

Determinan Agronomis Produktivitas Jagung (*The Agronomic Factors Determining Maize Productivity*)

Sutoro

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian
Jl. Tentara Pelajar 3A Bogor
E-mail: storo8@gmail.com

Naskah diterima 4 Mei 2015 dan disetujui diterbitkan 20 Mei 2015

ABSTRACT

The national maize productivity is lower than its genetic potential of the variety. Maize yields varied among regions, due to differences of the technological practices, which mainly included seed quality and variety planted by farmers, rate of fertilizers and the availability of soil moisture. Productivity could be optimized by planting hybrid variety and supplying nutrients through fertilization and providing adequate soil moisture. Open pollinated variety was reported as more suitable for the suboptimum environment. To mitigate the climatic changes which were difficult to predict, proper cultivation techniques and water conservation were the determinant keys for increasing maize productivity. General climatic condition was not a limiting factor for producing maize in Indonesia. Expansion of planted area could be carried out on almost all kinds of farm-lands, provided the three determinant yield factors were implemented. When those program was implemented, it was suggested that Indonesia would reach self sufficiency in maize production.

Keywords: Maize, productivity, hybrid variety, fertilization, irrigation.

ABSTRAK

Produktivitas jagung nasional masih jauh dari potensi genetik dari varietas unggul yang ada. Hasil jagung beragam antar wilayah, disebabkan oleh perbedaan tingkat kemajuan teknologi budidaya yang mencakup komponen benih dan varietas yang ditanam, penggunaan pupuk, dan pengelolaan air. Produktivitas jagung dapat ditingkatkan melalui penanaman varietas unggul berupa varietas jagung hibrida yang adaptif disertai penyediaan hara secara optimal dan kelembaban tanah yang cukup, serta penanaman varietas unggul bersari bebas untuk lahan suboptimal. Untuk menghadapi perubahan iklim yang sulit diprediksi, teknik budidaya dan konservasi air menjadi kunci penentu keberhasilan dalam peningkatan produktivitas jagung. Iklim Indonesia tidak menjadi hambatan dalam usaha produksi jagung, sehingga perluasan areal tanam dapat dilakukan pada segala jenis lahan pertanian, asalkan dibarengi oleh penerapan tiga komponen produksi tersebut. Apabila hal itu dapat dilaksanakan, akan dapat menjadikan Indonesia berswasembada jagung.

Kata kunci: jagung, produktivitas, varietas, pemupukan, pengairan.

PENDAHULUAN

Jagung secara historis merupakan tanaman bahan pangan. Di Amerika Tengah, jagung menjadi pangan pokok bangsa Maya sejak 5.000 SM (Jugenheimer 1975). Hingga akhir abad-19 penggunaan jagung tetap sebagai pangan, terutama di Amerika Selatan, Asia, dan negara-negara Afrika. Biji jagung mengandung karbohidrat (75%), protein (8-9%), dan minyak (5%) yang tinggi, sehingga mulai abad ke-20 jagung telah berubah menjadi komoditas multiguna. Dari total produksi jagung dunia pada tahun 2009 sekitar 709 juta ton, 472 juta ton atau 66% di antaranya digunakan untuk pakan, 20% diolah

dalam industri, dan 14% sebagai pangan manusia (Orenstein 2010). Di Amerika Serikat sejak 2007 sebanyak 83 juta ton biji jagung diolah menjadi ethanol sebagai bahan bioenergi dan kecenderungan penggunaannya terus meningkat (Assadourian 2007, Orenstein 2010). Di Asia, total produksi jagung sekitar 180 juta ton, terbesar di China (140,4 juta ton) dan India (14,7 juta ton) sedangkan Indonesia menurut data USDA-FAS (2008) hanya memproduksi 6,8 juta ton per tahun. Menurut data BPS (2014) produksi jagung di Indonesia mencapai 17 juta ton per tahun. Penggunaan jagung di Asia, termasuk Indonesia, selain untuk industri pakan juga sebagai bahan pangan.

Walaupun hasil penelitian jagung di Indonesia dapat menghasilkan 10-11 t/ha, namun produktivitas di lahan petani sangat beragam, berkisar antara 3,2-8 t/ha (Yasin *et al.* 2014, Girsang *et al.* 2010). Produktivitas jagung nasional pada tahun 2014 menurut data BPS adalah 4,8 t/ha. Secara empiris keragaman produktivitas jagung antarwilayah di Indonesia dan antarpetani disebabkan oleh perbedaan penerapan teknologi budi daya yang mencakup benih, varietas, pupuk, dan pengelolaan air. Di Indonesia wilayah tengah dan barat, usahatani jagung pada umumnya dilakukan secara komersial, menggunakan benih varietas hibrida, pupuk anorganik dan suplementasi pengairan pada musim kemarau. Akan tetapi di wilayah timur, jagung sebagian besar merupakan komponen usahatani subsistensi, menggunakan benih varietas lokal, pemupukan minimal atau pupuk organik dosis rendah dan sumber air sepenuhnya berasal dari hujan.

Kebutuhan jagung untuk industri pakan yang terus berkembang, mengakibatkan Indonesia mengimpor jagung 1-3 juta ton per tahun, terutama untuk memenuhi kebutuhan industri pakan. Hal ini menunjukkan pangsa pasar jagung di dalam negeri masih terbuka, di samping peluang ekspor juga cukup besar karena terjadinya pengurangan stok jagung dunia untuk industri ethanol.

Sistem produksi jagung di Indonesia, seperti juga di negara-negara Asia, masih menunjukkan dikotomi dalam hal teknik produksi dan status usahatannya, seperti terlihat pada Tabel 1.

Kedua sistem usahatani tersebut tetap memerlukan upaya peningkatan produktivitas mencapai optimal, agar diperoleh efisiensi produksi, peningkatan pendapatan, dan tercukupinya kebutuhan pangan pokok. Pencapaian produktivitas optimal jagung sangat penting karena sempitnya pemilikan lahan petani, dan secara nasional juga terbatasnya ketersediaan lahan. Sebagai komoditas perdagangan internasional, harga jagung dalam negeri sangat dipengaruhi harga di pasar internasional. Untuk dapat bersaing dengan harga jagung impor dan pasar bebas wilayah Asean, produktivitas jagung dalam negeri harus lebih tinggi dibanding produktivitas di negara tetangga dengan biaya produksi yang sebanding atau lebih rendah.

Walaupun teknologi anjuran jagung telah tersedia, petani menerapkan teknologi yang beragam. Hal ini berkaitan dengan kemampuan modal usahatani dan kebiasaan individu petani dalam praktek usahatani. Kepemilikan lahan yang sempit mendorong petani membeli dan mengaplikasikan pupuk, terutama nitrogen, yang lebih banyak dari dosis yang dianjurkan. Di samping menurunkan efisiensi produksi, hal ini juga memboroskan penggunaan pupuk yang mendapat subsidi dari pemerintah. Dosis pupuk mendasarkan pada pendekatan pengelolaan hara spesifik lokasi (PHSL) atau *site specific*

Tabel 1. Dikotomi sistem produksi jagung di Indonesia.

| Komponen pembeda | Usahatani subsisten | Usahatani komersial |
|------------------------------|--|--|
| 1. Cara/teknik produksi | Tradisional | Mengadopsi SOP maju |
| 2. Penggunaan oleh petani | Bahan pangan | Dijual, untuk pakan |
| 3. Wilayah produksi | Lahan marjinal | Lahan subur |
| 4. Benih dan varietas | Asalan, varietas lokal atau varietas bersari bebas, sintetik | Bersertifikat, hibrida |
| 5. Pelaku usaha | Petani miskin | Petani pengusaha |
| 6. Penggunaan saran produksi | Minimal atau tanpa | Pupuk anorganik tinggi |
| 7. Pengairan | Curah hujan sewaktu | Suplementasi irigasi |
| 8. Pendorong usaha | Kebutuhan pangan, penambahan penduduk | Perkembangan industri pakan dan ekspor |
| 9. Peran swasta | minimal | Besar dan dinamis |
| 10. Peran pemerintah | besar | kecil |
| 11. Penghambat usaha | Faktor alam | Harga sarana dan harga jual produk |
| 12. Perbaikan usaha | Stabilitas hasil panen | Efisiensi produksi |

Diadopsi dari Falcon (2008).

nutrient management (SSNM) dilaporkan mampu meningkatkan produktivitas dan efisiensi pemupukan (Murni *et al.* 2010, Syafrudin *et al.* 2007). Tingkat kelembaban tanah sering menjadi pembatas produktivitas jagung pada musim kemarau. Dengan memberikan suplementasi irigasi atau pengaturan rotasi tanaman, tanam jagung yang dilakukan lebih awal dapat mencegah tanaman dari cekaman kekeringan (Oseni and Masarirambi 2011, Hadijah 2010).

Makalah ini menelisik faktor determinan atau penentu utama produktivitas optimal jagung, mencakup varietas, pupuk, dan kelembaban tanah untuk memperoleh informasi guna penyediaan teknologi yang sesuai dengan kondisi setempat.

FAKTOR PENENTU PRODUKTIVITAS JAGUNG DI INDONESIA

Produktivitas jagung ditentukan oleh kualitas lingkungan tumbuh dan varietas yang ditanam. Hal ini terjadi karena adanya pengaruh interaksi antara genotipe dengan lingkungan. Secara umum, iklim sangat menentukan pertumbuhan tanaman, terutama suhu, curah hujan, dan intensitas cahaya matahari. Dari aspek iklim, hampir seluruh wilayah di Indonesia sesuai untuk memproduksi jagung. Ketersediaan hara tanah untuk pertumbuhan tanaman jagung juga sangat menentukan keberhasilan

budi daya jagung (Syafuruddin *et al.* 2006. Banyak faktor yang menentukan produktivitas optimal jagung. Faktor lain yang mempengaruhi hasil jagung yaitu kecukupan hara yang diperoleh dari pemberian pupuk, pengendalian hama penyakit dan penyiangan, serta kelembaban tanah (Syafuruddin *et al.* 2006, Aqil *et al.* 2007, Ahmed *et al.* 2011).

Produksi jagung di Indonesia belum dapat memenuhi kebutuhan nasional karena beberapa faktor, di antaranya rendahnya produktivitas, berkisar antara 4-5 t/ha, luas area pertanaman relatif sempit karena kalah bersaing dengan komoditas ekonomis lainnya. Faktor iklim di beberapa wilayah seperti NTT, dan tingkat kesuburan tanah tidak menunjang pertumbuhan tanaman. Pertumbuhan jagung dapat optimal apabila kelembaban tanah cukup yang dapat mendukung proses penyerapan hara secara optimal dan terhambatnya hara yang bersifat toksik bagi tanaman. Kandungan bahan organik dalam tanah mempengaruhi tingkat serapan hara oleh tanaman dari dalam tanah, baik yang berasal dari pupuk maupun mineral tanah (Kasno *et al.* 2006).

Teknologi budi daya jagung yang dapat memberikan produktivitas tinggi harus bersifat operasional dan layak diterapkan petani. Kelembaban tanah berperan penting sebagai determinan produktivitas (Aqil *et al.* 2007, Oseni and Masarirambi 2011, Djaman *et al.* 2013). Pada pola tanam padi-jagung di lahan irigasi, tanaman jagung lebih mudah mendapatkan air tetapi petani lebih suka menanam padi, karena lebih menguntungkan (Bahtiar *et al.* 2010)

Teknologi produksi jagung sangat beragam, bergantung pada orientasi produksi, kondisi lahan, dan kemampuan petani dapat digolongkan menjadi empat kelas, bergantung kualitas lingkungan dan teknik budi daya (Zubactirodin *et al.* 2007), yaitu: 1) sangat rendah pada usahatani tradisional-subsisten; 2) rendah pada lahan kering dengan input suboptimal; 3) tinggi pada lahan kering dengan input medium; dan 4) sangat tinggi pada usahatani jagung komersial. Produktivitas jagung di lahan petani menunjukkan keragaman yang sangat besar, walaupun dapat dioptimalkan pada kisaran 6-7 t/ha. Di lahan yang diusahakan secara subsisten, produktivitas jagung masih rendah. Pertanian subsisten secara umum menggunakan masukan sarana produksi (input) rendah yang berasal dari bahan yang tersedia di lokasi usahatani, yaitu benih dari hasil panen musim tanam sebelumnya, pupuk kandang dosis rendah, dan pengelolaan tanaman secara tradisional. Dengan teknologi input rendah tersebut, hasil jagung hanya sekitar 2 t/ha. Dengan teknologi budi daya baku, hasil jagung dapat mencapai 9-10 t/ha (Syafuruddin *et al.* 2007).

PERAN VARIETAS

Produktivitas jagung sangat dipengaruhi oleh mutu genetik varietas yang ditanam (Yasin *et al.* 2010). Varietas unggul jagung dapat berbentuk varietas bersari bebas dan varietas hibrida. Varietas jagung hibrida memiliki potensi hasil lebih tinggi daripada jagung bersari bebas, karena adanya efek heterosis dari gen-gen penyusun hibrida. Tingkat produktivitas varietas bersari bebas dan hibrida dipengaruhi oleh adaptabilitas masing-masing varietas. Tingkat adaptabilitas bergantung pada proses seleksi varietas tersebut (Sutoro 2007). Jagung hibrida maupun jagung komposit yang bersifat adaptif pada lahan spesifik sangat diperlukan untuk menunjang peningkatan produksi pada lahan tertentu.

Budi daya jagung di Indonesia mengalami evolusi lima tahapan sebagai berikut (Mejaya *et al.* 2010, Hermanto *et al.* 2009).

- (1) Periode sebelum kemerdekaan, berbagai varietas lokal adaptif agroekologi setempat mendominasi area pertanaman jagung di Indonesia. Varietas lokal tersebut umumnya berasal dari hasil seleksi alam dan seleksi oleh petani, dari populasi yang tidak jelas. Varietas lokal yang terkenal antara lain Manado Kuning, Jawa Timur Kuning, Genjah Warangan, Genjah Kretek. Daya hasil varietas lokal tersebut sekitar 2,5 t/ha dan umur panen 80-85 hari.
- (2) Awal kemerdekaan, 1945-1965. Dari hasil penelitian sebelum kemerdekaan, yang diteruskan pada periode awal kemerdekaan, tersedia benih jagung varietas unggul bersari bebas atau sintetik antara lain Genjah Warangan, Perta, Metro, Bastar Kuning, Kania Putih, Harapan, Bima. Varietas tersebut dibentuk menggunakan populasi genetik yang berasal dari dalam dan luar negeri dengan daya hasil 4 t/ha umur panen 100-110 hari. Pada periode tersebut varietas lokal masih ditanam petani.
- (3) Masa 1966-1985. Periode ini ditandai oleh tersedianya varietas unggul bersari bebas yang daya hasilnya mencapai 5 t/ha, dibarengi tersedianya pupuk urea dan ZA di semua wilayah di Indonesia. Tingkat adopsi varietas unggul dan pemupukan urea semakin meluas dan varietas lokal semakin terdesak. Varietas yang terkenal pada masa itu antara lain Bisma, Pandu, Bayu, Bogor Composit-2, dan Arjuna.
- (4) Periode awal adopsi hibrida, 1986-2000. Pada periode ini penggunaan pupuk urea dan ZA sudah meluas oleh hampir semua petani jagung. Varietas jagung hibrida mulai diperkenalkan dan diadopsi petani. Di sentra produksi jagung seperti Jawa Timur, Jawa Tengah, Lampung, dan Sumatera Utara, petani mulai mengadopsi varietas hibrida, seperti Pioner-1, CPI-1,

C-2, dan BISI-2 dengan produktivitas 6-7 t/ha. Namun petani pada lahan kering masih banyak yang menanam varietas unggul bersari bebas seperti Arjuna, Rama, Bisma, Lagaligo, Surya, Lamuru, dan Andalas-4; yang produktivitasnya sekitar 5 t/ha.

- (5) Periode adopsi varietas hibrida, 2001-2015 dan selanjutnya. Sebagian besar petani telah menjadikan jagung sebagai komoditas komersial karena didorong oleh permintaan yang tinggi untuk industri pakan, tersedianya pupuk bersubsidi, dan tersedianya benih varietas hibrida pada kios pertanian di seluruh wilayah. Bachtiar *et al.* (2007) berdasarkan data Direktorat Perbenihan Kementerian Pertanian melaporkan bahwa pada tahun 2005 area pertanaman jagung hibrida telah mencapai 89%, varietas bersari bebas 5% dan varietas lokal 6% dari total luas panen 3,6 juta ha. Walaupun data tersebut mungkin tidak akurat namun dapat menggambarkan tingkat adopsi varietas hibrida oleh petani.

Varietas unggul bersari bebas yang masih ditanam petani hingga kini antara lain Arjuna, Bisma, Kalingga, Lamuru, dan Sukmaraga, menempati lahan kering subsisten, terutama di NTT, NTB, Maluku dan wilayah pegunungan di Jawa (Bachtiar *et al.* 2007). Potensi hasil jagung hibrida berkisar antara 7,7-9,2 t/ha pada musim hujan (Hipi *et al.* 2010). Penanaman varietas hibrida yang lebih luas mulai awal tahun 2000 dan telah berkontribusi nyata terhadap kenaikan produksi jagung nasional, dari 8,1 juta ton pada tahun 1995 menjadi 12,5 juta ton pada tahun 2005 dan 18 juta ton pada tahun 2013 (BPS 2014).

Varietas jagung yang dipilih petani umumnya ditentukan oleh kemampuan penyediaan modal dan kualitas lahan (Hadijah 2010). Rendahnya produktivitas jagung di wilayah timur Indonesia disebabkan karena petani menanam benih turunan hibrida atau varietas bersari bebas. Pada lahan kering suboptimal, hasil jagung hibrida sering lebih rendah daripada varietas bersari bebas (Taufik dan Thamrin 2009). Konstruksi gen jagung komposit bersifat stabil dari generasi ke generasi selama terjadi persilangan yang berlangsung secara acak. Hal tersebut berbeda dengan jagung hibrida yang akan berubah konstruksi genetiknya antargenerasi, sehingga potensi hasil dari benih turunan akan lebih rendah. Benih jagung hibrida memberikan hasil terbaik pada kondisi optimum. Pada kondisi kurang optimum (lahan marginal atau input rendah), penggunaan jagung komposit lebih menguntungkan daripada jagung hibrida (Pixley and Banziger 2001). Penggunaan varietas unggul bersari bebas mampu meningkatkan hasil 108-172% dibandingkan dengan varietas lokal (Samijan dan Prastuti 2010).

PERAN PUPUK

Sifat fisik dan kimia tanah yang dapat menunjang pertumbuhan jagung adalah bertekstur gembur (ringan) dengan drainase yang baik dan mengandung hara yang cukup. Pada tanah bertekstur berat diperlukan pemberian bahan organik berupa pupuk kandang atau pupuk organik untuk memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah (Ofor *et al.* 2009). Sistem pertanaman *intercropping* jagung-glisridia dilaporkan sebagai alternatif perbaikan kesuburan tanah (Akinnifesi *et al.* 2006).

Kandungan N tanah merupakan faktor penting yang menentukan produktivitas jagung (Gentry *et al.* 2013). Jagung memerlukan hara N cukup banyak. Selain pupuk N anorganik, pupuk kandang dapat digunakan sebagai suplementasi sumber N (Amaral *et al.* 2015). Jenis tanah mempengaruhi serapan hara oleh tanaman jagung, tetapi jenis tanah bukan merupakan faktor penentu hasil jagung, selama pengelolaan lapangan memadai (Li *et al.* 2012). Dinamika kesuburan tanah dalam budi daya jagung menunjukkan kandungan C organik, total N, K, Ca dan Mg dipengaruhi oleh lamanya pertanaman jagung di lapangan (Agreda 2005). Produktivitas jagung pada pola jagung-jagung di lahan yang berproduktivitas tinggi dan cekaman rendah tidak terjadi penurunan hasil (Porter *et al.* 1997). Pada pertanaman jagung terus-menerus sepanjang tahun, menurun dibandingkan dengan pertanaman jagung yang dirotasi dengan kedelai (Doerge 2007).

Faktor penentu produktivitas jagung terutama adalah ketersediaan hara N, P, K dan unsur mikro. Pemberian pupuk N dengan dosis sedang mengakibatkan kehilangan hasil 10-22%, tanpa pupuk K menurunkan hasil 13%, tanpa pupuk fosfat dan tanpa Zn dan Mn menurunkan hasil 10-12% (Subedi and Ma 2009). Syafruddin *et al.* (2006), menyatakan bahwa pupuk nitrogen menjadi determinan hasil jagung yang tinggi pada tanah Inceptisol di Bone. Pemupukan lengkap NPK pada jagung dengan dosis sedang (67,5 kg N + 45 kg P₂O₅ + 30 kg K₂O) memberi hasil 7,3 t/ha, sedangkan tanpa N dengan dosis P dan K yang sama hanya memberi hasil 3,4 t/ha. Hasil jagung dari perlakuan penambahan N menjadi 135 kg/ha pada dosis P dan K yang sama memberikan hasil 7,97 t/ha, atau hanya meningkat 0,67 t/ha. Pemupukan N berlebihan menurunkan efisiensi agronomis pupuk dan menekan recovery hara P. Oleh karena itu, jumlah pupuk yang diberikan perlu memperhatikan tingkat kesuburan tanah. Untuk menghasilkan setiap 1.000 kg jagung, serapan hara yang terakumulasi pada tanaman bagian atas 17-20 kg N, 3-4,5 kg P, and 15-16 kg K (XinpengXu *et al.* 2013). Serapan hara oleh tanaman jagung yang tumbuh subur mencapai 114 kg N, 51 kg P, dan 66 kg K/ha (Kasno dan Rostaman 2013). Pada lahan dengan kondisi N cukup, perakaran tanaman lebih berkembang sehingga laju

serapan hara dan aliran melalui phloem dan xylem meningkat (Liangzheng Xu *et al.* 2009).

Niehues *et al.* (2004) melaporkan bahwa pemberian 22 kg N/ha pada tanaman jagung sebagai starter pada saat tanam tanpa olah tanah menaikkan bobot biomassa dan hasil biji dibandingkan dengan total dosis pupuk N yang sama (168 kg N/ha) yang diberikan sekali pada tanaman berumur 4 minggu. Apabila proporsi pupuk N sebagai starter lebih dari 22 kg N/ha, bobot biomassa dan hasil biji tidak meningkat. Pengaruh pemberian pupuk starter bergantung pada kualitas lingkungan. Hasil penelitian Bermudes dan Mallarino (2002) pada 11 lokasi di Iowa, Amerika Serikat, menunjukkan bahwa dosis N sebagai starter 16-27 kg N/ha dari total dosis 180 kg N/ha meningkatkan hasil jagung 200-671 kg pada tujuh lokasi, tidak berpengaruh nyata pada tiga lokasi, dan menurunkan hasil 230 kg/ha pada satu lokasi. Tingkat hasil yang dicapai antarlokasi beragam, berkisar antara 7,3-11,4 t/ha.

Pupuk organik dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah. Pemberian bahan organik akan memperbaiki struktur dan tekstur tanah, menjadi lebih gembur sehingga drainase lebih baik. Pemberian pupuk hijau *Gliricidia* pada tanah Ultisol dapat mengurangi penggunaan pupuk N sebanyak 75% dan penggunaan *Sesbania rostrata* meningkatkan hasil jagung 42% (Syafuruddin *et al.* 2007). Pemberian pupuk kandang yang berasal dari kotoran sapi meningkatkan kandungan K pada daun tanaman jagung (Veronica 2010). Fotosintesis radiasi aktif dan hasil biji meningkat dengan meningkatnya pemberian pupuk N dan peningkatan populasi tanaman diikuti dengan peningkatan pemberian pupuk (Mehdi 2011). Pemberian hara S yang diimbangi oleh pupuk N mengoptimalkan serapan hara (Rahman *et al.* 2011). Pemberian pupuk organik dapat meningkatkan hasil jagung, terutama pada lahan dengan tekstur liat berlempung (Suratmini 2009, Singh *et al.* 2010).

Respon jagung hibrida terhadap pemupukan N berbeda antarlahan maupun musim (Areerak *et al.* 2010, Murni *et al.* 2010). Pemberian pupuk N dengan dosis yang tepat pada jagung hibrida mampu menghasilkan 9-12 t/ha (Syafuruddin *et al.* 2008, Efendi *et al.* 2012). Efisiensi penggunaan pupuk berkisar antara 20-40 kg biji/kg N, 25-45 kg biji/kg P, dan 2-13 kg biji/kg K (Girsang *et al.* 2010, Samijan 2010). Efisiensi NPK dapat ditingkatkan melalui inokulasi cendawan mikoriza arbuskuler (Musfal dan Jamil 2009). Pada pola tanam padi-jagung, porsi pemberian pupuk jagung 50% atau lebih memberikan hasil lebih tinggi dibandingkan dengan porsi pupuk untuk padi lebih banyak (Faesal dan Syafuruddin 2010).

PERAN KELEMBABAN TANAH DAN PENGAIRAN

Faktor iklim yang sangat mempengaruhi pertumbuhan dan produktivitas jagung di Indonesia curah hujan. Suhu udara menentukan pemasakan fisiologis tanaman yang secara langsung berpengaruh terhadap hasil jagung (Elmore and Abendroth 2008). Pada dataran rendah dan sedang, suhu tidak menjadi faktor pembatas. Pada lahan irigasi, perubahan iklim yang mengarah kepada cekaman kekeringan pada fase pembungaan hingga pengisian biji dapat menurunkan hasil 25% (Yasin *et al.*, 2010). Temperatur dan curah hujan mengubah ketersediaan air dan fenologi tanaman yang berdampak terhadap penurunan produktivitas tanaman (Wang *et al.* 2011). Iklim pendukung pertanaman jagung yang dibudidayakan pada musim hujan dan musim kemarau disajikan pada Tabel 2. Varietas toleran kekeringan umumnya memiliki bobot kering akar lebih besar daripada yang peka (Efendi *et al.* 2009).

Air sebagai bahan pelarut hara dan proses metabolisme sangat dibutuhkan oleh tanaman melalui proses evapotranspirasi. Kebutuhan jagung untuk evapotranspirasi 210 mm untuk 90 hari pertumbuhan dan 273 mm untuk 110 hari pertumbuhan (Abdul Salam dan Al Mazrooei 2006). Konsumsi air tanaman jagung berkisar antara 3,10-4,35 mm/hari (Tekwa and Bwade 2011). Kebutuhan air berbeda antara varietas jagung, bervariasi antarvarietas berkisar 2-6 mm/hari atau 411-550 mm/musim. Tingkat evapotranspirasi jagung hibrida lebih besar daripada varietas lokal terkait dengan perbedaan laju pertumbuhan dan habitus tanaman (Adeniran *et al.* 2010, Tekwa and Bwade 2011, Zain UI Abideen 2014). Defisit air karena perubahan iklim meningkatkan risiko penurunan hasil jagung (Ceglar *et al.* 2013). Masa kritis tanaman jagung terhadap defisit air adalah pada fase pertumbuhan vegetatif dan awal generatif, tetapi pengurangan air irigasi

Tabel 2. Faktor pendukung iklim untuk pertumbuhan tanaman jagung di Indonesia.

| Waktu tanam | Faktor iklim pendukung hasil baik | Faktor iklim pendukung hasil buruk |
|---------------|---|--|
| Musim hujan | Tanam pada musim hujan mendapatkan curah hujan cukup | Intensitas cahaya matahari kurang optimal bagi pertumbuhan Kelembaban yang tinggi memicu serangan hama penyakit |
| Musim kemarau | Tanam awal musim kemarau mendapatkan intensitas matahari yang cukup untuk pertumbuhan tanaman | Ketersediaan air terbatas terutama pada daerah yang tidak memiliki fasilitas irigasi |

Diadopsi dari Elmore dan Abendroth (2008).

pada awal pertumbuhan dan masa masak biji kurang berpengaruh terhadap hasil biji (Xiukang Wang 2013). Fase pembungaan dan pengisian biji adalah masa yang paling kritis memerlukan air. Semakin banyak air tersedia semakin banyak nitrogen dapat diabsorpsi tanaman yang berdampak terhadap tingginya hasil jagung (Xiukang Wang 2013). Cekaman kekeringan berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan tanaman, pembentukan biomassa, proses anthesis (*anthesis-silking interval*), pengisian biji dan hasil jagung, terutama pada masa kritis terhadap defisit air pada stadia pembungaan dan proses penyerbukan (FAO 2001). Pemanfaatan air hujan dengan membuat embung merupakan cara pengairan tanaman pada musim kemarau (Aqil *et al.* 2007).

Pengolahan tanah berpengaruh terhadap kandungan air tanah. Kandungan air tanah pada guludan lebih tinggi daripada lahan datar sehingga menyediakan kelembaban yang lebih baik. Pemberian mulsa juga dapat mengkonservasi air tanah dan meningkatkan hasil jagung (Arora *et al.* 2010). Pada kondisi air cukup, pengolahan tanah minimal (*zero tillage*) dapat mengurangi tenaga dan menghemat biaya produksi. Pada musim dimana cuaca tidak menentu, hasil jagung sangat beragam (Yadev and Singh 2010).

KESIMPULAN

Produksi jagung di Indonesia berpeluang dapat ditingkatkan dengan perbaikan teknik budi daya dan kualitas lingkungan. Faktor penentu keberhasilan peningkatan produksi jagung adalah sebagai berikut:

1. Tanaman jagung dapat dibudi dayakan pada hampir semua lahan di dataran rendah hingga sedang di Indonesia, sehingga peluang perluasan tanaman cukup besar.
2. Varietas unggul sangat menentukan peningkatan produktivitas jagung nasional. Penanaman varietas jagung hibrida yang adaptif disertai penyediaan hara secara optimal melalui pemupukan NPK dan penyediaan kelembaban tanah yang cukup menjadi penentu utama peningkatan produktivitas jagung. Dengan mengoptimalkan tiga komponen teknologi tersebut, produktivitas jagung mampu mencapai 7-9 t/ha, sebanding dengan produktivitas jagung di negara lain.
3. Untuk menghadapi perubahan iklim yang sulit diprediksi, penanaman jagung lebih awal dan konservasi air menjadi kunci keberhasilan budi daya jagung pada musim kemarau.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Salam M. and S. Al Mazrooei. 2006. Crop water and irrigation water requirement of maize (*Zea mays* L.) in the entisols of Kuwait. Tenth International Water Technology Conference, IWTC10 2006, Alexandria, Egypt. p.781-793.
- Adeniran K.A , M.F. Amodu, M.O. Amodu, and F.A. Adeniji. 2010. Water requirements of some selected crops in Kampe dam irrigation project. Australian J. Agric. Eng. 1(4):119-125.
- Ahmed M.B., K. Hayat, Q. Zama, and N.H. Malik. 2001. Contribution of some maize production factors towards grain yield and economic return under the agro-climatic condition of Dera Ismail Khan. Online Journal of Biological Sciences 1 (4): 209-211.
- Agreda, F.M., J.M.J.J. Janssens, and J. Borgman. 2005. Effects of production systems with maize (*Zea mays* L.) on soil fertility and biological diversity in the Soconusco, Chiapas, Mexico. Deutscher Tropentag, October 11-13, 2005, Hohenheim.
- Akinnifesi, F.K. , W. Makumba, and F.R. Kwesiga. 2006. Sustainable maize production using gliricidia/maize intercropping in Souththern Malawi. Expl. Agric. (2006), volume 42, pp. 1-17. doi:10.1017/S0014479706003814
- Amaral T.A., C.L.T. Andrade, J.O. Duarte, J.C. Garcia, A. Garcia y Garcia, D.F. Silva, W.M. Albernaz, and G. Hoogenboom. 2015. Nitrogen management strategies for smallholder maize production systems: Yield and profitability variability. International Journal of Plant Production 9(1): 75-98.
- Aqil, M., I.U. Firmansyah, dan M. Akil. 2007. Pengelolaan air tanaman jagung. p.219-237. *In*: Sumarno, Suyamto, A. Widjono, Hermanto, H. Kasim (eds.). Jagung. Teknik produksi dan pengembangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Areerak, C. La-ied, P. Intanai, and P. Grudloyma. 2010. Optimum nitrogen fertilizer rate of elite drought tolerant hybrid corn. p.514-517. *In*: P.H. Zaidi, M. Azrai, and K. Pixley (eds.): Maize for Asia. Proc. Of the 10th Asian Regional Maize Workshop. Ministry of Agriculture (Indonesia), CIMMYT, ADB and S.M. Sehgal Foundation. IAARD. Jakarta.
- Arora, S., M.S. Hadda, K.R. Sharma, and R. Bhatt. 2010. Soil moisture conservation for improving maize yields through participatory micro-watershivaliks. p.467-470. *In*: P.H. Zaidi, M. Azrai and K. Pixley (eds.): Maize for Asia. Proc. of the 10th Asian Regional

- Maize Workshop. Ministry of Agriculture (Indonesia), CIMMYT, ADB and S.M. Sehgal Foundation. IAARD. Jakarta.
- Assadourian, E. 2007. Vital sign 2007-2008. The World watch Institute, W.W. Norton & Company. New York. p.165.
- Badan Pusat Statistik. 2014. Jakarta.
- Bahtiar, S. Pakki, dan Zubachtirodin. 2007. Sistem perbenihan jagung. Hlm. 177-191. *Dalam: Sumarno et al. (eds). Jagung. Teknik produksi dan pengembangan. Puslitbang Tanaman Pangan. 508 hlm.*
- Bahtiar, A.F. Fadhly, and S. Panikkai. 2010. Opportunity and challenge in maize farming with limited irrigation. p.565-567. *In: P.H. Zaidi, M. Azrai and K. Pixley (eds.): Maize for Asia. Proc. of the 10th Asian Regional Maize Workshop. Ministry of Agriculture (Indonesia), CIMMYT, ADB and S.M. Sehgal Foundation. IAARD. Jakarta.*
- Bermudes, M. and A.P. Mallarino. 2002. Yield and early growth responses to starter fertilizer in no-till corn assessed with precision agriculture technologies. *Agron. J. 94: 1024-1033.*
- Ceglar, A., O. Chukaliev, G. Duvelier, and S. Niemeyer. 2013. Water requirements for maize production in Europe under changing climate conditions. *Impacts World 2013, International Conference on Climate Change Effects, Potsdam, May 27-30.*
- Djaman, K., S. Irmak, W.R. Rathje, D.L. Martin, and D.E. Eisenhauer. 2013. Maize evapotranspiration, yield productions, biomass, grain yield, harvest index, and yield response factors under full and limited irrigation. *American Society of Agricultural and Biological Engineers 56(2): 273-293.*
- Doerge, T. 2007. A new look at corn and soybean rotation options. *Crop Insights Vol. 17. No. 2. DuPont Pioneer, Johnston, Iowa.*
- Efendi, R., Sudarsono, S. Ilyas, dan E. Sulistiono. 2009. Seleksi dini toleransi genotipe jagung terhadap kekeringan. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 28(2):63-68.*
- Elmore, R. and L. Abendroth. 2008. Factors needed to maximize corn yield potential in 2008. <http://www.extension.iastate.edu/CropNews/>
- Falcon, W.P. 2008. The Asian maize economy in 2025. p.435-456. *In: A. Gulati and D. Dixon (eds.): Maize in Asia, Changing market, and incentives. Academic Foundation, New Delhi.*
- FAO. 2001. Crop water management-maize. Land and Water Development Division (www.fao.org). p3-8.
- Faesar and Syafruddin. 2010. Nutrient management in rainfed lowland rice-maize cropping system of Indonesia. p.557-559. *In: P.H. Zaidi, M. Azrai, and K. Pixley (eds.): Maize for Asia. Proc. of the 10th Asian Regional Maize Workshop. Ministry of Agriculture (Indonesia), CIMMYT, ADB and S.M. Sehgal Foundation. IAARD. Jakarta.*
- Gentry, F., M.L. Ruffo, and F.E. Below. 2013. Identifying factors controlling the continuous corn yield penalty. *Agron. J. 105:295-303.*
- Girsang, S.S., M.P. Yufdy, and Akmal. 2010. Fertilizer recommendation based on the SSNM approach in upland Karo district, North Sumatera. p.540-544. *In: P.H. Zaidi, M. Azrai, and K. Pixley (eds.): Maize for Asia. Proc. of the 10th Asian Regional Maize Workshop. Ministry of Agriculture (Indonesia), CIMMYT, ADB and S.M. Sehgal Foundation. IAARD. Jakarta.*
- Hadijah, A.D. 2010. Peningkatan produksi jagung melalui penerapan inovasi pengelolaan tanaman terpadu (PTT). *Bul. IPTEK Tan. Pangan Vol 5(1):64-73.*
- Hermanto, D. Sadikin, dan E. Hikmat. 2009. Deskripsi varietas unggul palawija 1918-2009. *Puslitbang Tanaman Pangan Bogor. 330 hlm.*
- Hipi, A., B.T. Erawati, M. Azrai, and A. Takdir M. Agronomic characteristics and yield potential of promising maize hybrids in dryland agroecosystems of Western Nusa Tenggara. p. 568-570. *In: P.H. Zaidi, M. Azrai, and K. Pixley (eds.): Maize for Asia. Proc. of the 10th Asian Regional Maize Workshop. Ministry of Agriculture (Indonesia), CIMMYT, ADB and S.M. Sehgal Foundation. IAARD. Jakarta.*
- Jugenheimer, R.W. 1975. Corn. improvement, seed production and uses. *John Wiley & Sons. New York. 670p.*
- Kasno, A., D. Setyorini, dan E. Tuberkih. 2006. Pengaruh pemupukan fosfat terhadap produktivitas tanah inceptisol dan ultisol. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia. Volume 8(2): 91-98.*
- Kasno, A. dan Tia Rostaman. 2013. Serapan hara dan peningkatan produktivitas jagung dengan aplikasi pupuk NPK majemuk. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 32(3):179-186.*
- Liangzheng Xu, J. Niu, C. Li, and F. Zhang. 2009. Growth, nitrogen uptake and flow in maize plants affected by root growth restriction. *Journal of Integrative Plant Biology 51(7): 689-697.*
- Li, S.L., Y.B. Zhang, Y.K. Rui, and X.F. Chen. 2012. Nutrient content in maize kernels grown on different types of soil. *International J. of. Exp. Botany 81:41-43.*

- Mejaya, M.J., A. Takdir, N. Iriany, and M. Yasin. HG. 2010. Development of improved maize varieties in Indonesia. p109-112. *In*: P.H. Zaidi, M. Azrai, and K. Pixley (eds.): Maize for Asia. Proc. of the 10th Asian Regional Maize Workshop. Ministry of Agriculture (Indonesia), CIMMYT, ADB and S.M. Sehgal Foundation. IAARD. Jakarta.
- Meng Wang, Yinpeng Li, Wei Ye, Janet F. Bornman, and Xiaodong Yan. 2011. Effects of climate change on maize production, and potential adaptation measures: a case study in Jilin Province, China. *Clim. Res.* 46: 223-242.
- Mehdi, D. 2011. Effect of plant density and nitrogen rate on PAR absorption and maize yield. *American J. Plant Physiol.* 6(1):44-49.
- Murni, A.M., J.M. Pasuquin, and C. Witt. 2010. Performance of site specific nutrient management (SSNM) for maize an upland Lampung. p.536-539. *In*: P.H. Zaidi, M. Azrai, and K. Pixley (eds.): Maize for Asia. Proc. of the 10th Asian Regional Maize Workshop. Ministry of Agriculture (Indonesia), CIMMYT, ADB and S.M. Sehgal Foundation. IAARD. Jakarta.
- Musfal, Delivan, dan A. Jamil. 2009. Efisiensi penggunaan pupuk NPK melalui pemanfaatan cendawan mikoriza arbuskuler pada jagung. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 28(3):165-169.
- Niehues, B.J., R.E. Lamond, C.B. Godsey, and C.J. Olsen. 2004. Starter N fertilizer management for continuous no-till corn production. *Agron. J.* 96:1412-1418.
- Ofor, M.O., I.I. Ibeawuchi, and A.M. Oparaeke. 2009. Crop protection in production of maize and Guinea corn in Northern Guinea savanna of Nigeria. *Nature and Science* 7(11):45-51.
- Orenstein, O. 2010. Asian maize market opportunities small and large. p.3-4. *In*: P.H. Zaidi, M. Azrai, and K. Pixley (eds.): Maize for Asia. Proc. Of the 10th Asian Regional Maize Workshop. Ministry of Agriculture (Indonesia), CIMMYT, ADB and S.M. Sehgal Foundation. IAARD. Jakarta.