumber utama pembuatan jagung hibrida yang diarahkan sejak awal.

### **Perbaikan Varietas Bersari Bebas dan Pengembangan Hibrida**

Berbagai metode seleksi (seleksi massa, half-sib, full-sib, self-progeny, modifikasi atau kombinasinya) digunakan untuk memperbaiki atau membentuk varietas bersari bebas (sintetik atau komposit) baik secara ketat atau ringan. Seleksi ditujukan terutama untuk kepentingan wilayah atau membentuk varietas yang lebih spesifik lokasi sehingga seleksi lebih mengutamakan peningkatan nilai rata-rata suatu sifat daripada mempertahankan ragam genetik. Varietas atau bahan yang diperbaiki dapat berasal dari koleksi, introduksi, atau pengembangan pool.

Dalam pengembangan hibrida sumber komponen hibrida adalah pool atau bahan lain. Oleh karena gene pool mengalami perbaikan berdasarkan seleksi di berbagai lokasi secara berulang dan terus menerus, maka dapat diharapkan pada suatu waktu akan diperoleh varietas hibrida yang memiliki daya hasil lebih tinggi dengan stabilitas lintas lingkungan sama dengan varietas bersari bebas terbaik.

## **Pengujian Hasil Regional**

Seleksi di kebun percobaan untuk membentuk atau memperbaiki varietas didasarkan pada penilaian dalam lingkungan terbatas. Tetapi varietas yang dihasilkan akan dibudidayakan dalam lingkungan beraneka ragam. Pengujian varietas di berbagai lokasi dan musim memungkinkan penilaian dan pemilihan varietas untuk dianjurkan di suatu daerah berdasarkan nilai rata-rata dan stabilitas hasilnya. Varietas-varietas terpilih dari berbagai Balittan diuji bersama di kebun-kebun percobaan Balittan dan juga di luar kebun percobaan bekerjasama dengan Direktorat Bina Produksi Tanaman Pangan.

## **Perbanyak Benih Pemulia (Breeder Seeds)**

Varietas yang dilepas kurang memberi kontribusi pada peningkatan produksi apabila tidak disertai dengan penangkaran dan penyebaran benih secara sistematis dan terencana. Penyediaan benih pemulia terus menerus diperlukan untuk memproduksi benih dasar (foundation seeds) dan kelas-kelas benih berikutnya. Untuk mempertahankan identitas varietas dan memproduksi benih pemulia digunakan seleksi ear-to-row.

## **PENELITIAN DASAR**

Penelitian yang bersifat lebih mendasar diperlukan untuk mendukung pemuliaan terapan, menilai program, melakukan modifikasi atau mengalihkan sebagian program, atau jika perlu bahkan merombak seluruh program.

Penelitian dasar mencakup:

1. Metode seleksi yang meliputi aspek-aspek: bahan seleksi, unit seleksi, kriteria seleksi, lingkungan seleksi, tanggapan seleksi, waktu seleksi, dan parameter genetik (ragam, nilai rata-rata, pengaruh gen additif dan dominan, daya gabung umum dan khusus, korelasi, dan heritabilitas).
2. Adaptasi dan stabilitas varietas, jumlah lokasi dan musim percobaan yang efisien.
3. Metode skrining untuk toleransi penyakit, hama, dan tekanan lingkungan.

## **KETAHANAN ATAU TOLERANSI TERHADAP TEKANAN**



## **LINGKUNGAN, PENYAKIT, DAN HAMA**

Bahan-bahan dari koleksi lokal dan introduksi, kerabat dalam pengembangan pool, dan varietas percobaan dapat disaring untuk membuat dan memilih varietas yang tahan atau toleran terhadap tekanan lingkungan, penyakit, dan hama. Seleksi yang dilakukan pada pengembangan pool akan mempertinggi peluang diperolehnya varietas yang tahan/toleran terhadap tekanan lingkungan, penyakit, dan hama, dan memiliki potensi hasil tinggi.

## **PRIORITAS PENGEMBANGAN VARIETAS UNTUK MASING-MASING WILAYAH**

Kebutuhan dan masalah yang dihadapi beragam antar wilayah. Prioritas pengembangan varietas di masing-masing balai penelitian tanaman pangan (Balittan) disesuaikan dengan kebutuhan, masalah, dan kemampuan yang ada sekarang, dan yang sejalan dengan mandat balai.

Balittan Bogor mengembangkan varietas tahan bulai (termasuk tahan busuk tongkol, bercak daun, dan karat untuk dataran tinggi), hasil tinggi, memiliki adaptasi dan stabilitas luas, serta mendapatkan informasi ilmiah untuk menunjang pemuliaan terapan.

Balittan Sukamandi mengembangkan hibrida umur genjah sampai dalam (80-100 hari), kuning atau putih, tahan bulai, dan hasil tinggi.

Balittan Malang mengembangkan varietas genjah (kurang dari 90 hari), biji kuning, tahan bulai, toleran kekeringan, dan hasil tinggi.

Balittan Maros mengembangkan varietas genjah (kurang dari 90 hari) khususnya yang putih, tahan bulai, toleran kekeringan, dan hasil tinggi.

Balittan Banjarbaru mengembangkan varietas genjah sampai tengahan (kurang dari 100 hari), putih, tahan bulai, hasil tinggi.

Balitan Sukarami mengembangkan varietas tahan bulai (terutama yang berbiji kuning), hasil tinggi, dan toleran pH rendah/keracunan aluminium.

## **KOORDINASI PELAKSANAAN PROGRAM**

Agar penelitian berjalan berkesinambungan, efisien, dan

memperoleh hasil yang diinginkan diperlukan kerjasama serasi antarBalittan. Rapat teknik palawija tahun 1982 (11) menyepakati pembagian tugas koordinasi sebagai berikut:

1. Koleksi dan introduksi, sebelum dipindah ke Malang, dipusatkan di Bogor (pada waktu ini kegiatan tersebut diadakan di Malang dan Bogor).
2. Pengembangan gene pool dikoordinasikan oleh Balittan Bogor.
3. Perbaikan populasi akan dikoordinasikan oleh Balittan Malang. Kegiatan ini dimulai tahun 1983 dan dalam tahun 1986 digabungkan dengan pengembangan gene pool.
4. Seleksi untuk keperluan wilayah dilakukan oleh masing-masing Balittan.
5. Pengembangan hibrida dikonsentrasikan di Balittan Sukamandi.
6. Pengujian hasil regional dikoordinasikan oleh Balittan Bogor.
7. Perbanyak benih pemulia dikoordinasikan oleh Puslitbangtan.
8. Penelitian dasar dikoordinasikan oleh Balittan Bogor.

### **KERJASAMA DENGAN INSTANSI LAIN**

Untuk meningkatkan kualitas penelitian melalui latihan tenaga penelitian, pertukaran informasi, pengetahuan, teknologi, dan bahan-bahan terpilih, dan untuk melaksanakan percobaan dan penyebaran varietas, diadakan kerjasama dengan instansi lain di dalam dan di luar negeri.

Kerjasama dalam negeri diadakan dengan Direktorat Bina Produksi Tanaman Pangan, Dinas Pertanian Tanaman Pangan Propinsi, Universitas, dan perusahaan benih Sang Hyang Seri.

Kerjasama luar negeri diadakan dengan Pusat Penelitian Jagung dan Terigu CIMMYT, Asean Cropping System Network, FAO, dan perusahaan benih swasta seperti Cargill, Bright Indonesia Seed Industry, Pioneer, dan Ciba.

### **MASALAH DALAM PERBAIKAN VARIETAS**

1. **Potensi hasil.** Percobaan-percobaan varietas menunjukkan bahwa hanya sedikit varietas lokal yang mampu memberi hasil rata-rata 2,5-3,0 t/ha (6, 7, 15, 20). Potensi hasil adalah salah satu sifat terpenting yang secara bertahap harus terus ditingkatkan dalam pengembangan varietas.
2. **Umur.** Pertanaman jagung di Indonesia bervariasi umurnya, mulai

kurang dari 70 hari sampai lebih dari 120 hari. Data yang dikumpulkan tahun 1954 menunjukkan bahwa sekitar 75 % areal jagung di Jawa dan Madura (50% dari areal jagung di Indonesia) ditanami jagung berumur kurang dari 95 hari. Di daerah lain seperti di Sulawesi, banyak pula ditanam jagung genjah. Diperkirakan bahwa distribusi umur tidak banyak berubah sampai tahun 1980. Tetapi Mink (8) memperkirakan bahwa potensi adopsi jagung berumur lebih dari 95 hari adalah 65% dari total areal, 85 sampai 95 hari 25% dan kurang dari 85 hari 10%. Pengembangan varietas harus meliputi berbagai golongan umur.

3. **Warna.** Areal jagung di Jawa dan Madura (66 % dari areal jagung di Indonesia) ditanami jagung kuning seluas 59%, jagung putih 35% dan jagung campuran 6%. Jagung putih juga banyak ditanam di Sulawesi Selatan dan Tenggara. Perbaikan varietas perlu meliputi kedua warna, kuning dan putih.
4. **Tipe biji.** Kebanyakan jagung di Indonesia bertipe biji mutiara (flint) dan setengah mutiara (semi flint). Jagung untuk pakan ternak meningkat 7% per tahun, dan kebutuhan dalam tahun 1988 diperkirakan antara 931.000-1.008.000 ton (9). Pengembangan jagung setengah gigi kuda (semi dent) perlu dipertimbangkan.
5. **Sifat agronomi lain.** Sifat-sifat lain seperti tertutupnya tongkol, tongkol terkulai jika masak, daun hijau waktu biji masak, ketahanan rebah, dan tinggi tanaman perlu diperhatikan dalam pengembangan varietas.
6. **Interaksi genotipe dengan lingkungan.** Ragam lingkungan tumbuh pertanaman jagung sangat besar (15, 17, 19, 20, 23). Pada pertanaman petani, ragam tersebut ditimbulkan oleh perbedaan tanah, iklim, cara pengairan, cara bercocok tanam, pergiliran tanaman, dan pemupukan. Interaksi genotipe dengan lingkungan juga besar (15, 16, 17, 19, 20, 23). Stratifikasi lingkungan diperlukan untuk memperkecil keragaman dan varietas berdaya hasil tinggi yang stabil dalam arti berinteraksi sekecil mungkin dengan lingkungan diperlukan, lebih-lebih karena petani jagung umumnya adalah petani kecil. Pembentukan varietas yang stabil perlu dilakukan secara sistematis sejak awal dalam proses pengembangan varietas (20).
7. **Tekanan lingkungan.** Sekitar 79 % areal jagung di Indonesia berada di lahan kering, 11 % di lahan sawah tadah hujan dan 10% di lahan sawah beririgasi (8). Jagung ditanam pada awal atau akhir musim penghujan, atau pada musim kemarau. Kekeringan pada awal pertumbuhan atau pada musim berbunga, genangan air, udara dengan kelembaban tinggi dan berkabut pada fase berbunga dan sesudahnya sering mengganggu pertumbuhan dan mengakibatkan fluktuasi produksi. Kemasaman tanah tinggi, keracunan aluminium, kekurangan fosfat dan bahan organik adalah masalah-masalah yang umumnya dihadapi pada pembukaan lahan baru. Varietas berdaya

hasil tinggi yang tahan atau toleran tekanan lingkungan, atau varietas berdaya hasil cukup tinggi dengan masukan rendah perlu dikembangkan.

8. **Penyakit.** Banyak penyakit menyerang tanaman jagung di Indonesia. Varietas yang tahan penyakit penting seperti bulai (*Peronosclerospora maydis*), karat (*Puccinia* spp.), bercak daun (*Helminthosporium* spp.), busuk tongkol (*Giberella* spp.), dan busuk batang (*Fusarium* spp.) perlu dikembangkan.
9. **Hama.** Dalam penyimpanan, biji jagung mudah diserang hama gudang seperti *Sitophilus oryzae*, *Sitophilus zeamais*, *Rhizopertha dominica*, *Sitotroga cereallella*, *Corcyra cephalonica*. Di lapang, pertanaman jagung mendapat serangan hama seperti ulat tanah (*Agrotis* spp.), lalat bibit (*Atherigona exigua*), pemakan daun (*Lamprosema indicata*, *Prodenia litura*, *Spodoptera mauritia*), ulat tongkol (*Heliothis armigera*), penggerek batang/jagung (*Sesamia inferens*, *Pyrausta nubilalis*, *Ostrinia furnacalis*) dan lundi (*Holotrichia* sp., *Apogonia* sp., *Oryctes* sp.). Varietas tahan hama juga perlu dikembangkan.
10. **Kualitas.** Kira-kira 71,7% jagung di Indonesia digunakan untuk pangan, 15,5% untuk pakan, 0,8% untuk industri, dan 0,1 % untuk ekspor (24). Timmer (24) memproyeksikan bahwa produksi rata-rata tahun 1988-89 dikurangi kebutuhan domestik berada di antara 235.000 sampai 489.000 ton, yang dapat digunakan untuk ekspor atau untuk industri. Program perbaikan varietas harus semakin mengarah kepada spesifik penggunaan, dan sifat-sifat seperti rasa, kualitas protein, keseragaman biji (di samping tipe dan warna), keseragaman tongkol perlu lebih mendapat perhatian.
11. **Varietas untuk tanam campur.** Kira-kira 34% jagung di Indonesia dibudidayakan bercampur dengan tanaman lain (8). Program pemuliaan harus juga mengarah kepada pembentukan varietas unggul yang cocok untuk berbagai kombinasi budidaya campuran dengan sifat-sifat seperti umur pendek, daun tegak, tanaman pendek, bertongkol ganda, dan toleran naungan.

Program pemuliaan telah melakukan perbaikan pada sifat-sifat seperti hasil, umur, warna dan tipe biji, tertutupnya tongkol, dan interaksi genotipe x lingkungan. Pemuliaan untuk toleransi terhadap tekanan lingkungan seperti pH rendah dan kekeringan sudah atau akan segera dimulai. Dalam hal penyakit dan hama, baru pemuliaan untuk ketahanan bulai yang telah dilakukan secara intensif, di samping seleksi yang dilakukan terhadap ketahanan penyakit karat, busuk tongkol, dan bercak daun. Pemuliaan untuk sifat-sifat kualitas dan sifat-sifat yang berhubungan dengan kombinasi budidaya campuran telah dimulai dan perlu diintensifkan.

## **BEBERAPA HASIL PENELITIAN**

### **Varietas Unggul Bersari Bebas**

Sejak dimulainya program penelitian dalam tahun 1923, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan telah melepas 24 varietas bersari bebas (Tabel 1). Penampilan hasil rata-rata dan ketahanan bulai komparatif dari varietas unggul dataran rendah yang dilepas sejak tahun 1964 disajikan dalam Tabel 2. Dari Tabel 1 dan 2 dapat ditarik beberapa hal penting sebagai berikut:

1. Sebelum kemerdekaan pada tahun 1945, varietas-varietas yang dilepas berasal dari bahan koleksi lokal, memiliki tingkat hasil rendah, dan peka penyakit bulai.
2. Dari tahun 1950 sampai 1977, kebanyakan varietas yang dilepas menunjukkan tingkat hasil lebih tinggi (3,0-3,7 t/ha) tetapi berumur dalam dan peka penyakit bulai. Varietas-varietas tersebut kebanyakan berasal dari bahan introduksi luar negeri.
3. Dari tahun 1978 sampai sekarang varietas-varietas yang dilepas berasal dari bahan koleksi lokal dan introduksi luar negeri, bervariasi umurnya, memiliki tingkat hasil lebih tinggi (3,3 sampai 5,4 t/ha), dan tahan penyakit bulai.
4. Sifat-sifat umur genjah, potensi hasil tinggi, dan tahan bulai dapat digabungkan ke dalam satu varietas.
5. Untuk periode 1964-80 (16 tahun), potensi hasil varietas bertambah sebesar 36%. Ini ditunjukkan oleh Arjuna yang berasal dari introduksi luar negeri.
6. Melalui pengembangan pool, dalam periode 5 tahun berikutnya (1980-85) potensi hasil varietas meningkat lagi sebesar 24%, yang ditunjukkan oleh Kalingga.
7. Selama periode 1964-84 (21 tahun) peningkatan potensi hasil per tahun dengan varietas bersari bebas adalah 2,9%, dan apabila umur diperhitungkan maka angka tersebut menjadi 3,1 %.

Varietas-varietas yang dilepas tersebut telah banyak menyebar dan ditanam petani. Metro, Harapan, Harapan Baru,, dan Arjuna nampaknya adalah varietas unggul yang sangat dikenal, dan Arjuna paling banyak dibudidayakan karena umurnya cukup genjah, hasil tinggi, cukup tahan bulai dan dipromosikan dengan baik.

Data MK 1985 - MH 1985/86 menunjukkan bahwa dari areal jagung seluas 1,6 juta ha, 27% ditanami varietas unggul dan 18% di antaranya adalah varietas Arjuna. Perkiraan terakhir adalah lebih dari 50 % areal jagung di Indonesia ditanami varietas unggul. Tetapi ini tidak berarti bahwa benih varietas unggul yang ditanam selalu murni.

## Varietas Hibrida

Karena program hibrida hanya merupakan sampingan dan terputus-putus maka sampai sekarang Puslitbangtan belum melepas hibrida.

Hibrida silang puncak dan silang tunggal yang dibentuk dalam tahun lima puluhan memberi hasil tinggi tetapi tidak lebih tinggi daripada varietas bersari bebas Perta, kecuali bahwa hibrida memiliki biji lebih keras dengan warna dan besaran lebih seragam.

Hibrida silang puncak dan silang tunggal yang dibentuk dalam tahun enam puluhan dapat memberi hasil 40% lebih dari Harapan, tetapi keadaan dan situasi waktu itu tidak mendukung kelanjutan program.

Tabel 1. Varietas unggul jagung Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan yang dilepas, sebelum 1945-1985.

Varietas	Populasi dasar	Tahun dilepas	Umur (liar <sup>o</sup> )	Hasil rata-rata (t/ha)	Reaksi terhadap penyakit bulai**
Maya	Landrace	Sebelum 1945	95	1,1*	P
Genjah Warangan	Landrace	Sebelum 1945	80	0,8*	P
Baster Kuning+	Landrace	1951-60	130	3,3	P
Kania Putih+	Introduksi	1951-60	150	3,3	
Penduduk Ngale	Landrace	1951-60	85	0,8*	P
Malin	Introduksi	1951-60	100	3	P
Perta	Introduksi	1956	110	1,7*	P
Metro	Introduksi	1956	110	3,2	P
Harapan	Introduksi	1964	105	3,3	P
Bima +	Introduksi	1966	140	3,7	
Pandu +	Landrace dan Introduksi	1966	130	3,7	
Per madi (Bogor Sintetik 2)	Landrace dan Introduksi	1966	96	3,3	P
Bogor Composite 2	Introduksi	1969	105	3,6	P
Harapan Baru	Introduksi	1978	105	3,6	T
Arjuna	Introduksi	1980	90	4,3	T
Bromo	Introduksi	1980	90	3,8	T
Parikesit	Introduksi	1981	105	3,8	T
Sadewa	Landrace dan Introduksi	1983	86	3,7	AT
Nakula	Landrace dan Introduksi	1983	85	3,6	T
Abimanyu	Landrace dan Introduksi	1983	80	3,3	T
Kalingga	Landrace dan Introduksi	1985	96	5,4	T
Wiyasa	Landrace dan Introduksi	1985	96	5,3	T

+Varietas dataran tinggi, \*Tanpa/pemupukan sangat rendah.

\*\* P = peka; AT = agak tahan; T = tahan.

- = tidak ada data dari percobaan bulai, peka.

Tabel 2. Varietas unggul dataran rendah sesudah tahun 1960.

Periode	Varietas	Tahun dilepas	Umur Masak (Hari)	Hasil Relatif								Serangan Bulai (%)								
				100	100	100	100	100	100	100	100	88	78	81	70	69	70	65		
Sebelum Pelita	Harapan	1964	105	100	100	100	100	100	-	-	-	-	88	78	81	70	69	70	65	
	Permadi	1966	100	101									66							
Pelita I	Bogor Composite 2	1969	100	108										63						
Pelita II	Harapan Baru	1978	105		108	111									18	15	13	15	13	
Pelita III	Parikesit	1981	105			116										15				
	Arjuna	1980	90				136		136	136	136	136					17		12	
	Bromo	1980	90					117	122								14			
	Sadewa	1983	85						118										45	
	Nakula	1983	85						115										26	
	Abimanyu	1983	80							110										
Pelita IV	Wiyasa	1985	96								158									20
	Kalingga	1985	96									160								14
Jumlah Percobaan					41	33	43	15	11	38	9	7	24	4	5	8	10	10	3	1

Hibrida silang puncak dan silang tunggal dari galur yang dibentuk dalam tahun tujuh puluhan dapat memberi hasil 20% lebih tinggi dari Arjuna, tetapi masih lebih rendah daripada Hibrida C-1.

Beberapa hal penting yang berkaitan dengan pembentukan hibrida di Puslitbangtan perlu dikemukakan sebagai berikut:

1. Galur-galur Puslitbangtan berasal dari varietas-varietas dengan potensi hasil lebih rendah daripada varietas-varietas yang kemudian dilepas seperti Perta, Arjuna, dan Kalingga. Dibanding dengan populasi dasarnya, potensi hasil hibrida Puslitbangtan memang lebih tinggi.
2. Sebelum galur-galur diuji dalam kombinasi hibrida, varietas bersari bebas berasal dari introduksi atau pengembangan pool (Perta, Arjuna, Kalingga) dengan potensi hasil lebih tinggi dari populasi asal galur telah dilepas.
3. Waktu hibrida sampai pada tahap pengujian, hasil hibrida introduksi TC 63.85 dari Cargill dilepas dengan nama C-1-.

Hibrida pertama yang dilepas di Indonesia dan tersedia di pasaran adalah Hibrida C-1, hibrida silang puncak dari Cargill. Hasil rata-rata percobaan hibrida tersebut 5,8 t/ha dan hasil rata-rata demonstrasi di berbagai propinsi adalah 6,0 t/ha. Pelepasan hibrida ini diikuti oleh pelepasan beberapa hibrida lain dari perusahaan-perusahaan perbenihan swasta dan universitas pemerintah (Tabel 3). Semua hibrida tersebut tergolong tengahan sampai dalam.

### **PROSPEK PERBAIKAN VARIETAS**

Hasil hibrida yang tertera pada Tabel 3 adalah rata-rata lintas lokasi dan musim. Hasil di atas 9,0 t/ha terdapat pada tingkat percobaan dan di atas 13,0 t/ha pada tingkat demonstrasi di lahan petani. Varietas bersari bebas Kalingga memberi hasil rata-rata 5,4 t/ha

(Tabel 1). Sejumlah bahan dari CIMMYT menampilkan potensi hasil tinggi. Ini menunjukkan peluang bahwa varietas (hibrida dan bersari bebas) yang lebih produktif dari yang ada sekarang dapat dikembangkan apabila program pemuliaan dilaksanakan secara intensif (22).

Hibrida silang tunggal terbaik dari suatu populasi diharapkan dapat memberi hasil 35% dan varietas bersari bebas terbaik lebih dari 20% di atas populasi dasarnya (10, 13). Apabila kelebihan hasil itu 30% dan 12% saja maka dari populasi yang sekarang tersedia dapat dikembangkan hibrida dan varietas bersari bebas dengan hasil 7,0 t/ha dan 6,0 t/ha dalam waktu tidak terlalu lama. Tujuh percobaan varietas yang diekstrak dari Arjuna memberi hasil rata-rata 13% di atas varietas asalnya. Data yang masih terbatas memperlihatkan bahwa ada F1 perkawinan antara S5 dari Arjuna yang memberi hasil 38% di atas Arjuna.



Hasil seleksi pada tanah dengan 3,09 me Al-dd jika ditanam pada tanah sama dengan pangapuran 1, 2, dan 3 t/ha memberi hasil rata-rata 2,70 t /ha dibanding bahan asalnya 2,17 t/ha (3). Ini memberikan tanda bahwa varietas toleran keracunan Al dapat dikembangkan dengan seleksi. Mulai tahun 1987, Indonesia berpartisipasi dalam program internasional perbaikan varietas untuk toleransi terhadap keracunan aluminium dari CIMMYT, yang diharapkan dapat mengembangkan varietas berdaya hasil tinggi pada lahan masam.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. **Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 1979.** Tanaman Pangan, Konsultasi Penelitian Pertanian Menunjang Pembangunan Sumatera. Bukittinggi, 28 Nov-2 Des. 1979.
2. **Baharsyah, S., and R. Cummings Jr. 1980.** The role of agricultural research in national development- implications for research strategies in a region. Indon. Agric. Res. Dev. Jour. Vol. 2, No. 2: 23-58.
3. **Budiarti, S.G. 1985.** Seleksi daur ulang (daur 1) untuk toleransi terhadap keracunan aluminium pada jagung (*Zea mays* L.). Tesis Fakultas Pasca Sarjana, IPB.
4. **Centro Internacional de Mejoramiento De Maiz Y Trigo. 1987.** 1986 CIMMYT world maize facts and trends: the economics of commercial maize seed production in developing countries. Mexico, D.F.
5. **Djauhari, A., Adimesra Djulin, and Irian Soejono. 1987.** Farm level prospects of and constraints to improved maize production technology. SurveyReport. CGPRT Centre.
6. **Lembaga Pusat Penelitian Pertanian. 1973.** Laporan kemajuan pemuliaan jagung, sorgum dan gandum 1971 - MK 1973. LP3 Bagian Agronomi, Bogor.
7. **Lembaga Pusat Penelitian Pertanian. 1979.** Laporan kemajuan pemuliaan jagung, sorgum dan gandum MK 1978 dan MH 1978-79 No.-5. LP3 Bagian Pemuliaan, Bogor.
8. **Mink, Stephen D. 1984.** Corn production in Indonesia: Systems and economics. Working paper No. 9. In Dorosh, P., W. Falcon, S. Mink, R.M.S. Pearson, D. Perry, and P. Timmer. Dec. 1984. The Corn Economy of Indonesia. Stanford University/Bulog Corn Project.
9. **Mink, Stephen D. 1984.** Corn in the Indonesian livestock economy. Working paper No. 10. In Dorosh, P., W. Falcon, S. Mink, R.M.S. Pearson, D. Perry, and P. Timmer. Dec. 1984. The Corn economy of Indonesia. Stanford University/Bulog Corn Project.
10. **Paliwal, R.L., and E.W. Sprague. 1981.** Improving adaptation and yield dependability in maize in the developing world. CIMMYT, Mexico.

11. **Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 1982.** Risalah rapat tehnik palawija, Bogor, 7-9 Juni 1982.
12. **Sofjan. 1956.** Suatu tinjauan kritis dari cara-cara seleksi yang dipakai untuk jagung di Indonesia. *Tehnik Pertanian* V: 40-81.
13. **Sprague, G.F., and S.A. Eberhart. 1977.** Corn breeding. In *Corn and Corn Improvement*. (Ed. G.F. Sprague), Amer. Soc. Agron. Inc., pp. 35-362.
14. **Subandi. 1979.** Eighteen year of corn breeding (1961-1978). *Indon. Agric.Res. Dev. Jour.* Vol. 1, No. 3 & 4: 21-24.
15. **Subandi. 1979.** Yield stability of nine early maturing varieties of **corn**. *Contr. Centr. Res. Inst. Agric.* No. 53: lip.
16. **Subandi. 1981.** Genotype-environment interaction in corn variety tests. *Contr. Centr. Res. Inst. Agric.* No. 65: 1-11
17. **Subandi. 1982.** Yield stability of early to late corn varieties. *Penelitian Pertanian* Vol. 2, No. 1: 6-10.
18. **Subandi. 1987.** Maize production in Indonesia. Paper presented at the National Maize Workshop, 21-23 July 1987. MARDI, Penang, Malaysia.
19. **Subandi, M.R. Hakim, and M.M. Dahlan. 1978.** Yield per f or m anceof fifteen maize varieties in different environments. *Contr. Centr. Res. Inst.. Agric.* No. 39: 12p.
20. **Subandi, M.R. Hakim, A. Sudjana, M.M. Dahlan and Amsir Rifin. 1979.** Mean and stability for yield of early and late varieties of corn in varying environments. *Contr. Centr. Res. Inst. Agric.* No.51: 24p.
21. **Subandi and Sudjana. 1986.** Report on the meeting between CIMMYT Asian Regional Maize Staff and Maize Breeding Staff of CRIFC, Bogor 30 January 1986.
22. **Subandi, B. Suprihatno, D.A. Sihombing, Soemardhi, and Sjamsoe'oed Sadjad. 1986.** Research and development of hybrid variety for maize and rice in Indonesia. *Indon. Agric. Res. Dev. Jour.* (in press).
23. **Suyitno, Subandi, dan A. Sudjana. 1981.** Stabilitas hasil jagung umur genjah di berbagai lokasi dan musim. *Penelitian Pertanian* Vol. 1 (1): 12-15.
24. **Timmer, C. Peter. 1984.** Corn marketing and the balance between domestic production and consumption. Working paper No. 14. In Dorosh, P., W. Falcon, S. Mink, R.M.S. Pearson, D. Perry, and P. Timmer, Dec. 1984. *The Corn Economy of Indonesia*. **Stanford** University/Bulog Corn Project.